

# Licht en gezondheid

Prof. Ir. Wout van Bommel

[www.woutvanbommel.eu](http://www.woutvanbommel.eu)

[wout@woutvanbommel.eu](mailto:wout@woutvanbommel.eu)

Samenvatting voor de toehoorders van mijn presentaties "Licht en Gezondheid" die ik met een zekere regelmaat met plezier geef voor groepen "lichtleken". Zo'n voordracht duurt ongeveer 2 x 45 minuten. Bij interesse: zie mijn Emailadres. Vaak geef ik voor echt geïnteresseerde leken de voordracht op basis van alleen een kilometervergoeding.

## Inleiding

De medische en biologische wetenschap heeft de laatste 30 á 40 jaar aangetoond dat licht via het oog niet alleen voor zien nodig is. Dat licht heeft ook een belangrijk niet-visueel biologisch effect op ons lichaam. Er bestaat een directe verband tussen licht en gezondheid. De positieve invloed van licht op onze gezondheid en welzijn werkt via de menselijke biologische klok. Dat kleine orgaantje in onze hersenen is via zenuwverbindingen verbonden met, pas in 2002 ontdekte, lichtgevoelige celletjes in ons oog. Onze biologische klok regelt onder invloed van licht allerlei vitale levensprocessen, zoals lichaamstemperatuur, hormoonniveaus, slaap-waakritme, stemming, alertheid en stress. Vooral als we 's winters weinig van daglicht kunnen profiteren is het belangrijk te weten op welke manier licht onze gezondheid, prestatie en stemming beïnvloedt en hoe we daar slimmer mee om kunnen gaan. Daarnaast leren we meer en meer over toepassingen van licht als therapie.

Voorbeelden hiervan: de behandeling van ernstige winterdepressies, slaapproblemen en het herstellen van het slaap/waakritme bij alzheimerpatiënten.

## 1. Circadiaanse lichaamsritmes

Wij leven op aarde onder een 24-uurs licht-donker ritme dat wordt veroorzaakt door de draaiing van de aarde om haar as in precies 24 uur. Een (ongeveer) 24-uurs ritme wordt een circadiaans ritme genoemd naar de Latijnse uitdrukking "circa diem": ongeveer een dag. Het circadiaans lichaamsritme is een fundamentele eigenschap van de mensen, de planten en de dieren. De verschillende lichaamseigenschappen hebben ieder hun eigen typische tijdsverloop binnen het circadiaans ritme. Tabel 1 geeft voor de gezonde mens voorbeelden van circadiaanse ritmes voor verschillende lichaamsaspecten.

Tijd	Lichaamsaspect	Tijd	Lichaamsaspect
08:00 – 09:00	Testosteron piekt	19:00 – 20:00	Melatonine gaat stijgen
09:00 – 10:00	Cortisol piekt Hart/Herseneninfarct piekt	22:00 – 23:00	Darmbewegingen minimaal
11:00 – 12:00	Urinezuur piekt	24:00 – 01:00	Cortisol minimaal
13:00 – 14:00	Cholesterol piekt	01:00 – 02:00	Groeihormoon piekt
14:00 – 15:00	Adrenaline piekt	02:00 – 03:00	Melatonine piekt
15:00 – 16:00	Beste reactietijd	04:00 – 05:00	Astmasymptomen pieken
16:00 – 17:00	Hartslag piekt	05:00 – 06:00	Lichaamstemperatuur minimaal
18:00 – 19:00	Bloeddruk piekt Lichaamstemperatuur piekt	06:00 – 07:00	Hooikoorts symptomen pieken

Tabel 1. Circadiaanse ritmes voor verschillende lichaamsaspecten. Blauwe letters: aspecten die meer in detail besproken worden.

Fig. 1 (boven) toont het dagelijks ritmisch verloop van de lichaamstemperatuur van een gezond iemand. De temperatuur is 's morgens ongeveer 0,5° C lager dan 's avonds.

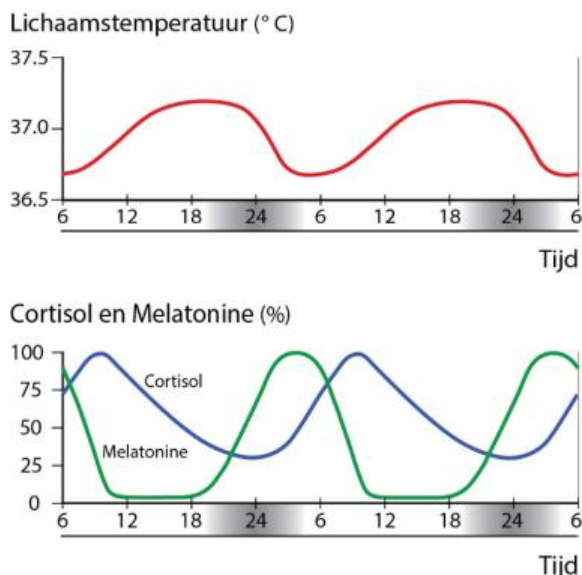


Fig. 1 Het 24-uurs ritme van de lichaamstemperatuur (boven) en van het "slaaphormoon" melatonine en "energiehormoon" cortisol (onder) over twee dagen.

