



Bio-Wetenschappen
en Maatschappij



Negen-tot-vijf-cultuur

Tijd is een afspraak

Onze ingebouwde klokken

Ploegendiensten

Timing: van levensbelang

De 24-uurs-mens waar economie en biologie van tijd tot tijd botsen

3/2006

Het cahier is een uitgave van de Stichting Bio-Wetenschappen en Maatschappij (BWM) en verschijnt viermaal per jaar.

Bestuur: prof. dr. D.W. van Bekkum (voorzitter); prof. dr. E. Schroten (vice-voorzitter), dr. J.J.E. van Everdingen (penn.); prof. dr. W.G. van Aken; prof. dr. J.P.M. Geraedts; prof. dr. J.A. Knottnerus; prof. dr. J.W.M. Osse
Redactie: Redactie: prof. dr. W.J. Rietveld, prof. dr. G.A. Kerkhof, dr. J.J.E. van Everdingen en drs E.M.H.W. **Koenen**

Bureau: Willemijn Bosma-Visser

Omslag en vormgeving: Drukkerij Groen bv

Druk: Drukkerij Groen bv, Leiden

© Stichting BWM

INFORMATIE, ABONNEMENTEN

EN BESTELLINGEN

Stichting BWM

postbus 93402

2509 AK Den Haag

070-34 40 781

email: bwm@nwo.nl

of via www.biomaatschappij.nl

Een abonnement kost € 20,- per jaar. Losse nummers € 6,- exclusief verzendkosten.

Voor illustraties in dit cahier is toestemming verkregen van de betreffende rechtspersonen.

Voor illustraties in dit cahier is toestemming verkregen van de betreffende rechtspersonen.

© Omslagfoto: Charlie Chaplin, Modern Times.

Shooting Star / Hollandse Hoogte

VAN DE REDACTIE

Tijd en tijdsbesef horen bij de intrigerendste aspecten van ons menselijk bestaan. Tijd vind je dan ook overal. De wereld zit vol veelsoortige klokken, en dat is waarschijnlijk al begonnen in de oersoep tijd.

De afwisseling van licht en donker, een gegeven van onze planeet, heeft namelijk een grote weerslag gehad op alle leven op aarde. De evolutie heeft planten, dieren en mensen van allerlei 'biologische klokken' voorzien. In de natuur is daardoor continu een subtiel samenspel gaande tussen de buiten- en de binnenwereld. Ingebouwde klokken reageren op allerlei prikkels van buiten. Wij mensen hebben in ons lijf een ingenieus systeem van in elkaar grijpende radertjes, ritmes en reacties.

Van de werking daarvan, inclusief de genetische basis, zijn we de afgelopen decennia in hoog tempo heel veel te weten gekomen.

Dit kennis is van groot belang. Want sinds we de gloeilamp uitvonden, lopen natuur en cultuur niet meer vanzelf min of meer gelijk op. Tijd werd geld. Overdag wakker zijn en 's nachts slapen was niet meer nodig. We verzetten de wekker van binnen, en de economie draait tegenwoordig gewoon 24 uur per dag door.

Of toch niet? Waarom hebben we nog steeds een van-negen-tot-vijf-cultuur? Hoe komt het dat stewardessen vaker borstkanker lijken te krijgen dan andere vrouwen? Met andere woorden: waar beginnen biologie en economie te botsen?

De werking van biologische klokken en de effecten die ze hebben op onze gezondheid en onze maatschappij, zijn terugkerende thema's voor de Stichting Biowetenschappen en Maatschappij, die zich immers ten doel gesteld heeft de maatschappelijke gevolgen van ontwikkelingen in biowetenschappen aan de orde te stellen.

Dit cahier bestrijkt een breed scala aan toch samenhangende onderwerpen. Het gaat over muizen die zonder Cryptochroom-genen geen enkel besef van tijd meer lijken te hebben. En over koffie en roken in de nachtdienst. Er wordt uitgelegd dat het hedendaagse gezin net een fabriek met een ploegendienststelsel is, en dat ze in Parijs de tijd een tijdlang hebben rondgepompt. Er komen tijdszaamachines als de auto ter sprake, en jonge zeekotten die zich van rotsen storten. Het gaat over het effect van 200 lux op je pijnappelklier, het nut van dutten, en de remmende werking van ritme en regelmaat op veroudering.

Inzichten en ideeën over de relatie tussen klok en maatschappij zijn de afgelopen tientallen jaren zowel flink gegroeid als stevig bijgesteld. De 24-uurs-economie pakt bijvoorbeeld heel anders uit dan we twintig of dertig jaar geleden dachten. En voor- en tegenstanders zaten er praktisch even vaak naast.

De redactie

Dit cahier kwam tot stand in samenwerking met de Vereniging 'Het Nederlandsch Natuur –en Geneeskundig Congres' (NNGC) ter gelegenheid van haar 92e bijeenkomst 'Biologische ritmen' op 11 november 2006.

EN VERDER:

■ SCHIJN EN WERKELIJKHEID VAN DE 24-UURSECONOMIE	8
■ DE GEPOMPTE TIJD VAN PARIJS	20
■ RADERTJES VAN ONS INGEBOUWDE UURWERK	28
■ HET HORMOON VAN DE NACHT ALS GENEESMIDDEL	34
■ ROKEN IN DE NACHTDIENST	43
■ HET NUT VAN EEN DUT	45
■ DOOR PLOEGENDIENST MEER KANS OP BORSTKANKER	46
■ VANZELF SAMEN ONGESTELD	54
BEGRIPPENLIJST	59

IN DIT NUMMER:



DE VAN-NEGEN-TOT-VIJF-CULTUUR 1



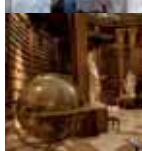
TIJD IS EEN AFSpraak 15



ONZE INGEBOUWDE KLOKKEN
HOE WIJ DEEL UITMAKEN VAN DE RITMEN IN
DE NATUUR 25



PLOEGENDIENSTEN EN HET VERZET
VAN DE BIOLOGISCHE KLOK 39



TIMING: VAN LEVENSBELANG 51



DE VAN-NEGEN-TOT-VIJF-CULTUUR



BEN JANSEN EN CHRISTINE BAAIJENS



DR. C. BAAIJENS studeerde economie aan de Universiteit van Amsterdam. In 2006 promoveerde zij aan de Universiteit Utrecht op een proefschrift over arbeidstijden.

Sinds 2004 is ze onderzoeker bij de Déhora Consultancy Group, die 'Planning & Scheduling'-opdrachten vervult voor ondernemingen en instellingen.



DR. ING. B. JANSEN studeerde elektrotechniek en arbeids- en organisatiepsychologie. Zijn promotieonderzoek ging over werktijden. Hij is oprichter van wat de Déhora Consultancy Group is gaan heten, en publiceert over onder meer werk- en bedrijfstijden en flexibilisering.

Uit onderzoek blijkt dat werknemers met variabele werktijden die in principe zelf kunnen kiezen wanneer zij beginnen echt niet altijd de file ontlopen. Motorrijders hebben minder last van files. © George Verberne, Hollandse Hoogte.

De uitvinding van de gloeilamp, rond 1880, heeft de wereld radicaal veranderd. Voor die tijd gingen de meeste mensen naar bed als de zon was ondergegaan. Vuur, en later kaarsen en gas- of petroleumlampen gaven doorgaans te weinig licht om bij te kunnen werken. Zonsopgang was de tijd om op te staan en weer actief te worden. De zon bepaalde dus goeddeels het werkritme, totdat de elektrische gloeilamp het mogelijk maakte om op grote schaal 's nachts te werken. Daarmee verdween de strikte scheiding tussen dag en nacht.

In de eerste helft van de twintigste eeuw nam de 24-uurs inzet van arbeid prompt sterk toe. Kleine ondernemingen kenden bedrijfstijden van 's ochtends tot middernacht. In de industrie werd dag en nacht gewerkt, en de agrarische sector draaide weliswaar niet 's nachts, maar wel in het weekend door.

Maar daarna, gedurende de tweede helft van de twintigste eeuw, nam het werken op afwijkende tijden weer flink af. Procentueel werd er steeds minder in de avonden, nachten en weekenden gewerkt, en steeds meer tijdens de doordeweekse dagen en overdag. Wat daar ten eerste een belangrijke rol bij heeft gespeeld, is de herstructurering van de Nederlandse economie. Daarin verschoof het sterke accent op de landbouw/visserij en de industrie naar een grotere rol voor de dienstensector. Daarnaast heeft wet- en regelgeving een belangrijke invloed gehad. Er kwamen bijvoorbeeld meer (beschermende) regels rondom de arbeidsduur en nachtarbeid, en openingstijden in de detailhandel werden aan banden gelegd.

Vandaag de dag zijn afwijkende arbeidstijden vooral nog te vinden bij organisaties zoals de politie, de brandweer en ziekenhuizen, waar de aard van het werk – zorg of bescherming – het noodzakelijk maakt dat men 24 uur per dag, 365 dagen per jaar operationeel is. Ook in het openbaar vervoer en de horeca wordt veelvuldig op afwijkende tijden gewerkt, omdat consumenten graag ook 's avonds en in het weekend gebruik maken van deze diensten. Als er in de industrie op afwijkende tijden gewerkt wordt dan heeft dat veelal te maken met het efficiënter benutten van de kapitaal-goederenvoorraad (gebouwen, en vooral het machinepark) of zijn er technische redenen.

Maar die bedrijfstakken en beroepsgroepen maken toch maar een klein deel van de arbeidsmarkt uit. Alles bij elkaar werkte in de jaren negentig van de vorige eeuw een grote meerderheid van zo'n 80 tot 85 procent van de Nederlandse werknemers gewoon overdag en op doordeweekse dagen. Niet tot genoegen van de econoom Arnold Heertje, die in juni 1994 in een klap de 24-uurs-economie op de politieke agenda kreeg. Hij stelde in een interview met NRC Handelsblad dat de toen net aantredende minister-president Wim Kok zo'n 24-uurs-economie in Nederland moest afkondigen. Dat viel sterk te prefereren boven de heersende van-negen-tot-vijf-cultuur. Nederland liep achter op het buitenland. Heertje vond het hoog tijd dat winkels, restaurants en postkantoren 24 uur per dag openbleven.

De roep om de 24-uurs-economie paste bij de tijdgeest: de economie groeide – na een korte recessie aan het begin van de jaren negentig – voorspoedig, de beurskoersen braken het ene na het andere record en de economische mogelijkheden van het internet werden oneindig gedacht. Om internationaal mee te kunnen blijven doen, zou volgens de voorstanders van de 24-uurs-economie veel meer op afwijkende tijden moeten worden gewerkt. Ook wезen zij op de impulsen voor de werkgelegenheid, de vermindering van de fileproblematiek en de toegenomen veiligheid als er 24 uur per dag wordt gewerkt en geleefd.

Tegenstanders hielden zich vooral bezig met de vraag hoe het (gezins-)leven er in een 24-uurs-economie uit zou zien. Eén van de in het oog springende acties uit die tijd betrof de actie *Neem tijd om te leven*, in 1998 ondernomen door het Interkerkelijk Contact in Overheidszaken (CIO), samen met een aantal andere maatschappelijke organisaties. Aan minister Weijers van Economische Zaken, verklaard voorstander van een 24-uurs-economie, werden in juni van dat jaar 805.347 handtekeningen aangeboden ter ondersteuning van de oproep om 'het verruimen van werk- en openingstijden kritisch te bezien, te beperken en terug te dringen'. Ook maakte men een lijst met verlangens bekend, waaronder 'We willen niet geleefd worden'.

Over het onderwerp werd een aantal jaren heftig gedebatteerd. Voor- en tegenstanders brachten naast rationele vooral ook veel emotionele argumenten naar voren. Bij veranderingen in tijdsordeningen is dat gebruikelijk: weinig zaken laten zich immers zo slecht wijzigen als de tijdsstructuren en -culturen waar men aan gewend is. De opwinding ligt inmiddels een eind achter ons. Hoe zit het?

Is een andere dan de huidige temporele ordening in Nederland voor- of nadelig?

Weg met de 24-uurs-economie

- We willen werken op normale tijden.
- We willen de mogelijkheid hebben met gezin, vrienden en familie op hetzelfde moment samen te zijn.
- We willen 's avonds en in de weekenden de mogelijkheid hebben om kerkdiensten en godsdienstige vieringen bij te wonen.
- We willen onze gezondheid niet schaden door verhaasting en stress.
- We willen collectieve momenten voor rust, ontspanning en bezinning op minimaal één dag in de week.
- We willen samen met andere vrijwilligers ons inzetten op tal van terreinen.
- We willen niet geleefd worden. We willen tijd om samen te kunnen leven.

In 1998 kwamen het Interkerkelijk Contact in Overheidszaken en een aantal maatschappelijke organisaties met deze zeven wensen. De lijst maakte deel uit van een grote actie tegen de 24-uurs-economie, die ook meer dan 800.000 handtekeningen opleverde.

GANGBARE RITMES

Vrijtijdswetenschapper Koen Breedveld van het Sociaal en Cultureel Planbureau (SCP) zette in 2005 de resultaten van vier grote landelijke onderzoeken naar 's avonds, 's nachts en in het weekend werken naast elkaar. Onder de titel 'Een geordend bestaan, tijdsordening in de 20ste en de 21ste eeuw' concludeert hij onder meer dat geen enkel onderzoek uitwijst dat er sinds het midden van de jaren negentig een substantiële toename heeft plaatsgevonden van het aandeel werkenden, c.q. het aandeel werk buiten de reguliere kantoortijden. Daarbij lopen overigens de schattingen wel behoorlijk uiteen, iets dat Breedveld toeschrijft aan verschillen in de vraagformulering. In de 'Enquête Beroepsbevolking' van het Centraal Bureau voor de Statistiek en het Tijdsbestedingson-

derzoek van het SCP is de vraagstelling heel ruim. Volgens die surveys werkt circa de helft van de werkenden (wel eens) buiten kantoor tijden (feitelijk: buiten het tijdsvenster maandag tot en met vrijdag tussen 06.00 en 19.00 uur). Uit andere onderzoeken met een 'strengere' vraagstelling, blijkt het om ongeveer een op de vijf werkenden te gaan.

Het aandeel van het totale werk dat buiten kantoor tijden plaatsvindt, bedroeg in 2000 volgens cijfers van het Tijdsbestedingsonderzoek circa 15 procent. Anders gezegd: in dat jaar vond 85 procent van het werk plaats op werkdagen en overdag. Dit nuanceert de genoemde uitkomst van 50 procent: dat percentage verwijst klaarblijkelijk niet alleen naar mensen die een substantieel aandeel van hun werktijd op afwijkende tijden werken, maar ook naar degenen die dit een uurtje of een dag(deel) per week doen. Die laatste groep – denk bijvoorbeeld aan de werknemer die 's avonds nog snel een rapport doorleest voor de vergadering de volgende dag – verricht het merendeel van zijn of haar werk overdag en doordeweeks. Ook in ziekenhuizen wordt wel degelijk het grootste deel van het werk overdag en door de week uitgevoerd. Want 's nachts en in het weekend wordt in principe alleen die medische zorg geboden die niet kan wachten tot de volgende (maan)dag.

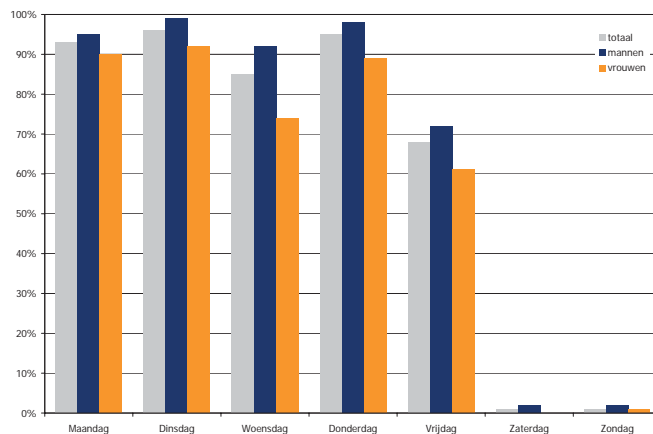
Het gangbare leefpatroon in Nederland volgt dus nog steeds de van-negen-tot-vijf-cultuur. Betaald werk concentreert zich op de doordeweekse dagen en overdag, en daarbuiten staat in de avonden en het weekend het sociale en gezinsleven centraal, terwijl in de nacht het rusten centraal staat. Dat heeft ook te maken met het feit dat wij sociale wezens zijn, en het collectieve ritme van de samenleving willen volgen. Gedeelde ritmes zorgen onder meer voor voorspelbaarheid in het leven, en ze komen tegemoet aan de elementaire behoefte van individuen aan een gedeelde identiteit. Dankzij de gezamenlijke ritmes is het bovendien eenvoudiger om grotere groepen of massas bij elkaar te krijgen, hetgeen bijdraagt aan het welslagen van bijvoorbeeld verjaardagen, sportwedstrijden en theatervoorstellingen. Het door velen gekoesterde vrije weekend bestaat, historisch gezien, overigens nog niet heel lang. Weliswaar is de vrije zondag een culturele erfenis van de tijd dat rustdagen werden bepaald door de kerk, de vrije zaterdag deed voor de meeste werknemers zijn intrede pas tussen 1959 en 1964, en het duurde tot in de jaren zeventig voordat op de laatste scholen de lessen op zaterdagochtend werden afgeschaft.

Dat 's nachts voor de meesten onder ons het rusten centraal

staat, heeft alles te maken met het gegeven dat wij biologische wezens zijn. Het menselijk lichaam heeft een zogeheten circadiane ritmiek ('circa-diaan' staat voor 'ongeveer een dag'), die wordt aangedreven door een biologische klok. Die bevindt zich in de hersenen en zorgt ervoor dat we overdag wakker en actief zijn en 's nachts willen slapen, al is de klok niet bij iedereen op dezelfde manier 'afgesteld'.

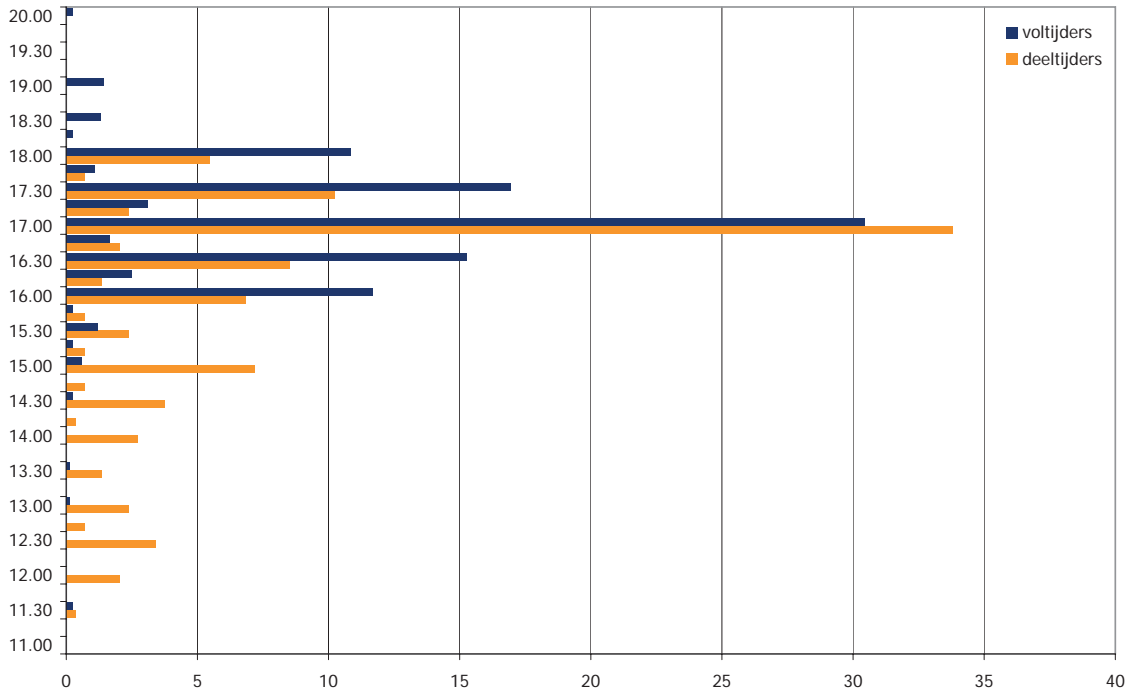
'Kantooruren' mogen dan normaal zijn, en ingebakken zitten in onze cultuur, dat wil nog niet per se zeggen dat werkenden het ook graag zo willen houden. Van ons tweeën is Christine Baaijens degene die daar recentelijk onderzoek naar heeft gedaan – haar proefschrift kreeg als titel *Arbeidstijden: tussen wens en werkelijkheid*. Aan circa 1200 werknemers in de industrie, de zakelijke dienstverlening en bij de overheid werd gevraagd op welke dagen en op welke tijden zij het liefst zouden werken. Inderdaad blijken de meeste werknemers een voorkeur hebben voor het van-negen-tot-vijf-patroon. Slechts een enkeling geeft aan op zaterdag of zondag te willen werken. Maar veel mensen maken ook onderscheid tussen de verschillende doordeweekse dagen: de vrijdag en de woensdag worden duidelijk anders gewaardeerd dan de maandag, de dinsdag en de

Dagen waarop werknemers willen werken



Wanneer willen we werken? Voor mannen ligt dat niet hetzelfde als voor vrouwen, die in Nederland in groten getale in deeltijd werken.

Bron: NOWT-onderzoek, Baaijens (2006).



Bron: NOWT-onderzoek, Baaijens (2006).

De dinsdag wordt gezien als een doorsnee werkdag. Bijna iedereen wil dan tussen half acht en half negen beginnen. De meeste werknemers gaan graag rond de klok van vijf uur weer naar huis.

donderdag. Het hogere percentage vrouwen dat zegt op bepaalde dagen niet te willen werken kan worden verklaard uit het hogere percentage vrouwen dat (naar wens) in deeltijd werkt.

In hoeverre de voorkeuren zijn ingegeven door bestaande beperkingen is soms lastig vast te stellen. Uit het onderzoek komt bijvoorbeeld naar voren dat vooral vrouwen met schoolgaande kinderen een voorkeur hebben voor de vrije woensdag. Begrijpelijk als je bedenkt dat de meeste basisscholen in Nederland op woensdagmiddag gesloten zijn, én dat in de meeste huishoudens de vrouw degene is die de primaire zorg voor de kinderen draagt. Desalniettemin laten de onderzoeksresultaten ruimte om te veronderstellen dat voor veel werknemers de huidige werktijden overeenkomen met wat ze wensen, en dat weinigen behoefte voelen om op andere dan de gebruikelijke uren te werken. Zo wil bijna iedereen op elke werkdag ergens tussen half acht en half negen beginnen, en rond vijf uur weer naar huis.

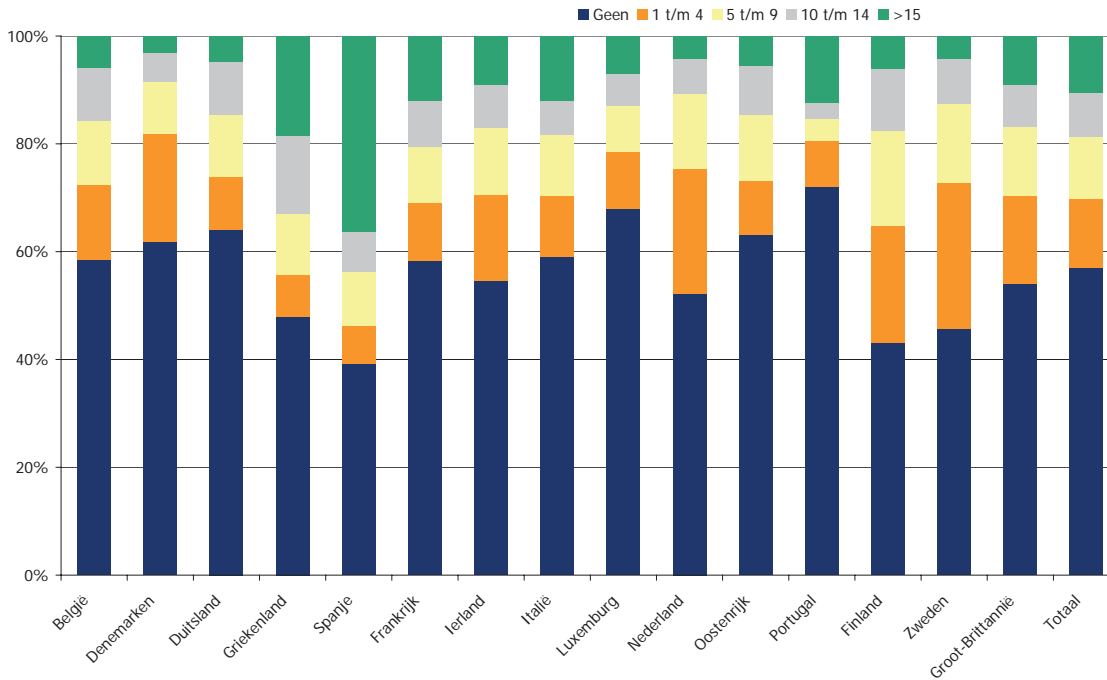
Alleen deeltijders arriveren nog wel eens liever wat later op het

werk (rond negen uur). Tegelijk willen die de werkdag vaker vroeger eindigen dan voltijders. Wel wijst alles erop dat deeltijders die een kortere werkdag hebben, liever beginnen op 'traditionele' tijden om vervolgens eerder te eindigen, dan andersom. Voor een belangrijk deel zal deze voorkeur te maken hebben met de combinatie van arbeid en zorgtaken, maar het kan ook te maken hebben met de organisatie van het werk en gewoontevorming.

ELDERS IN EUROPA

De gegevens van de *European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions* vertellen hoe het bij de burens toe gaat. Ook daar vindt het meeste werk overdag plaats. Desondanks zien we op een aantal punten verschillen.

Spaanse en Griekse werknemers blijken bijvoorbeeld het meest in de avonduren te werken. Ook andere aan de Middellandse Zee gelegen landen kennen percentages van meer dan tien procent als het gaat om werknemers die vijftien of meer dagen per maand tus-



Europese verschillen. Dit zijn de percentages werknemers die al dan niet in de avonden (tussen 18.00 en 22.00 uur) werken, onderverdeeld naar het aantal dagen per maand en de landen van de Europese Unie Gegevens uit 2000. Bron: Boisard et al, (2003: tabel 59). Time and work: duration of work, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

sen 18.00 en 22.00 uur werken. Dat weerspiegelt de beroemde mediterrane siësta, de lange lunchperiode die de werkdag breekt, waardoor het 'normale' dagvenster wordt opgerekt.

Voorheen was zo'n onderbreking noodzakelijk, maar met airconditioning in kantoren, winkels en fabrieken is dit steeds minder het geval. Maar ingesleten tijdsstructuren blijken overal moeilijk te wijzigen. Sterk verdeelde reacties kreeg Ignacio Buqueras, voorzitter van een speciale commissie met de lange naam 'Comisión Nacional para la Racionalización de los Horarios españoles con los europeos', op zijn oproep aan het Spaanse Congres om de werktijden te 'europeaniseren'. Dat wil zeggen: om over te gaan tot werkdagen die om half acht of half negen uur beginnen en die niet langer duren dan tot vijf of zes uur.

Veel minder groot zijn de verschillen tussen landen als het gaat om nachtwerk. Iets minder dan twintig procent van de Europese werknemers werkt wel eens 's nachts. Meestal niet zo vaak. De precieze cijfers, allemaal over het jaar 2000, zeggen dat 6,6 procent

van de werknemers één tot vier nachten per maand werkt. Bij 6,4 procent gaat het om vijf tot negen nachten, 2,5 procent werkt tien tot veertien nachten per maand, en nog eens 2,7 procent vijftien of meer nachten.

Nergens wordt zo weinig 's nachts gewerkt als in Luxemburg. Dat komt doordat het land nauwelijks industrie kent. Griekenland kent het meeste nachtwerkers – waarschijnlijk speelt de definitie van 'nachtwerk' ook hier weer een rol: het gaat namelijk om werk verricht tussen tien uur 's avonds en zeven uur 's ochtends. Griekenland heeft een grote agrarische sector waar men zeker in de zomer al voor zevenen aan de slag gaat. Bovendien wordt in de omvangrijke toeristische sector ook regelmatig na tien gewerkt.

Of en hoeveel men op zondag werkt, weerspiegelt duidelijk de structurele én de culturele verschillen tussen de landen. Driekwart van de Europese werknemers houdt totale zondagsrust. In Portugal gaat het zelfs om 84 procent van de werknemers. Ook in Duitsland, Spanje en Italië liggen de percentages (ruim) boven het

gemiddelde van 76 procent. Het meeste zondagswerk vindt plaats in de Scandinavische landen en Griekenland.

Met andere woorden: Europese landen varen nog steeds op tal van punten hun eigen koers. Van een universele tijdordening binnen Europa is (vooral nog) geen sprake. Daarvoor zijn er veel te veel verschillen. Bijvoorbeeld tussen de bedrijfstakken van de nationale economieën. En naast zulke structurele zijn er ook culturele factoren, zoals de behoefte om een, vaak religieus geïnspireerde collectieve rustdag te respecteren. Ook de bereidheid om op allerlei niet-reguliere tijdstippen te werken verschilt van land tot land.

