

Jan. 2019

Dag..... LICHT.



Auteur: ir. J.H. de Graaf

Inhoud:

1. Algemeen technische omschrijving van licht.

1a Straling is energie

- 1b Spectrum “ zichtbaar licht”**
- 1c Elektromagnetische straling**
- 1d Ultraviolette straling (UV)**
- 1e Infrarode straling (IR)**
- 1f Grootheden en eenheden**

2. Wat kunt je met licht

- 2a Kwaliteit van het licht**
- 2b Goed licht!**
- 2c Licht om te zien**
- 2d Problemen met licht!**
- 2e De oplossing!**
- 2f Licht voor het welbevinden**

3. Ontwikkelingen

- 3a Algemeen**
- 3b (Dag)licht en Radiance**

1. Algemeen technische omschrijving van licht .

a. Straling is energie

Straling is een complex fenomeen dat kan worden voorgesteld als een stroom van energiepakketjes, zogenaamde fotonen, die zich als golven voortbewegen. Die golven kunnen worden beschreven met een golflengte en een frequentie.

Hoe korter de golflengte, hoe hoger de frequentie en hoe meer energie de fotonen bezitten (zie figuur 2 en 4). Wanneer fotonen met voldoende energie met moleculen van een materiaal botsen, kan een zogenaamde fotochemische reactie plaatsvinden.

b. Spectrum “ zichtbaar licht”

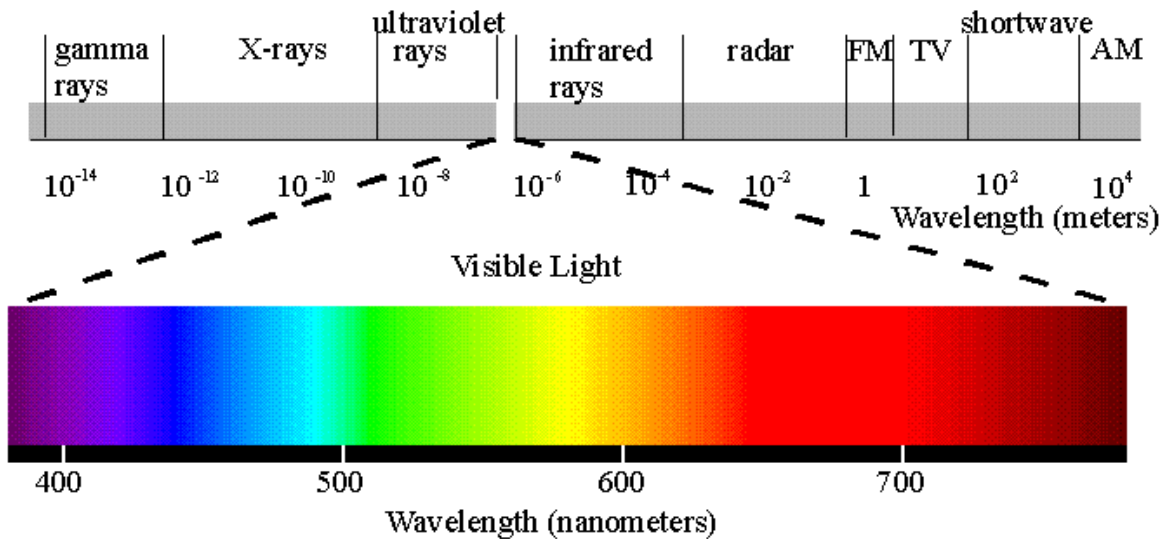
Bij verlichting hebben we te maken met optische straling waarvan de golflengtes liggen tussen de 100 en 1.000.000 nm (1 nanometer=10⁻⁹m, een miljoenste millimeter). Het menselijke oog kan alleen straling met een golflengte van 380 nm (violet) tot 780 nm (rood) waarnemen, dit gebied is het zichtbare licht. Van 100 tot 380 nm is het gebied van de onzichtbare ultraviolette straling (UV). Omdat de gevoeligheid van het oog voor 380-400 nm zeer laag is terwijl de straling in dat gebied wel zeer schadelijk is, wordt als grens tussen licht en UV-straling voor musea 400 nm genomen. Van 780 nm tot 1.000.000 nm is het gebied van de eveneens onzichtbare infrarode straling (IR).

Licht is het gedeelte van het spectrum dat ervoor zorgt dat wij ruimtes en voorwerpen kunnen zien. Wit licht is samengesteld uit straling met verschillende golflengtes. Als het door een prisma valt, worden de samenstellende kleuren zichtbaar als het spectrum. Wij kunnen objecten waarnemen omdat ze licht uitstralen of opvallend licht terugkaatsen.