Fig. 1 onder laat de variaties in concentraties van de hormonen melatonine en cortisol zien. Hoge concentraties van melatonine gaan samen met een hoge slaperigheid. Dit hormoon wordt daarom ook wel het slaaphormoon genoemd. Het hormoon cortisol maakt onder andere glucose aan en geeft ons lichaam de energie nodig voor onze lichamelijke en geestelijke activiteiten. Bij gezonde mensen verdwijnt het "slaaphormoon" melatonine 's morgens bijna helemaal uit ons lichaam en is het 's nachts juist maximaal aanwezig. Het "energiehormoon" cortisol is juist overdag, als we energie nodig hebben, voldoende aanwezig en bereikt 's nachts zijn laagste niveau. Die natuurlijke variatie van de hormonen melatonine en cortisol zorgen ervoor dat we 's nachts een gezonde slaap kunnen hebben en dat we overdag wakker en alert zijn met voldoende energie.

## 2. Het eigen ritme van ons lichaam

De Duitse onderzoeker Aschoff van het Max Planck Instituut, een van de eerste onderzoekers naar tijdseffecten in het menselijk lichaam, deed

tussen 1964 en 1989 onderzoek naar lichaamsritmes. Hij gebruikte een licht- en geluidsdichte ondergrondse bunker. Hier verbleef elke proefpersoon ongeveer 4 weken, volledige geïsoleerd van de omgeving, in een woon-slaapkamer met alle voorzieningen. Aschoff toonde als eerste aan dat het lichaamsritme bij de meeste mensen niet exact een 24-uurs ritme volgt als ze geen signalen krijgen vanuit de omgeving. Het lichaamsritme van zijn proefpersonen varieerde tussen ongeveer 23,5 en 25 uur. We weten nu dat ochtendtype mensen een korter ritme hebben dan 24 uur, terwijl avondtype mensen een ritme hebben langer dan 24 uur. Het ritme zonder externe signalen uit de omgeving wordt het "vrijlopende" of "eigen" biologische ritme genoemd. Bij mensen die een eigen ritme hebben afwijkend van 24 uur verschuift de lichaamstoestand elke dag een beetje in de tijd. Als voorbeeld hiervan toont Fig. 2 voor de lichaamstoestand "slaperig" (vooral gestuurd door de hormonen melatonine en cortisol) de verschuiving over zeven dagen voor iemand met een eigen ritme van 25 uur (extreem avondtype mens) en voor iemand met een eigen ritme van 23,5 uur (extreem ochtend type mens).

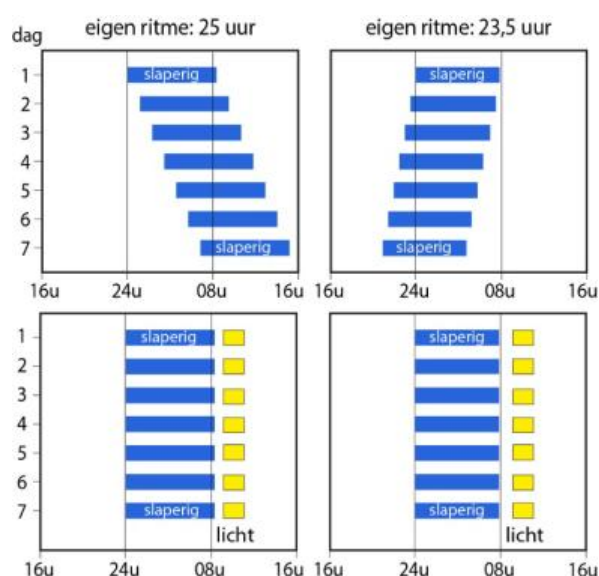


Fig. 2 Boven: slaap-waak ritme 25 resp. 23,5 uur. Onder: door ochtendlicht gesynchroniseerd slaap-waakritme.

Na zeven dagen staat het lichaam van mensen die een eigen ritme van 25 uur hebben niet

tijdens de nacht maar ongeveer van 's morgens 08:00 uur tot 's middags 16:00 uur in de slaapstand! Bij een eigen ritme van 23,5 uur verschuift het ritme terug in de tijd. Omdat we in een 24-uurs maatschappij leven en elke morgen op dezelfde tijd op het werk of de school moeten zijn, is het essentieel dat ons circadiaans ritme elke dag ongeveer hetzelfde 24-uurs patroon blijft volgen. Gelukkig zorgt voldoende licht in de ochtend ervoor dat die verschuiving elke dag terug of vooruitschuift zodat de lichaamsritmes gesynchroniseerd blijven met het 24-uurs ritme (Fig. 3 onder). De biologische klok in onze hersenen speelt bij deze synchronisatie een essentiële rol.