VOOR OF TEGEN

De voorstanders van de huidige van-negen-tot-vijf-samenleving wijzen onder meer op het belang van sociale cohesie, en van de tijd die mensen binnen het gezin met elkaar kunnen doorbrengen. Ze vrezen dat een 24-uurs-economie, waarbij iedereen in verschillende tijdsvensters actief is, tot gevolg heeft dat mensen langs elkaar heen gaan leven en zo in een isolement raken. Werkdagen zijn in hun ogen een belangrijke sociale 'Zeitgeber' die zorgt voor stabiliteit.

Daarnaast brengt het de-klok-rond-werken extra kosten met



Zelfs op een vrije dag, Koninginnedag, staan we met zijn allen in de file. Dit keer op het water. © Inge Ijspeert/Hollandse Hoogte.

zich mee. De mensen krijgen meer gezondheidsproblemen, terwijl prestaties verslechteren. Nachtwerk is voor de meeste werknemers niet gezond. Slapen, eten en werken op andere tijden dan die waarop de fysiologische processen van het lichaam zijn ingesteld, heeft lichamelijke ontregeling tot gevolg, wat kan leiden tot vermoeidheid, slaperigheid, slapeloosheid en slechte spijsvertering. Op de lange termijn zijn de belangrijkste gevaren: ernstige slaapproblemen, chronische vermoeidheid, chronische angst of depressie, maag-darmklachten en hart- en vaatziekten. Volgens epidemiologisch onderzoek hebben ploegen- en nachtwerkers gemiddeld een twee tot vijf maal zo hoge kans op maag-darmstoornissen, terwijl het relatieve risico op hart- en vaatziekten voor hen ook nog eens 1,3 tot 3 maal zo hoog is.

Verschillende onderzoekers in de Verenigde Staten hebben een

poging gedaan om de economische kosten van deze gezondheidsproblemen echt te kwantificeren. Dat levert de volgende 'rekenom' op. Als je als uitgangspunt neemt dat de totale economische kosten van hartziekten van de kransslagader neerkomen op ongeveer 47 miljard dollar per jaar, en dat ploegenwerkers ongeveer tien procent van de beroepsbevolking uitmaken, dan zijn de extra kosten vanwege onregelmatige werktijden naar schatting vier miljard dollar per jaar. De extra kosten als gevolg van het verhoogde risico van maag-darmklachten, psycho-neurotische klachten en het management van andere chronische ziekten bedragen ongeveer twee miljard dollar per jaar.

Er is ook een prijskaartje gehangen aan klachten die met slapen te maken hebben – het merendeel van alle ploegenwerkers kampt daarmee. De totale directe economische kosten van slapeloosheid



De lancering van de Space Shuttle Challenger op 4 april 1983. De Challenger is vooral bekend doordat ze explodeerde kort na de lancering van haar tiende vlucht.

Bron: Wikipedia, deze illustraties zijn bestanden van Wikimedia Commons.

SCHIJN EN WERKELIJKHEID VAN DE 24-UURS-ECONOMIE

Aan rust heeft de homo economicus een broertje dood. Lang voor het begrip 24-uurs-economie bedacht werd, wist hij de macht van de menselijke biologische klok al te breken. Dat deed hij met ploegenarbeid, het in de negentiende eeuw door industriële geïntroduceerde stelsel waarbij ploegen arbeiders elkaar afwisselen om het productieproces zo constant mogelijk gaande te houden. Kleine ondernemers zoals winkeliers en straatverkopers volgden tot op zekere hoogte het voorbeeld van de industrie. Rond 1900 kenden ook zij bedrijfstijden die liepen van 's morgens vroeg tot middernacht, die ze konden volhouden door gezinsleden elkaar te laten afllossen.

In de West-Europese landen waar de trend naar 24-uurs inzet van menselijke arbeid begon, is het hoogtepunt ervan alweer ruim een halve eeuw gepasseerd. De ploegenarbeid in de industrie verdween door mechanisatie of verplaatste zich naar lagelonenlanden. Beschermende arbeidswetgeving legde de arbeidsduur per etmaal en per week aan banden en de openingstijden van winkels werden centraal voorgeschreven.

Maar de homo economicus was niet voor een gat te vangen. Om de verkoop ook na sluitingstijd toch te laten doorgaan bedacht hij automaten en postorderbedrijven, zaken waarmee onze grootouders al vertrouwd waren. Daarna bond hij de strijd aan met de be-

perkingen die de seizoenen opleggen. Als gevolg daarvan vliegen we 's winters allerlei zomergewassen in uit het warme zuiden, en transporteren we overwinterende toeristen daarheen. 's Zomers helpen ijskast en airco de gevolgen van de warmte te temperen.

Inmiddels is dit stelsel van non-stop bedrijvigheid zo uitgekend, dat het met een minimum aan arbeidskrachten kan blijven draaien. Avond-, nacht- en weekendwerk bestaat vooral nog bij diensten als het openbaar vervoer en de beveiliging, in de gezondheidszorg, en in het uitgaansleven, maar per saldo hebben er veel minder mensen mee te maken dan rond 1950.

'WONDERBAARLIJKE NIEUWE ECONOMIE'

Na 1990 weerklonk plotseling een nieuwe roep om continue bedrijvigheid. Het paste bij de uitgelaten stemming die na het einde van koude oorlog in 1989 was ontstaan om te denken

dat de geschiedenis geen betekenis meer had en het liberalisme voor eeuwig had gewonnen. De economische ontwikkeling was zonnig, de beurskoersen vlogen omhoog, de gloednieuwe en explosief groeiende elektronische snelweg leek onbegrensde zegeningen te gaan brengen. Ondernemers en andere visionairs voorzagen een nimmer stilvallend handelsverkeer rond het World Wide Web, en waarschuwden dat,



Vooraf jeugd maakt gretig gebruik van koopavonden en koopzondagen. Zij profiteren van de continue beschikbaarheid. © Bert Spiertz/Hollandse Hoogte

wilden we van die wonderbaarlijke 'nieuwe economie' kunnen profiteren, er ook in Nederland vaker buiten kantooruren zou moeten worden gewerkt.

Alsof er in het verleden niets gebeurd was, ontwikkelden die verwachtingen en voorspellingen zich tot een nog veel breder pleidooi voor 'de 24-uurs-economie'. Al snel kwam het tweede kabinet Kok daaraan enigszins tegemoet met een versoepeling van de beperkingen op avond- en weekendarbeid, en het ontstaan van koopzondagen waar tot dan toe alleen koopavonden waren toegelaten.

Niet iedereen was daar gelukkig mee. Men waarschuwde voor afbrokkeling van sociale verbanden. In een echte 24-uurs-economie zouden mensen door hun sterk verschillende roosters alleen nog langs elkaar heen leven, gezamenlijke activiteiten en evenementen zouden nauwelijks meer uitvoerbaar zijn. Maar de tegenstanders negeerden op hun eigen manier het verleden. Ze deden alsof er nog altijd drommen arbeiders nodig waren om een bedrijf continu te laten draaien. Ze waarschuwden zorgelijk dat de vijfdaagse werkweek op grote schaal zou verdwijnen uit scholen, kantoren en bedrijven, alsof die nog net zo werkten als een eeuw tevoren. Ze haalden zelfs, alsof het volk nog net als lang geleden op zondag slechts ter kerke ging, de zwaarvermolmde zondagsheiliging van stal.

VERRASSEND AFWIJKEND

Pakte het werkelijk allemaal zo ingrijpend uit als voor- en tegenstanders tijdens dat opwindende fin de siècle van de twintigste eeuw voorzagen? Wordt er tegenwoordig echt vaker 's avonds en in het weekend gewerkt, meer in de avond en op zondag gewinkeld? Dat heb ik proberen vast te stellen aan de hand van tijdsbestedinggegevens die in de periode 1975-2000 om de vijf jaar zijn verzameld, waarbij ik tijd verdeelde in werken weekenddagen, en die weer in een deel dag dat loopt van acht uur 's morgens tot zes uur 's avonds, een avond van zes uur tot middernacht, en een nacht die duurt van middernacht tot het begin van de volgende dag. Om te kunnen zien of er iets bijzonders gebeurde met de arbeidsuren, zijn die gegevens afgezet tegen de ontwikkelingen in het onbetaalde huishoudelijk werk, waar iedereen altijd vrij is geweest om zijn eigen tijden te kiezen. Op dezelfde manier zijn veranderingen in patronen van inkopen

doen vergeleken met wat er gebeurde met andere consumptieve activiteiten. We keken naar de tijdstippen waarop gelegenheden als café, disco en bioscoop bezocht werden in de lange periode waarin zij steeds later mochten openblijven. En uiteraard namen we het gebruik van televisie, pc en internet in beschouwing, omdat juist daar het idee van een 24-uurs(consumptie)economie het dichtst wordt benaderd.

Uit al die gegevens komt een beeld naar voren dat verrassend afwijkt van wat zo'n tien jaar geleden werd gehoopt en gevreesd. Niet de betaalde arbeid, maar juist alle andere activiteiten vertonen de meeste verschuivingen. Onbetaald huishoudelijk werk wordt nu vaker dan voorheen in de avonden en het weekend verricht. Inkopen doen, uitgaan en televisie kijken zijn meer over het etmaal en de week verspreid geraakt, zij het niet in dezelfde mate als huishoudelijk werk.

Al met al veranderde er meer in de inrichting van de eigen tijd van de mensen, dan ten aanzien van de baas zijn tijd. Waar in 1975 van alle arbeidsuren in een bepaalde week van oktober 19 procent buiten kantooruren verricht werd, was dat in 2000 niet verder opgelopen dan tot 21 procent. Vooral de opkomst van deeltijdbanen hielp de arbeidstijd geconcentreerd te houden op werkdagen tussen acht uur 's morgens en zes uur 's middags. Die deeltijders zijn namelijk vooral vrouwen die op twee of drie werkdagen willen werken, dus binnen de kerntijd voor arbeid.

Juist in de eigen tijd is het patroon stilaan verschoven in de richting van een 24-uurs-economie. Terwijl de tegenstanders van de 24-uurs-economie vreesden dat werkgevers met hun eisen het sociale leven en de georganiseerde vrijetijdsbesteding zouden aantasten, blijken in werkelijkheid niet de arbeidsroosters de grootste sta-in-de-weg, maar het huishoudelijke avond- en weekendklussen van anderhalfverdieners en alleenstaanden.

ADOLESCENTEN

De 24-uurs-adepten van destijds zaten er met hun voorspellingen al evenzeer naast. Zij beweerden dat vooral koopkrachtige consumenten met tijdgebrek te kampen hadden en dat vooral zij behoefte zouden hebben aan dienstverlening dag en nacht. Maar in werkelijkheid bestaat het publiek dat 's nachts of in kantoor tijd voor privé-doeleinden gebruik maakt van de beschikbare elektronische 24-uurs-diensten juist veelal uit niet-

actieven. Juist zij zijn geïnteresseerd in tijdverdrijf op vele momenten.

De groep die het meest enthousiast profiteert van continue beschikbaarheid is de jeugd van zestien tot vijfentwintig jaar. Zij maken gretig gebruik van koopavonden en koopzondagen, en zoeken in hun uitgaansgewoonten steeds vaker de kleine uurtjes van de nacht op. Het weekend in een gezin met thuiswonende adolescenten doet tegenwoordig daarom nog het meest denken aan het ploegenstelsel van een ouderwetse fabriek: de jongeren gaan er opuit op uren dat hun ouders onder de wol kruipen en staan pas weer op als vader en moeder er alweer een halve dag op hebben zitten. Ook deze even uitgesproken als destijds onvoorziene verschuiving in de richting van een 24-uurs-economie betreft geheel de eigen tijd.

GEJAAGDHEID

Bij alle ophef over de komende 24-uurs-economie was men er ook maar alvast van overtuigd geraakt dat het opgezweepte leeftempo en de toenemende werkdruk ertoe zouden leiden dat mensen al snel zouden opbranden. 'Opgejaagd' werd het sleutelwoord voor de zenuwachtige reflex die werkdruk en tijdnood mogelijk teweegbrengen. Dat woord viel goed, want wie opgejaagd wordt, heeft in elk geval last van iets dat van buiten komt. Zo werden psychische uitputting en overspanning in brede kring als vanzelf geweten aan hoge werkdruk of een veel te zwaar takenpakket.

Maar onderzoek uit 2000 wijst uit dat ook op dit stuk schijn bedriegt. Verontrustend was het dat iets meer dan de helft van de bij dat onderzoek ondervraagde personen zei op een of meer dagen per week last te hebben van een opgejaagd gevoel, en een kwart zelfs op drie of meer dagen. Maar door rekening te houden met diverse andere achtergrondgegevens van de ondervraagden,

bleek dit niet zozeer verband te houden met de taakbelasting, alswel met de stressgevoeligheid van de personen in kwestie. Extra lange werktijden en een hoog werktempo veroorzaakten weliswaar klachten, maar voornamelijk bij mensen die tevoren al enigszins gestrest waren. Wie voorafgaand aan een extra zware werkweek geen klachten had, kreeg die ook niet. Voor wie toch al stressgevoelig was, maakte de werkdruk al evenmin uit, zij voelden zich toch wel opgejaagd.

"Een academisch vak is een samenzwering tegen leken", schijnt George Bernard Shaw gezegd te hebben. Hij bedoelde dat deskundigen hun onderwerpen vaak met veel lastig te volgen jargon ontoegankelijk maken voor de buitenwereld. Maar ook als onderzoekers hun onderwerp zonder gewichtigdoenerij bekijken, gaan ze heel anders te werk dan leken. Waar de laatsten vooral afgaan op eigen voorkeuren en ervaringen, plus kennis van horen-zeggen, en graag alleen datgene onthouden dat ze aanspreekt, verzamelt een goede onderzoeker zo objectief mogelijk gegevens, en trekt hij daaruit zo onbevooroordeeld mogelijk logische conclusies, of die hem nu aanstaan of niet. Die wijken dan ook nogal eens danig af van de veronderstellingen en verwachtingen die er bij het volk en zijn vertegenwoordigers leefden. In het geval van de 24-uurs-economie gold dat voor zowel voor- als tegenstanders: ze zaten er allemaal evenzeer naast.

Wim Knulst

Prof.dr. W.P. Knulst is socioloog. Tot eind 2005 was hij hoogleraar sociaal-economische aspecten van de vrije tijd aan de Universiteit van Tilburg. Eerder werkte hij bij het Sociaal en Cultureel Planbureau, waar hij onder meer verantwoordelijk was voor de serie Nederlandse tijdbudgetonderzoeken.

worden geraamd op 13,9 miljard dollar per jaar en het totaal van directe en indirecte kosten (bijvoorbeeld voor medische behandeling, verminderde productiviteit, toegenomen verzuim, ongevallen en ziekenhuisopname) op 107,5 miljard per jaar.

Ploegen- en nachtarbeid, slaapstoornissen, chronische ver-

moeidheid, slaperigheid en daarmee samenhangende verslapted waakzaamheid dragen in belangrijke mate bij aan verslechtering van prestaties en het optreden van menselijke fouten, met ongevallen op het werk als gevolg. Het ongevalsrisico is het hoogste tijdens de nachtdienst en het neemt substantieel toe als iemand opeenvol-

gende nachtdiensten heeft. En dan gaat niet alleen om kleinere incidenten en ongelukken, maar ook om grote rampen met duizenden slachtoffers.

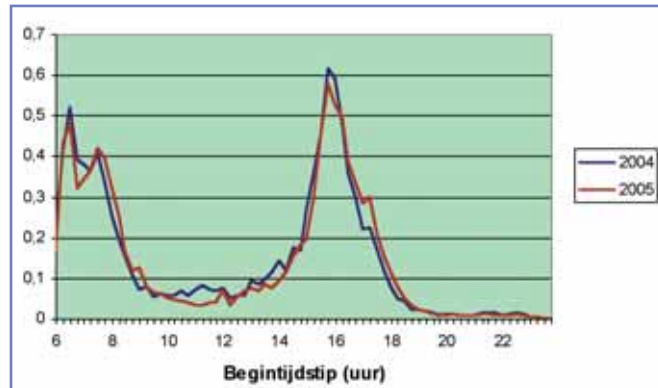
In dit verband wordt nog wel eens gewezen op incidenten zoals de giframp in de Indiase staat Bhopal (1984), de ramp met de olietanker Exxon Valdez (1989), het ongeluk met het ruimteveer Challenger (1986), het ongeluk met vlucht 801 van Korean Air (1997) en de nucleaire incidenten Three Mile Island (1979) en Tsjernobyl (1986), die stuk voor stuk 's nachts plaatsvonden.

De totale economische kosten als gevolg van menselijk falen in de 24-uurs-economie vormen een lange rij: rampen en ongevallen op het werk, verminderde productiviteit en kwaliteit, toegenomen gezondheidszorg voor de behandeling van slaapstoornissen en chronische ziekten en de nadelige gevolgen voor het gezinsleven en de openbare veiligheid. Ze werden begin jaren negentig voor de Verenigde Staten boven de 77 miljard dollar geschat en voor de hele wereld boven de 377 miljard.

HET STRAKKE TIJDCORSET

Maar aan onze huidige van-negen-tot-vijf-samenleving zitten even goed problemen en kosten vast. De individuele Nederlander, zo blijkt keer op keer uit onderzoek, voelt zich niet senang met de tijd. Die heeft last van werkdruk, kan de juiste balans tussen werk en privé niet vinden en ervaart te weinig keuzevrijheid bij de invulling van de eigen activiteiten. Dat heeft een hoop oorzaken, maar een belangrijke is in elk geval de tijdstructuur en -cultuur. Het regime van de klok ('slaaf van de tijd') speelt velen parten, maar ook het strakke tijdcorset waarin we ons gemanoevreerd hebben. Werk en zorgtaken moeten voor een hoop mensen in de tijd met elkaar concurreren. Daarom kunnen ze vaak niet goed of zelfs helemaal niet worden uitgevoerd. Voor 'taakcombineerders' brengt dat elke dag de nodige spanningen met zich mee.

Ook allerhande andere lastige afstemmingsvraagstukken hangen direct samen met de klok. Van de bevolking (16.306 duizend personen in 2005) werkt volgens het CBS nog altijd 27 procent voltijds (feitelijk: 35 uur of meer per week). Het merendeel van hen doet dat als gezegd op doordeweekse dagen en overdag. Dat heeft praktische gevolgen. Hoe moet bijvoorbeeld een bezoek aan de huisarts of de tandarts worden geregeld wanneer de werktijden precies samenvallen met de spreekuurtijden van de arts? Ziekteverzuim is maar al te vaak een oplossing die bij deze afstemmings-



De Filemonitor uit 2005 laat duidelijk de filepieken in de ochtend en middag zien. De begintijden zijn afgezet tegen de filezwaarte. Die wordt gemeten in miljoenen kilometerminuten. Een kilometerminuut is een file van één kilometer die één minuut duurt.

vragen wordt gekozen. Dat jaagt zowel de organisatie als de maatschappij op kosten.

Inmiddels geldt voor een groot aantal organisaties dat ze internationaal opereren. Dat betekent: tijdzoneverschillen in de communicatie. De behoefte aan flexibilisering of verlenging van de openings- en bedrijfstijden neemt mede hierdoor sterk toe, en de huidige temporele ordening wordt vaker als beklemmend ervaren. Openings- en bedrijfstijden staan om meer redenen ter discussie. Een belangrijke is het rendement van kapitaalgoederen. Overigens iets waar economen in Nederland begin jaren zeventig van de vorige eeuw al aandacht voor vroegen!

Toenemende concurrentie tussen organisaties maakt daarnaast dat ze veel meer rekening moeten (gaan) houden met de wensen en behoeften van de klant. Die zijn bovendien vandaag de dag diverser dan voorheen. En het blijkt dat er vooralsnog grote discrepanties bestaan tussen wat men zou willen en wat er feitelijk beschikbaar is aan producten en diensten. 'Klantgestuurd' werken en organiseren betekent leveren waar en wanneer die klant dat wil, of dat nou op donderdagochtend of op zondagavond is.

Daar komt nog eens bij dat nieuwe producten en diensten steeds sneller moeten worden ontwikkeld en een steeds kortere levenscyclus hebben. Daarom moeten er vaker (een soort) ploegendiensten ingevoerd worden, ten behoeve van die ontwikkeling.

Daarnaast geldt dat er veel minder lokale voorraadvorming is, omdat het ruimtebeslag zo kostbaar is. Winkels worden daarom vanuit centrale loodsen vaker, dikwijls zelfs dagelijks bevoorrad, veelal via nachtelijk transport.

DE SCHADE VAN WACHTEN

Dan is er in dit verband ook nog de problematiek van wachttijden in bijvoorbeeld ziekenhuizen. Een kankerpatiënt moet nu nog een aantal weken in onzekerheid tobben voordat hij of zij aan de beurt is voor een MRI-scan. Die wachttijd zou aanmerkelijk kunnen worden verkort wanneer 'het apparaat' in ploegendienst wordt ingezet. Er zijn verschillende gegronde redenen om dat niet 's nachts te doen, maar waarom zou bijvoorbeeld een polikliniek of de afdeling radiologie niet in de randen van de avond of tijdens het weekend geopend zijn?

Wachttijden spelen ook op maatschappelijk niveau een grote rol. Weinig problemen zijn zo veelbesproken als dat van de files. Steevast is de conclusie dat zonder ingrijpende maatregelen Nederland dichtslibt. Uit de file-monitor 2005 van de Adviesdienst Verkeer & Vervoer blijkt dat circa 84 procent van de files in Nederland wordt veroorzaakt door beperkte capaciteit, en 16 procent door ongevallen (inclusief de kijkfiles) en werkzaamheden. Natuurlijk is de onderliggende oorzaak onze niet aflatende behoefte aan mobiliteit met de auto. We hebben echter als bekend met name tijdens de ochtenden en de avonden van werkdagen last van files. En die zorgen behalve voor ergernis, ook voor een behoorlijke financiële schade. Vooral bij het goederenvervoer over de weg. Goederen kunnen immers niet op tijd worden afgeleverd en de chauffeur staat nodeloos stil.

De totale schade van files op de snelwegen kwam volgens berekeningen in 2005 voor het vrachtverkeer uit op 492 miljoen euro. En dan is er in dat totaalbedrag nog geen rekening gehouden met de kosten van vertragingen in productieprocessen, het aanhouden van extra voorraden of met eventuele logistieke aanpassingen om de files te ontlopen. Vooral dat laatste is een kostenpost waar ook werknemers en zelfstandigen mee te maken hebben: in de spits in de Randstad is de reistijd nu in meer dan één op de vijf ritten onbetrouwbaar. Dat betekent dat mensen een langere reistijd moeten inplannen om op tijd op hun werk of een afspraak te kunnen zijn.

Wanneer de huidige van-negen-tot-vijf-cultuur enigszins zou worden 'opgerekt', dan zouden de problemen veel minder



'I want to wake up in a city that never sleeps. And find I'm king of the hill – top of the heap.' (New York, New York, Frank Sinatra). New York kent een ware 24-uurs-economie. New York City at night, bron: Istockphoto

zijn. Maar in dat geval moeten mensen de nieuwe tijdstructuur wel 'aanvaarden'. En het blijkt dat werknemers met variabele werktijden, die in principe zelf kunnen kiezen wanneer zij beginnen, echt niet altijd de file ontlopen. In eerste instantie passen ze hun begintijden aan, maar na verloop van tijd gaan ze toch weer terug naar hun 'normale' kantoortijden. Er wordt wel gesproken van een 'terugkeer naar de spits'. Ingesleten tijdstructuren blijken opnieuw niet zomaar losgelaten te kunnen worden.

Meer in het algemeen geldt dat een ruimer tijdvenster tot een aanmerkelijk betere benutting van de infrastructuur leidt. In dit verband kan ook worden gedacht aan het relatief kleine aantal uren per week dat op dit moment van kantoorpanden gebruik wordt gemaakt: zij staan doorgaans 70 procent of meer van de beschikbare tijd (168 uur per week) leeg.

Intussen heeft het 'anderhalfverdienersmodel', dat in onze samenleving gemeengoed geworden is, natuurlijk een duidelijke relatie met de van-negen-tot-vijf-cultuur. Als kinderopvang alleen te verkrijgen is op reguliere werktijden dan blijft ouders niets anders over dan op elementaire zorgmomenten vrij te nemen. Niet voltijds werken, ten minste door een van de ouders, is dan vaak de enige serieuze optie. Dat dit nadelen heeft voor de arbeidsparticipatie, en misschien ook voor de emancipatie, mag duidelijk zijn.

De kosten van de huidige tijdordening zijn intussen nog steeds

niet systematisch becijferd. De een berekent de kosten van files, maar een ander kijkt bijvoorbeeld naar het ziekteverzuim dat het gevolg is van de gebrekkige afstemming van werktijden en openingstijden van voorzieningen in de publieke sector. Per saldo blijft zo onduidelijk wat de totale schade van onze maatschappij-inrichting is.

ANDERE TIJDEN

Intussen staat de wereld niet stil. Sommige economische en demografische ontwikkelingen doen de vraag naar diensten in de avonden en het weekend groeien. Nu veel meer vrouwen een baan hebben, zijn ze niet langer altijd maar overdag beschikbaar voor het doen van boodschappen en het regelen van zaken. Daarom is er meer vraag gekomen naar open winkels en andere voorzieningen in de avonden en het weekend. En door de gestegen welvaart valt er meer te spenderen aan ontspanning en recreatie. Maar dat moet goeddeels buiten de gewone kantoor tijden waarin het geld verdiend wordt gebeuren. Daarnaast worden we steeds ouder, wat onder meer een groeiend beroep op de gezondheidszorg met zich meebrengt. En dat blijft niet automatisch beperkt tot doordeweeks overdag.

Maar er is meer dat aan de oude vertrouwde tijdsordening morrelt. De toegenomen individualisering bijvoorbeeld: mensen handelen steeds meer vanuit eigen behoeftes en laten zich minder leiden door collectieve ritmes. Ook de veranderende samenstelling van huishoudens en de komst van werknemers uit andere landen hebben invloed op tijdsbestedingswensen. Denk bijvoorbeeld aan alle verschillende religieuze groeperingen met hun eigen 'heilige' en rustdagen. De substantiële groei van de Nederlandse bevolking van de laatste decennia heeft fikse consequenties gehad voor de infrastructuur. Naar analogie van 'Nederland is vol' hoor je tegenwoordig ook de stelling 'de tijd is vol'.

En dan leven we ook nog in wat wel 'de nieuwe economie' wordt genoemd: een netwerkeconomie waarin informatietechnologie een cruciale plaats inneemt. Traditionele grenzen ten aanzien van ruimte en tijd verdwijnen. Zo wordt intensief samengewerkt tussen organisaties (of onderdelen daarvan) die hun standplaats hebben in verschillende tijdzones. Ook de dynamiek in de zakenwereld, een gevolg van een toenemende en steeds agressievere concurrentie, roept om vergaande vormen van flexibiliteit. Flexibiliteit in tijd -- denk bijvoorbeeld aan de in zwang rakende 'jaarurensystematiek',

waarbij werknemers niet zozeer een vast aantal uren per werkweek moeten volmaken, maar per werkjaar -- is in dit verband een belangrijk instrument.

BALANS VAN DE 8-UURS-ECONOMIE

In feite kan de huidige economie heel goed een 8-uurs-economie worden genoemd. Hoe die zich in kosten en baten verhoudt tot een 24-uurs-economie is lastig uit te rekenen, omdat je al gauw appels met peren moet vergelijken. Want hoe wil je bijvoorbeeld de kosten van verminderde sociale cohesie afzetten tegen de opbrengsten van een betere benutting van de kapitaalgoederenvoorraad?

De effecten van de verschillende typen economieën, zeker die op langere termijn, zijn vooralsnog niet voldoende bekend. Het is wat dat betreft jammer dat op de 24-uurs-economie nog steeds iets van een taboe rust. Dit thema verdient zeer veel meer aandacht dan het krijgt. Wat onder meer in de weg zit, is de vanzelfsprekendheid van hoe we onze tijd momenteel indelen. Maar met alle veranderingen is het ons inziens van groot belang om wel degelijk onderzoek te doen. En natuurlijk moet er daarbij rekening worden gehouden met heel verschillende belangen. Die van de burger, in zijn rol van consument én werknemer. Maar er moet evengoed gekeken naar de ondernemer, en naar wat we voor het gemak maar even het maatschappelijk belang noemen.

Doorgaan en maar zien waar we uitkomen, is wat ons betreft in elk geval geen goede weg. Het moment is aangebroken voor een serieus tijdsbeleid. Daarvoor zijn op dit moment grofweg twee richtingen aan te wijzen. Ofwel we houden het op een 8-uurs-economie en proberen problemen op te lossen met flankerende maatregelen, ofwel we gaan op zoek naar compromissen tussen een 8- en een 24-uurs-economie. In het eerste geval zou goede kinderopvang een belangrijke maatregel kunnen zijn. Daarnaast, en dan hebben wij het over de meer culturele dimensie van onze tijdordening, kun je bijvoorbeeld denken aan onthaasting. Het is overigens de vraag of zulke maatregelen op den duur soelaas bieden.