Objecten krijgen kleur omdat ze bepaalde golflengtes uit het spectrum absorberen of doorlaten en andere golflengtes reflecteren. Een object dat alle straling absorbeert, is zwart. Een object dat alles terugkaatst, is wit. Een blauw object absorbeert vooral straling in het groene en rode gebied, een rood object absorbeert juist veel blauwe straling. Licht heeft weliswaar minder energie dan UV-straling, maar is wel degelijk schadelijk. Vooral processen als verkleuren en verbleken zijn aan het zichtbare licht te wijten, waarbij de geabsorbeerde golflengtes belangrijk zijn. Licht heeft niet voldoende energie om diep in materialen door te dringen. De schade die door zichtbare straling wordt veroorzaakt, is daarom vooral aan de oppervlakte te zien. In verflagen verbleken pigmenten over het algemeen in de bovenste 40 µm

c. Elektromagnetische straling

Elektromagnetische straling waar oog gevoelig voor is $\sim 0,38-0,78 \mu\text{m}$ met een voortplantingssnelheid van 300.000km/s .



d. Ultraviolette straling (UV)

Daglicht en ongefilterd kunstlicht bevatten allebei ultraviolette straling. Omdat de fotonen van UV-straling een hoge energie hebben, is het de meest schadelijke component in het spectrum. Glas houdt de hardste UV-C en UV-B straling tegen, maar laat een deel van de UV-A straling met een golflengte van meer dan 320 nm door. UV-straling is vooral verantwoordelijk voor reacties waarbij moleculen kapot gaan, zoals ketenbreuk, en voor koppeling van ketens, cross-linking. Hierbij treedt ook vaak een reactie met zuurstof op, de zogenaamde foto-oxidatie. Schade door UV-straling valt meestal het eerst op als vergeling van materialen en verbleking van kleuren. Daarna verliest het materiaal zijn sterkte, wordt bros en verkrumelt. Een goed voorbeeld daarvan is de inwerking van licht op krantenpapier of polyurethaanschuim. De hoeveelheid UV-straling in een lichtbundel, het UV-gehalte, wordt uitgedrukt in microwatt per lumen ($\mu\text{W}\cdot\text{lm}^{-1}$). Veelal wordt een UV-gehalte van $75 \mu\text{W}\cdot\text{lm}$ geaccepteerd. Dit is het gemiddelde UV-gehalte van gloeilampen, de kunstlichtbron die in de tijd dat Thomson zijn richtlijnen opstelde, het minst schadelijk was. Tegenwoordig zijn er lampen en filters verkrijgbaar die het UV-gehalte tot minder dan $10 \mu\text{W}\cdot\text{lm}^{-1}$ terug kunnen brengen en is er geen reden meer om een hoger UV-gehalte te hanteren.

e. Infrarode straling (IR)

Infrarode straling kunnen wij niet zien, maar wel als warmte ervaren. Deze warmte is meestal niet voldoende om chemische reacties op te starten, maar als een chemische reactie al op gang is, zal warmte de reactie versnellen. IR-straling veroorzaakt bovendien opwarming van oppervlakken, wat kan leiden tot uitdroging, krimp, vervorming en scheurvorming. In voorwerpen waar- in materialen zijn verwerkt die verschillend krimpen en uitzetten, kan opwarming tot spanningen leiden en

kunnen barsten ontstaan. Vooral de cyclische belasting van dagelijks opwarmen en afkoelen als de lampen aan en weer uitgaan, kan tot barsten en scheuren leiden.

f. Grootheden en eenheden

Omdat licht een vorm van straling is, zijn de maten waarin licht wordt uitgedrukt analoog aan die van straling. Voor straling worden de ‘energetische’ grootheden en eenheden gebruikt. De hoeveelheid energie die een stralingsbron per tijdseenheid in alle richtingen uitstraalt, de **stralingsstroom**, wordt uitgedrukt in Watt (W). De **bestralingssterkte**

(irradiatie) is de hoeveelheid energie die per tijdseenheid op een bepaald oppervlak valt, uitgedrukt in Watt per vierkante meter ($W.m^{-2}$). Omdat licht alleen de zichtbare straling is, is er een aparte set maten om de hoeveelheid licht in uit te drukken. In deze ‘fotometrische’ grootheden en eenheden is de gevoeligheid van het menselijke oog verwerkt. Dat is het meest gevoelig voor een golflengte van 555 nm (groen).

De gevoeligheid neemt naar het violet aan de ene kant en het rood aan de andere kant geleidelijk af. Buiten het zichtbare gebied is de gevoeligheid van het oog nul. De gevoeligheid is vastgelegd in de standaardooggevoeligheidskromme (CIE, 1924) (figuur 4). De hoeveelheid lichtenergie die een bron in alle richtingen uitstraalt, de **lichtstroom**, wordt uitgedrukt in lumen (lm).

De **verlichtingssterkte** (luminantie) is de hoeveelheid lichtenergie die per tijdseenheid op een bepaald oppervlak valt, uitgedrukt in lumen per vierkante meter (lm/m^2) wat hetzelfde is als lux (lx).

