



Elektrisch licht in historische interieurs

Rob van Beek | Wout van Bommel | Henk van der Geest

Rijksgebouwendienst

Inhoud

1	Het afscheid nadert	6
	De praktijk 1: Koninklijk Paleis op de Dam	8
2	Kunstlicht door de jaren heen	10
2.1	In een monumentale omgeving	10
2.2	Van open vuur tot gloeilamp	13
	De praktijk 2: Herengracht 380, Amsterdam	20
3	Licht en lichtbronnen	24
3.1	Wat is licht	24
3.2	Wat brengt licht teweeg	25
3.3	Eigenschappen van daglicht en kunstlicht	28
3.4	Kwaliteiten van diverse lichtbronnen	34
3.5	Welke keuzes zijn er	36
	De praktijk 3: Bouwkunde, Delft	40
4	Beoordeling van verlichting in een historisch interieur	42
4.1	Onderzoek	42
4.2	Lichtkwaliteit en armaturen	45



De praktijk 4: Paleis Het Loo, Apeldoorn	50
5 Nieuw ontwerp van kunstlichtinstallatie in historisch interieur	52
5.1 Functie en eisen,	52
5.2 Ontwerpfase,	54
De praktijk 5: Ridderzaal, Den Haag	62
6 Toekomstige ontwikkelingen	64
6.1 Overgangperiode,	65
De praktijk 6: De kaarslamp	68
7 Bijlagen	70
7.1 Visuele kwaliteitsaspecten van verlichtingsinstallaties,	70
7.2 Uitfasering gloeilampen,	70
7.3 Verklaring van gebruikte termen,	70
8 Over de schrijvers,	78



Voorwoord

Om niet afhankelijk te zijn van het beperkte aantal uren daglicht per etmaal is de mens altijd op zoek geweest naar de mogelijkheid om zelf lichtbronnen te creëren. Die zoektocht leidde via toortsen, olielampen, kaarsen en petroleumlampen pas aan het begin van de 19e eeuw tot de ontwikkeling van professioneel kunstlicht. Na de gasverlichting en elektrische boogverlichting betekende de ontwikkeling van de gloeilamp in 1879 echt een grote stap voorwaarts.

De gloeilamp is al meer dan 130 jaar van groot belang voor de interieurverlichting maar daar komt nu een einde aan. Door het verbod op de productie van gloeilampen moeten we andere lichtbronnen gaan gebruiken. Er zijn wel alternatieven maar die zijn niet in alle gevallen geschikt. Een historisch interieur bijvoorbeeld, vraagt om specifieke verlichting.

De Rijksgebouwendienst bezit een groot aantal monumenten. Wanneer het gebruik van gloeilampen daar noodzakelijkerwijs wordt afgebouwd, moeten er alternatieven zijn. Deze publicatie is de weerslag van onderzoek en jarenlange ervaring. Het biedt inzicht in de bestaande mogelijkheden en laat zien welke opties er zijn. Zodat iedereen die betrokken is bij de instandhouding, exploitatie of bewoning van historische gebouwen, handvatten heeft bij de keuze voor nieuwe vormen van verlichting.

Tegelijkertijd is deze publicatie gericht op de producenten van lichtbronnen. Onze bevindingen maken duidelijk welke specifieke eigenschappen lichtbronnen moeten hebben om optimaal toepasbaar te zijn in historische interieurs.





1. Het afscheid nadert

De gloeilamp heeft zijn langste tijd gehad. Nieuwe Europese regelgeving maakt dat er binnen een paar jaar tijd geen gloeilamp voor huishoudelijk gebruik meer te koop zal zijn. Die geleidelijke afschaffing begon in 2009, de meeste normale gloeilampen zijn al niet meer verkrijgbaar, als laatste zullen de halogeenlampen verdwijnen. Volgens planning in 2016.

Ook al geven gloeilampen prettig licht, zorgen ze voor een perfecte kleurweergave en zijn ze ook nog eens goedkoop: toch moeten ze verdwijnen. Voornamelijk vanwege een gebrek aan efficiency. Een gloeilamp verbruikt naar verhouding veel energie, maar produceert daarvoor slechts weinig licht. Meer dan 90% van de energie wordt omgezet in warmte. Gloeilampen hebben bovendien een relatief korte levensduur, na 1000 tot 1200 uur houden ze ermee op. Andere lichtbronnen presteren beter op dat gebied. In kantoren branden om die redenen nauwelijks nog gloeilampen. TL-buizen en spaarlampen, zogeheten fluorescentie-lichtbronnen, vormen al jaren een beter alternatief.

Monumenten

Ook in de gebouwen in eigendom van de Rijksgebouwendienst zijn nauwelijks nog gloeilampen te vinden. Behalve in monumenten. Monumentale gebouwen zijn vaak voorzien van historische, al dan niet authentieke verlichtingsarmaturen, met de gloeilamp als lichtbron. Deze armaturen zijn historisch waardevol, maken onlosmakelijk deel uit van een ruimte, en zijn door hun uitstraling onmisbaar voor het karakter van die ruimte.