### 3. Biologische klok

In 1972 werd ontdekt dat zoogdieren een klein orgaantje hebben dat tijd bijhoudt: een biologische klok die fungeert als pacemaker voor de lichaamsritmes. Bij mensen bevindt de biologische klok, in medische termen Supra Chiasmatic Nucleus (SCN) genaamd, zich iets voor het midden in het hersengebied. Recenter onderzoek laat zien dat het menselijk lichaam een groot aantal minuscule biologische klokjes heeft. Perifere klokjes bevinden zich bijvoorbeeld in de maag, lever, nieren, bijnier, longen, in spierweefsel en zelfs in het netvlies. De biologische klok in onze hersenen (SCN) fungeert als de "master" pacemaker die de perifere klokjes synchroniseert.

### 4. Licht als "Zeitgeber"

De biologische SCN-klok is niet alleen een systeem dat ritmes genereert. Het is ook een sensor om externe informatie uit de omgeving te op te vangen. Die externe informatie gebruikt het lichaam om met het 24-uursritme te synchroniseren. Het belangrijkste externe signaal voor onze biologische klok is het ochtendlicht. De Duitse term "Zeitgeber" wordt ook in andere talen in de wetenschappelijke literatuur voor dit effect van licht gebruikt. Dankzij het draaien van onze aarde om zijn eigen as in bijna exact 24 uur volgt het ochtendlicht een 24-uurs ritme. Als we, in het bijzonder in de ochtend, voldoende licht ontvangen hebben we,

welk chronotype we ook zijn, nagenoeg geen last van de verschuiving van onze lichaamsritmes. Dit komt omdat ze dan elke ochtend gelijkgezeten worden met de actuele 24-uurs tijd. Het tijdstip van het "Zeitgeben" door licht is belangrijk. Te veel licht in de avond of nacht kan de synchronisatie juist ernstig verstoren.

## 5. Hoe het in ons lichaam werkt

### 5.1. Staafjes, kegeltjes en bolletjes

De Nederlander Antoni van Leeuwenhoek beschreef in 1722 dat hij met zijn lenzen draadachtige structuren achter in het oog van een kikker had waargenomen. Rond 1850 wordt duidelijk dat die structuren, die ook bij mensen aanwezig zijn, een laag met lichtgevoelige celletjes is. Die laag is het netvlies achter in ons oog die bij mensen meer dan 100 miljoen staafjes en kegeltjes bevat. De namen staafjes en kegeltjes refereren aan de vorm van die lichtgevoelige celletjes (Fig. 3). Het netvlies bevat daarnaast ook ganglion celletjes. Die celletjes fungeren als knooppunten van zenuwbanen afkomstig van de staafjes en kegeltjes.

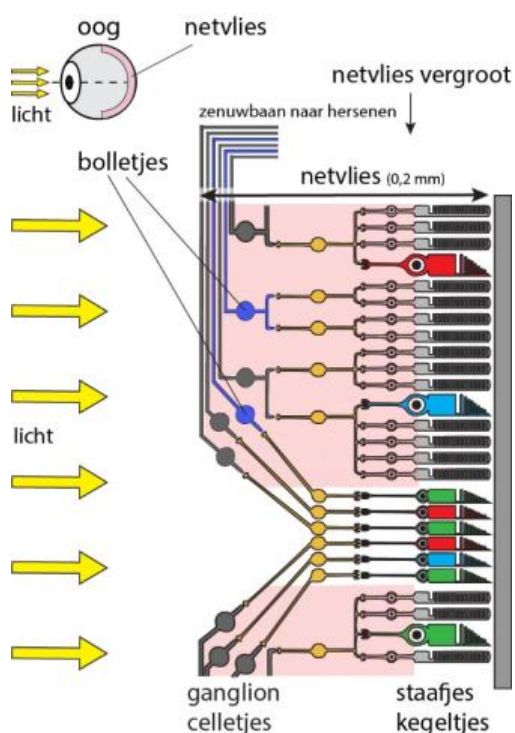


Fig. 3 Netvlies van het oog met staafjes, kegeltjes en bolletjes (de blauw getekende bolletjes zijn intrinsic photosensitive retinal ganglion cells).