Grootheid	Symbool	Eenheid	Symbool
Verlichtingssterkte	E	Lux	lx
Lichtsterkte	I	Candela	cd
Lichtstroom	Φ	Lumen	lm
Sterdiaal	ω	Ruimtehoek	$^{\circ}C$
Luminantie	L		Cd/m^2

De kwaliteit van het licht bepaalt in sterke mate hoe de kijker zijn omgeving en de voorwerpen ervaart. De belangrijkste 4 factoren die daarbij een rol spelen zijn de kleurtemperatuur en de kleurweergave index. De **kleurtemperatuur** (T_c) is een maat voor de kleur van het licht, uitgedrukt in graden Kelvin (K). De waarde verwijst naar de spectrale energieverdeling van een zwarte straler bij een bepaalde temperatuur. Een 60 Watt gloeilamp heeft een kleurtemperatuur van 2800 K, er zit relatief veel geel en rood licht in het spectrum waardoor het licht als ‘warm’ wordt ervaren. Fluorescentielampen hebben een kleur-temperatuur die kan oplopen tot 5000K, er zit dan relatief veel blauw en violet licht in het spectrum waardoor het licht als ‘koel’ of ‘koud’ wordt ervaren. Daglicht heeft een nog hogere kleurtemperatuur en doet koeler aan. De **kleurweergave-index** (R) geeft de mate van overeenkomst weer

van de kleur van een voorwerp dat met een bepaalde lichtsoort wordt verlicht met de kleur van hetzelfde voorwerp als dit met een referentieverlichting van dezelfde kleurtemperatuur wordt verlicht. Een kleurweergave-index van meer dan 90 is goed, lager dan 80 is zakelijk en vaak onplezierig. Daglicht en gloeilampen hebben allebei een kleurweergave-index van 100. Hoewel gloeilampen iets meer accent leggen op oranje en rood, geven ze allebei een evenwichtig kleurbeeld. Andere lichtbronnen hebben vaak spectra waarin bepaalde golflengtes ontbreken of juist oververtegenwoordigd zijn; zij geven een vertekend kleurbeeld en hebben een lagere index (denk bijvoorbeeld aan de oranje hoge druk natrium voor straatverlichting). In tabel 1 staan voor de verschillende lichtbronnen karakteristieke waarden voor kleurtemperatuur en kleurweergave-index.

2. Wat kun je met licht ?

De norm geeft alleen een indicatie voor voldoende licht, of extra belemmering van licht in verband met de gebouwde omgeving met de mogelijke invloed van reflecties.

We willen goed zien en een, voor het oog, behaaglijke ruimte creëren. Het licht kan ons bioritme stimuleren. 's Morgens is het daglicht blauw als activering van de mens. Dit wordt 's morgens richting de 12uur steeds blauwer (verdere activering). Na 12.00uur neemt de kleur weer meer toe naar het rood (rustiger) Zo is er doeltreffend licht voor verschillende handelingen.

Bijvoorbeeld: Zichtbaar maken, Sfeer maken, veiligheid, opvallen, contrasten creëren (lichtschakering licht/donker), voorwerpen aanlichten, kleuren op verschillende wijze zien, objecten " belichten" , kosten besparen, kunstlicht en daglicht aanvullen en combineren, reflecteren van licht.

a. Gradaties van daglicht voor het oog.

We hebben licht nodig om onze omgeving te kunnen zien, maar hoeveel licht we nodig hebben hangt af van verschillende factoren. Voor museumbezoekers is het belangrijk dat ze behalve vorm ook detail kunnen zien en kleur kunnen onderscheiden. De mate waarin ze dat kunnen, hangt niet alleen af van de hoeveelheid licht die er op een object valt maar ook van de manier van belichting, het contrast met de omgeving, de afstand tot het object en de gevoeligheid van de ogen. Voor iedereen geldt dat er tussen 0,01 en 3 lux een overgang is van nacht-zien (zwart/wit, alleen de staafjes op het netvlies vangen een lichtsignaal op) naar kleur-zien (ook de kegeltjes vangen signaal op). Voor het kunnen onderscheiden van kleuren heeft de mens minstens 30 lux nodig (Crawford, 1973). Voor het onderscheiden van detail is meer licht nodig, bij heel kleine details kan dat oplopen tot daglicht (>1000 lux). Voor musea geldt dat boven de 200-400 lux de kwaliteit van het zien van objecten nauwelijks meer toeneemt (Loe et al., 1982). Die waarden gelden allemaal voor de gemiddelde, jonge persoon. Bij mensen boven de 50 is het oogvocht troebeler en dringt er minder licht tot het netvlies door. Zij hebben meer licht nodig om hetzelfde te kunnen zien als jonge mensen (Boyce, 1987; Michalski, 1990).

oriënteren

50 lux :	alleen oriëntatie,	(parkeergarages, voorbeeld foto)
100 lux:	zeer grove details	(trappenhuis, voorbeeld foto)

Werken

200 lux:	groe details	(werkmagazijn, voorbeeld foto)
400 lux:	lezen (contrasten)	(kantoor, voorbeeld foto)

800 lux:	kleinere details bij zwakke contrasten (tekenkamer, voorbeeld foto)
Speciaal	
1600 lux:	waarnemen zeer fijne details (precisiewerk, voorbeeld foto)
> 3200 lux:	waarnemen op grens van gezichtsvermogen (operatietafel, voorbeeld foto)

b. Goed licht!