Er zijn alternatieven voor gloeilampen. Spaarlampen kennen we al wat langer, later zijn daar de ledlampen bijgekomen. De fittingen van deze alternatieven passen in de armaturen van gloeilampen. Maar het gaat ook om andere zaken. De vraag is gerechtigd of deze lampen lichttechnisch en qua vorm wel voldoen aan de specifieke toepassing in monumenten. De halogeenlamp blijkt op dit moment vaak het beste alternatief voor de klassieke gloeilamp, maar ook de halogeenlamp is een gloeilamp en staat vanwege





hetzelfde relatief lage rendement- op de nominatie te verdwijnen. De halogeenlamp scoort qua rendement weliswaar anderhalf keer zo goed als de klassieke gloeilamp, het kan beter. Dat laten led- en spaarlampen zien.

In de praktijk blijkt dat professionele gebruikers ook in monumenten al jaren bezig zijn om gloeilampen te vervangen door spaar- of halogeenlampen. Dat gebeurt vaak om onderhoudstechnische redenen: andere lichtbronnen hoeven minder vaak te worden vervangen dan het peertje. Soms heeft de overstap te maken met een verlangen naar meer licht.

Maar ook al is het rendement hoger, bij de spaar- en de ledlampen die nu op de markt zijn is er, ten opzichte van de gloeilamp, nog steeds sprake van een verlies aan lichtkwaliteit. Dat zal ook zo blijven, de gloeilamp kan door zowel spaarlamp als ledlamp op het gebied van kleurweergave nooit worden geëvenaard.

Opkomst ledverlichting

Het verdwijnen van de gloeilamp en de opkomst van de ledverlichting is een goede aanleiding om uitgebreid onderzoek te doen naar de verlichting in historische gebouwen. Kennis van de actuele stand van zaken maakt het mogelijk om eventuele fouten uit het verleden te herstellen en nieuwe technieken toe te passen.

Er kunnen veel verschillende redenen zijn om een bestaande lichtinstallatie te veranderen en een nieuw lichtplan te realiseren. Eén daarvan kan de afschaffing van de gloeilamp zijn. Maar het is ook mogelijk dat er onvrede is met de huidige verlichting of dat een ruimte van functie verandert, waardoor aanpassingen aan de verlichting noodzakelijk zijn. Een goed programma van eisen is natuurlijk essentieel wanneer er een nieuw lichtplan moet komen. Daarin moeten de lichttechnische wensen duidelijk zijn, maar ook de specifieke kenmerken van de monumentale ruimte in kwestie. Inzicht in die beide zaken is onmisbaar voor een goed eindresultaat.





De praktijk 1: Kroonluchters in het Koninklijk Paleis op de Dam in Amsterdam

Alle teruggebrachte kroonluchters in het Koninklijk Paleis op de Dam zijn voorzien van nieuwe halogeen-kaarsverlichting. Die is verder ontwikkeld op basis van de ervaringen in Paleis Het Loo. Er deed zich hier echter een probleem voor met de verticale verlichting: die beperkte de zichtbaarheid op tafel. Het licht werd voornamelijk omhoog gestraald, de ruimte in. Voor twee kroonluchters is daarom een armatuur ontwikkeld dat als proef in de lucher aan de baleinen werd opgehangen en werd voorzien van naar onder stralende halogeenlampen. Die schijnen nu door het kristalbehang van de lucher, naar beneden. Door het cirkelvormige armatuur is het een weinig opvallende toevoeging, met het gewenste effect. Het geheel is bovendien reversibel doordat het zonder vaste verbindingen in de kroon is vastgemaakt. Dit is een oplossing die de esthetiek met het praktische verbindt, zonder de historische waarde aan te tasten.





2. Het gebruik van kunstlicht

2.1 Kunstlicht in een monumentale omgeving

De Rijksgebouwendienst heeft ongeveer 360 monumenten in eigendom, met een totaal vloeroppervlak van een miljoen vierkante meter. Het gebruik van deze monumenten loopt uiteen, maar is in drie categoriën te verdelen.

- Monumenten waarbij het gebruik in principe los staat van de monumentenstatus. Het gebouw is vaak al sinds de bouw in gebruik als rechtbank, gevangenis of kantoor en heeft door zijn culturele en architectonische waarde ooit de monumenten status gekregen.
- Gebouwen waarbij de schoonheid van het gebouw mede bepalend is voor het huidige gebruik. Dan gaat het om gebouwen die als representatief onderkomen in gebruik zijn bij verschillende ministeries. Of bijvoorbeeld om paleizen en kastelen waar ontvangsten en banketten worden gehouden.
- Monumenten met een hoofdzakelijk museale

functie. Gebouwen die door hun grote architectonische en historische waarde in stand worden gehouden, zodat hun staat zo optimaal mogelijk blijft, ook voor de volgende generatie. Het gebouw vormt dan, samen met het interieur, de collectie.

Verlichting van de werkplek

De monumenten uit de eerste categorie, die bijvoorbeeld dienst doen als kantoorpand, gerechtsgebouw of gevangenis, hebben voorzieningen nodig die snel conflicteren met de historische waarde van de ruimte. De eisen waar een werkplek wettelijk aan moet voldoen heeft ook gevolgen voor de verlichting. De werkplekverlichting van een kantoorruimte in een monument kan niet worden aangelegd zoals dat gebeurt in een eigentijds gebouw, dat als kantoor ontworpen is. De oplossing moet dus maatwerk zijn.