Fig. 3 laat zien dat de ganglion celletjes een verbinding hebben met zenuwbanen die naar onze hersenen gaan. Hier lopen elektrische signaaltjes door, opgewekt door licht dat op de staafjes en kegeltjes valt. In de hersenen ontstaat als resultaat de sensatie “zien”. In 2002 ontdekte Dave Berson van de Amerikaanse Brown Universiteit een tot dan toe niet ontdekt derde type lichtgevoelig celletje. Zo’n 2 à 3 % van de al lang bekende ganglioncelletjes blijken zelf ook gevoelig te zijn voor licht. Licht dat zo’n lichtgevoelig ganglion celletje treft wordt, net zoals bij de staafjes en kegeltjes, omgezet in een elektrisch signaal. Dit nieuw ontdekte lichtgevoelige celletje wordt “intrinsic photosensitive Retinal Ganglion Cell” genoemd: ipRGC. Omdat dit een nogal moeilijke naam is, gebruik ik liever de naam “bolletjes”. Ganglion celletjes hebben min of meer een bolletjesvorm. Ik gebruik de naam bolletjes alleen maar voor de 2 à 3 % lichtgevoelige ganglion celletjes en niet voor de “gewone” zenuwknoppunt ganglion celletjes. De elektrische signalen opgewekt door licht dat lichtgevoelige bolletjes treft gaan via zenuwbanen naar andere plaatsen in de hersenen dan de signalen afkomstig van de staafjes en kegeltjes.

### 5.2 Verbindingen tussen bolletjes, biologische klok, pijnappelklier en bijnierschors

De zenuwverbinding tussen het netvlies en de biologische klok is in Fig. 4 weergegeven met de donkerblauwe lijn. De biologische klok heeft op zijn beurt een verbinding met andere gebieden in de hersenen en het lichaam. Een zenuwverbinding (lichtblauwe lijn) daalt door het ruggenmerg en stijgt dan weer omhoog om een verbinding te maken met de pijnappelklier in de hersenen. De pijnappelklier produceert het hormoon melatonine. Daardoor is er een direct verband tussen licht op het netvlies, timing door de biologische klok en melatonine concentraties. Dit is essentieel voor het goed functioneren van ons lichaam. Een andere verbinding loopt van de biologische klok naar de bijnierschors die zich boven op onze nieren bevindt (groen gestippelde lijn). De bijnierschors produceert het hormoon cortisol. Hier hebben we een verband

tussen licht dat door het netvlies wordt ontvangen, timing door de biologische klok en cortisolconcentraties. Dit verband is essentieel voor een goed energiebeheer van ons lichaam. De rode lijn geeft de zenuwverbinding tussen staafjes en kegeltjes met de visuele cortex, het “zichtcentrum” in de hersenen.

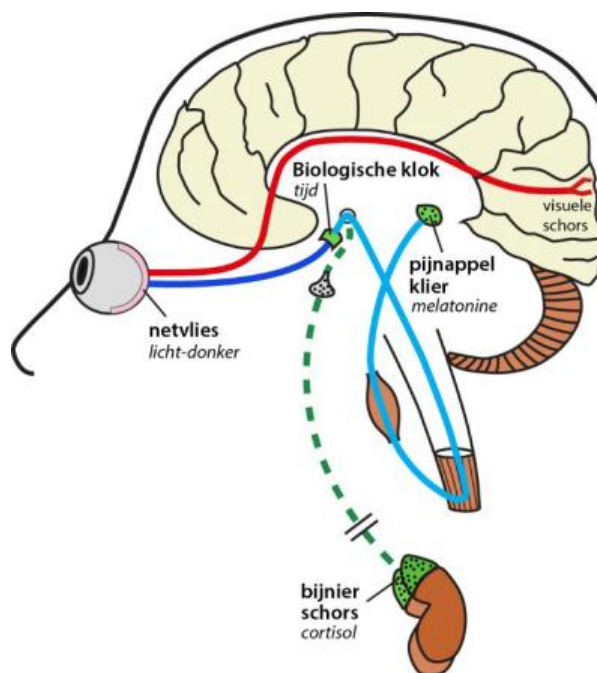


Fig. 4 Verbindingen tussen netvlies, biologische klok en gebieden waar het slaaphormoon melatonine en het energiehormoon cortisol wordt geproduceerd.

Naast de hierboven beschreven verbindingen zijn er nog meer verbindingen. Er worden ook nu nog regelmatig nieuwe verbindingen ontdekt.