Maar tussen de huidige tijdordening en eentje waarin onze activiteiten zich over 24 uur uitstrekken, ligt een heel scala van 'gulden middenwegen'. Die zouden wel eens een grotere duurzaamheid en ook effectiviteit kunnen hebben dan een 8-uurs-economie met wat steun- en lapmiddelen. In Den Haag wordt inmiddels dan ook gesproken over een van-zeven-tot-zeven-cultuur, oftewel een 12-uurs-economie.



TIJD IS EEN AFSpraak



PETER PETERS

Aan het bestaan van tijd zullen maar weinig mensen twijfelen. Vanaf onze vroegste jeugd, als ons vermogen tot herinnering zich ontwikkelt en we klok leren kijken, weten we dat er iets als tijd bestaat. Tijd stroomt als een rivier in één richting, van het verleden dat we kennen naar de toekomst die we niet kennen. Daar waar verleden en toekomst elkaar raken, ligt het heden, de spanne tijds die we als in een oogopslag ervaren als het nu. Experimenten van de Duitse psycholoog Wilhelm Wundt uit de jaren tachtig van de negentiende eeuw toonden aan dat dit 'nu' in onze beleving ongeveer vijf seconden duurt. Daarna ervaren we een moment als tijd die 'achter ons ligt'. Maar we weten niet alleen uit onze individuele ervaring dat tijd bestaat, het is ook onderdeel van de natuur – of er nu mensen zijn om hem waar te nemen of niet. Het opkomen en ondergaan van zon en maan, het draaien van de aarde, het groeien van planten en dieren, maar ook het oplossen van een klontje suiker in een kopje koffie of de halfwaardetijd van atomen zijn gebeurtenissen met een zeker tijdsverloop.

Naast dat alles kennen we tijd ook als een afspraak tussen mensen onderling. We zijn zo aan die afspraken gewend, dat we ons moeilijk kunnen voorstellen dat een uur geen zestig minuten zou tellen, een dag geen 24 uur of een week geen zeven dagen. Toch is het nog maar ruim een halve eeuw geleden dat de klokken in Nederland gelijk gezet werden met die in Duitsland en Frankrijk. Wie in de jaren zestig van de negentiende eeuw per trein van de oostkust van de Verenigde Staten naar de westkust reisde, en in elk dorp langs de route zijn horloge gelijk wilde zetten met de stationsklok, moest dat meer dan tweehonderd keer doen. Want elk dorp had zijn eigen tijd die samenhang met de geografische ligging en met de stand van de zon. Dat tijd een afspraak is, zo betoogt de Nederlandse psycholoog Douwe Draaisma, merken we elk jaar bij het ingaan van de zomertijd. We zetten de klok een uur vooruit, maar dat werkt alleen als iedereen meedoet.

Niet alleen psychologen maar ook historici, sociologen, geografen en antropologen hebben onderzocht hoe mensen tijd gebruiken om zich gezamenlijk in de wereld te oriënteren en hun handelingen op elkaar af te stemmen. Zo stelt de Duitse socioloog Norbert



DR. P.F. PETERS is universitair docent aan de Faculteit der Cultuurwetenschappen van de Universiteit Maastricht. Hij publiceerde onder meer *De haast van Albertine* over reizen in de technologische cultuur.

Tijd is een afspraak tussen mensen onderling.
Bron: Istockphoto.

Elias in een beroemd essay over tijd dat mensen relaties leggen tussen twee of meer gebeurtenissen en dat dit hen in staat stelt om een van die gebeurtenissen als een 'tijdmeetlat' te gebruiken. Door de duur van één gebeurtenis, bijvoorbeeld het lezen van een boek, te vergelijken met de duur van een andere gebeurtenis, zeg het leeglopen van een zandloper, kunnen we vaststellen hoe lang het duurt om een boek te lezen. Voor sociologen als Elias staat of valt tijd daarom met de vaardigheid van mensen om hulpmiddelen zoals de zandloper of de klok te gebruiken om de duur van gebeurtenissen vast te stellen. Door het gebruik van die hulpmiddelen te bestuderen, komen we niet zozeer te weten wat tijd is, maar hoe mensen tijd gebruiken in concrete alledaagse situaties, als een middel om hun samenleven op elkaar af te stemmen.



Romeinse zonnewijzer uit de tweede eeuw na Chr. De uurlijnen verdelen het daglicht in twaalf gelijke delen (Bron: Lippincott en Eco, 1999; p. 108).

OPKOMST VAN HET UURWERK

Nog voordat mensen mechanische apparaten maakten om tijdsduren te meten, konden ze het verstrijken van tijd afmeten aan de herhaling van natuurlijke gebeurtenissen, zoals het opkomen en ondergaan van de zon. Van de Babyloniërs weten we dat ze zonnewijzers gebruikten om de dag in delen met een gelijke duur te verdelen. Om ook 's nachts het verstrijken van de tijd te meten, gebruikte men kaarsen waarop ringen waren bevestigd. En er was de waterklok: een vat met markeringen waaruit water wegstroomde. De waterklok werd geijkt op de zonnestand, iets dat overigens nog tot in de achttiende eeuw gebeurde met uurwerken en horloges.



Zandloper uit het midden van de achttiende eeuw (Bron: Lippincott en Eco, 1999; p. 126).

Zandlopers zijn minder oud dan je zou denken. De eerste afbeeldingen komen we tegen op een fresco in de Italiaanse stad Siena daterend uit 1337, dat wil zeggen na de uitvinding van

het mechanisch uurwerk. Anders dan zonnewijzers, hadden waterklokken, kaarsklokken en zandlopers als nadeel dat ze slechts een tijdsinterval markeerden, zonder aanduiding van het moment waarop een gebeurtenis plaatsvond.

De eerste verwijzingen naar mechanische en semi-mechanische tijdmeetinstrumenten dateren van rond het jaar 1000. Deze eerste 'klokken' werden ontwikkeld in kloosters. Niet zo vreemd. Juist in



Franse kamerklok uit 1460. Dit exemplaar behoort tot de oudste overgebleven uurwerken die door een veer werden aangedreven (Bron: Lip-pincott en Eco, 1999: p. 140).

de middeleeuwse kloosters was het dagelijks leven streng geordend in de tijd. Maaltijden, werken en bidden – het behoorde allemaal op vaste tijdstippen te gebeuren. Deze vroegste machines hadden geen wijzerplaat, maar lieten een bel luiden op de hele uren.

Latere klokken toonden niet alleen de uren, maar ook de stand van de maan, de zon en de sterrenbeelden, wat nog eens onderstreept hoezeer de tijdrekening verweven was met kosmische cycli. Dat veranderde langzaam toen de mechanische klokken vanuit de kloosters hun weg vonden naar de opkomende handelssteden. In de steden werd het leven gaandeweg complexer. Ze vormden niet alleen knooppunten van handel, maar waren ook centra van bestuur en rechtspraak. Klokken maakten het mogelijk om de werkzaamheden van het groeiend aantal inwoners op elkaar af te stemmen. Anders dan op het platteland, waar de natuurlijke cycli onverminderd de tijdrekening vormgaven, werd tijd in de steden gebruikt om markten en mensen te reguleren. De Britse historicus Richard Sennett geeft het voorbeeld dat in het Parijs uit de vijftiende eeuw beurtschippers een vast aantal uren kregen om aan de kade hun wijnvaten te verkopen. Wat in die tijd niet verkocht was, bleef zonder waarde achter in het ruim. Voor het eerst was tijd geld.

In de zeventiende eeuw waren de rollen in zekere zin omgedraaid. Niet langer bootsten klokken de regelmaat van de bewegingen van hemellichamen na, nee, het uurwerk was nu de metafoor bij uitstek geworden voor de werking van de natuur. Een zinnebeeld van zuivere verhoudingen en regelmatige bewegingen. De filosoof Descartes en de natuurkundige Newton verwezen beiden naar de mechanische klok om het gedetermineerde, dus voorspelbare karakter van de natuur te benadrukken. De mysterieuze bezielde beweging van de hemellichamen die het denken tot aan de middeleeuwen had gedomineerd, maakte plaats voor een mechanisch krachtenspel van de klok. Klokken en horloges vormden de perfecte belichaming van de wetenschappelijke idealen van het modernisme.

Wie de geschiedenis schrijft van het uurwerk, de klok en het horloge, schrijft ook de geschiedenis van een voortdurend ingewikkelder wordende maatschappij. De uitvinding van de slingerklok in 1656 door de Nederlander Christiaan Huygens vormde in dat opzicht een waterscheiding. Hij kwam het op het idee de regelmaat van een slingerbeweging te benutten om het raderwerk in de klok volkomen regelmatig te laten draaien. Een slingeruurwerk bestaat uit een stel gewichten, die een raderwerk van gekoppelde

tandwielen in beweging brengen. Op twee van deze tandwielen, die in onderlinge verhoudingen langzamer en sneller draaien, zijn de grote en de kleine wijzer aangebracht. De heen-en-weer gaande beweging van de slinger wordt op het raderwerk overgebracht met het zogenaamde 'échappement', een ingenieuze vinding die een zaagtandrad bij elke slingerbeweging telkens een tandje verder laat draaien en meteen weer tegenhoudt. Dit verklaart ook waarom een klok tikt: bij elke tik wordt het raderwerk even tegenhouden. Omdat een slingerklok zware gewichten nodig had, was het vaak niet mogelijk om het uurwerk aan de muur te bevestigen en zo ontstond het idee voor het staande slingeruurwerk.

Het slingeruurwerk betekende dat tijd preciezer te meten was, maar het is niet zo dat de geschiedenis van de tijdmeting een opeenvolging van steeds preciezer uurwerken behelst. Uit het dagelijks leven in de zeventiende en achttiende eeuw waren klokken niet meer weg te denken, maar mensen hadden geen behoefte aan uurwerken die de tijd tot op de seconde of zelfs de minuut precies weergaven. Het streven naar nauwkeurige tijdmeting, zo betoogt de Engelse historica Dava Sobel, is niet los te zien van de context waarin die precisie nodig is. Zo'n context vormde de navigatie op zee. Tot aan het einde van de achttiende eeuw voeren schepen op zogenaamd 'gegist bestek'. Stuurlieden konden met behulp van de speciale instrumenten de breedtegraad afleiden uit de stand van sterren, zon en maan, maar niet de lengtegraad. Anders gezegd, men wist wel hoe noordelijk of zuidelijk men voer, maar niet hoe westelijk of oostelijk. Dit leidde tot grote vertragingen en niet zelden tot ongelukken. Astronomen trachtten het probleem op lossen met behulp van ingewikkelde maantabellen, maar slaagden daar niet in.

Een oplossing zou gevonden zijn als men de actuele tijd op het schip kon vergelijken met de actuele tijd in Greenwich. Hoe nauwkeuriger men dat tijdsverschil kon aangeven, des te preciezer zou men de lengtegraad weten. Het Britse koningshuis loofde begin achttiende eeuw een beloning uit voor wie het probleem van de bepaling van de lengtegraad kon oplossen. Dat lukte meer dan veertig jaar later de klokkenmaker John Harrison. Die maakte een uurwerk dat voldoende precies én robuust was om op lange zeereizen het tijdsverschil te meten tussen het tijdstip waarop de zon op het hoogste punt stond (twaalf uur plaatselijke tijd) en dat te vergelijken met het tijdstip waarop men uit de haven was vertrokken (bijgehouden door het uurwerk). Zo kon men eindelijk de lengtegraad en daarmee de exacte positie van het schip berekenen.

TIJD MET EN ZONDER PLAATS

Het lengtegraadprobleem laat iets zien van het verband tussen tijd en plaats. Sinds mensenheugenis had elk dorp, elke stad een eigen unieke tijd die werd bepaald door de geografische ligging. In dorpen die verder naar het westen lagen was het vroeger, in het oosten was het later. Plaats en tijd waren een. Volgens de Britse socioloog Anthony Giddens vormde de uitvinding en de verspreiding van het uurwerk het begin van een langzaam uit elkaar groeien van ruimte en tijd. De klok maakte het mogelijk om onafhankelijk van de stand van de hemellichamen tijd te meten. Harrisons precisie-uurwerken maakten het mogelijk tijd te transporteren. Tijd werd als het ware 'leeg' losgemaakt van de lokale context. Cruciaal in die ontwikkeling waren de opeenvolgende innovaties in transport- en communicatietechnologieën. Tussen 1500 en 1840 was de hoogste gemiddelde snelheid die koetsen en zeilschepen konden halen zo'n vijftien kilometer per uur. Stoomschepen, stoomlocomotieven en later auto's en vliegtuigen maakten het mogelijk sneller te reizen. Ook de komst van de telegraaf en de telefoon gaven de indruk dat de wereld steeds kleiner werd.

Het waren de spoorwegen, zowel in Europa als in de Verenigde Staten, die uiteindelijk de aanzet gaven voor de invoering van een standaardtijd. De bedrijfsvoering maakte een nauwkeurige afstem-



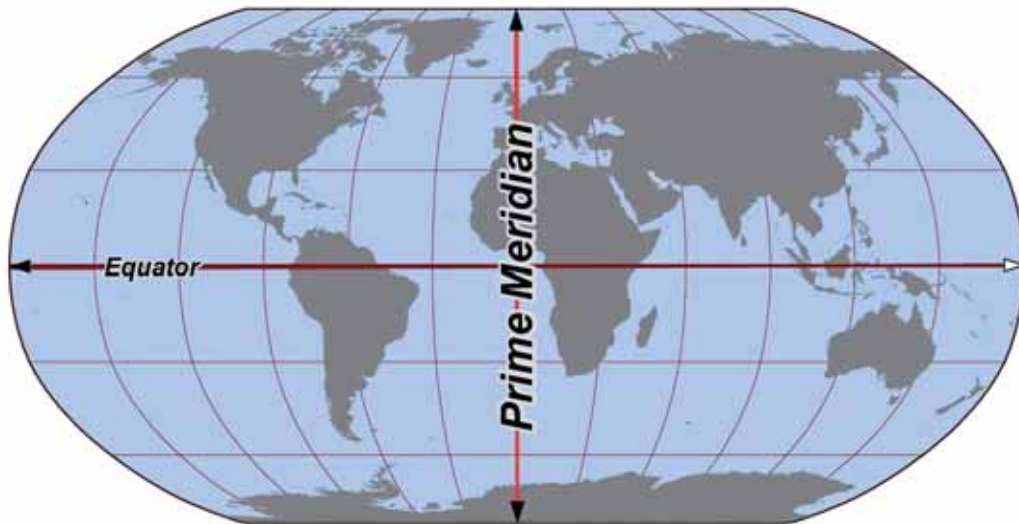
Amerikaanse spoorwegkaart met tijdzones uit 1883
(Bron: Lippincott en Eco, 1999: p. 148).

ming van tijd en plaats noodzakelijk. In 1884 stelden de deelnemers aan de 'Prime Meridian Conference' in Washington DC voor om het observatorium van Greenwich te beschouwen als de nulde meridiaan. Ze bepaalden de exacte lengte van de dag en verdeelden de aarde in 24 tijdzones die een uur uit elkaar lagen. Maar het zou nog vele jaren duren voordat de hele wereld dit systeem overnam. Vaak speelden daarbij nationalistische sentimenten een rol, zoals in het geval van Frankrijk. Tot aan de Eerste Wereldoorlog gold daar de tijd van Parijs, die negen minuten en twintig seconden voorliep op de Greenwich Mean Time. Uiteindelijk accepteerden de Fransen dat de nulde meridiaan zich op Engels grondgebied zou bevinden, maar als wisselgeld eisten ze dat het instituut voor wereldtijd in Parijs gevestigd zou worden.

Het uiteindelijke succes van de standaardtijd hing af van de mate waarin landen en steden zich ernaar konden richten. In de verspreiding van de standaardtijd speelden nieuwe communicatiemiddelen als de telegraaf een belangrijke rol. Eerder hadden de autoriteiten in een stad als Londen hun toevlucht genomen tot systemen als de 'tijdbal' op het dak van het Telegraafkantoor aan The Strand.

's Middags om twee minuten voor een werd de bal in een mast gehesen, en om precies een uur viel hij naar beneden. De tijdbal werd vanuit het observatorium in Greenwich elektrisch bediend. Maar na 1900 begon men in een aantal landen draadloos tijdsignalen uit te zenden, waarmee de lokale tijd kon worden aangepast aan de geldende standaardtijd. Vanaf 1905 zond de US Navy draadloze tijdsignalen uit in de Verenigde Staten, en in Frankrijk werd de Eiffeltoren vanaf 1910 met dat doel gebruikt. Op 1 juli 1913 's ochtends om 10 uur zond men vanaf de gietijzeren toren het eerste wereldwijde tijdsignaal uit.

De veelheid aan lokale tijden verdween met de komst van een mondiaal netwerk van elektronische verbindingen die de juiste tijd met de snelheid van het licht konden transporteren. Na de Tweede Wereldoorlog kon niemand zich meer onttrekken aan de publieke tijd die overeenkwam met de standaardtijd. Het gelijkzetten van alle klokken in de wereld had ook een ruimtelijke consequentie. Waren kleine dorpsgemeenschappen voorheen niet alleen in ruimte maar ook in tijd geïsoleerd, nu werden ze onderling verbonden door de wijzers van de klok en verloren daarmee hun unieke karakter.



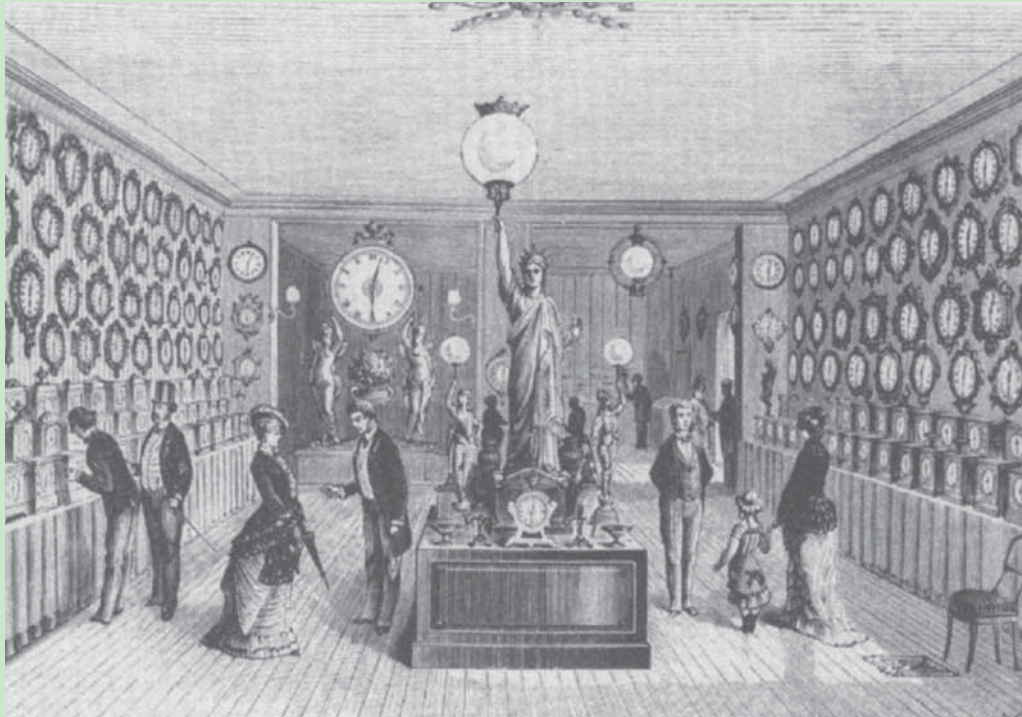
De meridiaan van Greenwich of nulmeridiaan is de meridiaan (lengtegraad) die door het Koninklijk Greenwich Observatorium in Greenwich, Engeland, loopt. Het is de lijn waar de lengtegraad 0 is. Bron: Wikipedia Commons.

DE GEPOMPTE TIJD VAN PARIJS

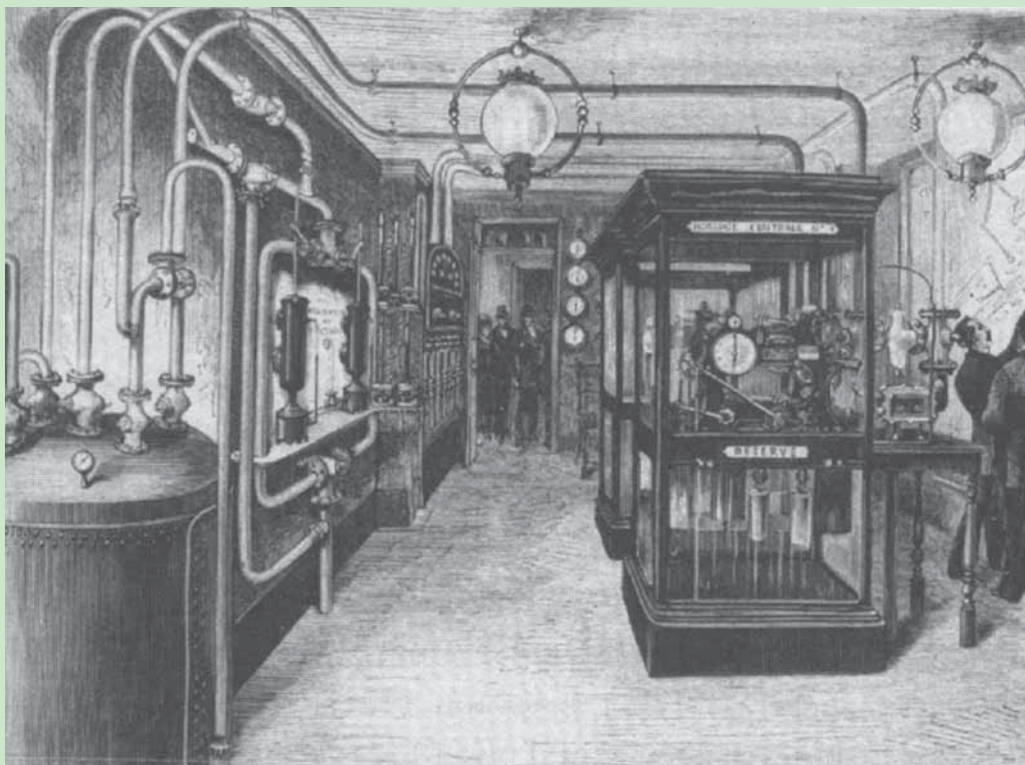
Wie wil weten hoe laat het is, kijkt op de klok. Om er zeker van te zijn dat die klok exact op tijd loopt, kunnen we de telefonische tijdmelding bellen. Nog preciezer is het tijdsignaal van het Amerikaanse National Institute of Standards and Technology (NIST), dat door middel van een computerprogramma de interne klok van onze computer gelijkzet met de zogenaamde UTC, de universele standaardtijd die vroeger werd aangeduid met Greenwich Mean Time (GMT). In het eerste geval gebruiken we de telefoonlijn om de juiste tijd over te brengen, in het tweede onze internetverbinding. We vinden het zo gewoon dat de juiste tijd overal beschikbaar is, dat we er niet bij stil staan hoeveel technisch vernuft er ooit aan te pas kwam om klokken op verschillende plaatsen gelijk te laten lopen.

De Amerikaanse wetenschapshistoricus Peter Galison beschrijft in zijn prachtige boek *Einstein's Clocks, Poincaré's Maps* hoe in de jaren zeventig en tachtig van de negentiende eeuw buurten, steden, regio's en landen in heel Europa bezig waren om hun klokken te synchroniseren. Ook het stadsbestuur van Parijs worstelde rond 1880 met het probleem van onnauwkeurige openbare klokken. Luchtdruk was een van de technieken die werden ontwikkeld om de klokken in de Parijse *quartiers* gelijk te zetten. In speciale winkels konden klanten klokken kopen die gevoelig waren voor een tijdsignaal in de vorm van een precies getimed luchtstootje. Vanuit de controlekamer in de rue du Télégraphe pompten geavanceerde machines de juiste tijd door een buizenstelsel naar klokken in elke stadswijk.

De verplaatsing van de luchtstoot door het buizenstelsel duurde ongeveer vijftien seconden. Aanvankelijk werd dit niet als een probleem gezien, maar in 1881 was de behoefte aan temporele precisie zo groot geworden, dat de Parijzenaars begonnen te klagen over de ongelijk lopende stadsklokken. Men bedacht verschillende oplossingen voor het probleem van de vertraging



De controlekamer van het Parijse Observatoire van waaruit de pneumatische tijd door Parijs werd verspreid (Bron: Galison, 2003: p. 943)



Winkel met pneumatische klokken rond 1880
(Bron: Galison, 2003: p. 94).

van het pneumatische signaal. Zo kon de moederklok in het Parijse Observatoire iets voor lopen, om zo te corrigeren voor het tijdverlies in de luchtdrukbuizen. Maar dit loste niet het probleem op dat klokken op grotere afstand verder achterliepen dan klokken vlakbij de moederklok. De lucht was immers langer onderweg. Om deze tijdverschillen te corrigeren, bedachten ingenieurs een mechanisme met contragewichten in de klokken waarmee de vertraging van de luchtstoot gerelateerd kon worden aan de afstand tot de klok in het Observatoire.

Veel succes hadden deze vindingen niet. Het bleek nagenoeg ondoenlijk om te klokken gelijk te zetten met behulp van lucht. Voor de directeur van het Parijse *Observatoire*, Urbain Le Verrier, was dit aanleiding om een nieuwe techniek te ontwikkelen. Twaalf elektrische openbare klokken zouden via telegraafkabels verbonden worden met de moederklok. Elektromagneten in

deze klokken ontvingen op gezette momenten een signaal waarmee ze gelijk gezet werden. Dertig andere elektrische stadsklokken waren op hun beurt weer verbonden met dit eerste dozijn. In theorie zouden de Parijzenaars nu op zo'n veertig klokken de juiste tijd moeten kunnen aflezen, nauwkeurig tot op de seconde, althans vlak nadat de elektrische impuls was verstuurd. De praktijk bleek ook hier weerbarstig.

IJsvorming in buizen en riolen vernielde de telegraafkabels die er doorheen liepen. Daardoor waren sommige klokken niet langer verbonden met de moederklok en gaven hun eigen tijd aan. In de lente van 1883 liep geen enkele secundaire klok meer gelijk.

Wat gold voor de stad Parijs, gold voor Frankrijk als geheel. Het overbrengen van de juiste tijd van de centrale klok in het *Observatoire* naar andere klokken bleef een probleem, totdat men er in 1910 voor het eerst in slaagde om vanaf de Eiffeltoren tijdsignalen draadloos te verzenden van de hoofdstad naar alle delen van het land. Pas toen de tijd niet langer van de ene naar de andere plek reisde met de traagheid van een luchtstoot door een pneumatische buis, maar met de snelheid van het licht liepen de klokken in Frankrijk exact gelijk.

Peter Peters

HANDEL IN TIJD

Standaardtijd is universele tijd. Het is tijd die zich onttrekt aan lokale verschillen, die daarvan abstraheert en nodig is om de handelingen van mensen over grote afstanden te synchroniseren. Ook in economisch opzicht ging tijd meer en meer de rol van standaard vervullen. Tussen het begin van de zeventiende en het eind van de negentiende eeuw veranderde de status van klokken en horloges ingrijpend. Van een zeldzaam en met respect bejegend instrument werd het een massaproduct dat de levens van talloze mensen in zijn greep hield. Volgens Douwe Draaisma in zijn boek *Het verborgen raderwerk. Over tijd, machines en bewustzijn* bleek het uurwerk een machine, die zelf de voorwaarden voor zijn eigen verspreiding schept. Waar treinen op de minuut precies vertrokken en fabrieken op een vooraf bepaald exact tijdstip hun poorten openden, was iemand zonder goed gelijk lopend uurwerk zo goed als uitgesloten van het maatschappelijk leven.

De negentiende eeuw toont twee gezichten als het gaat om de noodzaak van een precieze tijdrekening. Wij zijn er zo aan gewend dat de klokken overal gelijk lopen, dat we ons niet meer kunnen voorstellen hoe het was om, bijvoorbeeld in Nederland, te moeten rekenen met verschillende lokale tijden. Ook kunnen we ons maar lastig meer voorstellen dat mensen aan het begin van de negentiende eeuw niet in minuten rekenden, maar eerder in uren. Een beurtschipper tussen Zwolle en Deventer voer stroomopwaarts tot het lunchtijd was, legde zijn schip vast, liep naar het dichtstbijzijnde dorp, ging er eten en liep weer terug naar zijn boot. Zijn middagmaal koste hem een halve dag. Deze anekdote, opgetekend door de negentiende-eeuwse landhuishoudkundige en geograaf A.W. Staring, laat zien dat men honderdvijftig jaar geleden op een volkomen andere manier omging met tijd. Spreekwoorden als 'Haast u langzaam' en 'Rustig aan, dan breekt het lijntje niet' beklemtoonden het belang van de traagheid. Ze kwamen voort uit het streven de maatschappelijke complexiteit te beperken. Veel doen in weinig tijd vergrootte immers de kans dat de wereld onbeheersbaar werd. De historicus Auke van der Woud signaleert in zijn boek *Het lege land* over de ruimtelijke orde in Nederland tussen 1798 en 1848 een opvallend gebrek aan exactheid in de omgang met tijd in deze periode. Tijd was volgens Van der Woud nog een vloeiend relationeel systeem met als coördinaten in plaats van getallen 'vroeg, vroeger, laat, later', met als voornaamste indicatoren de stand van de hemellichamen in plaats van een klok met secondewijzers.