Vóór de komst van de gloeilamp zaten veel mensen –als we naar de huidige maatstaven kijken– min of meer in het donker. Maar de eisen





Verlichting van de werkplek

Een kantoor rond 1930. De ruimte heeft gelukkig voldoende ramen om het daglicht binnen te laten. De aanwezige verlichting armaturen kunnen dit daglicht niet vervangen wanneer dat niet voldoende aanwezig is. De armaturen hangen dermate ver van elkaar dat het geboden kunstlicht niet boven schemer niveau zal zijn uitgekomen.

Foto beschikbaar gesteld door het "early office museum" (Officemuseum.com).

die we aan verlichting van een werkplek stellen, zijn in de loop der jaren ook opgeschroefd. Voor normale kantoorwerkplekken hanteren we inmiddels een waarde van 500 lux. Dat kunnen we in een standaard kantoor van 20 m² realiseren met 4 TL buizen van 32 watt. Om datzelfde verlichtingsniveau te bereiken met gloeilampen van 75 watt, zijn 18 gloeilampen nodig. Voor de komst van de TL buis was de praktijk dat er hooguit 4 lampen in zo'n ruimte hingen: het lichtniveau was een factor 5 lager dan nu gebruikelijk is. Naar alle waarschijnlijkheid was het lichtniveau zelfs nóg lager, omdat het rendement van de huidige armaturen veel hoger is dan toen.

Specifieke eisen

Dan zijn er de monumenten met een sterk representatieve functie. Paleizen bijvoorbeeld. Daar wonen, werken en slapen mensen. Soms blijven (hoge) gasten er overnachten. Er zijn vergaderingen, ontvangsten, banketten en feesten. Er zijn voorzieningen als catering en bewaking nodig.

Alle verschillende bijkomende functies brengen specifieke verlichtingseisen met zich mee. Voor representatieve functies wordt de ruimte ingericht in de stijl van de periode die kenmerkend is voor het pand. Vaste onderdelen van het interieur zijn dan nog intact. De inrichting van een monument wordt tegenwoordig minder vaak gemoderniseerd. Een historiserende aanpassing of renovatie van historische kenmerken en kwaliteiten is gebruikelijker. Bij elke interieurstijl hoort een bepaalde vorm van verlichting. Armaturen moeten passen bij het meubilair, de wanddecoratie en de afwerking van plafonds en vloeren. Soms hangen er niet geëlektrificeerde kroonluchters, voorzien van kaarsen dus. Maar die zullen waarschijnlijk niet elke avond branden. Het is in zo'n geval gebruikelijk om een ruimte te verlichten met tijdelijke, flexibele verlichting, bijvoorbeeld staande lampen. Vaak zijn de armaturen van dergelijke kroonluchters overigens al wel omgebouwd, dat gebeurde een eeuw geleden veel, toen gloeilamp – en stroomvoorziening- inmiddels gemeengoed waren geworden.





Argandlamp

Gebruiksvriendelijk

Bij (her)gebruik van een monument is een analyse noodzakelijk. Welke voorzieningen zijn noodzakelijk vanwege een representatieve functie, welke hebben te maken met eventuele gebruiksvriendelijkheid.

Wanneer er meer dan uitsluitend een historische ambiance wordt gevraagd, is het de vraag of dat kan met gebruikmaking van de oorspronkelijke verlichting. Bij het gebruik van een monument als woonhuis, tijdelijk verblijf, pied-à-terre, of het onderbrengen van hoog bezoek, stellen we hogere eisen aan onze omgeving en de inrichting daarvan. In een woonomgeving is verlichting nodig om bij te kunnen lezen, maar ook om een aangename sfeer op te roepen. Het interieur moet mogelijk maken dat mensen er tijdelijk of voor een langere periode comfortabel kunnen verblijven en zich er thuis kunnen voelen. Sanitair en de keukenfaciliteiten moeten aan huidige maatstaven op het gebied van comfort en hygiëne voldoen, wellicht met instandhouding

van historische, originele details. De verlichting voor die functies moet adequaat en volgens huidige maatstaven aangelegd zijn.

Oorspronkelijke situatie

Monumenten uit de derde categorie, die zelf als museaal object functioneren, vormen misschien nog de gemakkelijkste groep wat verlichting betreft. De ruimtes worden in veel gevallen verlicht zoals in de oorspronkelijke situatie, eventueel door het elektrificeren van kronen en kandelaars. Hier gelden geen functionele lichteisen die voortkomen uit het gebruik van de ruimte als werkplek. Het kiezen van een lichtbron met eigenschappen die zo dicht mogelijk liggen bij de oorspronkelijke situatie geeft vaak het nagestreefde resultaat. Dit zal overigens betekenen dat het lichtniveau in veel gevallen laag is. Het is dan weliswaar een goede weergave van hoe het destijds was, maar het is de vraag of men toen tevreden was met dit licht. De zwakke verlichting was geen bewuste keus maar werd veroorzaakt door de beperkingen van de





beschikbare lichtbronnen. Men was er aan gewend en wist niet beter.

2.2 Kunstlicht in gebouwen door de jaren heen.

Daglicht biedt ons perfect licht, maar is slechts gedurende een beperkt deel van de dag beschikbaar. Zeker in de winter is er een groot aantal uren per etmaal behoefte aan aanvullend licht. Die behoefte is door de jaren heen sterk gegroeid. Industrialisatie betekende dat we steeds meer binnen gingen werken. Kunstlicht maakte het mogelijk werkuren te standaardiseren: in de fabrieken, maar ook op kantoor en in school.