### 6. Effect van licht op slaap, alertheid en prestatie

Zoals beschreven verloopt het circadiaanse proces alleen mooi volgens het 24-uurs ritme als vooral in de ochtend het oog voldoende licht ontvangt en in de late namiddag en avond minder licht en de nacht geen of bijna geen licht. Daglicht gisteren (en eergisteren) ontvangen zorgt ervoor dat we afgelopen nacht een goede kans hadden om goed te slapen en we daarom vandaag overdag goed wakker en alert kunnen zijn. Dit is in Fig. 6 aangegeven als route 1. Naast het circadiaans proces speelt hierbij ook een slaapdruk proces. Bij dit proces speelt niet licht

een rol maar factoren zoals vermoeidheid, voedsel- en drankinname en stress. Een aspect dat weer wel met licht te maken heeft en vaak vergeten wordt in discussies over licht en prestatievermogen is het feit dat licht dat ons oog op dit moment ontvangt, leidt tot een direct alertheid verhogend effect. Deze directe onmiddellijk positieve effecten van licht zijn zichtbaar op fMRI scans van hersenen gemaakt tijdens het uitvoeren van een cognitieve taak (zoals bijvoorbeeld rekensommen maken). Het directe positieve effect van licht is in Fig. 5 weergegeven als route 2 naar goede alertheid en prestatie vandaag.

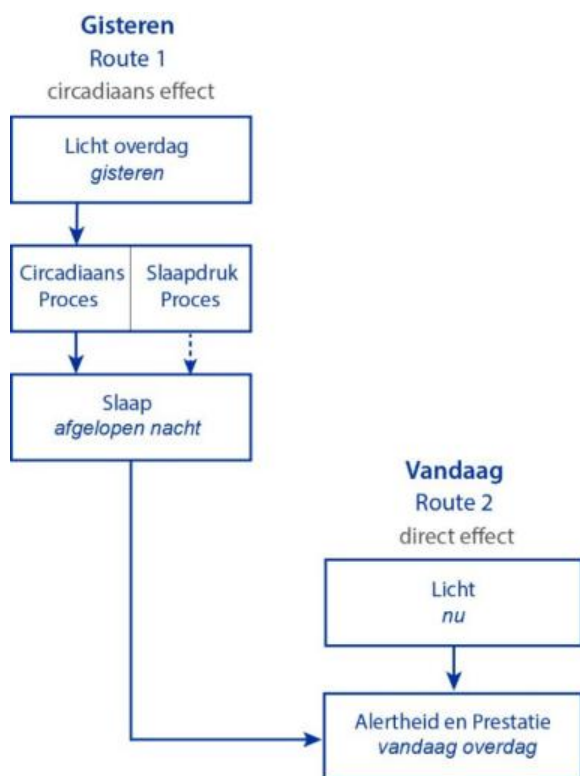


Fig. 5 De twee routes via welke licht onze alertheid en prestatievermogen beïnvloedt.

## 7. Hoeveel licht is nodig?

### 7.1 Melatonineonderdrukking

Om de hoeveelheid licht te bepalen die minimaal nodig is om niet-visuele biologische effecten op te wekken meten onderzoekers vaak het melatonineniveau in proefpersonen onder verschillende lichtniveaus. Melatonineniveaus kunnen eenvoudig worden gemeten door met een wattenstaafje een speekselmonster nemen.

Een uitgebreide proef van het Lighting Research Centre in de VS is een mooi voorbeeld van zo'n onderzoek. Zij lieten proefpersonen in hun slaaplaboratorium slapen bij volledige duisternis tot 3 uur 's nachts, het moment waarop we ongeveer de maximale hoeveelheid melatonine in ons bloed hebben. Die hoeveelheid werd direct na het wakker worden gemeten en als de 100 % waarde genomen. Vervolgens verbleven de proefpersonen in een ruimte met verlichting die aangepast kon worden om verschillende verlichtingssterktes op het oog te geven. Het daardoor geleidelijk lager wordende percentage melatonine werd regelmatig gemeten totdat een niveau van 50 % werd bereikt. Fig. 6 laat bij 3 verschillende lichtniveaus zien hoeveel tijd gemiddeld nodig was om het nachtelijk melatonineniveau van 100 naar 50 % te brengen.

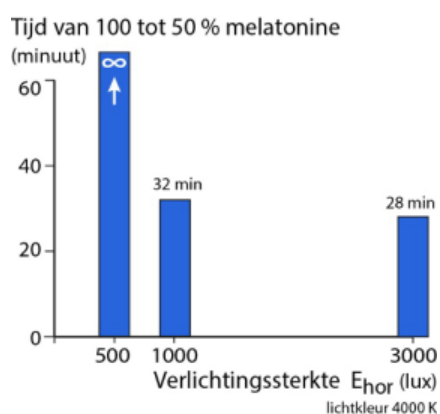


Fig. 6 Tijd nodig voor melatonineonderdrukking tot 50 % bij drie verlichtingsniveaus (lichtkleur 4000K). Onderzoek van Figueiro en McIntyre et al. (De lichtniveaus op het oog van de proefpersonen zijn omgerekend naar corresponderende horizontale verlichtingsniveaus in conventionele kantoren).