Maar tijd toonde in de negentiende eeuw ook een ander gezicht, zoals de geschiedenis van de industrialisatie duidelijk maakt. Klok-ketijd verdrong meer en meer traditionele tijdschalen, zoals de natuurlijke cycli van hemellichamen en seizoenen, die op hun beurt weer de sociale ritmes van kleine agrarische dorpsgemeenschappen bepaalden. In de kapitalistische economieën vanaf 1800 wordt tijd een kwantificeerbare productiefactor. De uitdrukking 'tijd is geld' is voor het eerst gebruikt door Benjamin Franklin aan het eind van de achttiende eeuw. Men kon geld verdienen door gedurende een bepaalde periode arbeid te verrichten en zo bezien had tijd dus altijd al een prijs. Maar met de expansie van het kapitalisme lijkt tijd, net als geld, een uniforme standaard te worden voor de waarde van alle dingen. Het regelmatige tikken van de klok werd weerspiegeld in de repetitieve bewegingen van nieuwe machines in fabrieken, schrijft de sociologe Helga Nowotny. Om meer te kunnen produceren werd het productieproces steeds exacter in de tijd georganiseerd. Henry Ford introduceerde in de lopende band die aan de arbeiders een gedwongen tempo oplegde. Niet langer maakten ze de hele auto, maar ze verrichtten telkens dezelfde handeling. Het idee om het werk op te delen in kleine, voortdurend herhaalde handelingen kwam van de Amerikaanse metaalarbeider en later ingenieur Frederic Winslow Taylor en werd door Charlie Chaplin verbeeld in zijn film *Modern Times*.

Het lineaire tijdsbeeld dat de klok oproept, sloot volgens Nowotny aan bij de lineariteit die het proces van kapitalistische accumulatie kenmerkt: in fabrieken verkochten arbeiders hun tijd voor een doorgaans karig loon en deze arbeidstijd werd door de fabriekseigenaren omgezet in producten, die met winst werden verkocht. In de negentiende eeuw werd tijd verhandelbaar en klokken werden hulpmiddelen om de arbeidsinzet te rationaliseren, om tijd te 'sparen'. Tijd als geleefde tijd, als drager van de hoogstpersoonlijk ervaring lijkt het onderspit te delven in wat Nowotny de 'sociale maalstroom' van de industriële revolutie noemt. De commodificering – of verhandelbaarheid – van tijd is een feit. Het nieuwe industriële tijdregime wordt gesymboliseerd door de prikklok.

TIJDSPAARMACHINES

Aan het eind van de twintigste eeuw zien we een merkwaardige paradox. Met het toenemen van de mogelijkheden om tijd te besparen door de inzet van technologie neemt de hoeveelheid tijd die mensen voor hun gevoel ter beschikking hebben af. Ondanks



Een prikklok in een Amerikaans kantoor anno 1914
(Bron: Lippincott en Eco, 1999: p. 151).

het feit dat we omringd zijn door apparaten die ons in staat stellen tijd te besparen – van de wasmachine tot de fax en de mobiele telefoon – leeft bij veel mensen het besef dat ze juist steeds meer tijd tekort komen. Deze paradox is niet nieuw. Van de stoommachine verwachtte men dat arbeiders minder hard zouden hoeven te werken, maar omdat de natuurlijke grens van de fysieke vermoeidheid als gevolg van lichamelijke arbeid was verdwenen, werd het mogelijk de arbeiders juist langer te laten werken.

De 'tijdspaarmachine' van de twintigste eeuw is de auto. Maar de belofte eerder thuis te zijn wordt niet ingelost. In plaats van minder tijd te besteden aan reizen, gaan mensen langere afstanden afleggen. De gewonnen tijd blijft niet leeg, maar wordt besteed aan het bereiken van nieuwe bestemmingen. Wie zich snel verplaatst, kan meer bestemmingen aandoen in minder tijd, maar lijkt tegelijkertijd de vrijheid te verliezen om af te zien van die tijdbesparende verplaatsingen, betogen critici van de huidige snelheidscultuur, zoals de Amerikaan Jeremy Rifkin. Rifkin bepleit het inwisselen

van 'mechanische tijd' voor 'natuurtijd'. Onze westerse, kapitalistische tijd werd losgemaakt van zijn biologische ankerplaats in zijn natuurlijk en kosmische omgeving, en opgesloten in het raderwerk van een automatische machine die hem nu uitdeelt in nietszeggende tikken. Rifkin stelt dat ons huidige tempo niet verenigbaar is met het ritme van de natuur en de tijd die nodig is om grondstoffen te vernieuwen. In plaats van snelheid en haast dient in een duurzame samenleving traagheid het onderliggende principe van de tijdservaring te worden.

Of dat ook zal gebeuren is zeer de vraag. Ondanks het feit dat we ouder worden dan onze voorouders, minder lang hoeven te werken en ons hebben omringd met tijdspaarmachines, hebben we meer dan ooit het gevoel dat tijd schaars is en dat we elk moment moeten benutten. Het erg druk hebben, wijst op een hoge status. De jaren tachtig lieten de opkomst zien van het 'tijdmanagement', het zo rationeel mogelijk plannen van de dagindeling. Men ging echter voorbij aan de nuchtere grenzen die het menselijk lichaam stelt. Er is nu eenmaal een einde aan het aantal handelingen dat iemand in een bepaalde periode geconcentreerd kan verrichten. Veel tegelijk doen is alleen mogelijk door jezelf uit te putten of door je minder te concentreren. Het gevolg is een knagend besef van onvolledigheid, het besef van de gemiste essentie dat onlangs door een onderzoeker van Microsoft is omschreven als *continuous partial attention*, de neiging om de aandacht voortdurend te verdelen tussen het hier en nu enerzijds en de virtuele wereld van e-mails, telefoongesprekken en elektronische informatie anderzijds. Waar ooit de mechanische klok onze tijdservaring losmaakte van de natuurlijke en biologische ritmes die het leven van onze voorouders structureerden, lijkt onze tijdsbeleving in de vroege eenentwintigste eeuw gefragmenteerder en vluchtiger dan ooit.



ONZE INGEBOUWDE KLOKKEN

HOE WIJ DEEL UITMAKEN VAN DE RITMEN IN DE NATUUR.



WOP RIETVELD EN JOKE MEIJER

Overdag werken, 's nachts slapen, op vaste tijden eten, om acht uur naar het Journaal kijken. Grote delen van ons leven voltrekken zich volgens vaste tijdsindelingen en patronen. De sterke regelmaat die in de hele natuur heerst, zit ook in ons. Letterlijk – en dat is niet toevallig. De evolutie heeft ons namelijk zo gevormd dat afwisselingen tussen dag en nacht en tussen seizoenen in hoge mate ons functioneren beheersen. Zelfs als ze helemaal buiten ons omgaan. Want als we niet weten hoe laat het is, bijvoorbeeld omdat we een tijd in een grot onder de grond zitten, of ons een televisie-seizoen laten opsluiten in een raamloos Big Brother-huis, blijven er allerlei ritmen in ons lichaam aanwezig. We maken dan als het ware onze eigen dag- en nachtindeling. Ook als we één of meer nachten overslaan is onze lichaamstemperatuur overdag hoger dan 's nachts. Die ritmen ontstaan kennelijk binnen in ons eigen lichaam.



PROF.DR. W.J. RIETVELD is emeritus hoogleraar in de Fysiologie en Fysiologische Psychologie. Zijn wetenschappelijke expertise is de controle van de dag-nacht-ritmiek door het centrale zenuwstelsel, en de manier waarop prikkels uit de buitenwereld die controle beïnvloeden.



DR. J.H. MEIJER is neurofysiologe aan het Leids Universitair Medisch Centrum. Haar onderzoek, dat loopt van het niveau van de cel tot en met gedrag, richt zich onder meer op de vraag hoe de biologische klok zich kan aanpassen aan veranderingen in de dag-nacht-wisselingen en in de seizoenen.

Ouderen hebben meer last van een jetlag, omdat niet alleen de snelheid van de biologische klok verandert met het verstrijken der jaren, maar ook het corrigeren van de afwijking. ©Bart Eijgenhuijsen / Hollandse Hoogte



De biologische klok blijft zelfs tikken in het Big Brother huis. Presentatrice Bridget Maastrand tijdens de eerste uitzending van Big Brother, op de achtergrond is een beeld te zien van Tanja, de zwangere vrouw die in het Big Brotherhuis live zal gaan bevallen. © Joost van den Broek / Hollandse Hoogte

Alle ritmen die in de natuur voorkomen, kunnen we op een of andere manier terugvinden in planten en dieren. Getijden, de maanstand, de dag-nachtwisseling, de seizoenen, stuk voor stuk hebben zij een biologische tegenhanger. Bij de mens zijn lichaamsritmen te vinden die parallel lopen aan de seizoenen, en andere – de meeste – hebben een omlooptijd van ongeveer 24 uur. Soms is het daarbij overigens de vraag of iets werkelijk helemaal binnen ons zit ('endogeen' is) of dat prikkels van buitenaf onontbeerlijk zijn om het ritme in stand te houden. Binnen- en buitenwereld werken vaak op elkaar in.

Hoe dan ook moeten we onze ritmen elke dag 'gelijkzetteren', synchroniseren met de buitenwereld, omdat ze nu eenmaal niet precies over 24 uur lopen. Bij de meeste planten en dieren gebeurt dat automatisch door de uitwerking die de overgangen tussen licht en donker hebben. Ten dele geldt dat ook voor ons, maar het is uiteindelijk vooral het sociale contact met de omgeving dat de klok gelijkzet. Dingen als de afwisseling van werken en rusten, de regelmaat van eten en van de omgang met anderen.

BIOLOGIE VAN DE TIJD

Vooral over de 24-uursritmen zijn de meeste feiten pas de laatste decennia bekend geworden, maar onbekend was het fenomeen bioritme voorheen zeker niet. Zo observeerde Hippocrates, de Griekse arts wiens eed alle dokters nog steeds zweren, 300 jaar voor Christus al de dag-nachtschommelingen in de ziekteverschijnselen van zijn patiënten. Hij dacht dat regelmaat een teken van een goede gezondheid was. Zijn tijdgenoot Herophilus van Alexandrië, die onder meer de twaalfvingerige darm zijn naam heeft gegeven, beschrijft al dagschommelingen in de hartslag. Een paar honderd jaar later schreef de Romein Cicero dat de kwaliteit van oesters veranderde met de stand van de maan. Ook bij planten werden dag-nachtwisselingen gezien. In 334 voor Chr. vermeldde Androsthene, geschiedschrijver van de veldtocht van Alexander de Grote, dat de bladeren van de tamarindeboom bewegen in een ritme dat overeenkomt met de dag-nachtafwisseling.

Ritmen in de natuur vielen dus wel op, maar tot in de negentiende eeuw deden bijna alleen wat plantkundigen er onderzoek naar. Het heeft dan ook vrij lang geduurd voordat men ontdekte dat de geconstateerde schommelingen werden veroorzaakt door een of ander mechanisme in de plant of het dier zelf, en niet door bijvoorbeeld het licht, de duisternis of een andere omgevingsfactor.

Het was de Franse astronoom Jean Jacques d'Ortous de Mairan die in 1729 voor het eerst rapporteerde dat de bewegingen van een mimosaplant ook doorgingen wanneer hij dag en nacht in het donker werd gezet. Andere wetenschappers, onder wie Darwin in zijn boek *The power of movements in plants*, beschreven vergelijkbare observaties. Maar pas in de dertiger jaren van de vorige eeuw was er meetapparatuur ontwikkeld waarmee langdurig fysiologische en biochemische ritmen kunnen worden geregistreerd. Het onderzoek kon toen uitgebreid worden, eerst naar proefdieren en in een later stadium ook naar de mens. Zo ontstond de studie van de biologie van de tijd, de chronobiologie.



De bewegingen van een mimosaplant gaan ook door wanneer hij dag en nacht in het donker wordt gezet. Bron: Istockphoto

Het 'eigen', ingebouwde dagritme dat we hebben, blijkt een omlooptijd te hebben van zo'n 25 uur. Ongeveer een dag dus. Daarom heet het onder chronobiologen een circadiaan ('circa': Latijn voor ongeveer, 'diaan': van 'dies', dag) ritme. En dat inzicht deed al snel vermoeden dat er zoiets als een 'biologische klok' bestaat. De term raakte in zwang, maar waar in ons lichaam zou die zitten? Opmerkelijk is dat 24-uursritmen vrijwel overal in het lichaam en met betrekking tot allerlei zaken voorkomen. Er zijn ritmen te bespeuren in gedrag (lopen, eten, slapen), in prestatievermogen, in de ge-

voeligheid voor pijn, in de lichaamstemperatuur, maar ook in de werking van hele organen, zoals de lever en de bijnieren. Opvallend is wel dat de toppen en de dalen van al die ritmen niet 'gelijklopen', ze hebben hun eigen tijdstippen. Er is dus niet één, maar kennelijk een groot aantal 24-uursritmen.

Je kunt ook zeggen dat de biologische klok vele radertjes heeft. En die moeten zowel op elkaar als op de omgeving worden afgestemd. In onze hersenen blijken we centra te hebben die dat kunnen. Als een dirigent coördineren ze de verschillende ritmen. Met de ontwikkeling van nieuwe technieken is in de loop van de tijd het inzicht gegroeid in de rol die het zenuwstelsel speelt bij de centrale regeling van het dag-nachtritme. Al in de jaren zeventig van de vorige eeuw werd duidelijk dat een heel specifieke groep zenuwcellen daar uiterst belangrijk voor was. Een dergelijk netwerk van samenwerkende neuronen wordt een kern genoemd. En deze kern bevindt zich middenin de hersenen in allebei de hersenhelften, precies boven (supra) het punt waar de twee oogzenuwen elkaar kruisen (het chiasma). Die locatie heeft de naam 'suprachiasmatische kern' opgeleverd, meestal afgekort tot SCN (de N is van nucleus, 'kern').

De suprachiasmatische kern maakt deel uit van het hersengebied dat de hypothalamus genoemd wordt. Daar vind je nog een aantal andere kernen die controle uitoefenen op de regeling van de 'huishoudelijke' lichaamsfuncties, zoals temperatuur, energieregeling, en de water- en zouthuishouding. Die controle bereikt de hypothalamus op twee manieren. Via directe zenuwverbindingen, en door middel van hormonen waarbij een ander hersengebied, de hypofyse, een hoofdrol speelt. De ongeveer 10.000 zenuwcellen van de SCN in zoogdieren zijn genetisch geprogrammeerd om ritmische activiteit te produceren met een bepaalde frequentie. Zo krijg je een 'pulserend' netwerk, dat door zenuwbanen en via het bloed signalen overbrengt naar andere delen van de hypothalamus. Die leggen op hun beurt een ritme op aan ander circuits waarmee de functies van de rest van het lichaam worden geregeld. Op deze manier ontstaat er een complex geheel van ritmen die allemaal op elkaar zijn afgestemd en allemaal een zelfde omlooptijd hebben, maar die niet altijd tegelijk beginnen en eindigen – ze hebben met andere woorden niet allemaal eenzelfde fase.

Op dat hele raderwerk werken invloeden van binnen en van buiten in. Zo zijn er inmiddels tien 'klokgenen' geïdentificeerd die ritmes produceren. Dat doen ze op een manier die lijkt op de basale

regelmechanismen van de verwarming in huis. Als die aan staat, loopt de temperatuur op. Komt de temperatuur in huis boven een bepaalde waarde dan slaat de verwarming af en zal de temperatuur geleidelijk aan dalen tot hij onder de ingestelde waarde komt. Zou je de temperatuur in huis nauwkeurig meten, dan zouden er duidelijke schommelingen, of 'oscillaties' zichtbaar worden. Zo is het ook bij de biologische klok, waar de schommelingen een periode van 24 uur hebben. Het aflezen van klokgenen leidt tot een productie van eiwitten in het cytoplasma van de cel. Komen de eiwitconcentraties nou boven een bepaalde waarde dan zullen ze zich aan elkaar binden, en zogenoemde heterodimeren gaan vormen. Die heterodimeren worden op hun beurt teruggesluisd naar de celkern, waar ze vervolgens verdere activatie van de klokgenen remmen. De eiwitconcentratie in het cytoplasma neemt dan vanzelf weer af. Zo vormen klokgenen in samenspraak met de eiwitten een negatieve feedback-lus, die 24-urige eiwitconcentratieschommelingen oplevert in het cytoplasma van de neuronen van de suprachiasmatische kern.

De meeste eiwitten die door klokgenen gereguleerd worden, zijn overdag in hoge mate aanwezig en 's nachts in geringe mate. Ze oefenen invloed uit op de celmembraan van SCN-neuronen. Hersencellen hebben normaal gesproken een negatieve lading van zo'n -70 milliVolt, en dat geldt ook voor neuronen van de klok. Overdag, als de eiwitconcentratie hoog is, dan maken die eiwitten dat de celmembraan minder negatief wordt. Als gevolg daarvan zal de cel elektrische signalen, ofwel 'actiepotentialen' afgeven. Daarmee brengt hij boodschappen over aan andere hersengebieden. De signalen worden over lange afstanden, langs de uitlopers (axonen) van de neuronen getransporteerd. Op deze wijze kunnen de neuronen van de SCN invloed uitoefenen op andere hersenstructuren, en kunnen ze deze andere structuren een ritme opleggen.

De belangrijkste prikkel van buiten is natuurlijk licht. De biologische 'moederklok' bevindt zich niet toevallig boven de kruising van de oogzenuwen. En niet zo lang geleden is ontdekt dat we naast de befaamde staaftjes en kegeltjes in ons netvlies nóg een type cellen hebben die lichtinformatie via actiepotentialen aan de hersenen doorgeven. Dit fotopigment, melanopsine gedoopt, blijkt een belangrijke rol te spelen in de informatieoverdracht van licht naar de biologische klok. De zenuwbaan tussen het netvlies en de SCN bevat twee boodschapperstoffen, de neurotransmitters glutamaat en PACAP. Die worden in de biologische klok afgegeven aan het

RADERTJES VAN ONS INGEBOUWDE UURWERK

Voor het globale 24-uursritme dat ons gedrag, onze stofwisseling en de optimale werking van onze organen beheerst, zijn de neuronen van de suprachiasmatische kern verantwoordelijk, een onderdeelje van de hersenen dat niet toevallig vlak achter de ogen ligt, boven het punt waar de oogzenuwen elkaar kruisen op hun weg naar het achterste deel van de hersenen. Dat de blauwdruk van dat biologisch horloge ligt opgeslagen in het DNA, werd in 1971 voor het eerst aangetoond door twee Amerikaanse moleculair-biologen, Ron Konopka en Seymour Benzer.

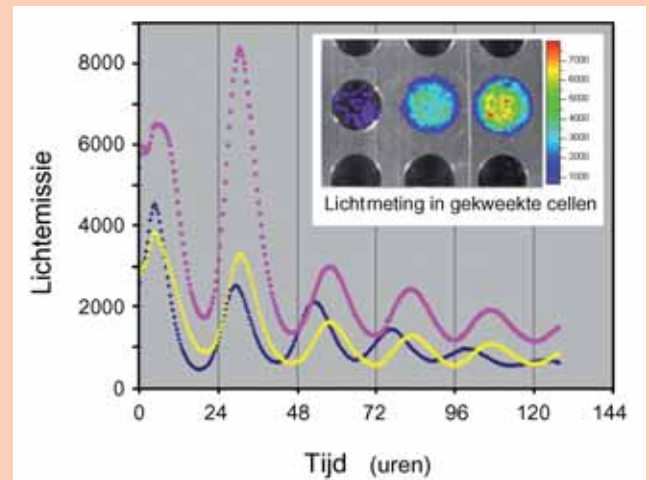


Baanbrekende proeven werden gedaan met fruitvliegjes met betrekking tot het dag- nachtritme. Bron: Istockphoto

In dat jaar en de jaren die erop volgden, deden zij een reeks baanbrekende proeven met fruitvliegjes, de befaamde *Drosophila*. Bij deze zogenaamde random mutagenese-proeven behandelden ze mannelijke vliegjes met een stof die in al hun cellen, dus ook in de cellen die zaadcellen produceerden, willekeurige veran-

deringen in de code van het DNA veroorzaakten. Ze kruisten die mannetjes met normale vliegenvrouwtjes, en keken hoe het met het dag-nachtritme van de nakomelingen zat. Veel daarvan bleken er een kortere of juist langere cyclus dan normaal op na te houden, dat moest dus wel liggen aan de verstoringen in het DNA van hun vaders. In de jaren daarna zijn onderzoekers erin geslaagd om een heel aantal specifieke klokgenen te identificeren, die aansprekende namen kregen als *period*, *timeless*, *clock*, *cycle* en *double-time*.

Natuurlijk werden er soortgelijke proeven met zoogdieren gedaan, en later ook proeven met transgene muizen, diertjes bij wie doelgericht vreemde genen waren toegevoegd of eigen genen uitgeschakeld. Zulke onderzoeken worden meestal uitgevoerd door te meten wanneer muizen een tredmolen gebruiken. Uiteraard gebeurt dat altijd in omgevingen die geen aanwijzingen over de tijd geven, omdat we immers het lichaams-



Continue visualisatie van de klok in menselijke cellen die voorzien zijn van een lichtgevend klokgen. In gekweekte cellen dooft de celklok al met een paar dagen uit. Bron: Roel Janssens, Bert van der Horst, Afd. Genetica, Erasmus MC, Rotterdam

eigen slaap-waakritme van de dieren willen bestuderen. Het is bijvoorbeeld altijd donker.

Uit al die experimenten bleek dat net als bij insecten ook bij zoogdieren de circadiane klok draaide op een set klokgenen. Tot die set, die voor zover we nu weten een stuk of tien genen groot is, behoort bijvoorbeeld het genenpaar *Cryptochroom 1* en *2*, meestal kortweg *Cry1* en *Cry2* genoemd. Muizen waarbij *Cry1* is uitgeschakeld hebben een sneller dag-nachtritme dan normaal is, bij uitschakeling van *Cry2* gebeurt juist het omgekeerde. Dieren waarbij beide *Cry*-genen uitgeschakeld waren, leken geen enkel besef van tijd te hebben, ze gebruikten de tredmolen op volkomen willekeurige momenten van de dag.

KRINGLOOP

Dat genen onontbeerlijk zijn voor de aanmaak van eiwitten dankzij welke levende wezens kunnen groeien en functioneren, weet iedereen nu wel. Maar hoe genen zoiets onstoffelijks als een ritme teweeg kunnen brengen, is niet zo een, twee, drie duidelijk. Aan de klokgenen zelf is niets bijzonders te zien. Net als alle andere genen in de kern van cellen, worden ze geactiveerd door zogenaamde transcriptiefactoren. Dat zijn eiwitten die ervoor zorgen dat de informatie van een gen wordt overgeschreven naar een stroom van boodschapper-RNA-moleculen. De RNA-moleculen, die maar een tijdje intact blijven, verlaten de celkern, en dienen ergens in het celplasma van de cel als bouwplan voor de constructie van een of ander eiwit.

Ook al hangt ons leven er letterlijk vanaf en zijn de details duizelingwekkend complex, toch is eiwitproductie op basis van genen in principe een eenvoudig, overzichtelijk mechanisme. En dat geldt eigenlijk ook voor de truc die moeder natuur gebruikt om dat mechanisme een circadiaan ritme te laten voortbrengen. Klokgenen blijken namelijk gezamenlijk een soort kringloopstelsel te vormen, waarin ze elkaar en soms ook zichzelf aan- en uitschakelen, en zo elkaars activiteiten nu eens afremmen en dan weer stimuleren.

Een stukje van die kringloop ziet er bijvoorbeeld als volgt uit. Er zijn twee eiwitten, CLOCK en BMAL1 geheten, die samen kunnen combineren tot een hecht koppel, een zogeheten heterodimeer, dat in de celkern functioneert als de transcriptiefactor die de transcriptie van de klokgenen *Cry* en *Per* (van *period*) in

gang zet. Dat betekent dat er in de kern meer en meer boodschapper-RNA met de code van *Cry* en *Per* wordt aangemaakt, en daarbuiten vervolgens steeds meer CRY- en PER-eiwitten. Is er voldoende van die eiwitten aangemaakt, dan vormen CRY- en PER-moleculen op hun beurt ook weer een heterodimeer, die in de celkern de verdere aanmaak van *Cry*- en *Per*-RNA begint te hinderen. Omdat CRY- en PER-eiwitten maar korte tijd intact blijven, begint de concentratie van deze eiwitten, die eerst nog opliep, nu al snel weer te dalen: het begin van een regelmatig ritme is er.

Natuurlijk is voor een stabiele en nauwkeurige ritmiek meer nodig. Zo bevorderen de PER-eiwitten indirect ook de transcriptie van het *Bmal1*-gen, dat dus met de wisselingen in concentratie van PER beurtelings actiever en minder actief wordt. Het resultaat is dat het *Bmal1*-gen actiever wordt wanneer de activiteit van *Per*- en *Cry*-genen terugloopt, en andersom.

Het geheel krijgt zijn vertaling in wat wij een dag-nachtritme noemen via zogenaamde klokgecontroleerde genen. Hun activiteit wordt geregeld door de eiwitten die uit de klokgenen geproduceerd worden, maar zelf sturen ze processen in het lichaam aan die wij als ritmisch en tijdgebonden ervaren, zoals slaap, bloeddruk en de afgifte van hormonen.

STOORNIS

Dat onze biologische klok loopt met een ritme van om en nabij de duur van een echte dag, is te danken aan nog weer extra mechanismen die de zaak helpen afstemmen op de aardse omstandigheden. Dat de concentraties PER- en CRY-eiwit niet veel te snel oplopen, komt doordat bijvoorbeeld rondzwervende fosfaat- en ubiquitinemoleculen zich aan versgemaakte PER- en CRY-moleculen hechten, waardoor ze extra gemakkelijk worden herkend door het eiwitafbraaksysteem van de cel.

In het normale geval levert dat hele stelsel van elkaar stimulerende en hinderende processen een ritme op dat ongeveer overeenkomt met de 24 uur van een aardse dag. Het ligt voor de hand dat afwijkingen in het circadiane ritme, zoals bijvoorbeeld het bestaan van typische ochtend- en avondmensen, berusten op afwijkingen in dat stelsel. Maar zeker weten doen we dat nog niet, daar is meer onderzoek voor nodig.

Bij sommige mensen is de afwijking van het normale dag-

nachtritme zo groot, dat er sprake is van een echte stoornis. Een voorbeeld van zo'n circadiane ritmestoornis is de ziekte die bekend staat als *Advanced Sleep Phase Syndrome* (ASPS). Daarbij is niet zozeer de kwaliteit van de slaap in het geding, als wel de timing. Patiënten vallen al heel vroeg in de avond in slaap, maar zijn om een uur of drie 's morgens alweer klaarwakker. In onze maatschappij, die daarop totaal niet is ingericht, kan dat op termijn leiden tot chronische vermoeidheid en depressiviteit.

Een zo'n patiënt met een erfelijke vorm van ASPS is onderzocht in een tijdvrije ruimte. Dat wil zeggen: ergens waar continu een zwak licht brandde, en waar geen aanknopingspunten voor het uur van de dag voorhanden waren. Het bleek dat de circadiane cyclus van die persoon korter was dan die van een normale proefpersoon onder gelijke omstandigheden. De biologische klok van de ASPS-patiënt leek te snel te lopen. Dat



Met behulp van het luciferase-gen van de vuurvlieg wordt onderzoek gedaan naar 'perifere' klokjes in ons lichaam. Dit is een afbeelding van Wikipedia Commons.

bleek ook terug te zien op moleculair niveau. Het *Per2*-gen van de patiënt vertoonde een mutatie die het PER2-eiwit stabielier maakte. Dat deed de concentratie PER2 sneller oplopen dan voor een kloppend dag-nachtritme goed is.

VUURVLIEGJES

De centrale klok in de suprachiasmatische kern is allermindst de enige klok in ons lichaam. Ieder weefsel en zelfs iedere cel bezit zijn eigen biologisch horloge, opgebouwd uit dezelfde elementen als het grote uurwerk achter de ogen. Jammer genoeg doven zulke perifere klokjes snel uit als stukjes weefsel uit het lichaam genomen worden en op glas verder gekweekt. Wel werd onlangs een kunstgreep ontdekt waarmee de klok in gekweekte huidcellen weer een paar dagen op gang kwam. Het bewijs daarvoor werd geleverd door cellen te voorzien van een kunstmatig stukje DNA met het luciferase-gen van de vuurvlieg, voorafgegaan door de *Per2*-promoter (het stukje DNA dat nodig is om het *Per2*-gen aan te zetten). Als onderdeel van het *Per2*-gen werd in die cellen ook het luciferase actief, met als gevolg dat de cellen ritmisch licht gingen uitzenden, aan de hand waarvan eenvoudig de snelheid kon worden vastgesteld waarmee de klok in die cellen liep. Er is een goede kans dat we over een tijd op deze manier vrij gemakkelijk allerlei afwijkingen van de biologische klok kunnen opsporen.