In de zoektocht naar kunstlicht hebben onze voorouders zich gered met allerlei hulpmiddelen, variërend van toortsen en kaarsen tot olielampen en gaslampen. Al die lichtbronnen bieden maar zeer beperkt en zeer lokaal licht. De komst van de elektrische booglamp was wat dat betreft een

doorbraak. Die gaf wel veel licht, maar kende ook nadelen. Het was een erg kostbare vorm van verlichting, de intensiteit was veel te groot voor een woonhuis en het onderhoud van deze lampen was gecompliceerd. De booglamp werd daarom eigenlijk alleen in openbare gebouwen toegepast. Voor woonhuizen was in diezelfde tijd de gaslamp een goed alternatief.

Open vuur

De eerste vorm van kunstlicht was het open vuur. Naast de warmte die zo'n vuurtje geeft, zorgt het ook voor enig licht. Maar het is geen goed handelbare lichtbron. Brandende takken en toortsen, al dan niet gedompeld in brandbare stoffen, zijn al een stuk praktischer. De olielamp is vanaf de 4^e eeuw voor Christus over de hele wereld toegepast, met verschillende soorten olie als brandstof. De olie die gebruikt werd was afhankelijk van de beschikbaarheid, maar ook van de prijs. Goedkope olie walmt en stinkt, dure minder. Kaarsen waren lange tijd een belangrijke lichtbron, maar de hoeveelheid licht die één enkele kaars





Kroonluchter in het Koninklijk Paleis in Amsterdam.

De kroonluchter was oorspronkelijk bedoeld voor kaarsen maar is in 2009 geschikt gemaakt voor de elektrische kaars. Deze aanpassing is gedaan zonder het armatuur te beschadigen, dus zonder het boren van gaten. De bedrading loopt buitenom het armatuur en is in principe zichtbaar. Het ombouwen van dergelijke armaturen moet zorgvuldig gebeuren en is werk voor specialisten.

uitstraalt is zeer beperkt: ongeveer 12 lumen, dat is nauwelijks genoeg om bij te lezen. Een kaars die op een tafel staat, direct naast een boek, levert een lichtniveau van ongeveer 6-7 lux op dat boek. Bijkomend probleem was de prijs. Kaarsen waren 300 jaar geleden kostbaar en voor 'de gewone man' was één kaars in een ruimte al een luxe.

In 1783 wordt de Argandlamp uitgevonden, een olielamp waarbij de verbranding beter functioneert ten opzichte van de traditionele olielamp door het toevoegen van zuurstof aan de lampfit. Daardoor ontstaat een gelijkmatig, rustig licht.

Het gaslicht doet rond 1800 zijn intrede. De gaslamp –vanaf eind 19^e eeuw met gloeikousje- verdringt geleidelijk de verlichting met kaarsen en olielampen.

Om het beperkte licht zo efficiënt mogelijk te gebruiken worden de kandelaars, olie- en gasarmaturen voorzien van spiegels en kristallen. De spiegels brengen het licht daar waar het

gewenst is en de kristallen maken dat een enkele vlam zich als het ware vermenigvuldigt in die kristallen. Deze manier van verlichten is tot eind 19^e eeuw gebruikelijk.

Dan komt Edison in 1879 met de gloeilamp, en de gaslamp maakt plaats voor elektrisch licht.

Betaalbaar kunstlicht

De gloeilamp betekent een grote stap voorwaarts op weg naar betrouwbaar, veilig, kwalitatief hoogstaand en betaalbaar kunstlicht. De eerste gloeilampen hebben weliswaar een lichtopbrengst die niet veel hoger is dan die van een goede gasbrander, er zijn wel degelijk grote voordelen. Het ontploffingsgevaar is klein, en deze nieuwe lampen produceren geen rook of giftige dampen. Ook de gebruiksvriendelijkheid is in vergelijking met de verlichting totdan toe, groot. Elektrische lampen zijn van afstand eenvoudig met een schakelaar aan en uit te zetten. De kwalitatieve ontwikkeling van het elektrische licht gaat bovendien snel. De Edison



lampen van rond 1885 hebben een lichtstroom van ongeveer 100 lumen, tien jaar later is dat al meer dan het dubbele. Het rendement van deze kooldraadlamp stijgt in diezelfde tijd van 3 naar 7 lumen per watt.