Bij een hoeveelheid licht van 3000 lux is dat bij de gemiddelde proefpersoon 28 minuten en bij een niveau van 1000 lux 32 minuten. Bij een niveau van 500 lux lukt het echter niet. De normwaarde voor goede kantoorverlichting, gebaseerd op goede visuele effecten, is 500 lux verlichtingssterkte op het bureauvlak. Uit boven beschreven onderzoek en andere onderzoeken blijkt 500 lux niet voldoende te zijn om een goed niet-visueel biologische effect te verkrijgen. De hierboven beschreven proeven gebruikten een "neutraal-witte" lichtkleur zoals gebruikelijk in kantoren, scholen en fabrieken (deze lichtkleur



wordt door lichtprofessionals gekarakteriseerd als lichtkleur 4000 Kelvin).

### 7.2 Warm-wit licht versus koel-wit licht

De bolletjes en kegeltjes hebben een verschillende gevoeligheid voor de kleur van licht. Fig. 7 laat zien dat voor visuele effecten (“kegeltjes zien”) licht met een groot geelrood aandeel effectief is. Voor gezondheidseffecten (“bolletjes zien”) is juist licht met een groot blauw aandeel effectiever.

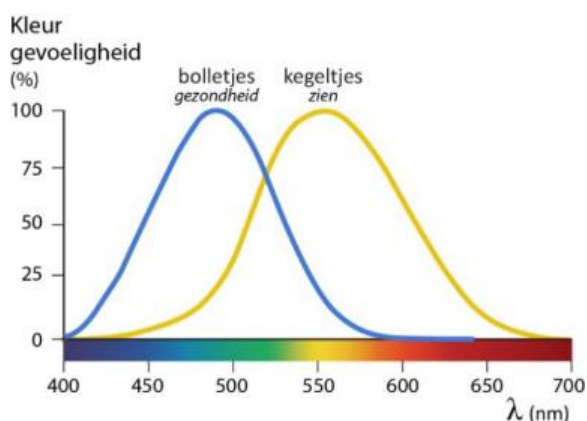


Fig. 7 Spectrale kleurvoeligheid voor visuele effecten (kegeltjes) en voor gezondheidseffecten (bolletjes).

Deze feiten geven de mogelijkheid om door het gebruik van wit licht met een hoog blauwgehalte (extra koel-wit licht) verlichtingsinstallaties te ontwerpen die bij redelijke verlichtingsniveaus goede niet-visuele gezondheidseffecten leveren. Recent, in 2018 is er een nieuwe lichteenheid gedefinieerd op basis van de kleurvoeligheid van de bolletjes: de melanopische EDI lux. Dit maakt het makkelijker voor lichtprofessionals om bij het ontwerpen van verlichtingsinstallaties “het gezondheidseffect” volledig mee te nemen.

### 7.3 Voorbeeld kantoorverlichting

In de meeste kantoren en industriële ruimtes levert binnentredend daglicht alléén meestal niet voldoende licht voor het verkrijgen van optimale gezondheidseffecten. Dit is in het bijzonder het geval in de winter en speciaal voor diegenen die verder dan zo’n 1,5 m van de ramen zitten. Daarom moet kunstlicht voor de benodigde extra verlichting zorgen. Fig. 8 geeft een voorbeeld van een lichtscenario waarbij

zowel het verlichtingsniveau als de lichtkleur dynamisch verandert. De ochtendverlichting met extra-koel wit licht begint met een waarde van 750 lux op het werkvlak, iets meer dan de tot nu toe gebruikelijke 500 lux. Het hogere niveau met koel-wit licht helpt de biologische klok te synchroniseren. Deze lichtconditie duurt 2,5 tot 3 uur. Daarna vermindert het verlichtingsniveau geleidelijk en daarmee ook het energieverbruik. De lichtkleur verandert dan ook langzaam van koel-wit naar warm-wit.

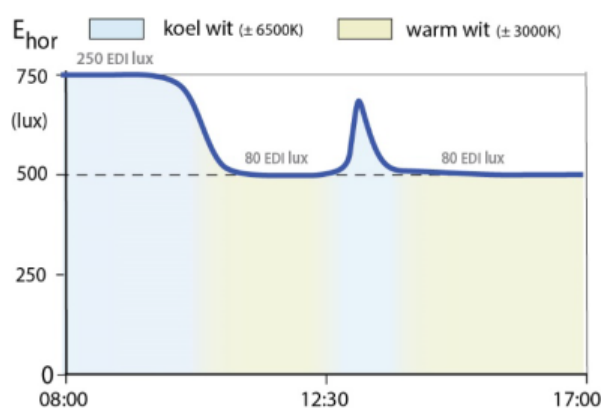


Fig. 8 Dynamische kantoorverlichting variërend in lichtkleur en lichtniveau voor zowel goede visuele als niet-visuele biologische effecten.