Werken op kantoor is informatieverwerking. Voor de meeste informatieverwerking moet je kunnen zien. Men kan alléén zien als er licht is. Licht is dus van het grootste belang voor kantoorwerk. Goed licht moet op het prioriteitenlijstje staan van iedere kantoorbouwer en/of opdrachtgever/gebruiker. Licht staat veelal wel op het prioriteitenlijstje, maar dan meer in het 'licht' van de sfeervorming, de kostenbesparing en vanuit milieuoverwegingen.

In grote lijnen kan men twee soorten licht onderscheiden. Daglicht en kunstlicht. Licht hebben we nodig om te kunnen 'zien' en de laatste jaren blijkt uit onderzoeken dat we licht ook nodig hebben voor ons 'welbevinden'. Daglicht kunnen we voor het 'zien' en moeten we voor het 'welbevinden' in huis (kantoor) halen. Kunstlicht gebruiken we tot nog toe voornamelijk voor het 'zien'.

Goed licht is voor kantoorwerk altijd al een voorwaarde geweest om probleemloos te kunnen werken. De laatste decennia heeft de automatisering het veel moeilijker gemaakt omdat beeldschermwerk en licht twee zaken zijn die met elkaar in conflict kunnen zijn. Om nu even duidelijker te worden splits ik even het 'licht om te zien' en het 'licht voor het welbevinden' even op en begin met het 'licht om te zien'.

c. Licht om te zien

Heel kort moet ik even technische uitleg geven. Licht wordt gemeten in diverse meeteenheden. De meest bekende en besproken lichteenheid is de lux-eenheid. Dit is de lichtinval op een bepaald object. Deze lichtinval kan van een diversiteit van lichtgevende zaken komen. Bijvoorbeeld de zon, een kaars, een lamp of een object dat het licht van ander lichtgevende bron reflecteert. Deze uitval van licht wordt gemeten in lumen. Er zijn er ook nog andere meeteenheden maar laten we ons hier maar beperken tot lux en lumen, want dat is op zichzelf al moeilijk genoeg. Het eerste probleem is al dat een bepaald aantal uitgaande lumen van één lamp niet altijd de binnenkomende lux op één object bepaald. Zonlicht (direct en/of weerkaatsend van een licht oppervlak) verhoogt het luxgetal van lamplicht. De afstand van de zon is op een object van minder belang omdat deze toch al zeer ver wegstaat. (zomer-winter is natuurlijk wel een verschil) Bij de lamp is de afstand naar het object wel van groot belang. Een lamp die uitstekend voldoet in een plafondhoogte van 2500 mm schiet tekort in een plafondhoogte van 5000 mm. U moet er rekening mee houden als de afstand verdubbeld u vier maal zoveel lumen moet uitzenden om hetzelfde resultaat te bereiken. Dit geeft ook een probleem bij het op verschillende hoogten werken in een ruimte. Een schoonmaker die vloer schoonmaakt heeft op de vloerhoogte een ander lux-getal, dan een zittende kantoormedewerker op de ca. 750 mm bureauhoogte of een staande kantoormedewerker op een hoogte van ca. 1100 mm. Bij een goede verlichting voor de bureauhoogte wordt de luxwaarde voor het vloerwerk waarschijnlijk te laag en voor staand werk waarschijnlijk te hoog.

Bij de meest geijkte meetmethoden werkt men met meters. De mens is echter geen geijkte meter, maar ieder mens is (gelijkwaardig maar) verschillend. Een groot verschil in lichtbeleving ligt ook aan de leeftijd van de persoon. Als een kind van 10 jaar bij een bepaalde lichtsterkte uitstekend kan lezen (bijvoorbeeld 100 lux) heeft een 40-jarige drie maal (300 lux), een 50-jarige zes maal (600 lux) en een 60-jarige 15 maal (1500 lux) nodig om met dezelfde inspanning te kunnen lezen! Het zijn meestal de procuratiehouders tussen de 30 en 45 jaar die in een project de beslissing nemen over het algemene verlichtingsniveau. Deze leeftijdsgroep hoor je niet bij een algemeen

verlichtingsniveau van 300-500 lux zoals sommige instanties vastleggen in hun basispakket. Je moet er wel rekening mee houden dat dit voor een 40-jarige genoeg kan zijn, maar dat het voor een 50/60-jarige tekort is.

d. Problemen met Licht

De meeste negatieve reacties over licht gaan gepaard met de uitdrukking dat er te veel of te weinig licht is. Als het licht uit is of er is te weinig licht kan ik me daar iets bij voorstellen. Één van de twee lampen van een armatuur losdraaien, omdat er te veel licht is, geeft geen duidelijke informatie over oorzaak en gevolg. 600, 1000, 2000 lux is dat te veel licht? In de volle zomerzon is het 100.000 lux. In de schaduw van een boom is het dan altijd nog 10.000 lux. Toch kunt u met gemak in de schaduw van die boom een boek lezen.