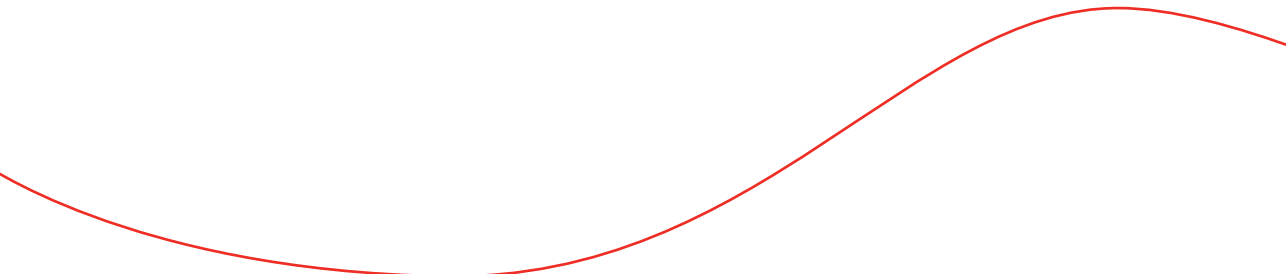
Omstreeks 1890 krijgen de eerste Nederlandse gebouwen elektrisch licht, maar het zal tot na de eerste wereldoorlog duren voordat de gloeilamp als standaard lichtbron in woningen wordt toegepast. Dat die overstap ruim 25 jaar tijd kost, heeft met de voor elektrisch licht noodzakelijke voorzieningen te maken. Want los van de gloeilampen, is daarvoor ook een elektrische installatie nodig. Het elektriciteitsnet was destijds zeer beperkt en moest worden uitgebreid. Dat gebeurt het eerst in de steden, daarna komt het platteland aan de beurt. Sommige gebouwen krijgen in die beginjaren al wel elektrisch licht zonder dat er een elektriciteitsnet is. Met behulp van een generator wordt de stroom dan lokaal opgewekt.

Geen standaardproducten

Veel monumenten dateren van voor 1890. Elektrisch licht is dus vaak een latere toevoeging aan die gebouwen. Elektrische armaturen uit de begintijd van het elektrische licht werden, zeker in prestigieuze gebouwen, vaak speciaal ontworpen voor het gebouw in kwestie. Standaardproducten zijn er nog niet, een 'verlichtingsindustrie' moet zich nog ontwikkelen.

In die beginperiode is het gebruikelijk om in bestaande gebouwen de aanwezige armaturen om te bouwen. Gas- of kaars armaturen krijgen bedrading en fittingen en kunnen zo worden gebruikt voor dat nieuwe licht, de gloeilamp. Dit ombouwen vindt, 130 jaar na de introductie van de gloeilamp, overigens nog steeds plaats. Een aantal van de oorspronkelijke kaarsenluchters in het Koninklijk Paleis Amsterdam bijvoorbeeld, is recent nog van nieuwe elektrische (kaars) verlichting voorzien. Soms omdat de armaturen weliswaar al eerder geëlektrificeerd waren, maar





de aanpak daarvan niet meer voldeed aan aangescherpte technische of veiligheidseisen. Het komt ook voor dat het gebruikte snoer destijds enkel was geïsoleerd, waar nu een dubbele isolatie wordt gevraagd bij 230 volt installaties. Ook blijken doorvoerbeschermingen weleens te ontbreken op plaatsen waar een snoer door een metalen deel wordt gevoerd.

In de beginperiode van het elektrische licht is de esthetische kwaliteit van een armatuur veel belangrijker dan de lichttechnische. Antieke kroonluchters kennen over het algemeen rijke decoraties. De lichtpunten echter, zijn vaak niet meer dan kale peertjes die zonder afscherming in fittingen worden gedraaid. Het ontwerpen van de armaturen was werk van kunstenaars, een beroep als 'lichtontwerper' bestond nog niet. Lichttechnisch gezien was dat geen groot probleem. De gloeilampen uit de eerste periode zijn kooldraadlampen, met een lage helderheid. Zelfs wanneer ze zonder afscherming worden toegepast en je recht in de lamp kijkt, zijn zulke

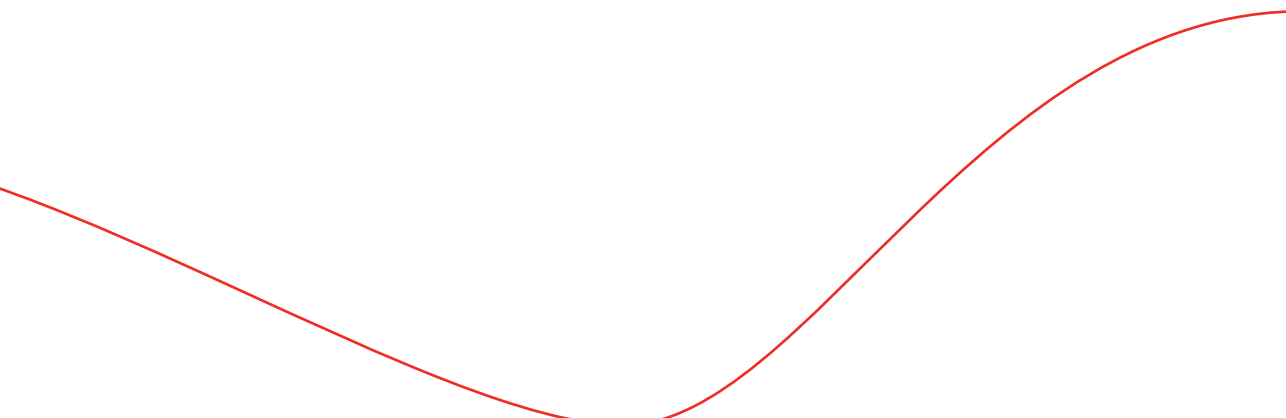
lampen niet verblindend. De ontwikkeling van de gloeilamp betekent wel dat de lichtopbrengst door de jaren heen steeds groter wordt, en er later wel kans op verblinding ontstaat.