Bert van der Horst

Dr. G.T.J. van der Horst ('Radertjes van ons ingebouwde uurwerk') werkt als universitair hoofddocent bij de afdeling Genetica van het Erasmus MC. In 1999 ontdekte hij dat de zogeheten 'Cryptochroom'-genen een onmisbaar onderdeel vormen van de biologische klok van zoogdieren. Zijn onderzoekslijn richt zich op het moleculaire mechanisme en de functie van de klok.

eind van de zenuwuitlopers, en hechten zich daar aan receptoren die in het membraan van klokneuronen liggen. Dat zet dan zet aan de binnenkant van de cel een biochemisch proces in gang, met onder andere calcium als interne boodschapper voor de celkern.

De details van dit proces zijn nog niet allemaal bekend, maar duidelijk is wel dat de activiteit van een aantal klokgenen erdoor verandert. Over het algemeen neemt die toe. En daardoor zal, afhankelijk van het tijdstip waarop het proces optreedt, het ritme versnellen of vertragen. Aan het begin van de nacht zal licht een achteruitschuiving van het ritme veroorzaken, en aan het eind van de nacht een vooruitschuiving. Overdag, als de meeste klokgenen al hoog actief zijn, heeft licht geen invloed op de klok. Dat geldt overigens zowel voor nachtdieren als voor dagdieren. Het blijkt een algemeen geldend principe te zijn dat ook bij fruitvliegjes, slakken, planten en schimmels in nagenoeg dezelfde vorm aanwezig is.

OCHTEND- EN AVONDMENSEN

Er bestaan nogal wat nachtdieren, van uilen, vleermuizen en egels tot chinchilla's. Wanneer het donker wordt, ontwaken ze en gaan op zoek naar voedsel. Overdag rusten en slapen ze. Dagdieren, zoals wij, doen het omgekeerde. Toch zie je juist bij de mens een grote variatie. Er zijn mensen die 's ochtends hun bed niet uit te branden zijn, pas in de loop van de dag tot iets in staat zijn, 's avonds opbloeien en pas diep in de nacht gaan slapen. Daarnaast zijn er die 's morgens om vijf of zes uur wakker worden, hun



De vleermuis is een van de bekendste nachtdieren. Dit is een bestand van Wikipedia Commons.

bed uitspringen en direct aan de slag gaan, maar dan wel 's avonds om een uur of acht zijn opgebrand en om negen uur gaan slapen. Het zijn de extremen van de ochtend- en de avondmens. Ook hier speelt de biologische klok een belangrijke rol.

Bij isolatie van de buitenwereld gaan als gezegd de meeste ritmen gewoon door. Alleen duurt ons circadiaan ritme langer. Experimenten bij ochtend- en avondmensen lijken er op te wijzen dat bij deze twee groepen de afwijking ten opzichte van de 24 uur verschilt. Ochtendmensen hebben een omlooptijd die dicht tegen de 24 uur aan ligt, avondmensen daarentegen wijken af in de richting van 25 uur. Zo'n afwijking van 24 uur houdt overigens niet in dat de klok ook onregelmatig loopt. Bij de geïsoleerde mens blijft de omlooptijd uiterst constant, waardoor de afwijking van de buitenwereld dus aldoor verandert.

Onder normale omstandigheden moeten de ritmen dus elke dag gesynchroniseerd worden aan de 24-uurs dag-nachtwisseling. Bij de meeste zoogdieren blijkt de licht-donkercyclus de belangrijkste synchronisator te zijn, maar voor de mens ligt het ingewikkelder. Is iemand blind dan kunnen sociale signalen – dus wat de omgeving zegt en doet – al voldoende zijn om circadiane ritmen te synchroniseren. In sommige gevallen gaat het zelfs makkelijker dan met lichtprikkels. Het wordt langzamerhand duidelijk dat het menselijk circadiane systeem gestuurd kan worden door een groot aantal verschillende dingen. Behalve sociale signalen kan ook de aanwezigheid en afwezigheid van voedsel een rol spelen, net als het werk- en rustschema, temperatuurschommelingen en zelfs het gebruik van geneesmiddelen.

Als wij op verschillende tijden van de dag verschillend zijn, is er dan een optimaal tijdstip om bepaalde handelingen te verrichten? Anders gezegd, wanneer kunnen we het beste eten, slapen enzovoort? In de praktijk is dat nog knap lastig vast te stellen. De ritmen in het geestelijk en lichamelijk presteren van de mens bestuderen, is ingewikkelder dan je op het eerste gezicht zou denken. Neem bijvoorbeeld de vraag op welk tijdstip van de dag kan een atleet de beste lichamelijke prestatie kan leveren. Een sportprestatie is het resultaat van een ingewikkeld in elkaar grijpen van een aantal fysiologische en psychologische functies. Waarneming, prikkelverwerking en spierbeweging spelen allemaal een rol. En ook dat we kunnen besluiten willekeurig wanneer we iets doen. Schijnbare schommelingen in het prestatievermogen kunnen daarom net zo goed louter en alleen een afspiegeling zijn van fluctuaties in motiva-

tie, en hoeven helemaal niet te berusten op pakweg een verandering in de efficiëntie waarmee een spierbeweging wordt uitgevoerd.

Tal van experimenten wijzen op een circadiane ritmiek in de bloedcirculatie en de ademhaling, en ook in het geestelijk en lichamelijk prestatievermogen. In het algemeen hebben de meeste van die ritmen een maximum overdag. Bij herhaling is gebleken dat allerlei 'performance parameters' (lichaamsfuncties die samen ons functioneren bepalen) een minimum bereiken in de vroege ochtend, rond 6 uur, en een maximum in de namiddag. Dat loopt dus min of meer parallel aan (maar wel los van) het temperatuurritme. Sommige ritmen hebben hun maximum in de vroege ochtend, andere, zoals de lichaamstemperatuur, de hartfrequentie en de doorankelijkheid van de luchtwegen hebben hogere waarden tegen het eind van de dag. De opname van zuurstof neemt in de loop van de morgen en de vroege namiddag toe, bereikt omstreeks 6 uur 's avonds een maximum, en neemt daarna gedurende de avond geleidelijk aan weer af tot een minimum in het midden van de nacht. Dus afhankelijk van de soort inspanning (geestelijk dan wel lichamelijk) zullen er verschillende tijden zijn om tot een optimale prestatie te komen, waarbij psychologische factoren ook nog eens een uiterst belangrijke rol spelen.

Nu hechtte men tot voor kort in experimenten met mensen vooral veel waarde aan de sociale synchronisatie (bijvoorbeeld door werktijden), maar intussen is meer en meer duidelijk geworden dat ook licht een zeer krachtig signaal kan zijn. Blootstelling aan een lichtsterkte van tussen 2000 en 2500 lux – zoiets als het licht op een heldere zomerdag, of van ongeveer acht naast elkaar geplaatste TL-lampen van 40 Watt – kan de biologische klok gelijkzetten.

Hoe belangrijk de hoogte van die lichtintensiteit precies is, is onderwerp van discussie. Vaststaat is dat de pijnappelklier vooral 's nachts grote hoeveelheden aanmaakt van het 'slaaphormoon' melatonine. Onder invloed van licht daalt de productie overdag tot vrijwel nul. Maar bij proefpersonen die overdag in ruimtes vertoefden met kunstlicht trad die daling niet op, tenzij de intensiteit van dat licht meer bedroeg dan de tamelijk hoge waarde van 2000 lux. Anderzijds lijkt veelvuldig blootstaan aan matig sterk licht onder normale omstandigheden meestal ook genoeg te zijn voor synchronisatie. Dus in hoeverre we bij kunstlicht biologisch gezien toch in het donker zitten, is nog enigszins duister. In elk geval kan licht sociale synchronisatie ondersteunen, iets waar we bij ontregeling van biologische klok dankbaar gebruik van kunnen maken.

Iets anders is dat twee maal per jaar onze bioklok gedwongen wordt zich aan een verschuiving van één keer één uur aan te passen. Sinds de invoering van de zomertijd zetten we in het najaar de klok een uur terug, en beleven wij eenmaal een etmaal van 25 uur. In het voorjaar gebeurt het omgekeerde, de klok gaat vooruit en de dag duurt maar 23 uur. Tweemaal per jaar hebben we allemaal een soort jetlag van een uur. In het algemeen gaat dit met weinig problemen gepaard. Gezien de verschillende omloopsnelheid van de klok in ochtend- en avondmensen zou je mogen verwachten dat de avondmens meer problemen heeft in het voorjaar en minder in het najaar, en dat het omgekeerde opgaat voor de ochtendmens. Dat heeft nog niemand echt kunnen vaststellen.

BABY'S EN BEJAARDEN

Hoewel de biologische ritmiek genetisch is vastgelegd, komen de meeste ritmes pas na de geboorte tot uiting. De dag-nachtritmen die je bij een baby in de baarmoeder kunt zien, heeft het niet van zichzelf. Ze worden door hormoonschommelingen via het bloed van moeder naar kind overgebracht. Na de geboorte is er meestal nog geen ritme zichtbaar, al hangt dat ook af van de nauwkeurigheid waarmee een lichaamsfunctie bij een pasgeborene kan worden gemeten. Na enkele dagen of weken ontstaat een snel, wisselend patroon. De omlooptijd is dan twee tot vier uur. Elke ouder zal daar het typische slaap-waakritme van jonge baby'tjes in herkennen.

In het algemeen geldt dat de verschillende ritmen na de geboorte ontstaan op verschillende tijdstippen, en dat ze bovendien een soort rijpingsproces doormaken. Het best onderzocht zijn de ritmes in slapen en waken, en dat van de lichaamstemperatuur. Na een periode van snelle wisselingen ontstaat in de loop van de eerste twee tot vier maanden geleidelijk aan een soort samensmelting, waardoor het ritme een omlooptijd van circa 25 uur krijgt. Vervolgens wordt dit 'vrijloop-ritme' gesynchroniseerd aan de 24-uursritmes van de omgeving. Na twee jaar heeft een kind een tijdstructuur die vergelijkbaar is met die van een volwassene.

Bij het ouder worden gebeurt er opnieuw van alles met de biologische klok. Metingen laten zien dat de uitslag van diverse ritmen bij ouderen kleiner wordt. De hoogste en de laagste waarde komen dichter bij elkaar te liggen, de ritmes vlakken af. Het slaap-waakpatroon verandert. Oudere mensen worden 's nachts vaker wakker, ook doordat ze vaker moeten plassen, maar vallen dan overdag



In de eerste twee jaar in het leven van een kind en bij het ouder worden gebeurt er van alles met de biologische klok. Bron: Istockphoto.

vaak wel weer in slaap. Er wordt gezegd dat de slaap fragmenteert, verbrokkelt, maar als je alle slaaptijd over 24 uur bij elkaar zou optellen dan is de totale slaaptijd minder afgenomen dan je op het eerste gezicht zou denken. In feite lijkt het beeld op dat van de baby, ook daar zagen we snelle wisselingen.

Uit experimenten met dieren waarin men het biologische ritme in activiteit heeft geregistreerd tot aan hun dood, blijkt dat voordat die verbrokkeling optreedt, de omlooptijd van de ritmiek voortdurend korter wordt, bij de rat met ongeveer een seconde per dag. Anders gezegd: de biologische klok gaat één seconde per dag, zes minuten per jaar, sneller lopen. Voor de mens heeft dat interessante gevolgen. Als gezegd zitten ochtendmensen dichterbij de 24 uur en avondmensen dichterbij de 25 uur. Wanneer nu bij ouderen de omlooptijd voortdurend korter wordt, hun klok sneller gaat lopen dus, dan kan dat verklaren waarom veel ouderen de neiging krijgen zich als ochtendmens te gaan gedragen: ze worden vroeger wakker, maar gaan ook 's avonds vroeger naar bed.

Misschien zit daarin ook een van de oorzaken voor het gevoel en de klacht die bijna iedereen heeft: naarmate je ouder wordt,

verstrikt de tijd sneller. En niet alleen de snelheid van de biologische klok verandert, ook het corrigeren van de afwijking, het elke dag gelijk zetten wordt moeilijker. Dat is weer een van de redenen waarom je naarmate je ouder wordt meer last van jetlag krijgt en steeds slechter tegen nachtdiensten kan.

Uit onderzoek bij insecten is vast komen te staan dat ontregelen van de tijdsstructuur leidt tot een kortere levensduur. Dat is precies wat bij veel ouderen gebeurt: door pensionering verdwijnen de regelmatige werktijden, dikwijls groeit de sociale isolatie, slaaptijden raken ontregeld. Daarmee zijn alle voorwaarden voor een sneeuwbaaleffect aanwezig. Veroudering leidt in zo'n geval tot ontregeling, die op zijn beurt weer leidt tot versnelde veroudering. Er lijkt nog steeds veel te zitten in het ouderwetse adagium van 'rust en regelmaat'. Periodieke tijdsprikkels kunnen de ritmen namelijk in de pas houden. Maar omdat de gevoeligheid voor die prikkels minder wordt in de loop van de jaren, moeten ze wel sterker zijn dan vroeger. Een vrij rigide regime van sociale discipline, regelmatige maaltijden en een goed ingedeeld leefpatroon kunnen het verouderingsproces dan wel niet tegenhouden, maar wel afremmen.

HET HORMOON VAN DE NACHT ALS GENEESMIDDEL

Melatonine is een hormoon dat een rol speelt bij de regeling van ons dag-nacht ritme. Het wordt gevormd en uitgescheiden door de pijnappelklier, die vlak achter de ogen zit en er al naar gelang licht en donker elkaar afwisselen meer of minder van produceert. De hoeveelheid melatonine verandert dus met de seizoenen, maar ook van moment tot moment op een dag.

De productie komt al in het begin van de avond op gang, en is voor ons lichaam een sein dat de nacht aanbreekt en het tijd voor rust en slaap is. Rond middernacht bereikt de uitscheiding een hoogtepunt, er komt dan tien tot vijftien maal zo veel melatonine vrij als overdag. Een paar uur later doet de dageraad de productie weer teruglopen. In de zomer, met zijn korte nachten, komt de piek wat eerder dan 's winters, wanneer de piek ook hoger is en langer duurt. Melatonine – *melas* is het klassiek-Griekse woord voor zwart – heet daarom wel het hormoon van de duisternis.

De uitscheiding van melatonine kan bij de mens sterk verschillen. Bij ochtendmensen begint het relatief vroeg, bij nachtvlinders is het precies omgekeerd. Bij veel bejaarden is er van een nachtelijke piek niet of nauwelijks meer sprake. Blinden zijn een geval apart. Zij hebben hoge melatonineconcentraties in het bloed, omdat hun pijnappelklier geen informatie over licht bereikt. En dan kan het uitscheidingspatroon ook nog verstoord

ANTI JETLAG-TIPS

- Draai na aankomst meteen zo goed mogelijk mee in het lokale ritme
- Gebruik tijdens de reis en vlak na aankomst geen koffie of alcohol
- Forceer jezelf voor vertrek al een beetje in de richting van het nieuwe ritme

En speciaal bij een oostwaartse reis:

- Ga gelijk na het opstijgen slapen
- Vermijd na aankomst fel zonlicht in de ochtend
- Zoek 's middags licht en buitenlucht op

raken door allerlei oorzaken, zoals bepaalde ziektes, 's nachts werken of een verre vliegreis in oostelijke of westelijke richting.

In Nederland en andere EU-landen geldt melatonine als een geneesmiddel, dat alleen op doktersrecept verkrijgbaar is. Het is in Nederland niet geregistreerd, maar toch mogen apotheken volgens vastgesteld recept melatoninepreparaten bereiden. Die worden in ons land echter alleen als een zinvol therapeutisch middel beschouwd voor de stoornissen in het dag-nachtritme die zich bij blinden voordoen. Voor jetlag wordt het dus niet voorgeschreven.

In de Verenigde Staten, Thailand en Singapore ziet men melatonine niet als geneesmiddel, maar als voedingssupplement. De tabletten liggen daar vrijelijk bij de drogist in het schap in doseringen van 0,1 tot vijf milligram. Ook via internet is het middel gemakkelijk verkrijgbaar.

Aan melatonine valt voor farmaceutische bedrijven weinig te verdienen, omdat het niet patenteerbaar is. Het is dan ook nergens ter wereld als geneesmiddel geregistreerd, de kosten van het uitgebreide toxicologische onderzoek dat daarvoor vereist is, zijn eenvoudig te hoog. Dientengevolge is er met betrekking tot melatonine maar weinig geregeld, zodat melatoninetabletten regelmatig veel onzuiverheden bevatten.

SLIKEFFECTEN

Niet in slaap kunnen komen is iets dat iedereen wel eens overkomt, maar soms is de biologische klok zo ernstig ontregeld dat er sprake is van een ziekte, het *delayed sleep phase syndrome* (DSPS). Mensen met DSPS vallen pas uren na middernacht in slaap en slapen overdag langer door. Voor de meesten van ons verdraagt zo'n patroon zich slecht met de dagelijkse verplichtingen, zodat patiënten serieuze klachten hebben over slapeloosheid 's avonds en slaperigheid overdag.

De gedachte ligt voor de hand om hun slaap-waakritme met behulp van melatonine in het gareel te dwingen. Er zijn betrouwbare onderzoeken uitgevoerd bij kleine groepen patiënten die inderdaad enig effect laten zien: mensen die melatonineta-

bletten kregen toegediend, sliepen rond een uur eerder in en werden gemiddeld bijna twee uur eerder wakker. Maar omdat daar nogal wat onderzoek tegenover staat dat niet of nauwelijks effecten liet zien, kunnen we melatoninetherapie voornamelijk niet als een bewezen zinvolle behandeling beschouwen.

Vermoedelijk speelt melatonine ook bij andere aandoeningen een rol, al staat er nog maar nauwelijks iets vast. In elk geval zijn er in verschillende organen receptoren aangetroffen waaraan melatonine zich hecht, en waar het dus een effect teweeg zou moeten brengen. Momenteel bekijkt men onder meer of melatonine van betekenis kan zijn bij de behandeling van kanker en de ziekte van Alzheimer, evenals bij de behandeling van depressieve klachten, omdat melatonine het gemoed blijkt te beïnvloeden. Verder heeft het een sterk antioxidant vermogen, iets dat misschien verklaart waarom infecties minder vaak voorkomen bij mensen die melatonine krijgen toegediend.

Omgekeerd zijn er ook stoffen die de melatonineproductie beïnvloeden. Marihuana – hasjiesj, wiet – zorgt bijvoorbeeld

voor een drastische piek. Bètablokkers en benzodiazepines, die respectievelijk worden voorgeschreven tegen hoge bloeddruk en als slaapmiddel, schroeven de productie van melatonine juist flink terug. Wat daarachter zit, weten we niet, evenmin wat de reden is van het merkwaardige feit dat gebruikers van bètablokkers beter dan gemiddeld bestand zijn tegen ploegendiensten en minder last hebben van jetlag.

JETLAG

Jetlag is een vrucht van de uitvinding van het vliegtuig, waarmee we ons voor het eerst zo snel door meerdere tijdzones kunnen verplaatsen dat onze lichaamsklok het niet meer kan bijbenen – het verschijnsel treedt dan ook alleen op bij vluchten in oostelijke dan wel westelijke richting. Wie van Hammerfest in het noorden van Noorwegen naar Kaapstad in Zuid-Afrika vliegt, stapt weliswaar hoogstwaarschijnlijk gebroken uit het vliegtuig, maar blijft binnen dezelfde tijdzone, en heeft dus geen last van jetlag.



Jetlag is een vrucht van de uitvinding van het vliegtuig, waarmee we ons voor het eerst zo snel door meerdere tijdzones kunnen verplaatsen dat onze lichaamsklok het niet meer kan bijbenen. © Grzegorz Cempla

Het jetlag-syndroom ontstaat door desynchronisatie van verschillende lichaams- en omgevingsritmes, wat zich uit in vermoeidheid, concentratieverlies, irritatie en een verstoord slaappatroon. Door de snelle overgang naar een heel andere tijdzone kan het wel een paar dagen duren voordat de lichaamsklok weer gelijkloopt met de omgeving, en zo lang dat niet zo is lopen allerlei ritmeafhankelijke processen uit de pas.

Bij het gelijkzetten van de biologische klok speelt licht een belangrijke rol. Meteen volgens de dag-nachtindeling van de plaats van aankomst gaan leven, helpt de lichaamsklok zich zo snel mogelijk aan te passen, inclusief het ritme van de lichaamseigen melatonineuitscheiding. Ben je naar het westen gereisd, dan loopt je klok 'voor'. Ga toch niet te vroeg slapen, en sta de volgende dag op de lokaal normale tijd op. Wie naar het oosten reist, komt terecht in een wereld waar het juist veel later is dan je lichaam denkt, of zelfs al de volgende dag – je bent dan een nacht kwijtgeraakt. Vermijd dan 's ochtends vroeg fel zonlicht en zoek juist 's middags licht en buitenlucht op. Eet en doe andere dingen in alle gevallen ook meteen volgens het nieuwe ritme.

Middeltjes als koffie om slaap uit te stellen en alcohol om juist slaperigheid op te wekken, lijken vooral averechts te werken. Ze bemoeilijken de aanpassing van de lichaamsklok. Slaapmiddelen maken wel slaperig, maar helpen ook niet bij de aanpassing.

Voor het snel toewerken naar een aangepast ritme bij west-naar-oost-reizigers valt meer te verwachten van het slikken van een dosis van ergens tussen 0,3 en 5 milligram melatonine aan het eind van de middag of in de avond, waarbij het ook helpt om het licht te dempen. Melatonine maakt immers slaperig, zo rapporteerde Aaron Lerner, de man die het hormoon in de jaren zestig van de twintigste eeuw ontdekte, nadat hij uit nieuwsgierigheid zichzelf op een dosis van maar liefst honderd milligram getrakteerd had. Maar het doet meer dan dat: zoals het DSPS onderzoek liet zien, kan het de fase van het slaap-waakritme met meer dan een uur verschuiven. En dat betekent versnelde aanpassing van de lichaamsklok.

TEGENSPRAKEN

In 2002 verscheen in de medische vakpers een overzichtsartikel van de Cochrane-groep, een groep onderzoekers die regelmatig het effect van geneesmiddelen beoordeelt aan de hand

van eerder verschenen onderzoek van hoge kwaliteit. In dit geval werden tien onderzoeken naar effecten van melatonine op jetlag onder de loep genomen. Acht ervan lieten een duidelijk positief effect zien. Uit vijf onderzoeken bleek dat, als we jetlag scoren op een schaal van 0 (niks aan de hand) tot 100 (ernstige jetlag), de gemiddelde score op 48 lag wanneer een placebo werd toegediend, en op slechts 25 als deelnemers echte melatonine kregen. Twee onderzoeken meldden ook waarnemingen bij individuele deelnemers, en daaruit bleek dat de helft van de melatonineslikkers daar baat bij had. Op basis daarvan concludeerden de Cochrane-onderzoekers dat het nut heeft om na aankomst voor het slapen gaan een dosis van twee tot vijf milligram melatonine in te nemen, en dat twee tot vier dagen vol te houden.

Daar staat weer tegenover dat de Amerikaanse Agency for Healthcare Research and Quality in 2004 achttien andere studies analyseerde naar het effect van melatonine op slaapklachten door ploegdienst, DSPS en jetlag, en concludeerde dat er alleen bij DSPS een aanwijsbaar effect was.

Dat twee overzichtrapporten van zulk niveau elkaar tegen spreken, is niet onverklaarbaar. Waarschijnlijk liepen de bekeken onderzoeken nogal uiteen qua opzet, uitvoering en deelnemersgroep. Hoewel er dus duidelijk nog geen algemene overeenstemming is over de precieze effecten van melatonine, kun je toch wel stellen dat op zijn minst sommige mensen met melatonine minder last van jetlag zullen hebben.

Bij kortdurend gebruik heeft melatonine weinig bijwerkingen, al komen maagdarfstoornissen, hoofdpijn en misselijkheid wel voor. Hoe veilig het middel is bij langdurig gebruik staat nog niet vast, al zijn uit eerder gedaan en nog lopend onderzoek tot nu toe geen bijzondere gevaren gebleken. Wel staat vast dat melatonine beslist niet samengaat met bloedverdunders en met epilepsie.

Jan van Amsterdam

Dr. J.G.C. van Amsterdam is farmacoloog op het RIVM in Bilthoven en werkt met verschillende universitaire groepen samen op het gebied van psychische stress en slaapritmeverstoring. Zijn belangrijkste thema is thans tabaksingrediënten en –verslaving.

Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig Congres

Het Nederlandsch Natuur en Geneeskundig Congres is een oud academisch genootschap dat er naar streeft mensen van verschillende wetenschappelijke disciplines (artsen, biologen, scheikundigen, astronomen, epidemiologen, werktuigbouwkundigen, geologen, enz) met elkaar in contact te brengen en wetenschappelijke kennis uit te dragen naar een breder publiek. Onder de bestuursleden en plenaire sprekers waren eminente wetenschappers en nobelprijswinnaars zoals Beyerinck, Einthoven, Eijkman, Van 't Hoff, Kamerlingh Onnes, Lorentz, De Vries, Zeeman en Zernicke.

Sinds 1991 wordt twee maal per jaar over een natuurwetenschappelijk of maatschappelijk onderwerp een congres georganiseerd. Ook niet-academici, die niet direct een natuurwetenschappelijke, maar een meer sociaal culturele belangstelling hebben, komen aan hun trekken. De nadruk ligt op meer algemene thema's, zoals 'Ontwikkelingen in de evolutiebiologie' en 'Waterkering in Nederland', soms zelfs met een alfa tintje 'Onderzoek over emoties' en 'Apen in het oude Egypte'.

Doel is thans om aan de hand van thema's een breed geïnteresseerd publiek te informeren over wetenschappelijke onderzoeksresultaten in Nederland door voordrachten van vooraanstaande onderzoekers. Het genootschap breidt zich uit door mond tot mond reclame en heeft momenteel een ledenaantal van ca. 350 personen.

Enkele congressen die samen met de stichting Bio-Wetenschappen en Maatschappij zijn georganiseerd

Pillen op maat, 6 november 2004, Museum Naturalis, Leiden. Prof. dr. J.M.A. Sitsen: Inleiding, Dr. ir. J.C. Pronk: Nieuwe ontwikkelingen op het gebied van de genomica en de farmacogenetica, Dr. G. Ruigt: De ontwikkeling van geneesmiddelen op maat, Dr. L. van 't Veer: Genexpressiegegevens bij voorspelling van therapierespons bij borstkanker, F. Meulenberg: Maatschappelijke aspecten, Prof. dr. A.F. Cohen: paneldiscussie.

Biologische Ritmen, 11 november 2006, collegezaal 4 van het Amsterdams Medisch Centrum, Amsterdam. prof. dr. W.J. Rietveld: Biologische Ritmen, introductie, dr. ir. B. Jansen: 24-uurs-economie: kans of bedreiging?, prof. dr. G.A. Kerkhof: Ploegendienst, dr. J.H. Meijer: Onze biologische klok, prof. dr. S. Daan: Het 'nut' van ritmen en prof. dr. D. Draaisma: Psychologisch onderzoek naar tijdbeleving.

Het volgende congres vindt plaats op zaterdag 31 maart 2007 in Leiden met als thema

'LEVEND WATER/ WATERLEVEN'

Sprekers op dit congres zijn:

Prof. dr. M. Scheffer

Prof. dr. S.B.J. Menken

Prof. dr. J.J. de Vries

Prof. dr. R.A. Feddes

Dr. ir. J. Ph. M. Witte

Het cahier gemaakt in samenwerking met Stichting Bio-Wetenschappen en Maatschappij wordt op 31 maart 2007 op het congres uitgereikt. Het cahier bevat een speciale bijdrage van prins Willem-Alexander.

Bestuur NNGC: dr. J.J.E. van Everdingen, voorzitter • mw. dr. A.P.M. Jongsma, secretaris • ir. E.H. Schuringa, penningmeester • prof. dr. J.M. Verstraten • prof. dr. J.M.A. Sitsen • prof. dr. A.J. Kox • prof. dr. Ph. Rümke



PLOEGENDIENSTEN EN HET VERZET VAN DE BIOLOGISCHE KLOK



GERARD KERKHOF



PROF.DR. G. A. KERKHOF is psychofysioloog en verbonden aan de afdeling Psychologie van de Universiteit van Amsterdam en aan het Centrum voor Slaap/Waak Stoornissen van het Medisch Centrum Haaglanden in Den Haag. Hij is vooral geïnteresseerd in individuele verschillen in dag- en nachtritmes, chronische slapeloosheid, ploegendienst en stress.

Van afwijkende werktijden krijg je afwijkende rust- en slaaptijden. Vooral bij nachtdienst is dit ingrijpend: nagenoeg iedere nachtwerker leeft volgens een patroon dat haaks staat op dat van de normale dagwerker.