Het probleem is dus niet de lichthoeveelheid, maar de contrasten die het soms oproept. Het beste voorbeeld van een frustrerend lichtcontrast is het groot-licht van de auto in de volledige duisternis van een landelijke omgeving zonder andere verlichting. Als de lichtopbrengst van de autolampen nog nauwelijks op een luxmeter te meten is, wordt u door het contrastverschil met de donkere omgeving gedwongen uw ogen bijna dicht te doen. Dit grote contrastverschil kunnen wij niet onderdrukken. Kleinere contrastverschillen wel. Daar zit dus ook het probleem. Van nature uit kunnen we contrastverschillen temperen en tijdelijk negeren. Dit brengt echter voor de ogen een grote inspanning mee. Bij weinig mensen gaat dit bijna zonder problemen langs hen heen. Andere hebben er direct of later op de dag last van in de vorm van hoofdpijn en vermoeidheidsverschijnselen. Dat wil zeggen we kunnen in een aantal gevallen beter zien door minderlicht toe te passen.

Als je het blikveld van de mens (135°) bekijkt (in horizontale en in verticale richting) valt ongeveer 30% in het directe zichtveld en 70% in het indirecte zichtveld. Binnen die 30% mag het contrast niet groter zijn dan 1:3. Bij het overige deel van het gezichtsveld mag de contrastverhouding niet groter zijn dan 1:10. Daar moet u niet alleen direct licht bij bedenken, maar juist de weerkaatsing van licht speelt hier een rol. Een bureaulamp die op het bureau een luxwaarde van 1000 inbrengt wordt via wit papier weerkaatst met ca. 75% en bijvoorbeeld via een zwart bureaublad met ca. 5-10%. Hier ontstaat dan al een verhouding die ver boven de 1:3 staat. Lampen die een gebundelde lichtstraal hebben komen altijd boven een verhouding 1:10 uit. Leuk voor sfeerverlichting, maar slecht voor werkverlichting. Ongelooflijk dat bureaulampen nog steeds met halogeenstralers worden uitgerust. Maar niet alleen op het bureau. Ook aan de wand of het plafond, met name aan de rand van ons zichtveld zijn grote contrastverschillen van halogeenspotjes en/of reflecties een letterlijke doorn voor het oog.

e. De oplossing!

Heb oog voor de contrastverschillen. Men kan hiervoor goede meetapparatuur aanschaffen of metingen laten verrichten. Een goedkope maar goede oplossing is ook om de ogen bijna geheel te sluiten en door de oogleden naar de werkomgeving te kijken. Als u het probleem onderkend kunt u de knelpunten al snel vinden. Zorg in ieder geval dat u nooit rechtstreeks tegen een lamp kijkt. Vooral bij TL-verlichting komt het nog steeds veel voor dat het rooster dat onder de TL gemonteerd zit maar éézijdig afschermt. Voor iets meer geld krijgt u een rooster, dat de lamp goed afdekt en het licht meer verstrooid. Let ook vooral op weerkaatsingen van licht. Een armatuur dat in een beeldscherm weerkaatst geeft ook de frustratie dat het contrastverschil groter is dan 1:3.

Draag zorg dat de meubelen zo staan opgesteld dat het dag- en kunstlicht elkaar ondersteunen en niet kruisen. Draag zorg dat het licht op uw papieren en computer leeswerk in horizontale richting langs uw gezichtsveld weerkaatst en niet in verticale richting indirect in uw ogen. Ook hiervoor is een handig hulpmiddel in de vorm van een spiegel op ca. A-4 formaat te gebruiken. U legt deze spiegel op uw bureaublad en/of toetsenbord en als u daarin direct een lichtbron ziet spiegelen zit u niet goed met uw verlichting.

f. Licht voor het welbevinden

Hierboven is de nadruk vooral gelegd op het 'zien' en de 'lichtbeleving'. Zien heeft hoofdzakelijk te maken met de reflectie van het licht op de te aanschouwen objecten (informatie). Er is van teveel licht nooit sprake, maar het probleem zit hem bijna altijd in de contrasten van de informatie en/of direct licht in het zichtveld.