Wolframdraad

Het wolframdraad, dat rond 1912 bij gloeilampen wordt geïntroduceerd, betekent een grote stap voorwaarts wat betreft de lichtopbrengst. Lampen met wolframdraad kennen we nog steeds. Ze geven drie tot vier maal zo veel licht en hebben een compactere gloeispiraal. Dat betekent dat ze zonder afscherming wel verblindend zijn. Vooral de compactere gloeispiraal is daarbij van belang: de totale hoeveelheid licht wordt uitgestraald door een klein oppervlak met een zeer hoge helderheid. Het licht van een kooldraadlamp, tot die tijd gebruikelijk, werd geleverd door een veel langere gloeidraad.

Het gebruik van wolfram maakt het belangrijk om de armaturen zo te ontwerpen, dat er geen verblinding op kan treden. De lichtbronnen





worden dus afgeschermd en het licht komt via reflectoren op de gewenste plaats. Om het directe zicht op de gloeidraad in open lampen te voorkomen wordt het glas van de gloeilamp gematteerd. Het glas van kooldraadlampen echter, is transparant. Zulke heldere gloeilampen met een laag vermogen zijn nog steeds in zwang: ze zorgen vanwege hun specifieke twinkeling voor een feestelijke sfeer.

Kristallen kroon

Armaturen zijn ontworpen voor specifieke lichtbronnen. Dat geldt niet alleen voor de gloeilamp maar ook voor zijn voorgangers, kaars-, gas- en olielampen. De uitstraling van een antiek armatuur wordt bepaald door het licht, maar altijd in combinatie met de gebruikte materialen. De reflectie van dat licht op het materiaal zorgt voor een totaalbeeld. Zo is de schittering van het licht in een kristallen kroon briljant: het kristallen gaan fonkelen als kleine lichtbronnen.

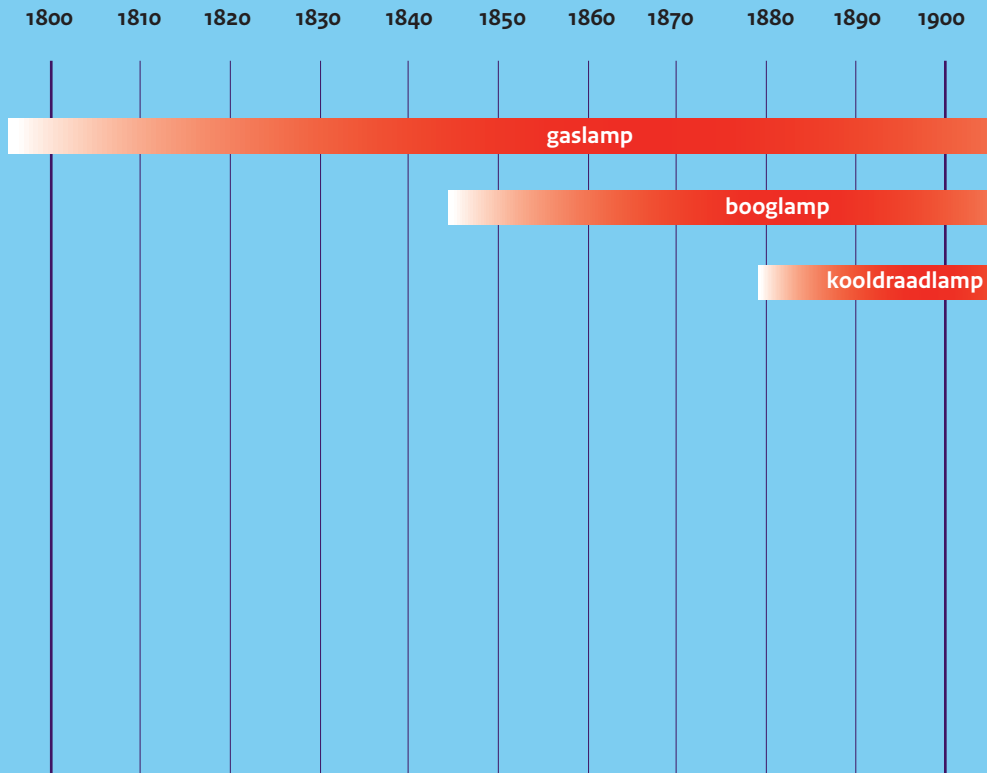
Esthetiek

Het duurt een tijd voordat er armaturen komen die de voordelen van nieuwe lichtbronnen ten volle benutten, zowel wat functionaliteit als esthetiek betreft.

Dat gold destijds voor de gloeilamp, het geldt nu voor de spaarlamp en de led-lamp. In de begintijd van de gloeilamp grepen de ontwerpers van armaturen terug op bestaande en bekende vormen. Ook al bood de gloeilamp ontwerpers een grote vrijheid in het plaatsen van de lichtbronnen, het duurde even voordat ze die mogelijkheden ontdekten en echt gingen benutten.