© Joost van den Broek / Hollandse Hoogte

Onze biologische functies zijn ingesteld op activiteit overdag en rust 's nachts. Werken in dagdienst, tussen 7 uur 's ochtends en 7 uur 's avonds, is daar dus goed mee in overeenstemming. Maar meer dan de helft van iedereen die werkt, doet dat wel eens buiten dagdiensttijden. En zestien procent van de werkende bevolking draait ook nachtdiensten: tussen middernacht en 6 uur in de morgen. Daar zijn allerlei redenen voor, van continue productieprocessen (hoogovens even stilleggen is uitgesloten), via de economische concurrentie op de wereldmarkt, tot de maatschappelijke behoefte aan doorlopende dienstverlening.

Van afwijkende werktijden krijg je afwijkende rust- en slaaptijden. Vooral bij nachtdienst is dit ingrijpend: nagenoeg iedere nachtwerker leeft volgens een patroon dat haaks staat op dat van de normale dagwerker. Want bij thuiskomst gaat hij naar bed, in het begin van de middag staat hij op, en vervolgens heeft hij een aantal uren vrij voordat hij weer naar zijn werkplek vertrekt. 'Werk – slaap – vrije tijd' in plaats van 'werk – vrije tijd – slaap'. Kan een mens in ploegendienst, of beter gezegd: zijn biologische klok zich daaraan aanpassen? Zo dat de actieve fase van de klok keurig samenvalt met de werkuren?

Het verzetten van de biologische klok blijkt in de praktijk geen sinecure. De natuurlijke dag-nacht-cyclus heeft zó sterk greep op de slingerbeweging van de klok, dat die maar moeilijk uit zijn evenwicht te brengen is. En dat speelt ons parten als we werken en slapen op afwijkende tijden. Wie nachtdiensten draait, moet het slapen gaan noodgedwongen uitstellen tot de ochtend. Zonder aangepaste biologische klok valt zijn slaaperiode dan op een 'verkeerde' biologische tijd. Dat slaapt niet lekker: mensen ervaren het als te kort, onrustig, niet verfrissend.

En dan moet er ook nog op een ongebruikelijke tijd gewerkt worden. Voor de prestaties heeft dat gevolgen. Tijdens nachtdiensten worden er, ook als je corrigeert voor verschillen in werkomstandigheden, meer fouten gemaakt dan overdag. Volgens gegevens van de Amerikaanse *Occupational Safety and Health Administration* zijn de meeste verwondingen die tijdens nachtdienst worden opgelopen, te wijten aan beoordelingsfouten en nalatigheden bij het



Onderhoud aan het spoor vindt 's nachts plaats, zodat de dagwerkers op tijd op hun werk kunnen verschijnen.

© Gerlo Beernink/ Hollandse Hoogte

opvolgen van protocollen en instructies. Dramatische voorbeelden van de ernstige implicaties van menselijke beoordelingsfouten tijdens de vroege ochtenduren zijn de ongelukken in de kerncentrale van Tsjernobyl, op 26 april 1986 om 01:35 uur, en in de reactor op Three Mile Island, op 28 maart 1979 tussen 4 en 6 uur 's morgens.

SLAPEN IN PLOEGDIENST

Maar ook zonder dat het leidt tot regelrechte rampen voor anderen, levert ploegdienst vaak schade op voor jezelf. Tussen de tien en de 25 procent van alle nachtwerkers meldt problemen die gezamenlijk aangeduid worden als *Shift Work Sleep Disorder*, 'ploegdienst-slaapstoornis'. De klachten die daarbij horen, liegen er niet om: insomnie (slapeloosheid), extreme vermoeidheid, stemmingsverlies, concentratiezwakte, prestatieverlies, hart-vaatklachten en maag-darmklachten. Meestal beperkt dit ploegdienstsyndroom zich tot de periode van nachtdienst zelf, en zit het probleem erin dat de nachtslaap naar (het begin van) de dag verschuift. Uit allerlei onderzoek is gebleken dat een dergelijke acute verschuiving ten koste gaat van de duur, de structuur en de kwaliteit van de slaap.

Neem bijvoorbeeld mijn kleinschalige studie uit 1998 onder zeventien mannelijke operators bij een energiecentrale in het noorden van ons land, van tussen de 31 en 54 jaar. Die hebben drie weken achter elkaar een slaap-waak-dagboekje bijgehouden. Daarin noteerden ze: tijd van slapen gaan, tijd van wakker worden, hoe lang het duurde voor ze insliepen ('slaaplatentie') en hoe vaak ze wakker werden ('waakjes'). Daarnaast beantwoordden ze de vraag of ze naar hun eigen idee lekker geslapen hadden of juist niet. Hoewel er vrij veel kleine variaties voorkwamen, zag het gemiddelde rooster van de operators er in die drie weken er als volgt uit:

5 nachtdiensten (van 23.00 tot 07.00 uur)

1 dag vrij

5 late diensten (van 15.00 tot 23.00 uur)

2 dagen vrij

5 vroege diensten (Van 07.00 tot 15.00 uur)

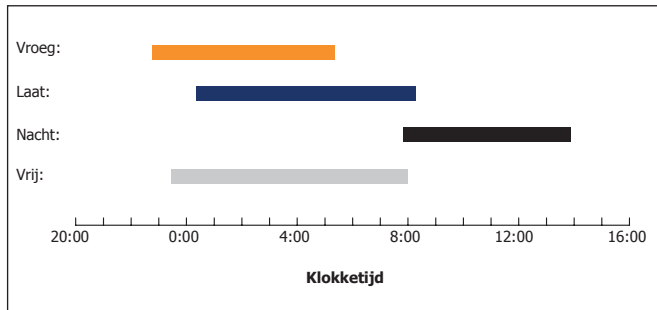
5 à 7 dagen vrij.

De diensten volgden elkaar dus op tegen-de-klok-in, een richting die ingaat tegen de 'natuurlijke voorkeur' van de biologische klok. Hoe lang mensen ervaring hadden met dat rooster varieerde nogal: tussen de 2 en maar liefst 14 jaar. Van iedere operator waren gegevens beschikbaar over tenminste de eerste drie dagen van iedere dienst. Bovendien zijn de gegevens van een vrije dag, voorafgegaan door tenminste twee andere vrije dagen, gebruikt als 'normaalwaarden'.

Als je de gemiddelden bekijkt, springt er duidelijk uit dat nachtdienst en vroege dienst je een behoorlijk deel van je slaap kosten. Wie late dienst heeft, slaapt daarna wel ongeveer net zo lang als op een vrije dag: bijna zeven en een half uur tegenover net iets meer dan acht uur. Maar de nachtdienstwerker haalt de zes uur slaap niet eens, en degene die vroeg op moet staan voor de vroege dienst komt daar ook maar zes minuten boven. Vroeg je bed in omdat je vroeg opmoet, blijkt lastig. Gemiddeld gaan de operators bij een vroege dienst maar drie kwartier eerder naar bed dan bij een vrije dag.

Ploegdienst heeft dus onmiddellijke consequenties voor hoe lang je slaapt, maar, zo bleek, ook voor hoe je slaapt. Voor een vroege dienst is het bijvoorbeeld lastiger inslapen, en na een nachtdienst zit de dagslaap vol onderbrekingen. Dat bevestigt nog eens dat de biologische klok maakt dat de beste, langste, lekkerste slaap samenvalt met de nacht. Want proberen we eerder in slaap te komen, dan lukt dat maar met moeite. En verschuiven we onze slaap naar een

latere tijd, dan wordt die voortijdig onderbroken en uiteindelijk vroeger dan normaal afgebroken. Vooral dat laatste gaat ten koste van de kwaliteit.



Zeventien operators van een energiecentrale die in ploegendienst werkten hielden een aantal weken bij hoe laat ze naar bed gingen, en hoe lang ze daar bleven. De gemiddelde bedtijd tijdens de nachtdienst was 354 minuten, en bij de vroege dienst 366 minuten. Zo'n twee uur korter dus dan tijdens een vrije dag (483 minuten) of in een periode van late dienst (448 minuten). (Bron: G.A.Kerkhof, *Werken en de biologische klok*. Neuropraxis, 1997, 1: 4-12)

NIET GEZOND WEER OP

Ploegendienst is alles bij elkaar niet echt goed voor een mens, en ook niet voor zijn baas. De nachtdienst en ook de vroege dienst hebben te lijden van het lage prestatieniveau dat kenmerkend is voor dat deel van het etmaal. Dat effect wordt nog eens versterkt door het slaapttekort dat zich bij de meeste mensen aftekent. Soms betekent dat zelfs dat ze tijdens hun werk in slaap vallen. Dan is er sprake van een dieptepunt van de 24-uurs ritmen in concentratie- en prestatievermogen gecombineerd met een in de loop van de voorgaande dagen opgebouwd slaapttekort. Ongeveer eenderde van de werknemers in ploegendienst meldt zelfs dat overmatige slaperigheid in het voorgaande jaar een (bijna-)ongeluk veroorzaakt heeft.

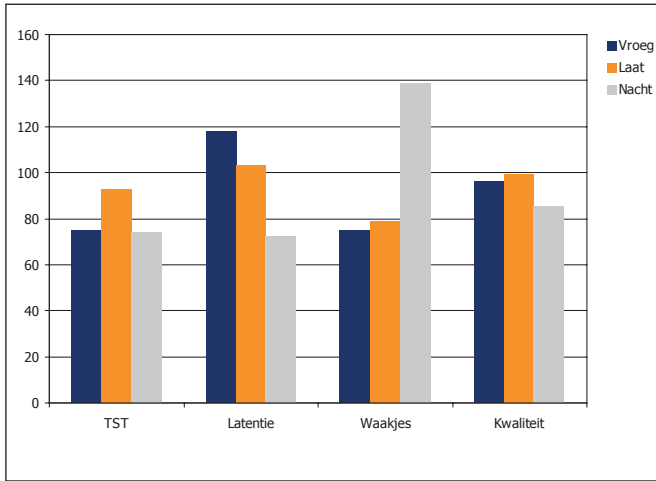
In de vroege ochtend, zo rond een uur of zes, zijn we het gevoeligst voor stress. Dat is gebleken uit 24-uurs-laboratoriummetingen van de zogeheten cortisolrespons. Cortisol wordt wel het stresshormoon genoemd, omdat het als reactie op stress door het lichaam

wordt aangemaakt. Maar die respons is niet altijd bij iedereen en onder alle omstandigheden hetzelfde. Daarom is de gedachte dat je er ongeveer aan af kunt meten hoe sterk stress als stress gevoeld wordt. En de cortisolreactie op stressoren blijkt dus het grootst op een tijdstip dat de meeste dagwerkers nog onbedreigd in bed liggen. Vroege- en nachtdiensters staan dan bloot aan allerlei omgevingsinvloeden. Dat blijkt niet gezond te zijn. Jarenlange blootstelling tijdens een biologisch kwetsbare periode van het etmaal brengt een verhoogd risico op gezondheidsklachten met zich mee. Door epidemiologisch onderzoek weten we dat onder meer de kans op hart- en vaatziekte, prostaatkanker en depressie toeneemt met het aantal jaren ervaring in ploegendienst. Ook een chronische vorm van *Shift Work Sleep Disorder* kan de gezondheid bedreigen, vooral omdat de herstelfunctie die normale, gezonde slaap heeft langdurig verzwakt is. Veel studies wijzen op een verband tussen slapeloosheid en een verhoogde bloeddruk. Voorafgaand aan een hartinfarct blijkt er vaak sprake te zijn van het 'vitale uitputtingssyndroom', waaraan stress en insomnie in belangrijke mate bijdragen. Ook het functioneren van het immuunsysteem staat in verband met kenmerken van de slaap, hoewel nog onvoldoende aangetoond is dat chronische slapeloosheid slecht is voor je afweer.

ROOSTERAANPASSINGEN

Nu we zoveel weten over de werking en de eigenaardigheden van de biologische klok kan daar bij het opstellen van ploegendienstroosters rekening mee gehouden worden, om zo de 'schade' te beperken. Bovendien kan op individueel niveau de aanpassing van de biologische klok bevorderd worden, hoofdzakelijk door gebruik te maken van een kunstmatig licht-donkerschema.

Als we even uitgaan van continudiensten moeten er bij het opstellen van het ploegendienstrooster onder meer keuzes gemaakt worden over de volgorde waarin de opeenvolgende diensten doorlopen worden (dus de *richting* van rotatie), en het tempo waarin ze afgewisseld worden (de *snelheid* van rotatie). Wat betreft de richting zijn er twee mogelijkheden: met-de-klok-mee of tegen-de-klok-in. Omdat de 'eigen', intrinsieke periode van de biologische klok bijna altijd langer is dan 24 uur, komt een verschuiving met-de-klok-mee (eerst vroege dienst, dan late dienst, dan nachtdienst) beter overeen met de 'natuurlijke voorkeur' van de biologische klok dan een verschuiving tegen-de-klok-in. Werknemers die met-de-klok-mee roteren hebben inderdaad minder klachten, en bovendien een ho-



Dit is wat verschillende diensten gemiddeld voor gevolgen hadden voor het slaappatroon van de zeventien operators. TST staat voor totale slaapduur, Latentie is de inslaaptijd, Waakjes is het aantal slaaponderbrekingen en Kwaliteit tenslotte de subjectieve slaapwaardering. Nachtdienst zorgt voor verbrokkelde slaap daarna, en wie weet dat hij vroeg op moet, heeft de meeste moeite met slapen. Het lekkerst slaapt je kennelijk direct na gedane arbeid: na een late dienst. De 'normaalwaarden' zijn op 100 procent gesteld, de ploegendienstwaarden kunnen hoger uitvallen. (Bron: G.A. Kerkhof)

gere productiviteit, dan werknemers die in tegenovergestelde richting roteren. Kortom, over de richting is iedereen het eens: met-de-klok-mee verdient de voorkeur.

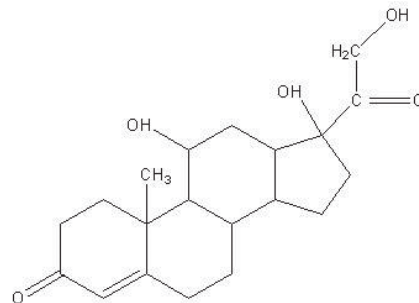
Lastiger is het antwoord op de vraag of een snelle en volledige aanpassing aan de nachtdienst nagestreefd moet worden – als dat al zou kunnen. Voor een optimale werksituatie lijkt het een uitgemaakte zaak dat dat is wat je wil bereiken: als de werknemer fysiologisch en psychologisch volledig aangepast is, dan kunnen tijdens de nachtdienst dezelfde eisen gesteld worden als tijdens de dagdienst. Maar hoeveel persoonlijke en sociale 'kosten' brengt dat met zich mee? De rest van de wereld blijft toch vooral een dagwereld. Dus moet een ploegendienstwerker zich voortdurend opnieuw aanpassen van nachtdienst naar vrije dagen of dagdienst en andersom. Afgezien van de acute 'kosten' van die (re-)adaptatie, is

het nog volstrekt onduidelijk wat de langetermijneffecten zijn van dit herhaald 'omschakelen' van de biologische klok. Komen de gezondheidsrisico's voort uit een veelvuldige verstoring van de circadiane ritmiek? Als dat zo is, moet je dat dus voorkomen en niet met bijvoorbeeld sterk kunstlicht de klok proberen te beïnvloeden. Beter kun je dan zoeken naar manieren om het circadiane systeem juist zo stabiel mogelijk te houden. Bijvoorbeeld door te werken met een snel-roterend ploegdienstrooster in combinatie met blootstelling aan daglicht in de ochtend.

Naast richting en tempo kan in een ploegdienstrooster ook gevarieerd worden met de *lengte* en de *timing* (dus de begin- en eindtijden) van de verschillende diensten. Er is onderzoek gedaan naar wat er gebeurt bij verlengde diensten. Werknemers voelen daar vaak voor (het verkort hun werkweek), maar de laatste vier uur van een twaalfurige werkperiode hebben ze te lijden onder een toegenomen vermoeidheid, met als gevolg een afgenomen prestatie. Dit geldt bij uitstek voor de nachtdienst.

Ondanks dat ploegenwerkers er goed over te spreken zijn, wordt in de verschillende takken van industrie de werkperiode niet verlengd, voornamelijk vanwege de negatieve gevolgen op de lange termijn. Na verloop van tijd komen namelijk de klachten over oververmoeidheid, slaapttekort, gewichtsverlies en de nadelen voor het sociale leven.

Voor al de wisseltijd van nacht- en ochtenddienst is van invloed. Valt die relatief vroeg, dan wordt de nachtslaap van de ochtendwerker nog meer bekort; valt hij relatief laat, dan gaat dat ten koste



Cortisol is een corticosteroïde; het is een hormoon dat gemaakt wordt in de bijnieren uit cholesterol. Cortisol wordt soms het stresshormoon genoemd. Deze illustratie is afkomstig van Wikipedia Commons.

ROKEN IN DE NACHTDIENST

WAAROM DE EFFECTEN VAN PLOEGENDIENST OP DE GEZONDHEID LASTIG TE METEN ZIJN

Nog steeds is het niet helemaal duidelijk of werken in ploegdienst nou echt ongezonder is dan overdag werken. Overeenstemming over hoe groot de effecten op de gezondheid zijn, is er al helemaal niet. Dat uitzoeken blijkt namelijk lastiger dan je zou denken. Het probleem, zoals vaak met epidemiologisch onderzoek naar de oorzaken van ziektes, is bewijzen dat het een daadwerkelijk komt door het ander. Allerlei factoren kunnen wel een samenhang vertonen, maar dat is nog iets anders dan een oorzakelijk verband.

Simpleweg tellen, bijvoorbeeld, hoe vaak een ziekte voorkomt bij mensen die in ploegdienst werken, en dat aantal dan vergelijken met een groep mensen die niet in ploegdienst werken, is niet genoeg. De verschillen die je zo vindt, hoeven namelijk niet per se door het werken in ploegdienst veroorzaakt zijn. Vergelijk het met slaaponderzoek doen bij mensen die in een ziekenhuis slapen. Dan zul je zien dat in het ziekenhuis veel meer slapers ziek zijn dan je vindt onder mensen die thuis slapen. Maar dat betekent niet dat je door het slapen in een ziekenhuis ziek wordt. Een soortgelijk probleem kan optreden bij onderzoek naar het effect van werken in ploegdienst op de gezondheid. In verschillende onderzoeken is een verband gevonden tussen in ploegdienst werken en meer risico lopen op onder andere hart- en vaatziekten en borstkanker. Bij alle uitgevoerde studies speelt echter een soort kip-of-ei-kwestie. Er is een gerede kans dat mensen die in ploegdienst werken al voordat ze daarmee begonnen gemiddeld ongezonder leefden, en ook dat ze vaker een lagere sociaal-economische status hebben dan de mensen die hun werkzame leven in dagdienst vervullen. En uit



Mensen die in ploegdienst werken beginnen vaker met roken dan mensen in dagdienst. Istockphoto.

allerlei onderzoek komt naar voren dat juist degenen in de bevolking met lage inkomens en/of weinig opleiding ongezonder zijn. Om nu toch iets te kunnen zeggen over het effect van het werken in ploegdienst komt de statistiek van pas. Met behulp van statistische analyses kun je voor dergelijke mogelijke verstoringen van de resultaten correcties aanbrengen. Zo zul je bij bijna alle onderzoeken naar gezondheidseffecten vermeld zien dat de resultaten zijn gecorrigeerd voor verschillen in sociaal economische status en rookgewoontes.

van de dagslaap van de nachtwerker. Wel lijkt een dutje iets aan dit dilemma te kunnen doen.

In de praktijk blijkt er intussen geen volledige aanpassing van de circadiane ritmiek op te treden. Bovendien bestaan er grote verschillen tussen personen. Naarmate de biologische klok van de

nachtwerker zich beter aan een veranderd werk-rustschema aanpast, zal zijn slaap minder worden bekort en zal zijn vermoeidheid overdag ook minder zijn. Misschien dat personen die zich snel aanpassen aan een periode nachtdienst (en geen ernstige acute klachten hebben) diegenen zijn die ook op den duur geen chro-

Maar juist voor dat roken zit er een vervelend addertje onder het gras. Wat is hier oorzaak en wat is gevolg? Kan het niet zo zijn dat mensen misschien juist gaan roken vanwege het werken in ploegendienst? Zo'n statistische correctie is namelijk alleen juist als het werken in ploegendienst niet tot gevolg heeft dat mensen meer gaan roken. Want als dat wel zo is, krijg je verkeerde conclusies. Nu heeft recent onderzoek inderdaad laten zien dat het werken in ploegendienst samenhangt met roken. Zo beginnen mensen die in ploegendienst werken vaker met roken dan mensen in dagdienst. Bovendien roken de rokers in nachtdienst ook meer sigaretten dan rokers in dagdienst. Naar een verklaring hiervoor moet nog weer verder worden gezocht, maar dat je je van nicotine minder slaperig gaat voelen, kan heel goed een belangrijke rol spelen.

In dit licht gezien zouden de gezondheidseffecten van ploegendienst wel eens flink onderschat kunnen worden. Alle onderzoek daarnaar wordt immers bijna standaard gecorrigeerd voor roken. Het is dus zaak voorzichtig te zijn met de interpretatie van resultaten uit observationeel onderzoek onder mensen. Tegelijk blijft dat de enige manier om te schatten hoe nadelig het werken in ploegendienst voor de gezondheid is.

Ludovic van Amelsvoort

Dr. Ir. L.G.P.M. van Amelsvoort ('Roken in de nachtdienst') is als universitair docent verbonden aan het onderzoeksprogramma epidemiologie van arbeid en gezondheid, van de Universiteit Maastricht. Hij richt zich vooral de invloed van arbeidsomstandigheden als werkstress en ploegendienst op ziekteverzuim, mentale gezondheid, hart- en vaatziekten en kanker. Daarnaast houdt hij zich bezig met de ontwikkeling en evaluatie van methoden voor epidemiologisch onderzoek.

nische (slaap-)klachten ontwikkelen. Maar dat wordt momenteel nog onderzocht. Men is hard op zoek naar individuele kenmerken die verschillen in ploegendienst-tolerantie kunnen voorspellen. Zo blijken 'slaap-flexibele' personen, mensen die heel gemakkelijk ook op gekke tijden in slaap vallen, tijdens een periode nachtdienst nauwelijks verkorte slaap te tonen.

KUNSTLICHT

Dan zijn er nog de effecten van helder kunstlicht. Dat blijkt een direct, stimulerend effect te hebben op de alertheid en het prestatievermogen: als je in zulk licht zit, word je 's nachts niet zo moe en slaperig als anders, en blijft je prestatieniveau op peil. Het tweede effect van lichtblootstelling is een versnelde verschuiving van de 24-uurs ritmiek: in de avond en de eerste helft van de nacht bevordert helder licht de vertraging van die ritmiek, terwijl lichtblootstelling in de vroege ochtend, de ritmiek juist vervoegt. Het eerste werkt de aanpassing aan de nachtdienst in de hand, het tweede werkt hem juist tegen. Alles bij elkaar gaat het dus om het optimaliseren van het licht-donkerrooster, om een goede timing van blootstelling aan én de afscherming voor helder licht.

Tijdens de Astro I missie van Space Shuttle Columbia en ook bij tien daaropvolgende missies heeft NASA gebruik gemaakt van het fase-verschuivend effect van helder kunstlicht. Dat was een groot succes. Na één week aanpassing was het melatonine-ritme van de astronauten verschoven en viel de melatoninepiek die normaal gesproken middenin de nacht valt samen met hun dagslaap. Ook subjectief voelde de bemanning zich goed aangepast aan het nachtdienstrooster. Het is een permanent onderdeel geworden van het Space Shuttle programma.

Zeer spraakmakend is de bevinding dat het 'slaaphormoon' melatonine als je het in een pilletje inneemt daadwerkelijk meteen het verloop van je eigen melatonineproductie beïnvloedt. Slik je het in de late namiddag dan wordt de stijging van de lichaamseigen melatonine vervroegd – afhankelijk van de dosis wel tot anderhalf uur. Bovendien verlaagt melatoninetoediening acuut de lichaamstemperatuur, en vermindert het de subjectieve alertheid. Je wordt op de gewone manier slaperig dus, dat is de 'hypnotische' werking die aan melatonine wordt toegeschreven.

Overigens: ook al worden alle denkbare maatregelen perfect toegepast, tóch levert ploegendienst een betekenisvolle hoeveelheid stress op. Daarom is het zaak bij ploegdiensten niet te veel andere stress te hebben.

Slaap kun je inhalen, maar het is ook mogelijk om 'vooruit te slapen'. Een dutje vóór je nachtdienst – profylactisch dutten als het ware – vermindert de effecten van het gebrek aan slaap daarna, en vertraagt het moment waarop iemands alertheid en prestatievermogen verslechteren. Tijdens de nachtdienst is een dutje niet alleen wellicht een welkome onderbreking van het werk, maar het kan ook de biologische klok in toom houden. Even slapen 'verankert' de dag-nacht ritmiek. Het fungeert dan als synchronisatiesignaal en behoedt de circadiane ritmiek voor 'vrijloop'. Dutten voor of tijdens het werk houdt wakker: je hebt minder last van het niet mogen slapen, blijft langer alert, en ook je prestaties blijven een langere periode op peil. Experimenten met dutjes van verschillende lengte hebben aangetoond dat de 'halfwaardetijd' lang is: nog tien uur na een dutje van één uur was men in aantoonbaar betere conditie dan zonder dutje. Over het algemeen heeft tussendoor slapen, vooral als het niet te lang duurt (minder dan een uur), gelukkig geen nadelige gevolgen voor de kwaliteit van een latere slaaperiode. Wél is er na een lang dutje waarin een diep slaapstadium bereikt is, sprake van een zekere slaapdrunkenheid, desoriëntatie en slaperigheid, samen aangeduid als 'sleep inertia'. Ook een prestatieverslechtering is daar een kenmerk van. Het duurt meestal zo'n tien tot vijftien minuten, en nooit langer dan een half uur, maar het vormt daarmee een heel serieuze risicofactor als iemand bij het wakker worden acuut complexe handelingen moet verrichten. De laatste jaren is er veel belangstelling voor de verschillen tussen de ge-



De hangmat, Gustave Courbet, 1844. Dit is een bestand van Wikipedia Commons.

wone gang van zaken: één slaap- en één waakperiode per etmaal, en een slaappa-troon met een aantal kortere slaaperioden verdeeld over 24 uur. 'Monofasisch' tegenover 'polyfasisch' slapen, in het bijbehorende jargon. Een aantal studies heeft zich geworpen op de vraag of er te bezuinigen valt op slaap. Dat is vooral van belang om te weten voor gespecialiseerd personeel dat ingezet wordt bij dingen als langdurige reddingsoperaties, eerste-hulpdiensten, in de ruimtevaart en bij militaire operaties. Het voorlopige

antwoord lijkt 'ja' te zijn: als het echt nodig is, kan er zonder grote problemen polyfasisch geslapen worden. Sterker nog, slaap verdelen over een aantal dutjes is efficiënter dan in een ruk doorslapen. Er gaat minder tijd aan slapen heen, en het totaal herstellend vermogen is groter dan dat van een aaneengesloten, monofasische slaaperiode. Daarin zit kennelijk nogal wat niet-essentiële slaap.

Hetzelfde onderzoek suggereert ook het bestaan van een 'slaapquant': een kleinste hoeveelheid slaap die nog herstel geeft. Die wordt geschat op tien minuten. Een krachtdut, meestal 'power nap' genoemd, mag ietsje langer duren (een kwartier à een half uur) en wint aan populariteit. Bijvoorbeeld als oplossing voor de middagdip die nog wel eens genadeloos wil toeslaan na de lunch. In het Empire State Building in New York zijn luie 'lounges'-stoelen voor dat doel te huur.

Gerard Kerkhof

DOOR PLOEGDIENST MEER KANS OP BORSTKANKER

KANKERCELLEN HEBBEN EEN ANDERE KLOK

Maar liefst één op de negen vrouwen krijgt in de loop van haar leven borstkanker. Hoewel nog steeds niet bekend is hoe het exact ontstaat, is er inmiddels wel een hele reeks aan risicofactoren in kaart gebracht. Die variëren van hormonale invloeden – heeft iemand wel of geen kinderen, en zo ja hoe oud

was ze bij de geboorte van de eerste – via erfelijke aanleg tot voedingspatroon en alcoholgebruik. Maar dat verklaart nog niet alle gevallen. Er lijkt daarnaast ook een verband te zijn met in de luchtvaart en in ploegdienst werken. Dat is althans de conclusie die getrokken kan worden uit een aantal onderzoeken.



Maar liefst één op de negen vrouwen krijgt in de loop van haar leven borstkanker. Oktober is borstkankermaand. © Peter Hiltz/ Hollandse Hoogte



Factoren die het risico op het ontwikkelen van borstkanker beïnvloeden. Het relatieve risico geeft aan hoeveel groter de kans is om borstkanker te ontwikkelen in vergelijking met de controlegroep (die een relatief risico van 1 heeft). In rood zijn factoren aangegeven waarbij biologische klok betrokken is. Waarden boven de 1, zoals gevonden bij vrouwen werkend in de luchtvaart en ploegendienstwerksters corresponderen met een verhoogd risico. Van andere factoren, zoals het geven van borstvoeding, is bekend dat deze het risico kunnen verlagen (waarden onder de 1). Overgenomen uit Moser M. et al.. *Cancer Causes Control* 17:483, 2006.