Nieuwe inzichten met betrekking tot depressiviteit staan onder de aandacht. Nieuwe ontwikkelingen, met name die betrekking hebben met de hoeveelheid licht slaan de normen die nu gehanteerd worden volkomen uit het lood.

Gezondheid en binnenklimaat zijn twee onderwerpen die in alle gebouwen een belangrijke rol spelen. In de utiliteitsbouw betekent een prettig binnenklimaat een bijdrage aan een betere werkprestatie. Voor de woningbouw betekent een prettig binnenklimaat een hoge beleving van comfort. En de gezondheid vaart er wel bij. Aan de andere kant is energie besparen ook een belangrijk aandachtspunt. Energie besparen én het verbeteren van het binnenklimaat gaan goed samen. Aandacht voor gezondheid en binnenklimaat en optimaliseren van de energievraag is vanzelfsprekend. Diverse adviseurs met als achtergrond bouwfysica en akoestiek zetten zich dagelijks in om zowel gezondheid als het binnenklimaat in projecten te optimaliseren.

Daglichttoetreding, bezonning en beperking van oververhitting zijn dan belangrijke onderwerpen. Maar ook akoestiek, ventilatie, voorkomen van koudebruggen en beperken van emissies van materialen. Al deze zaken moeten tegenwoordig in samenhang worden gezien voor een optimaal leefmilieu.

Het bereiken van een goed binnenklimaat begint met een gedegen PvE. Passiefhuis: energie besparen met gezond binnenklimaat

Een goed voorbeeld van het optimaliseren van een gezond binnenklimaat en vergaande energiebesparing is het concept passiefhuis. Diverse passiefhuispublicaties zoals 'Passiefhuizen in Nederland' en de SBR publicatie 'Uitwerkingsinstructie Toolkitconcepten Passiefhuizen'. Ook zijn er diverse artikelen, zoals 'Gaat de zon schijnen voor Passiefhuizen' in Building Business Duurzaam, jan. 2010 en artikel '20 jaar bouwfysica – passiefhuis' in Bouwfysica blad 1, 2010.

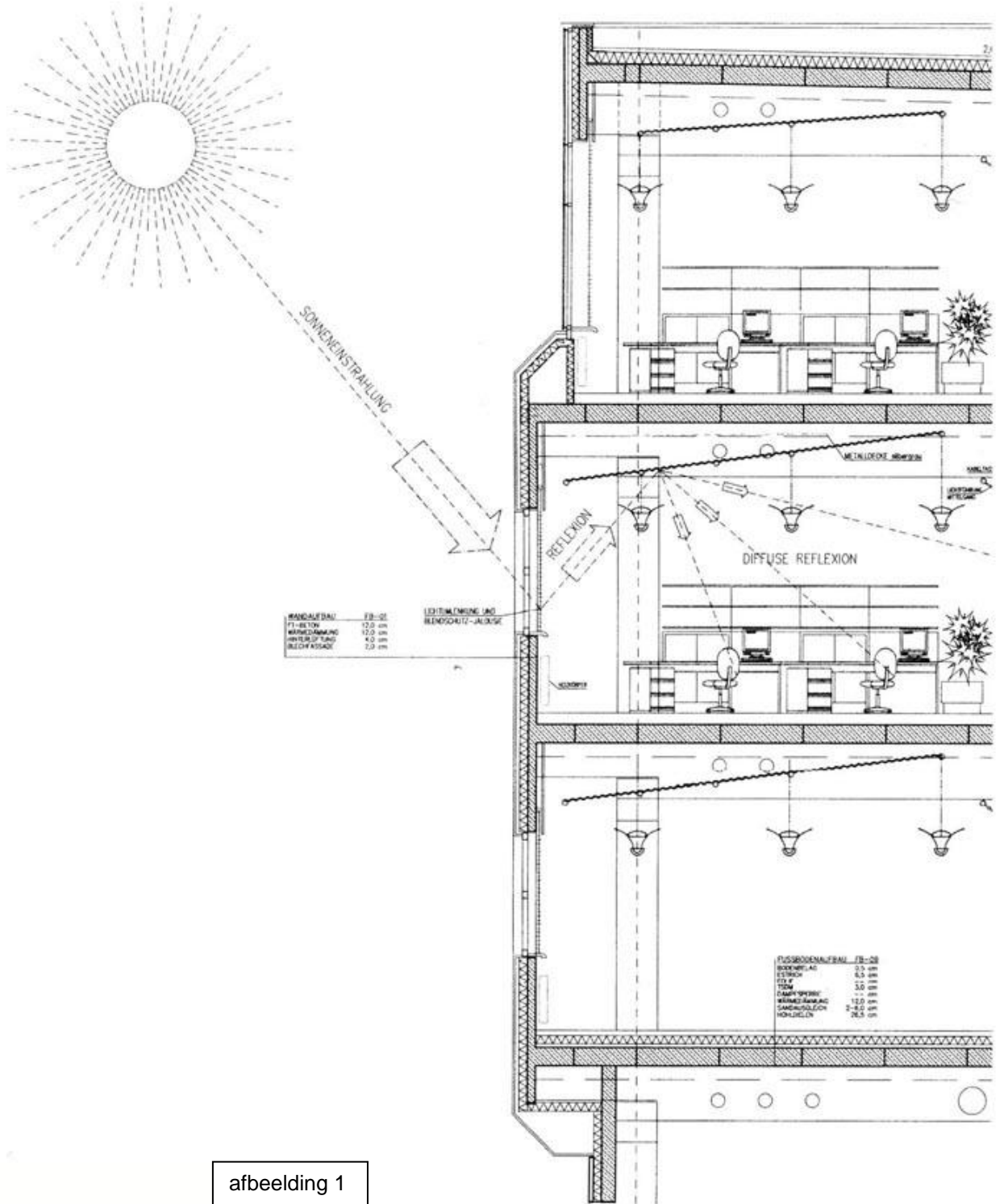
Naast het welbevinden van de gebruiker staat de zintuiglijke beleving van een ruimte ook centraal. Licht creëert ruimte. Op geen moment van de dag is het daglicht hetzelfde. Kleur, helderheid en intensiteit veranderen voortdurend. Hiermee kan een spel gespeeld worden in de architectuur. Door aandacht te besteden aan het daglichtontwerp kan het hele concept naar een hoger niveau getild worden. En daar heeft iedereen baat bij.