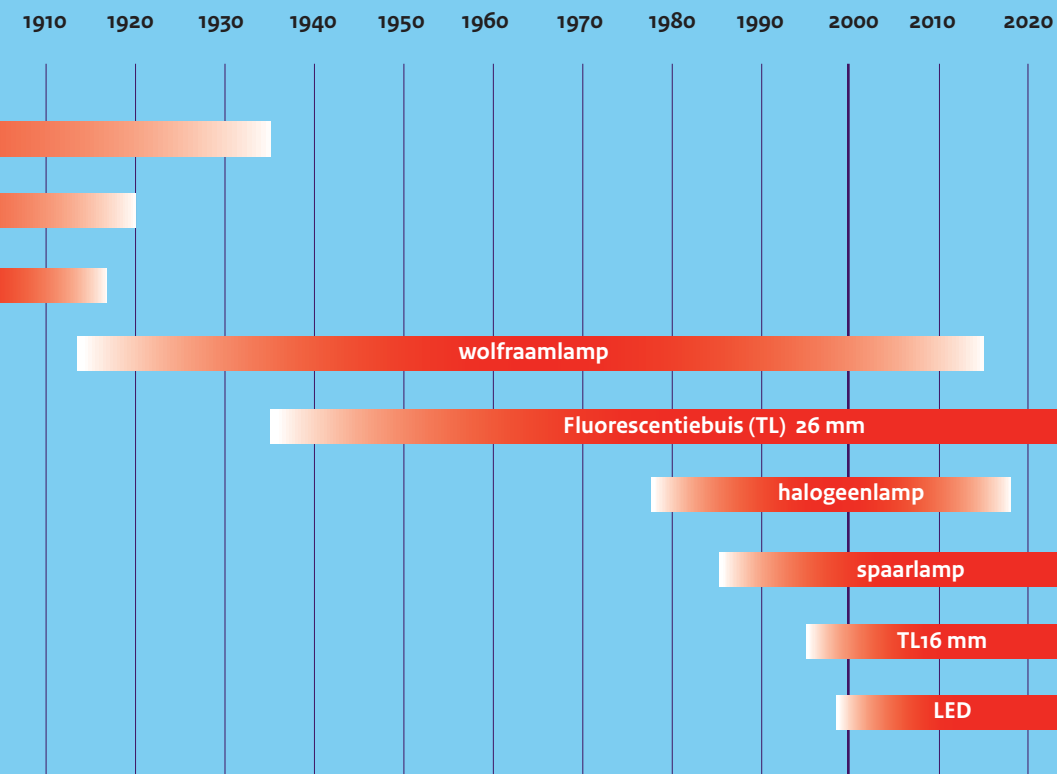
Zowel bij gas- als kaarsarmaturen was de vlam altijd een belangrijk, beperkend en dus bepalend gegeven bij de vormgeving van het armatuur. De lichtbron moest vertikaal en naar boven gericht worden, en er moest rekening worden gehouden met de warmte van de vlam. Die noodzaak was er bij de gloeilamp niet meer. Peertjes kunnen in elke richting branden. Maar het duurde even voor de ontwerpers zich dat goed realiseerden.

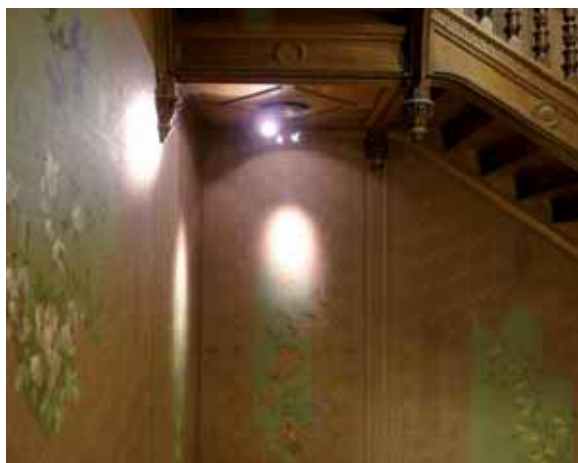




Architecten van prestigieuze en spraakmakende gebouwen schakelden graag bekende kunstenaars in om passend meubilair en verlichting voor hun gebouwen te ontwerpen. In de tijd dat elektrificatie van de verlichting op gang kwam, kozen kunstenaars in eerste instantie en uit gewoonte vaak voor vormen die deels teruggrepen op het historisch gebruik van licht. Maar de nieuwe mogelijkheden die elektrificatie bood werden al snel ten volle benut. Het betekende een enorme impuls op het gebied van esthetiek en vormgeving. Omdat er in die tijd nog vooral sprake is van ambachtelijk vakmanschap, zijn veel van die speciaal ontworpen armaturen uit die begintijd van de nieuwe verlichting unieke exemplaren. Armaturen van grote schoonheid, hoge kwaliteit en historisch zeer waardevol.







NIOD trappenhuis

In het trappenhuis van Herengracht 380 in Amsterdam zijn tijdens de restauratie in 1997 halogeenspots aangebracht in het trappenhuis. Deze geven een gericht licht wat leidt tot plaatselijk grote helderheden (lichtvlekken) op wanden en plafonds. Deze halogeenspots zijn pas in de 80er jaren in zwang gekomen. Van origine zal de ruimte gelijkmatiger verlicht zijn geweest. Door het vervangen van deze halogeen-armaturen door armaturen die rondom licht uitstralen is deze gelijkmatigheid weer teruggebracht. Er is gekozen voor een replica van de lamp ontworpen door W.Wissmann uit 1921, uitgerust met een ledlamp.