In een grote studie uit 2001 van de Amerikaanse medisch onderzoeker Eva Schernhammer werd bij een groep van 85.000 verpleegsters nagegaan of langdurig werken in nachtdienst samenhangt met meer borstkanker. Daar kwam uit dat vrouwen die langer dan 30 jaar in ploegendienst werkten 1,4 maal zoveel kans hadden op borstkanker als verpleegsters die niet in nachtdiensten werkten. Een ander Amerikaans onderzoek onder 115.000 verpleegkundigen leverde zelfs een 1,8 keer zo grote kans op voor de nachtwerksters. De duur lijkt van doorslaggevend belang, want voor vrouwen die minder dan 20 jaar in ploegendienst hadden gewerkt viel er geen verschil te bespeuren.

Ook in andere landen is gekeken naar onder anderen stewardessen en vrouwelijk radio- en telegraaftechnici op koopvaardij-schepen. Opnieuw vond men voor de vrouwen die in ploegendienst werkten een verhoogd risico op borstkanker. Ditmaal van 1,5 tot maar liefst 2,2 keer. Hoe langer en/of vaker een vrouw 's nachts werkt, des te groter de kans. Of het risico op andere vormen van kanker ook beïnvloed wordt door het werken in onregelmatige (nacht)diensten is niet bekend. Er zijn wel aanwijzingen gevonden voor onder andere darmkanker, maar er is meer onderzoek nodig om hier meer duidelijkheid over te krijgen.

VERDEDIGINGSMECHANISME

Voor borstkanker werd dus een duidelijk verband gevonden. Maar hoe zou dat te verklaren zijn? Omdat er nog zoveel onbekend is over de werking van de biologische klok en de ontwikkeling van borstkanker staat het antwoord niet vast, maar er zijn wel hypothesen. Zo heeft een verstoring van het dag-nachtritme vaak invloed op de productie van melatonine, het 'slaaphormoon'. Kunstlicht en wisselende slaaptijden kunnen de normale nachtelijke melatonineproductie doen afnemen. En het is mogelijk dat een verlaagd melatonineniveau kankerontwikkeling bevordert, doordat het onder andere de productie van het hormoon oestradiol beïnvloedt. Oestradiol op zijn beurt stimuleert normaal gesproken de ontwikkeling van de borst, maar een teveel kan kankercellen doen ontstaan die een tumor in de borstklier gaan vormen.

Verder strekt de invloed van de biologische klok zich ook uit tot een aantal andere belangrijke lichaamsprocessen, zoals alertheid, lichaamstemperatuur, en het immuunsysteem. Dat is niet alleen een verdedigingsmechanisme tegen ziekteverwekkers als virussen en bacteriën, maar ook tegen het ontstaan van verschillende vormen van kanker. Het immuunsysteem is namelijk in staat om in een vroeg stadium kankercellen te ontdekken en uit te schakelen. Een slechter functionerende biologische klok zou dus de afweer tegen kanker kunnen bemoeilijken. Maar of deze hypothesen het bij het rechte eind hebben, is nog niet duidelijk.

'TIJD THERAPIE'

Verder zijn er aanwijzingen dat niet alleen het ontstaan van kanker, maar ook het verloop van de ziekte door een verstoorde biologische klok beïnvloed wordt. Volgens de Franse onderzoeker Francis Lévi, die een laboratorium voor 'biologische ritmes en kanker' bestuurt aan het 'Institut National de la Santé

et de la Recherche Medicale', verliezen veel patiënten met een gevorderde vorm van kanker hun normale dag-nachtritme, waardoor de tumor nog sneller gaat groeien. Lévi hoopt de prognose van deze patiënten te verbeteren door de biologische klok weer in het juiste ritme te brengen.

Dan zijn er ook nog verschillende onderzoeken geweest naar de invloed van het tijdstip waarop antikankermedicijnen worden toegediend op de werkzaamheid ervan. Chemotherapie is gericht op het doden van de sneldelende kankercellen, maar heeft als groot nadeel dat ook gezonde delende cellen erdoor worden gedood. Wat blijkt nu: op bepaalde tijdstippen van de dag hebben gezonde cellen minder last van het medicijn. Door te schuiven met het tijdstip van toediening kun je ook de balans tussen de gewenste effecten en de bijwerkingen verschuiven. Een arts die gebruikmaakt van dit principe kan dan bijvoorbeeld hoger doseren.

Een mogelijke verklaring is dat de biologische klok in tumorcellen een ander tijdsverloop heeft dan in gezonde cellen. Als je medicijnen toedient op een moment dat voornamelijk de tumorcellen gevoelig zijn, zou je minder last van bijwerkingen kunnen hebben. Omdat de resultaten van dergelijke chronotherapie ('tijdtherapie') veelbelovend zijn, worden er momenteel een aantal grootschalige klinische studies met soms wel meer dan 2000 kankerpatiënten uitgevoerd.

Esther Hoogervorst

Dr. E. Hoogervorst is wetenschappelijk onderzoekster op het RIVM in Bilthoven. In 2004 is ze gepromoveerd op de invloed van celdeling en celdood op het ontstaan van kanker. Momenteel onderzoekt ze de effecten van onder meer genetische aanleg en 'lifestyle' factoren op het ontstaan van (borst)kanker.

TIPS VOOR PLOEGDIENSTWERKERS

OP HET WERK

1. Plan lichamelijk inspannende werkzaamheden tijdens de perioden van grootste slaperigheid, bijvoorbeeld de laatste uren van de avonddienst.
2. Plan werk waarvoor een grote concentratie vereist is of dat monotoon en saai is op de 'wakkerste' uren, bijvoorbeeld aan het begin van de nachtdienst.
3. Neem regelmatig korte pauzes, strek de benen, ga naar buiten, vooral in de tweede helft van de nachtdienst.
4. Zorg voor een heldere verlichting, een aangename temperatuur en stimulerende muziek.
5. Drink koffie: inname van 400 milligram cafeïne (ongeveer vier kopjes) heeft tot zes uur nadien een aantoonbaar effect op de alertheid en het prestatievermogen. Ingenomen aan het begin van de eerste nachtdienst heft dat de verwachte verslechtering van de stemming en het prestatievermogen, en de vermindering van de alertheid op. Wordt de cafeïne-inname herhaald, dan blijft het stimulerend effect op de alertheid tenminste drie achtereenvolgende dagen aantoonbaar.

NA HET WERK

1. Kijk uit onderweg naar huis. De eigen vermoeidheid en het weggedrag van anderen kunnen extra risico's meebrengen (na de avonddienst bijvoorbeeld hebben sommige medeweggebruikers een te hoog alcoholpromillage in het bloed).
2. Kom eerst even bij van het werk voor u in bed stapt.
3. Zorg voor een goed geventileerde, goed verduisterde slaapkamer.
4. Probeer herrie tegen te gaan, ook door huisgenoten duidelijk te maken dat ongestoord slapen belangrijk is na een nachtdienst.
5. Kom uw bed weer uit als u na minder dan vier uur wakker wordt. Probeer dan in de namiddag een dutje te doen.
6. Blijf 's morgens langer in bed liggen: ook al slaapt u niet, u krijgt dan toch de noodzakelijke lichamelijke rust.
7. In uiterste noodzaak kunt u overwegen 's ochtends een slaapmiddel met een korte halfwaardetijd in te nemen. Gebleken is dat tijdens de eerste vier dagen van de medicatieperiode de lengte van de dagslaap duidelijk toeneemt en dat men minder vaak wakker wordt. En dat heeft ook een positieve uitwerking op de alertheid tijdens de nachtdienst zelf. Omdat bijna iedereen na een periode nachtdienst weer terugschakelt naar dagdienst of vrije tijd overdag, is het gebruik voor meer dan enige dagen niet nodig. Nadelige effecten voor de nachtslaap en de biologische ritmen zijn mede daarom onwaarschijnlijk.
8. Advies bij vroege dienst: Probeer de avond vóór een vroege dienst eerder te gaan slapen. Lukt dit niet, ontspan u dan 's avonds zo goed mogelijk. Een namiddagdutje is niet aan te raden, omdat het dan moeilijker wordt 's avonds 'op tijd' in slaap te vallen.



TIMING: VAN LEVENSBELANG



SERGE DAAN

PERIODICITEIT

Stelt u zich eens voor dat de aarde niet om zijn as zou draaien. Of liever, dat ie eens per jaar roteerde, zodat één halve bol permanent belicht werd, de andere eeuwig in duisternis was. Net zoals de maan ons steeds dezelfde kant toe keert, die eens per 28,5 dagen om zijn as draait en ook om de aarde. Op het eeuwig verlichte aardoppervlak had zich best leven kunnen ontwikkelen. Niet direct daar waar de zon altijd in het zenit zou staan, of waar het eeuwig donker en steenkoud was; maar misschien wel in de ring waar de zon altijd zo'n graad of 30 tot 60 boven dezelfde horizon stond. Hoe zou dat leven onder permanente verlichting er uit zien? Zou er periodieke celdeling zijn? Afwisselend slapen en waken? Jaarlijkse voortplanting?

Leven is een periodiek proces, en dat zou het ook zijn op een stilstaande planeet. Cellen delen zich, organen zoals het hart pompen ritmisch het bloed rond, dieren vullen afwisselend hun maag en verteren. Eens in de zoveel tijd zoeken ze een partner om genen mee uit te wisselen. Zolang er verschillende activiteiten zijn, zal er periodiciteit zijn. Met periodiciteit in gedrag ontstaat er een opeenvolging van stadia. Stadia waarin de fysiologie varieert, en waarin sommige processen beter op het ene moment, andere beter op het andere moment kunnen worden uitgevoerd. Een hongerig dier op zoek naar voedsel kan beter maximaal alert zijn. Maar na een maaltijd kan hij het zich permitteren in slaap te vallen. Via talloze regelcircuits wordt het onderhoud van het lichaam verzorgd. Die circuits hebben de neiging tot oscillatie. Die oscillaties hebben primair een interne functie, het afstemmen van verschillende biologische processen op elkaar. Soms is het ook van belang ze op soortgenoten af te stemmen, zoals bij de voortplanting. Maar dat is moeilijk op die stilstaande planeet, waar nauwelijks externe tijdsignalen zijn.



Prof. dr. S. Daan is benoemd op de Niko Tinbergen leerstoel voor Gedragsbiologie aan de Rijksuniversiteit Groningen. Hij was naaste medewerker van zowel Jürgen Aschoff als Colin Pittendrigh, de grondleggers van de moderne chronobiologie. Zijn onderzoek concentreert zich op de functionele analyse van de timing van gedrag bij mens en dier.

Leven is een periodiek proces, en dat zou het ook zijn op een stilstaande planeet. © Paris Match / Hollandse Hoogte.

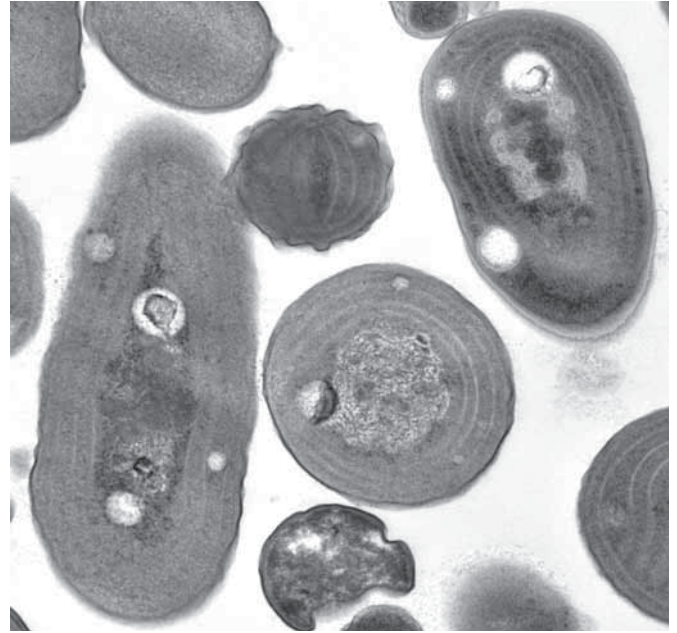
EVOLUTIE

Maar nu op een draaiende planeet. De aarde heeft vanaf het vroege begin om zijn as gedraaid. Het leven is dus geëvolu-

eerd onder een lichtdonker-cyclus, behalve diep onder de grond, in grotten of in de diepzee, waar geen licht doordringt. De aarde draaide wel iets sneller in het begin, mogelijk zelfs eens per 12 in plaats van 24 uur. Theoretische berekeningen over de wrijving aan het aardoppervlak suggereren dat de aarde elke eeuw ongeveer 2 milliseconden langer doet over een dag. In het Devoon, ongeveer 370 miljoen jaar geleden, zou een etmaal volgens deze berekening 21,9 uur geduurd hebben. Dat is door fossielen bevestigd. Uit elektronenmicroscopisch onderzoek aan de dag- en jaarringen in fossiele schelpen is gebleken dat er toen ongeveer 400 dagen in een jaar gingen. Het zal duidelijk zijn dat de snelheidsafname van de aarde zo traag is, dat ie op een evolutionaire tijdschaal in het geheel niet meetelt.

De blootstelling aan licht en donker vanaf het vroege begin heeft diepe sporen in de organisatie van levende materie nagelaten. De eerste cellen, die de celmembraan hadden uitgevonden om hun zelfreproducerend DNA en zijn eiwitten een beschermd milieu te bieden, die cellen moesten wel opereren in de afwisseling van dag en nacht. De dag, waarin energie aan het zonlicht ontfutseld werd om de cellulaire stofwisseling mee te stoken, de nacht waarin het koud was en veel processen tot stilstand dreigden te komen. Al gauw moeten er cellen zijn geweest die daarop anticeperden. Ze zetten bijvoorbeeld de fotosynthese uit bij de nadering van de nacht, als ie toch niets meer opleverde; en weer aan voor zonsopgang om direct van de eerste zonnestrallen gebruik te maken. De natuurlijke selectie ging razendsnel bij die eerste eencelligen die zich dagelijks deelden, en die al gauw de periodiciteit produceerden die hun omgeving had. Misschien is dat 12 uur geweest. Ze zullen zo gereageerd hebben als de blauwalgen in de nu klassieke proeven van Ouyang en collega's aan de Vanderbilt University.

Ouyang gebruikte voor het onderzoek naar de evolutie van periodiciteit de eencellige cyanobacterie *Synechococcus*. Dat zijn algen die overal ter wereld voorkomen, op sommige plaatsen in dichte concentraties. In de bacterie-matten in de hete bronnen van het Yellowstone Park gaan ze elke nacht op een geheel andere stofwisseling over dan de fotosynthese overdag. Daarbij wordt stikstofgas omgezet in stikstofverbindingen. Eerder had de Japanse onderzoeker Takao Kondo deze algen op twee manieren genetisch gemanipuleerd. Hij had een reporter-gen ingebouwd, dat zorgde dat elke keer dat het Kai-C-gen wordt 'afgelezen' de cel licht uitstraalt. Het aflezen (transcriptie) betekent dat van het gen (DNA) een kopie



De eencellige cyanobacterie *Synechococcus*.

By: Wenche Eikrem and Jahn Throndsen, University of Oslo

(RNA) wordt gemaakt die weer als mal dient voor de vorming van een eiwit. Hier is dat dus het eiwit KAI-C. Kai is het Japanse woord voor cyclus, C staat er bij omdat er drie van deze eiwitten zijn. Door het luminescentie-licht kon men in een kolonie algen op een agarplaatje continu de oscillatie van het Kai-C gen te registreren. Dit gebeurt met een periode van 24 uur. Eens per dag gaat de hele kolonie synchroon aan en uit. De tweede manipulatie was een bestraling van de algen, waardoor er spontaan allerlei mutaties ontstonden. Ook mutaties die een andere periode van de oscillatie veroorzaakten. Zo had men kolonies met een cyclus van 22, van 24 en van 30 uur.

Ouyang maakte hiervan gebruik door steeds twee kolonies met elkaar in een oplossing te mengen in gelijke hoeveelheden. De mengkolonies stelde hij dan bloot aan verschillende lichtdonker cycli. Ook legt een niet-ritmische kolonie het af tegen een met een ritme. Dat gebeurt in een tijdspanne van 30 dagen. Voor de blauw-

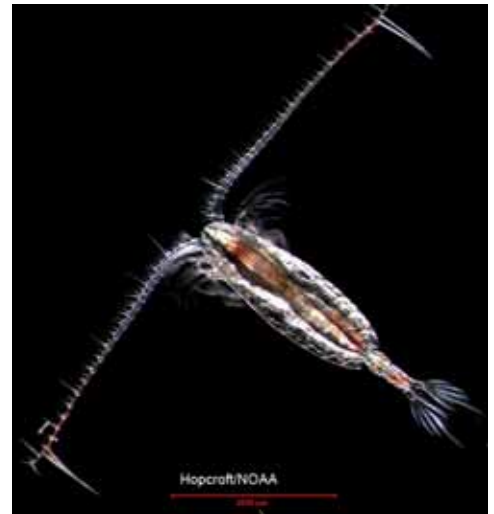


Een luminescerende kwalensoort. Bioluminescentie is chemiluminescentie in organismen waardoor deze licht uitstralen. Foto: dit is een bestand van Wikipedia Commons.

algen is de eigen klok dus van levensbelang, hoe klein ze ook zijn. De natuurlijke selectie is keihard, en voor een aritmische alg is er geen kans om zich te vestigen als er ook ritmische zijn. Vermoedelijk is het ontstaan van de inwendige klok al heel snel gevolgd op het ontstaan van het leven in de oersoep, 3 miljard jaar geleden. Die klok had de periode van ongeveer de draaiing van de aarde, een uur of 12, of 16 misschien?

Die oersoep was vermoedelijk in zee. In zee heeft zich de hele vroege evolutie van het leven voltrokken. Vooral in de bovenlagen was zonlicht de motor van het leven. De inwendige klok moet daarbij van meet af aan van belang zijn geweest. In de duisternis van de diepzee, waar geen licht doordringt – behalve bioluminescentie van de dieren zelf – was geen klok nodig. Wel zijn er veel dieren die dagelijks op en neer gaan tussen de verlichte bovenlaag en de duistere diepte. Het kreeftje *Calanus* migreert zo over een afstand van honderden meters. 's Nachts grazen ze in de bovenlaag waar overdag zich algen hebben opgehoopt. 's Ochtends gaan ze naar de diepte, op de vlucht voor het risico van predatie. Verticale migratie komt op wereldschaal voor in alle zeeën, en hier en daar in zoet water. Het kan zelfs op de sonar van vissersschepen gezien worden. De oceanen vormen samen dus een reusachtige biologische klok.

*Er zijn veel dieren die dagelijks op en neer gaan tussen de verlichte bovenlaag en de duistere diepte van de oceaan, het kreeftje *Calanus* is hier een voorbeeld van. Foto: www.sfs.uaf.edu*



VANZELF SAMEN ONGESTELD

HOE FEROMONEN ONS MOGELIJK ONGEMERKT STUREN

Bijna net zo oud als kloosters en kostscholen zijn de verhalen over hoe vrouwen en meisjes die dicht op elkaar leven gedeels gelijktijdig gaan menstrueren. Maar kon dat echt waar zijn, of was het een fabel zoals er rond taboes zoveel bestaan? In 1970 kwam een twintigjarige Amerikaanse studente aan Wellesley College, Martha McClintock, met het opzienbarende antwoord: het was echt waar.

De vraag die onmiddellijk volgde, was hoe vrouwen zo'n staaltje van onderlinge synchronisatie voor elkaar krijgen. Dat was een volslagen raadsel, al was van meet af aan een ding duidelijk: er moest een vorm van communicatie aan ten grondslag liggen. Er zijn mensen die menen dat voor de menstruele gelijkshakeling tussen vrouwen in groepen niet meer dan de normale vormen van communicatie nodig zijn. Als vrouwen



In studentenhuisen kunnen meisjes na verloop van tijd gelijktijdig gaan menstrueren. © Roger Dohmen / Hollandse Hoogte

in het dagelijks leven toch al van alles samen doen, volgens dezelfde regelmaat en op dezelfde tijden, ligt het volgens hen voor de hand dat ook hun fysiologische functies gelijk gaan lopen. Dat lijkt vanzelfsprekend als het, bij een gedeelde dagindeling, gaat over dingen als het slaap-waakritme en het hongergevoel, maar wat voor krachten zouden een maandelijks cyclus beïnvloeden?

Er zijn dan ook anderen die menen dat er wel degelijk meer aan de hand is. Op grond van onderzoek bij allerlei diersoorten stellen zij dat de mens net als die dieren over een bijzondere vorm van communicatie beschikt naast het bekende kwintet beeld, geluid, geur, aanraking en smaak (smaak is ook communicatie, planten vertellen ons er bijvoorbeeld mee over hun giftigheid). Die vorm van communicatie verloopt via feromonen.

Feromonen zijn chemische stoffen die een dier afscheidt, en die dan bij een ander dier van dezelfde soort bepaalde gedragingen of fysiologische reacties teweegbrengen. We kennen feromonen vooral uit de insectenwereld, maar inmiddels staat ook vast dat zoogdieren langs deze weg communiceren. Feromonen zouden goed kunnen verklaren waarom ratten die samenleven gelijktijdig gaan ovuleren, het gegeven dat McClintock destijds op het spoor van haar ontdekking zette.

Maar mensen? Waar werden die feromonen dan afgescheiden, en wat voor orgaan pikte ze op?

OKSEL

Een mogelijke feromonenbron is transpiratievocht in de oksel gebleken. Daarin zitten allerlei vluchtige stoffen die heel goed de rol van feromoon zouden kunnen spelen. Een kandidaat feromonenontvanger is er ook, in de vorm van het zogenaamde vomeronasale orgaan (VNO). Dat nog altijd geheimzinnige orgaantje, waarvan de ontdekking – waarschijnlijk ten onrechte – wordt toegeschreven aan de Nederlandse anatoom Frederik Ruysch (1638-1731), bestaat uit weefsel in het slijmvlies aan weerskanten van het neustussenschot. Het staat mogelijk in verbinding met belangrijke centra in de hersenen en heeft voor

zover we weten niets met gewoon ruiken van doen. Wat het dan wel doet is onbekend, we weten alleen dat het bij veel soorten zoogdieren voorkomt. Na de ontdekking van de feromoonachtige stoffen in transpiratievocht werd al gauw geopperd dat die misschien op het VNO inwerken.

Rond de eeuwwisseling deed McClintock, inmiddels hoogleraar in Chicago, met een medewerker een intrigerende poging om die veronderstelling te onderbouwen, en aan te tonen dat communicatie via okselvocht en het VNO aan de synchronisatie van de menstruatiecycclus ten grondslag lag. Eerst verzamelde ze reukloze vluchtige bestanddelen van het okselvocht van vrouwen die in de zogenaamde folliculaire fase van hun cyclus zaten, dat wil zeggen: de fase tussen het einde van de menstruatie en de eerstvolgende eisprong. Datzelfde deden ze rond het moment van de eisprong. Gedurende twee opeenvolgende maanden smeerden ze die stoffen op de bovenlip van weer een andere groep vrouwen.

Wat bleek? In beide gevallen was er een effect op de menstruatiecycclus van de besmeerde vrouwen. Stoffen uit de folliculaire fase verkortten hun cyclus, eisprongstoffen hadden juist een verlengend effect. Die uitkomsten lijken wel heel sterk te pleiten voor het bestaan van menselijke feromonen, en versterken het vermoeden dat het VNO daarbij een functie heeft. In elk geval heeft McClintock alweer een verrassend verschijnsel op de kaart weten te zetten, waarover het laatste woord nog op geen stukken na gesproken is.

Ad Sitsen

Prof. dr. J.M.A. Sitsen is emeritus hoogleraar klinische farmacologie (Universiteit Utrecht) en is meer dan 20 jaar op het gebied van klinisch geneesmiddelenonderzoek werkzaam geweest. Na studies farmacie en geneeskunde heeft hij dierexperimenteel en klinische onderzoek verricht, vooral op het gebied van psychotrope stoffen.

DE NICHES VAN DAG EN NACHT

In het water is de temperatuur gebufferd ten opzichte van die op land. Door de grote warmtecapaciteit van water schommelt de temperatuur er veel minder tussen dag en nacht. Toen eerst de planten en later de dieren zich op land vestigden, werden ze met veel grotere schommelingen geconfronteerd. De eerste dieren hadden nog geen goede bescherming tegen uitdroging in de lucht en begonnen als nachtdieren. De amfibieën, de eerste onder de gewervelden die uit het water het land optrokken, zijn nu nog steeds een nachtactieve groep. De nachtelijke kikkerkoren in tropische streken zijn daar getuige van. Later in de evolutie vonden de reptielen de waterdichte huid uit. Huidschubben beschermden tegen uitdroging en maakten het reptielen mogelijk de dag te exploiteren. Activiteit overdag heeft voor een koudbloedige het voordeel dat hij zonnewarmte kan opnemen en daardoor met warme spieren sneller zijn dan zijn concurrenten, sneller dan de prooi die hij moet vangen, sneller dan de predator die het geldt te ontwijken. Door deze uitvinding zijn de reptielen de heersers van de dag geworden. Honderd miljoen jaar lang domineerden ze de aarde, tot het grote uitsterven van de dinosauriërs 65 miljoen jaar geleden.

Warmte was ook de sleutelfactor die later tot het succes van vogels en zoogdieren leidde. Die hadden onafhankelijk van elkaar een nieuwe uitvinding gedaan: die van interne warmteproductie via de stofwisseling. De eerste zoogdieren konden daardoor aanvankelijk in de nacht leven en zich aan de dominantie van de reptielen overdag onttrekken. Bij vogels maakte de inwendige warmte het vliegen mogelijk, en van meet af aan pasten zij zich aan de niche van de dag. Sommige vogels, zoals uilen, keerden later terug naar de nacht. Sommige zoogdieren, zoals de eekhoorns en de hogere apen, zijn secundair dagactief geworden.

De draaiing van de aarde heeft geleid tot een verregaande tweedeling van de dierenwereld. Globaal laten zich de meeste soorten vertebraten inderdaad in dag- en nachtdieren indelen. Die specialisatie is essentieel voor ze geworden, en van levensbelang. Door specialisatie in een van beide niches missen ze de scherpe zintuiglijke waarneming die voor de andere nodig is. Veel vogels zijn oogdieren, veel zoogdieren zijn van geur en geluid afhankelijk, en kunnen niet kleuren zien. Vleermuizen hebben kleine kraalogen maar vaak reusachtige oren waarmee ze sonargeluiden van zichzelf en anderen kunnen opvangen. Voor de aansturing van hun activiteitspatroon zijn ze alle afhankelijk van hun biologische klok.



Een jonge zeekoet maakt de sprong van een 400 m hoge klif bij Ingeborgfjellet, Spitsbergen, gevolgd door een van zijn ouders (rechts) (Daan & Tinbergen 1978)

GEVAREN EN KANSEN

Naast dagelijks herhaalde patronen zijn er ook enkele kritieke momenten in het leven van dieren, momenten van grote kwetsbaarheid, waarvan de timing het onderscheid kan bepalen tussen leven en dood. Het moment waarop jonge fruitvliegjes uit hun poppen kruipen wordt strikt getimed door een inwendige oscillator. Ook de geboorte bij andere dieren wordt inwendig getimed. Veel apen krijgen hun jongen 's nachts. Ook bij de mens is dit van nature zo, ook al wordt tegenwoordig in de ziekenhuispraktijk vaak de voorkeur gegeven aan opgewekte geboortes overdag. Een dramatisch voorbeeld dat ik zelf ooit aanschouwd en onderzocht heb is dat van de jonge zeekoeten die op Spitsbergen in zee springen. De vogels broeden op hoge rotskliffen langs de kust in

grote luidruchtige kolonies. Elk nest bevat één groot ei. Het jong wordt door de ouders afwisselend gevoerd tot het een week of drie oud is. Het voedsel moet van ver komen, en na drie weken, begin augustus is het zover dat het efficiënter wordt met het jong naar de visgronden te verhuizen. Maar vliegen kan het jong nog niet. Het springt daarom het nest uit, en glijdt op korte vleugelstompjes 400 meter omlaag naar zee om de ouders te vergezellen. Dat is gevaarlijk want beneden wachten poolvossen en grote burgemeesters (een meeuwensoort), die graag zo'n jonge zeekoet van een kilo verschalken. Het springen gebeurt rond het midden van de lichte poolzomernacht. We konden de springers tellen, en ook wie er werd opgegeten. Alleen de springers midden in de piek hadden een kans op overleven als ze voortijdig op de grond kwamen. Wie vroeger dan de meeste andere sprong, of als de piektijd al lang voorbij was, werd stevast opgegeten. Maar eens in het leven gebeurt die sprong, maar het moment waarop bepaalt het verschil tussen leven en dood; voor de ouders het verschil tussen een geslaagd en een mislukt broedseizoen. We zagen natuurlijke selectie op dramatische wijze schaven aan het timing-mechanisme.