3. Ontwikkelingen

a. Algemeen

Dit brengt natuurlijk weer een omschakeling teweeg in bestaande principes. Maar de technuten zitten ook niet stil. Door de firma Billa Konzern (één van de grootste levensmiddelenbedrijven van Oostenrijk) in Wiener Neudorf is een nieuwbouw neergezet, ontworpen door het bureau ACC Leibetseder & Partner uit Wenen. In dit gebouw wordt buitenlicht via een speciale constructie van buiten naar binnen getransporteerd. (zie tekening op afbeelding 1) Het effect van de combinatie dag-/kunstlicht kunt u zien op afbeelding 2. Deze informatie komt uit een Duitstalig blad Lichtfocus van oktober 1998. Door ons ontvangen van de firma Zumtobel Staff (www.zumtobel.co.at). In Nederland is men gevestigd in Breda. Deze firma verbaasde ons op de Orgatec 98 op een prettige manier met een experimentele verlichting. U moet zich dan een armatuur voorstellen van wel twee vierkante meter, waar gelijkmatig over het oppervlak licht uitkomt. Aan dit armatuur zit een stukje automatisering gekoppeld die de lichtsterkte en de lichtkleur willekeurig kan wijzigen. Alsof er wolken langs de verlichting gaan en alsof de zon opkomt, feller gaat schijnen en tenslotte ondergaat. Dit blijkt nu uit onderzoeken noodzakelijk te zijn om een mens zich wel te laten bevinden. En onbewust weet u het allemaal. Als het zonnetje gaat schijnen, de jassen uitgaan en

de lange broeken en dikke truien de kast ingaan, dan voelen we ons toch allemaal een eind vrolijker, of niet?!



afbeelding 1



afbeelding 2

In Nederland zijn er enkele projecten, met betrekking tot een beter gebruik van het buitenlicht. In Apeldoorn is voor het Kadaster de Brinkmanflat gerenoveerd. Een veel kleiner glasoppervlak dan gewoon is voor een nieuw kantoorgebouw moet zorg dragen voor minder binnenkomende warmte in de zomer. Omdat er reflecterende materialen worden gebruikt aan de onder- en bovenzijde van de ramen, komt er voldoende daglicht diep het kantoor in. Met behulp van een computersimulatie en een modelkamer is het daglicht in de kantoorvertrekken berekend. Door het zonwerend glas en de schuin naar binnen geplaatste beglazing in de gevels komt er geen direct zonlicht in de kantoorruimtes en is zonwering aan de buitenkant niet nodig. Hierdoor is ook in de zomer volledig uitzicht naar buiten mogelijk. In de werkvertrekken komt wel lichtwering. Hiervoor komen individueel bedienbare rolgordijnen. Het brutovloeroppervlak is 11.780 m² en de oplevering is gepland in de zomer van 1999.