Aan het begin van de middag, rond lunchtijd, bereikt het verlichtingsniveau het laagste niveau van 500 lux, het minimumniveau aanbevolen voor visuele prestaties en comfort. Deze situatie met een lager verlichtingsniveau en warme lichtkleur ondersteunt het ontspanningsmoment rond de lunchtijd (siësta-effect). De korte verhoging van de verlichtingssterkte na de lunch is bedoeld om na de korte rustperiode een revitaliserend effect te geven. Het weer lagere verlichtingsniveau van 500 lux in de rest van de latere middag bespaart energie. Dit lagere lichtniveau werkt een geleidelijke natuurlijke stijging van melatonine later in de middag niet tegen, wat een hoger niveau wel zou kunnen doen. (Voor de lichtprofessionals zijn de verlichtingssterktewaardes ook in de nieuwe lichteenheid, melanopische EDI lux, gegeven).

## 8. Algemeen licht en donker advies

### Overdag (speciaal in de morgen)

Hoog lichtniveau met koele kleurtint

- Om de biologische klok gelijk te zetten
- Om alertheid en prestatie te verhogen
- Om negatief effect van te veel avondlicht te verminderen

### Avond

Lager lichtniveau met warme kleurtint

- Om te helpen te ontspannen en lichaam naar slaapstand te brengen

### Nacht

Extreem laag lichtniveau of totaal donker

- Om gezonde slaap te ondersteunen

## 9. Ouderen

Het melatoninegehalte 's nachts is bij de meeste ouderen lager dan bij jongeren. Met het ouder worden gaat de pupil minder ver open en vergeelt de ooglens waardoor minder licht het netvlies bereikt (Fig. 9).

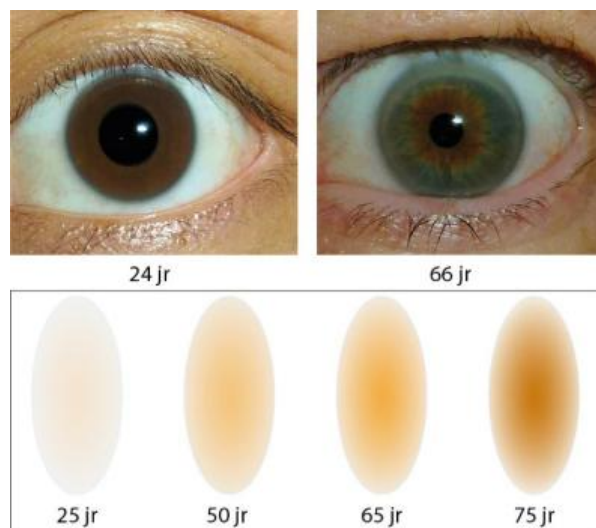


Fig. 9 Kleinere pupilopening (bij eenzelfde lichtsituatie) en vergeling van de ooglens bij ouderen.

Door een gele lens kan de gele component van het licht goed passeren maar de blauwe, zo belangrijk voor de niet-visuele effecten, veel minder. Ouderen hebben niet alleen voor “zien” maar ook voor “gezondheid” meer licht nodig dan jongeren. Bij ouderen met een verlaagd

nachtelijk melatonineniveau verbetert dat niveau zich bij blootstelling aan meer licht in de ochtend. Bij een staaroperatie wordt de vergeling van de lens voor een gedeelte hersteld door het plaatsen van een kunststoflens zodat weer meer licht, in het bijzonder ook blauw licht, het netvlies bereikt. Een voordeel voor het zien en voor de gezondheidseffecten van licht.

## 10. Lichttherapie

Tot nu is het onderwerp licht en gezondheid behandeld uitgaande van gezonde mensen. Licht kan soms ook toegepast worden als therapie bij ziektes. Op dit moment wordt er veel onderzoek op dit terrein gedaan. Om een indruk te geven van de potentie van lichttherapie hieronder een paar voorbeelden.

### 10.1 Afwijkingen in de biologische klok

Ziektes waarbij een verstoring of afwijking in de biologische klok een rol spelen kunnen vaak met lichttherapie behandeld worden. Soms gebeurt dit als een aanvulling op andere behandelingen, soms als een zelfstandige therapie. Een voorbeeld van dit laatste is lichttherapie bij SAD (seasonal affective disorder). SAD is een ernstige vorm van winterdepressie die functioneren gedurende een deel van de winter bijna onmogelijk maakt. In veel gevallen helpt lichttherapie onder medische begeleiding de effecten in korte tijd zo te verminderen dat normaal functioneren weer mogelijk is.

### 10.2 Slaapproblemen, obesitas en ADHD

Sommige vormen van ernstige slaapproblemen gaan samen met een niet goed functioneren van de biologische klok. Bij deze vormen kan lichttherapie onderdeel van de behandeling zijn. Ook sommige vormen van obesitas gaan samen met een probleem van de biologische klok. In die gevallen kan soms ook lichttherapie een (aanvullende) therapie zijn. Er lopen meerdere onderzoeken naar lichttherapie en ADHD.