Behalve gevaren biedt de kosmische constellatie ook extra mogelijkheden. Zo kunnen dieren door timing hun voortplanting synchroniseren. Dit speelt een rol bij het zwermen van bepaalde insecten, zoals de eendagsvliegen, die op een vaste tijd aan het begin van de avondschemering uit hun poppen komen. Wie tegelijk met de anderen volwassen wordt heeft de grootste kans snel een partner te vinden. In de oceanen hebben ook veel dieren een gedrag ontwikkeld dat zich op de fasen van de maan richt om de seksen met elkaar te synchroniseren. Bij volle maan wemelen de stranden in Californië van de 'grunions', een visje dat daar paait en de eieren bevrucht en afzet. In de Tropen van de Stille Zuidzee is het de Paloloworm die bij volle maan in grote getale naar de oppervlakte komt voor de paring. Het is niet dat de eitjes bij volle maan betere kansen zouden hebben. Wel is zo'n extern signaal geschikt om de seksen bijeen te brengen, en niet een maand lang naar elkaar te blijven zoeken. Op een stilstaande planeet zonder tijdsignalen zou dat niet mogelijk zijn.

PACEMAKERS EN HUN SYNCHRONISATIE

Om een extern tijdsignaal goed te gebruiken is een intern mechanisme nodig. Nagenoeg alle dieren en planten gebruiken hetzelfde mechanisme om zich in te stellen op de draaiing van de

aarde. Evolutie heeft ze ruimschoots de gelegenheid gegeven dat systeem tot grote perfectie te brengen. Ze maken allemaal gebruik van een intern systeem dat de capaciteit heeft te oscilleren met een periode van ongeveer 24 uur, en dat dagelijks gelijk gezet wordt in reactie op licht en donker. De zelfde principes van de eigen periode τ en de faseverschuiving onder invloed van licht en donker zoals samengevat in de PRC gelden van de blauwwieren tot en met de mens. Het vermogen tot oscillatie is waarschijnlijk inherent aan levende materie. Het is vastgelegd in het genoom als een van de grondeigenschappen van het leven. Voor de respons op licht hebben zich in de loop van de evolutie gespecialiseerde organen ontwikkeld. Vaak bevinden deze organen zich boven op de kop waar het hemellicht het best geïntegreerd kan worden, zoals het frontaal en pariëtaal orgaan van amfibieën, de ocelli bij insecten, de pijnappelklier die bij veel vogels een rol speelt. Zoogdieren die oorspronkelijk als nachtdieren in holen leefden, en dus geen informatie over het licht van boven kregen doen het met hun netvlies. Daar in het oog bevinden zich speciale lichtgevoelige ganglia, die over een groot gebied invallend licht concentreren. Zij zijn niet betrokken bij visuele beeldvorming maar hebben ideale eigenschappen voor het precies meten en integreren over een langere periode van de lichtintensiteit, zodat de biologische klok zich optimaal kan richten op de periodiciteit buiten.

Bij zoogdieren, net als bij veel andere dieren spelen centrale pacemakers een belangrijke rol in de koppeling tussen lichtperceptie en de coördinatie van de rest van het lichaam. Die pacemakers, zoals in de suprachiasmatische kern, zijn ook verantwoordelijk voor de aansturing van het gedragspatroon: activiteit overdag en rust 's nachts bij de dagactieven, of juist andersom bij de nachtactieven. Als dieren afwisselen tussen activiteit en rust, zullen allerlei fysiologische processen die beter in de ene dan in de andere fase gedaan kunnen worden ook in de tijd meegeprogrammeerd raken. Zo is slaap een belangrijk herstelproces van de hersenen. Wat de functie van slaap is weten we nog niet precies. Dat die functie vooral in herstel en onderhoud van de hersenen gezocht moet worden en dat de meeste dieren en mensen volstrekt niet zonder kunnen ligt wel vast. Het is goed voorstelbaar dat dit belangrijke proces veel beter tijdens rust dan tijdens activiteit kan worden uitgevoerd. Zoals we een auto repareren in de garage en niet terwijl hij op de weg rijdt. Misschien zijn er uitzonderingen. Van gierzwaluwen wordt altijd beweerd dat ze tijdens de vlucht slapen. Dat heeft niemand



Van gierzwaluwen wordt altijd beweerd dat ze tijdens de vlucht slapen.
© Mikkel Ostergaard / Hollandse Hoogte

aan hun EEG onderzocht en het is maar een vermoeden, ingegeven doordat ze zo moeiteloos als zweefvliegtuigen lang in de lucht kunnen blijven. We weten het niet. Maar voor de meeste vogels en zoogdieren gaat de dagelijkse afwisseling activiteit-rust gepaard met een afwisseling waken-slapen.

Net als de hersenen voorgeprogrammeerd zijn op de dagelijkse cyclus, zo zijn ook andere organen dat. De activiteit van de lever is afgestemd op periodieke maaltijden, de hartfrequentie varieert met de circadiane cyclus, en zo ook de lichaamstemperatuur, de nierfunctie. Het is de taak van de centrale pacemaker om de circadiane cycli in al deze organen met elkaar en met de buitenwereld synchroon te houden, en optimaal op elkaar af te stemmen. Dit is cruciaal voor het functioneren van dieren – en van de mens.

WAAROM INTERNE STURING ?

Dat zou allemaal ook kunnen gebeuren door niet op een interne oscillator te vertrouwen maar als directe reactie op de lichtdonker-cyclus buiten. Er zijn twee belangrijke redenen waarom dat geen optimale regeling zou zijn. In de eerste plaats biedt het waargenomen licht geen erg nauwkeurig tijdsignaal. Alleen zonsop- en zonsondergang vormen zo'n dagelijks signaal en die

zijn soms versluierd door wolken, soms onzichtbaar door het eigen gedrag van dieren, die te laat of te vroeg uit hun holen komen. Een oscillator werkt stabiliserend op het dagelijks patroon. In de tweede plaats biedt de lichtdonker-cyclus geen enkel houvast met betrekking tot andere tijden van de dag dan licht-aan en -uit. En ook die andere tijden zijn even belangrijk. Een oscillator kan de hele dag structureren van binnen uit, en die synchroniseren ook met een gebrekkig signaal van buiten. Die oscillator kan specifiek gedrag aansturen op bepaalde tijden van de dag, en de basis zijn voor dagelijkse gewoontes. Veel dieren leven volgens zulke individuele routines. De mens is daar geen uitzondering op. Een goed voorbeeld uit de dierenwereld vormen de honingbijen die verschillende bloemen bezoeken op tijden van de dag dat de nectar daar het snelste stroomt of het zoetst is. Ingeborg Beling heeft dat al 80 jaar geleden in een mooi proefschrift ook experimenteel laten zien. De bijen komen 24 uur na een beloning met suikerwater terug naar de plek waar ze die beloning gekregen hebben. Ze bouwen goede ervaringen in hun routine voor de volgende dag. Slechte ervaringen leiden tot een verandering in het gedragspatroon. Zo wordt gisteren in het oscillerende systeem opgeslagen, als matrijs voor het gedrag van vandaag. Misschien ligt daar voor complexere, lerende, dieren een groot algemeen belang van een inwendige circadiane klok. Als in de ritmische omgeving het dier gisteren overleefd heeft, kan de routine van gisteren goed als uitgangspunt dienen voor het gedrag van vandaag. Dat is een tweede algemene reden waarom het etmaal zich zo diep heeft ingegraven in de grondeigenschappen van het leven, en voor het individu van levensbelang is geworden.

Biologische klok: het geheel van alle in een organisme aanwezige ritmen die wel zijn afgestemd op de ritmen in de natuur (zoals getijdenritmen, dag-nachtritmen, maanritmen en seizoensritmen), maar er niet door worden veroorzaakt. Soms wordt er ook de *suprachiasmatische kern* mee bedoeld.

Chronobiologie: wetenschap die de biologische tijdsstructuur bestudeert. De term is afgeleid van de Griekse woorden 'chronos' (tijd), 'bios' (leven) en 'logos' (wetenschap).

Circadiaan ritme: ritme met een periode van ongeveer 24 uur ('circa' is Latijn voor ongeveer, 'dies' voor dag). Door *synchronisatie* met omgevingsfactoren kan de periode exact 24 uur worden.

Desynchronisatie: toestand waarin twee of meer ritmen niet meer in alle opzichten synchroon (gelijk) lopen.

Diurnaal: iets wat overdag plaatsvindt. Tegengesteld van *nocturnaal*.

DNA: desoxyribonucleïnezuur, het langereke molecuul in de vorm van een dubbele helix dat de erfelijke informatie van een levend wezen herbergt. Het molecuul is een soort wenteltrap, waarbij elke trede bestaat uit een koppel van twee kleinere moleculen, verbonden door een zogenaamde waterstofbrug. Elk koppel bestaat ofwel uit een Adenine- en een Thyminemolecuul (A – T), ofwel uit een Guanine- en een Cytosinemolecuul (G – C). De randen van de trap zien er dus uit als een eindeloze

reeks van A-, T-, G-, en C-moleculen. In de volgorde ervan ligt de erfelijke informatie besloten, die als recept fungeert voor de constructie, het functioneren en het onderhoud van de cellen en het organisme waarvan zij deel uitmaken. Verreweg het meeste DNA bevindt zich in de celkern, een klein beetje zit in de mitochondriën, kleine energiefabriekjes binnen de cel.

Epifyse: *pijnappelklier*.

Gen: specifiek stukje DNA dat het recept bevat voor het maken van een eiwit. Eerst wordt de informatie in het gen overgeschreven op strengtjes boodschapper-RNA, die strengen verlaten beschreven en wel de celkern waarin het DNA zit opgesloten, en zetten waar nodig in de cel de processen in gang die tot de productie van het juiste eiwit leiden.

Hypofyse: klier in de hersenen, ook wel hersenaanhangsel genoemd, die hormonen afscheidt die de werking van andere hormoonklieren regelen. De klier bestaat uit een voor- en achterkwab, die elk op een andere wijze worden aangestuurd vanuit de *hypothalamus*.

Hypothalamus: uiterst belangrijk regelcentrum in de hersenen voor het constant houden van het *milieu intérieur* van het lichaam. Het integreert alle autonome en hormonale processen in het lichaam, waaronder de regeling van de lichaamstemperatuur, de energiehuishouding, de water- en zouthuishouding, de groei en de

voortplanting. De hypothalamus heeft een *biologische klok* die de slaap aanpast aan het dag-nachtritme, en via de autonome zenuwen ook de stofwisseling. Daarnaast reguleert de hypothalamus ook de functie van de *hypofyse*.

Hypothalamus-hypofysesysteem: het functionele verband tussen het hormonale stelsel en het vegetatieve zenuwstelsel. De *hypothalamus*, die *vegetatieve functies* reguleert, beïnvloedt via zenuwbanen de achterkwab van de *hypofyse* en via een bloedvatstelsel de voorkwab ervan.

Industrialisatie: periode in de geschiedenis van een samenleving waarin industriële productie sterk opkwam en bepalender werd voor het nationale inkomen dan de aloude landbouw. Het werd in die periode eenvoudiger om arbeid die voorheen gedaan werd door mensen, te laten verrichten door machines. In Nederland kwam de Industriële Revolutie pas relatief laat op gang, vanaf circa 1860. Daarmee begon de Nederlandse industrialisatie, die nog steeds voortduurt.

Jetlag: toestand van algehele malaise na een snelle verplaatsing over meerdere tijdzones, meestal per vliegtuig. Het is een combinatie van slaapttekort, uitdroging en verstoring van de timing van de biologische ritmen. Hoe ernstig jetlag is en hoe lang de effecten zich doen gelden, hangt af van het aantal gepasseerde tijdzones, de vluchtduur, de vluchtrichting, en iemands leeftijd (hoe ouder hoe meer last).

Melatonine: hormoon dat wordt geproduceerd door cellen in de *pijnappelklier*. Omdat melatonine alleen tijdens de donkerperiode in het bloed aanwezig is, wordt het ook wel het slaaphormoon genoemd. Het biedt op celniveau bescherming tegen *vrije radicalen*, maar speelt ook een belangrijke rol bij het regelen van de voortplanting. Bij dieren voorkomt het bijvoorbeeld dat jongen in ongunstige seizoenen geboren worden.

Milieu intérieur: door de negentiende eeuwse Franse levenswetenschapper Claude Bernard (1813-1878) ingevoerde term voor de vloeistof die zich in de weefsels rondom de cellen bevindt en die voortdurend moet worden ververst om de omgeving (het milieu) waarin cellen binnen het lichaam leven zo constant mogelijk te houden.

Neuron: zenuwcel met al zijn uitlopers (dendrieten, neuriet) en al zijn functies.

Nocturnaal: iets wat 's nachts plaatsvindt. Tegengestelde van *diurnaal*.

Pijnappelklier: klier in de hersenen die het hormoon *melatonine* afgeeft. De pijnappelklier, ook bekend onder de naam epifyse, heeft verbindingen met het oog en met de *suprachiasmatische kern*. Daardoor is hij in staat om melatonine alleen tijdens de nachtelijke uren in de bloedbaan te brengen. Op die manier werkt het hormoon voor systemen binnenin het lichaam als een signaal voor de lengte en het verloop van dag en nacht.

RNA: ribonucleïnezuur, het werkpaard van het genetische mechanisme. Waar DNA-moleculen in de celkern de erfelijke informatie bewaren, zorgt RNA, dat de vorm van een enkele helix heeft, voor het transport van die informatie naar de juiste plaatsen waar dan ook in de cel, en voor de feitelijke productie van eiwitten. De overdracht van informatie gebeurt door boodschapper-RNA (meestal afgekort als mRNA, voor messenger-RNA). Dat zijn strengetjes RNA waarop een 'afdruk' gemaakt wordt van een in het DNA aanwezig gen, waarna ze vanuit de celkern het celplasma in trekken. Te bestemder plekke neemt ribosomaal-RNA (rRNA) dan de eiwitproductie ter hand volgens het op het mRNA gedrukte recept.

Suprachiasmatische kern: groep *neuronen* in de *hypothalamus* die in belangrijke mate zorgdraagt voor de coördinatie van de eigen ritmen van veel organen tot een geoliede gesynchroniseerde 24-uursritmiek. De kern, ook wel met een Engelse afkorting SCN genoemd, dankt zijn naam aan zijn ligging: boven (supra) het chiasma opticum, de plaats achter de ogen waar de oogzenuwen elkaar kruisen op hun weg naar de visuele hersenschors in het achterhoofd.

Synchronisatie: zorgen dat twee of meer ritmen in alle opzichten gelijklopen.

Vegetatieve functies: functies in het lichaam die onderdeel vormen van de energiehuishouding, zoals bloedsomloop, spijsvertering en ademhaling.

Vrije radicalen: atomen of moleculen met een nog ongebruikte bindingsmogelijkheid, die zich daardoor op ongewenste wijze aan andere moleculen, inclusief DNA, kunnen hechten, die daarmee beschadigd raken. Vrije radicalen zijn normale bijproducten van de stofwisseling. Ze komen bijvoorbeeld vrij bij de omzetting van eiwitten, bij celdeling en bij de productie van energie in de cel. Stoffen die vrije radicalen onschadelijk maken, heten antioxidanten. Sommige daarvan, zoals het hormoon *melatonine*, maakt het lichaam zelf aan, andere nemen we op via onze voeding.



Stichting Bio-Wetenschappen en Maatschappij
Postbus 93402, 2509 AK Den Haag
Tel.: 070-3440781
E-mail: bwm@nwo.nl
www.biomaatschappij.nl

CAHIERS BIO-WETENSCHAPPEN EN MAATSCHAPPIJ

Sinds 1972 verschijnen de cahiers Bio-Wetenschappen en Maatschappij. In elk cahier wordt een thema behandeld, waarbij zowel de biowetenschappelijke als de maatschappelijke aspecten aan de orde worden gesteld.

De cahiers zijn niet alleen informatief, ze zijn ook zeer bruikbaar als u zich in een bepaald onderwerp wilt verdiepen en zich daar een mening over wilt vormen. Gemiddeld verschijnen er vier cahiers per jaar. Hieronder treft u een overzicht aan van de cahiers die nog verkrijgbaar zijn vanaf jaargang 12(1987). U kunt met de bestelkaart een abonnement aanvragen en losse nummers bestellen.

Jaargang 25

- **DE 24-UURS-MENS** Inzichten en ideeën over de relatie tussen klok en maatschappij zijn de afgelopen decennia zowel flink gegroeid als stevig bijgesteld. De 24-uurseconomie pakt bijvoorbeeld heel anders uit dan we twintig of dertig jaar geleden dachten. Voor- en tegenstanders van een 24-uurseconomie zaten er praktisch even vaak naast.
- **GEZOND VOOR EEN PRIKJE** In dit cahier is alles op een rij gezet wat iemand moet weten over vaccinaties. Hoe vaccins maken dat wij zijn beschermd zonder eerst de ziekte door te maken. Wat er mee is bereikt, wat er nog nodig is, hier en elders in de wereld, en wat deskundigen verwachten.
- **DIEREN IN DIENST** Een maatschappelijk vraagstuk vol dilemma's: de vraag hoe we met dieren, in het bijzonder proefdieren, behoren om te gaan. Een overzicht van de laatste ontwikkelingen op dit onderwerp.

Jaargang 24

- **DEPRESSIE** Depressie is een onderschatte ziekte. De Wereld Gezondheidsorganisatie schat zelfs dat depressie in het jaar 2020 volksziekte nummer een zal zijn. Erfelijkheid, lichamelijke constitutie, ontwikkeling, persoonlijkheid en stressfactoren dragen elk hun steentje bij aan deze ziekte.
- **TRANSGENE DIEREN** Beschreven wordt hoe het genetisch modificeren van dieren in zijn werk gaat en wat daarmee bereikt kan worden. Transgenese bij dieren is veelbelovend, maar in ons land ook omstreten. De inhoud van dit cahier biedt voor deze discussie heel nuttige informatie.
- **OREN EN HOREN** (dubbelnummer) Het oor is een bijzonder vernuftig en wonderlijk orgaan. Maar ook gevoelig, kwetsbaar en onderhevig aan slijtage. Hoe werkt het oor, wat kan er stuk gaan en wat heeft dat voor effect? Inzicht in de nieuwste wetenschappelijke inzichten en mogelijkheden.

Jaargang 23

- **BRÖZE BOTTEN – OSTEOPOROSE EN WAT ERTEGEN TE DOEN IS** Botontkalking is een belangrijk medisch en maatschappelijk probleem dat op latere leeftijd veel voorkomt. Nieuwe inzichten over het ontstaan, de preventie en de behandeling van Osteoporose.

- **PILLEN OP MAAT – DE OPKOMST VAN DE FARMACOGENETICA** Hoe worden medicijnen en behandelingen die afgestemd zijn op de individuele patiënt op basis van zijn erfelijke gesteldheid, toegepast? Wat zijn de gevolgen voor patiënten, artsen, verzekeringsmaatschappijen en de maatschappij als geheel?
- **OVER...BEVISSING VAN DE ZEE** Vis is voedsel waar we zuinig op moeten zijn. Overbevissing kan catastrofaal zijn in landen waar vis hoofdvoedsel is. Ook voor ons is het een belangrijke bron van meervoudig onverzadigde vetzuren. Een duurzaam visserijbeleid is hierbij essentieel. Er is ook aandacht voor de blauwe revolutie: visteelt of aquacultuur.
- **ZWANGERSCHAP – HOE BEVALT HET?** De kwaliteit van nieuw leven wordt al voor de conceptie en heel vroeg in de zwangerschap verankerd. Naast genetische factoren spelen omgevingsfactoren daarbij een belangrijkere rol dan tot voor kort werd aangenomen. Hiernaast komen in dit cahier onder meer aan bod; bevallen thuis of in het ziekenhuis, organisatie van de verloskundige zorg, IVF, postnatale depressie, opslag navelstrengbloed en (on)v vruchtbaarheid.

Jaargang 22

- **DARWIN EN GEDRAG** (uitverkocht)
- **SYSTEEM AARDE** Over het ontstaan en de evolutie van de aarde, de complexe processen die erop plaatsvinden, inclusief de rol van het leven en de mogelijke effecten van de menselijke exploitatie van natuurlijke hulpbronnen: toekomstscenario's.
- **ADAMS JAS: DE HUID VAN ACNE TOT TATTOO** In dit cahier wordt behandeld: de huid als barrière: je huid je leven – leven met je huid; tatoeages; reageren en overreageren; wonden genezen en wonden maken; licht op de huid; huidkanker.
- **ANTIBIOTICA & RESISTENTIE** De strijd tegen infectie-ziekten, de diversiteit van antibiotica, de verspreiding van resistentie, resistentie in de kliniek. Cultuurverschillen en beleid komen in dit cahier aan de orde.

Jaargang 21

- **GEZONDHEID, GEN & OMGEVING** Epidemiologie, gedragsgenetica, voedings- en geneesmiddelenonderzoek tonen welke ongekende mogelijkheden in het verschiet van het humaan genoomproject liggen, zoals voeding en medicijnen op maat. Welke ethische aspecten zijn er?
- **VERSLAVING** Alle aspecten van verslaving komen aan de orde: de invloed van genetische aanleg en van de omgeving op het ontstaan, het verband met criminaliteit, de behandeling en de zorg voor verslaafden en tenslotte het wetenschappelijk onderzoek.
- **STAMCELLEN** Over onderzoek, mogelijke toepassingen in de geneeskunde, ethische en juridische aspecten van stamcelonderzoek.
- **TRANSGENE PLANTEN** Over genoomprojecten bij planten, maken van transgene planten en mogelijke toepassingen, regelgeving, beheersen van plagen, publiekscommunicatie en acceptatie, ethiek, biologische landbouw, patenten op leven.

Jaargang 20

- **MULTIPLE SCLEROSE** Dit cahier toont aan wat het belang van neurologie en immunologie is voor de ziekte MS, alsook wat het belang is van kwaliteit van leven en maatschappelijke solidariteit voor mensen met MS.
- **PRIONEN** Hersenen als een spons bij schapen (scrapie), koeien (BSE) en mensen (nieuwe variant van Creutzfeldt-Jacob). Hoe komt dat?
- **GIST** Dit micro-organisme wordt niet alleen al eeuwenlang gebruikt voor de bereiding van brood en bier, maar gist is ook een geliefd onderzoeksmodel.
- **XENOTRANSPLANTATIE** Over de mogelijkheden en beperkingen van dieren, met name varkens, als donor van organen, cellen en weefsels.

Jaargang 19

- **HIV-INFECTIE** Sinds kort worden mensen die geïnfecteerd zijn met HIV en aids-patiënten behandeld met een nieuwe therapie. Er is goede hoop dat daarmee de ziekteverschijnselen worden voorkomen of gaan verdwijnen. De vraag is echter wat de nieuwe behandeling betekent voor de kwaliteit van leven
- **SCHIZOFRENIE (uitverkocht)**
- **VERMOEIDHEID (uitverkocht)**
- **ONTWIKKELING VAN DE HERSENEN.** De hersenen zijn een fascinerend onderzoeksterrein. Dit Cahier laat zien wat er aan kennis vergaard wordt in het laboratorium en de kliniek over de vroege ontwikkeling van de hersenen bij de mens: van de primitiefstreep bij het embryo tot de motoriek van peuters.

Jaargang 18

- **CONTROVERSEN** (dubbelnummer) In dit cahier over biowetenschappen en besluitvorming worden vier thema's behandeld: behandelen ... of niet? (kanker); genetische diagnostiek; alcoholgebruik; milieubeheer en volksgezondheid.
- **GENTHERAPIE** Bij genterapie wordt gebruik gemaakt van verschillende biotechnologische technieken. Diverse mogelijkheden worden momenteel onderzocht bij patiënten met een erfelijke ziekte en vooral bij patiënten met kanker.
- **CHRONISCHE ZIEKTEN (uitverkocht)**

Jaargang 17

- **GENEESMIDDELEN UIT PLANTEN** Over het verzamelen en overdragen van kennis, vroeger en nu, van geneeskrachtige planten (o.a. uit het tropisch regenwoud).
- **NIEUWE VOEDINGSMIDDELEN** Over zoetstoffen als alternatief voor suiker, vervangers van vetten en met behulp van biotechnologische technieken verkregen eiwitten: novel foods. Daarnaast worden zogenaamde functional foods besproken.
- **TAAALSTOORNISSEN** Over taalontwikkeling (zonder of met handicaps), specifieke taalstoornissen, dyslexie en afasie.
- **DIABETES MELLITUS (uitverkocht)**

Jaargang 16

- **ZOET WATER (uitverkocht)**
- **ERGONOMIE** Deze tak van wetenschap onderzoekt hoe producten en machines, evenals werk- en woonomgeving, aan de menselijke maat kunnen worden aangepast en draagt daartoe oplossingen aan.
- **PRE-EMBRYO (uitverkocht)**
- **BORSTVOEDING (uitverkocht)**

Jaargang 15

- **NIEUWE HORMONEN** Cytokines zijn door cellen geproduceerde eiwitten met een hormonale werking. Zij spelen een rol bij de vorming van bloedcellen, de reacties van het afweersysteem en het ontstaan van kanker.
- **INSEKTEN** Over de betekenis van insecten en hun relatie tot de mens. Sommige soorten leveren diensten en maken producten, andere zijn een plaag en worden bestreden.
- **NATUUR. WAT DOEN WIJ ERMEE?** Over de mogelijkheden om in Nederland nieuwe grote natuurgebieden te ontwikkelen. Natuur die voortbestaat zonder al te veel menselijk ingrijpen.
- **BLOEDSOMLOOP** Over de circulatie van bloed door de grote en kleine vaten, het verband tussen bloeddruk, stolling en verstopping en aandoeningen van hart en vaten.

Jaargang 14

- **PROEFDIEREN (uitverkocht)**
- **OORLOGVOERING** Over oorlogvoering door de eeuwen heen, de ontwikkeling en toepassing van chemische en biologische wapens en de medische gevolgen van een atoomoorlog. Is de mens een oorlogszuchtig wezen?
- **STRESS (uitverkocht)**
- **AIDS-VIRUS** Over het onderzoek naar het virus dat verantwoordelijk is voor de ziekte Aids. Hoe zit het virus in elkaar en wat doet het virus? Hoe wordt iemand geïnfecteerd? Welke mogelijkheden voor behandeling zijn er?

MEER INFORMATIE

- Dunlap, J.C. Loros, J.J. en DeCoursey P.J. (2004). Chronobiology: Biological Timekeeping. Massachusetts, USA: Sinauer Associates, Inc. Publishers
- Koukkari, W.L. en Sothorn, R.B. (2006). Introducing Biological Rhythms: Springer.
- Lippincott, K. en U. Eco. (1999). Het verhaal van de tijd. Haarlem: Schuyt (vertaling van The story of time, London: Merrell Holberton)
- Peters, P.F. (2003). De haast van Albertine. Reizen in de technologische cultuur: naar een theorie van passages. Amsterdam: De Balie.
- Waterhouse, J.M., Minors, D.S., Waterhouse, M.E., Reilly, T. en Atkinson, G. (2002). Keeping in time with your body clock. Oxford: University Press
- http://cal.man.ac.uk/student_projects/1999/sanders/home.htm website van de universiteit van Manchester met een inleiding in de chronobiology.
- www.chronobiology.ch website van het 'centre for chronobiology' van de psychiatrische universiteitskliniek in Basel.
- www.workingtime.org website van de 'Working time Society', een wetenschappelijke groep die zich bezighoudt met nacht- en ploegendiensten.

DE 24-UURS-MENS

WAAR ECONOMIE EN BIOLOGIE VAN
TIJD TOT TIJD BOTSSEN

Tijd vind je overal. Al sinds de oersoeprijd zit de wereld vol klokken. De afwisseling van licht en donker heeft een grote weerslag gehad op het leven op aarde, want planten en dieren beschikken over allerlei 'biologische klokken'. Ook wij hebben in ons lijf een ingenieus systeem van in elkaar grijpende radertjes, ritmes en reacties.

Van de werking daarvan, inclusief de genetische basis, zijn we de afgelopen decennia in hoog tempo heel veel te weten gekomen. Belangrijke kennis, die onze gezondheid en onze maatschappij in het hart raakt. Want sinds we de gloeilamp uitvonden, werd tijd steeds meer ook geld. Overdag wakker zijn en 's nachts slapen was niet meer nodig.

Of toch? Waarom hebben we nog steeds een van-negen-tot-vijf-cultuur? Hoe komt het dat stewardessen vaker borstkanker lijken te krijgen dan andere vrouwen? Waar beginnen biologie en economie te botsen?

Dit cahier gaat over tijdspaarmachines, de pijnappelklier, jonge zeekoeten, rondgepompte tijd, regelmaat als rem op veroudering en nog veel meer. En het maakt duidelijk dat zowel de voor- als tegenstanders van een 24-uurseconomie geen gelijk hebben gekregen.



KWARTAALCAHIERS ZIJN EEN UITGAVE VAN DE ONAFKANKELIJKE STICHTING
BIOWETENSCHAPPEN
NUMMER IS GEHEEL GE-
UIT DE LEVENSWETEN-
MET HET OOG OP DE
GEVOLGEN ERVAN



9 789073 196940

EN MAATSCHAPPIJ. ELK
WIJD AAN EEN THEMA
SCHAPPEN, SPECIAAL
MAATSCHAPPELIJKE