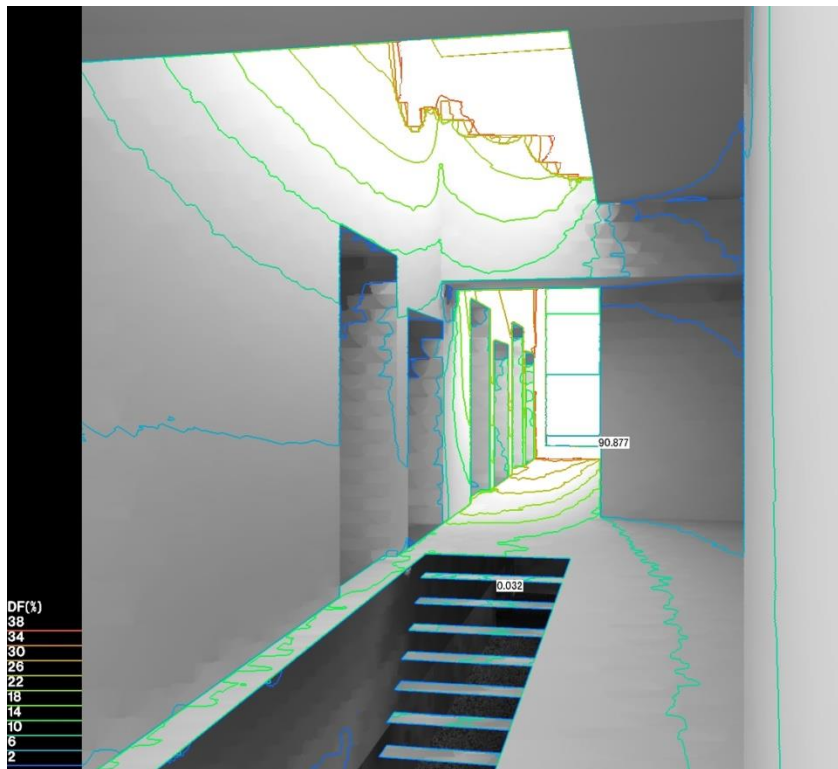
Het nieuwe kantoorgebouw van Hoogheemraadschap van Rijnland wordt de zonnigste werkruimte van Nederland. Er kan straks ruim 70% van de kantoor tijd met daglicht worden gewerkt. Al voordat het gebouw, waar 320 mensen komen te werken, in het Bio Science Park van Leiden is verrezen, heeft het de status verworven van Voorbeeldproject Duurzaam en Energiezuinig Bouwen.

De ramen in het gebouw zijn in tweeën verdeeld. In het bovenste deel bevinden zich reflecterende lamellen die het buitenlicht opvangen en tegen een reflecterend plafonddeel kaatsen. Het aldus binnengekomen daglicht zorgt ervoor dat de kantoorruimte over een grotere diepte wordt verlicht. De werkplekken bij het raam krijgen niet het meeste daglicht; het licht wordt over de gehele kamer gelijkmatig verdeeld. Daarom zullen de werknemers zich prettiger voelen en zal er geen reflectie van de beeldschermen optreden. Het onderste deel van het raam is een normaal raam, waarvoor geperforeerde lamellen hangen, waardoor het personeel naar buiten kan kijken. Tussen de twee delen van het raam wordt een energiezuinige tl-armatuur geïnstalleerd, die zijn licht ook via het plafond reflecteert. TI-armatuur is gekoppeld aan een daglichtmeetsysteem en wordt computergestuurd. Ook alle lamellen worden automatisch in de juiste stand gezet. Maar dit is nog niet alles. Naast de ramen zit ten behoeve van het personeel nog een luchtraam dat men zelf kan openen voor bijvoorbeeld extra-ventilatie in de zomer.

Naast de nieuwe ontwikkelingen om daglicht door middel van reflectie verder het gebouw in te dragen gaan ook de ontwikkelingen op het gebied van kunstlicht door. Bij 3M werd door middel

van een harmonica-achtige kunststof pijp licht op transport te zetten naar moeilijk bereikbare plaatsen. (hoog in een productiehal bijvoorbeeld). Philips doet dit al met sfeerverlichting door middel van glasvezelkabel. Maar 3M stopt niet bij kleine sterretjes aan de hemel van een tropisch binnenbad. Zij brengen veel licht naar 6-12 meter hoogte met een (nu nog) kostbare installatie. Deze installatie moet zich na verloop van tijd terugverdienen door middel van lagere exploitatiekosten.

b. (Dag)licht en Radiance



Wanneer we overdag veel daglicht ontvangen voelen de meeste mensen zich positiever, energiever en productiever. Elk gebouwt ontwerp vraagt daarom extra aandacht voor het daglicht. Een goed daglichtontwerp zorgt ervoor dat een visueel comfortabele situatie ontstaat waarbij hinder door verblinding, reflecties of te grote helderheidsverschillen voorkomen worden. Ook de hoeveelheid daglichtoppervlak speelt een belangrijke rol samen met de wijze waarop het daglichtoppervlak is aangebracht in de gebouwschil. In sommige situaties worden er meer eisen gesteld aan het daglichtklimaat, zoals bijvoorbeeld in musea. Elke situatie vraagt om een eigen benadering. Aan de hand van 3D-computersimulatiemodellen (Radiance) kan elk ontwerp onderzocht worden op het daglichtklimaat.