### 10.3 Alzheimer en Parkinson

Veel alzheimerpatiënten hebben als bijeffect van de ziekte een onregelmatig slaap-waak ritme. Meerdere slaapperiodes, gedurende de

dag en nacht, worden afgewisseld met wakkere periodes. Dit is voor de alzheimerpatiënt een probleem, maar zeker ook voor de mantelzorgers van de patiënt. Deze bijwerkingen van Alzheimer zijn vaak goed te behandelen met lichttherapie. Prof. Eus van Someren van het Nederlands Herseninstituut heeft een inmiddels klassieke studie op dit gebied gepubliceerd. Fig. 10 geeft daarvan de resultaten van één alzheimerpatiënt, typerend voor de gemiddelde resultaten van een grote groep patiënten. De grafieken tonen het activiteitenpatroon van de voorbeeldpatiënt, zoals gemeten met een actiehorloge.

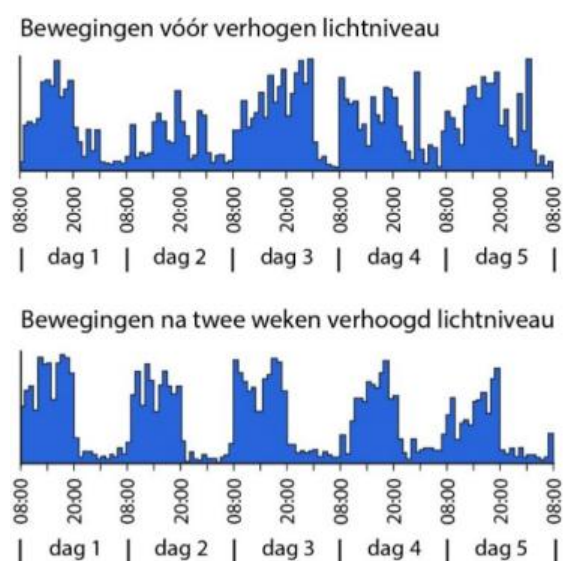


Fig. 10 Activiteit gemeten bij eenzelfde alzheimerpatiënt voor en na het verhogen van het verlichtingsniveau tot 1140 lux op de ogen (koel-wit licht, 4100 K). Bron: van Someren, Nederlands Herseninstituut.

Op de verticale as zijn de gemeten bewegingen van de patiënt per uur gegeven voor vijf opeenvolgende dagen. De bovenste grafiek, gemeten vóór de behandeling van de patiënt,

toont het onregelmatige slaap-waakritme van de alzheimerpatiënt. De onderste grafiek geeft de situatie na een periode van 2 weken met extra licht. De verlichting in de verblijfsruimte is in die periode verhoogd naar een gemiddelde verlichtingssterkte op het oog van 1140 lux (lichtkleur 4100 K). Het slaap-waakritme is door de lichttherapie bijna hetzelfde geworden als dat van een gezond iemand. Ook hier geldt dat buitenlicht hetzelfde effect kan geven. Dus: naar buiten, naar buiten met de patiënt. Als dat niet kan, is een plaats dicht bij een raam sterk aan te raden. Recentere studies naar lichttherapie bij bestrijding van bijeffecten van de ziekte van Parkinson laten een verbetering in de stijfheid en de stemming van de patiënt zien. Er lopen studies die onderzoeken of lichttherapie ook kan helpen bij vermindering van het trillen bij parkinsonpatiënten.

## 11. Naar buiten, naar buiten

Sinds de industriële revolutie zo'n 250 jaar geleden zijn veel mensen overdag niet meer buiten maar binnen: in kantoren, fabrieken en scholen. Kinderen spelen minder buiten omdat ze binnen online met hun kameraadjes kunnen spelen. Veel van de hier beschreven positieve effecten van licht voor zowel gezonde als zieke mensen kunnen verkregen worden door, bij voorkeur in de morgen, naar buiten te gaan. Daglichtniveaus zijn ook bij bewolkte dagen altijd hoger dan lichtniveaus in de meeste binnenruimtes. Het bewegen dat samen kan gaan met het buiten zijn geeft een extra positief effect op de gezondheid en het welbevinden. In de zomer is het verstandig in de avond niet nog laat in daglicht te verblijven.

Noot 1: De term "bolletjes" voor de intrinsic photosensitive retinal ganglion cellletjes is geïntroduceerd door de auteur.  
Noot 2: Naast de bolletjes, hebben de staafjes en kegeltjes ook een kleine, secundaire, invloed op gezondheidseffecten. In deze samenvatting is die secundaire invloed buiten beschouwing gelaten.