De praktijk 2: Herengracht 380 Amsterdam

Herengracht 380 is gebouwd tussen 1888 en 1890 voor de rijke tabaksplanter Jan Nienhuys. Het ontwerp is van architect Abraham Salm. Dit pand is een van de eerste gebouwen in Amsterdam waar elektrisch licht werd toegepast. Omdat er destijds nog geen sprake was van een elektriciteitsnet, werd de energie lokaal opgewekt door middel van een generator in de achtertuin.

De oorspronkelijke verlichting bestond uit kroonluchters en wandarmaturen die specifiek waren ontworpen voor de gloeilamp. Het grootste deel van die originele armaturen was er nog, maar rond 2007 bleek het geheel wel aan een grondige renovatie toe. De technische staat van de armaturen was zo slecht dat er sprake was van brandgevaar.

Naast de nog aanwezige oorspronkelijke verlichting was er tijdens een ingrijpende restauratie in 1997 nogal wat “nieuw licht” bijgekomen, voornamelijk in het monumentale trappenhuis. Deze nieuwe halogeen armaturen werden later als “minder gelukkig” ervaren, zowel wat uiterlijk als wat lichtbeeld betreft. Het als woonhuis gebouwde pand is nu in gebruik bij het NIOD, het Nederlands Instituut voor oorlogs-, holocaust- en genocidestudies. Er zijn kantoor- en vergaderruimtes. Van origine werden de ruimtes verlicht door middel van kroonluchters, aangevuld met wandarmaturen. Deze armaturen, uitgerust met de gloeilampen waarvoor ze waren ontworpen, geven veel te weinig licht om er op een kantoor goed bij te kunnen werken. De gebruiker probeerde het lichtniveau te verhogen door spaarlampen en halogeenlampen in de bestaande armaturen te gaan





Armatuur NIOD

In de ontwerpfase voor de nieuwe verlichting voor de kantoorruimtes was het duidelijk dat na restauratie van de historische kroonluchters er behoefte zou zijn aan aanvullend licht. Uit de waardestelling bleek dat deze verlichting het liefst zo “gebouw ongebonden” gerealiseerd moest worden. Met andere woorden, er mocht eigenlijk niets aan plafond of wand gemonteerd worden. Er is voor gekozen een armatuur te ontwikkelen dat dicht tegen de wand geplaatst kan worden, een kruising tussen een wand en vloerlamp. Het armatuur wordt gevoed door een snoer wat langs de plint loopt en zit verder vast met een enkel staaldraadje naar de wand. Deze armaturen zorgen, samen met de geresatureerde kroon, voor de algemene verlichting, aanvullen staan er op de werkplek schemerlampen als aanvullende werkverlichting.

gebruiken. Maar dat leidde tot verblinding. De in de armaturen zichtbare lichtbronnen, kregen een te hoge helderheid. Ook werden er in de kantoorruimtes staande lampen bijgeplaatst. In de verkeersruimtes, voornamelijk het trappenhuis, kwamen spaarlampen. Naast een hogere lichtopbrengst was hier de lange levensduur van belang, de lichtbronnen zitten op moeilijk bereikbare plekken en de kosten voor vervanging werden daardoor te hoog.

In 2008 startte de Rijksgebouwendienst met het zoeken naar een oplossing voor de verschillende lichtproblemen, een project waar ook de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) bij betrokken werd. Doel was ten eerste de onveilige situatie op te heffen, maar ook om te komen tot een totaal lichtplan voor het gebouw, alsmede de materiaal technische restauratie van de oorspronkelijke armaturen.

Er werd gekozen de kroonluchters en wandlampen zoveel mogelijk in hun oude staat te herstellen, met het daarbij horende lage lichtniveau. De vraag diende zich aan welke lichtbronnen daarvoor gebruikt moesten worden. De oorspronkelijke kooldraadlampen waren niet meer beschikbaar, er moest een alternatief worden gevonden. In de tijd dat dit speelde was er volgens het projectteam geen geschikte alternatieve lichtbron verkrijgbaar. Er zat niets anders op dan zelf iets te ontwikkelen. Dit heeft geleid tot een op LED gebaseerde lamp met een heldere glazen “ballon”. Het glas is geblazen in de vorm van de gloeilampen uit eind 19e eeuw. Een vorm die





NIOD LED “kooldraadlamp”

De LEDlamp zoals die ontwikkeld is voor Herengracht 380 in Amsterdam. De daar aanwezige armaturen stammen uit 1890 en waren van oorsprong bedoeld voor de Edisonlamp. Op oude foto's zijn die lichtbronnen duidelijk te herkennen. Met deze lamp is getracht zo dicht mogelijk bij de uitstraling van de kooldraadlamp te komen, gebruikmakend van de nieuwste technieken.

terug te vinden is in de literatuur en op oude foto's van het pand. In deze glazen bol is een dubbele verticale staafvormige LED met een kleurtemperatuur van 2700 K aangebracht. De LEDs zijn teruggedimd tot een niveau dat overeenkomt met dat van de oorspronkelijke kooldraadlamp. Rond de LEDs is een koperen spiraal aangebracht. Met deze lichtbron komen de oorspronkelijke armaturen weer dicht bij de uitstraling die zij 120 jaar geleden hadden. De eerlijkheid gebiedt om te zeggen dat we op deze manier weliswaar wat vorm en lichtniveau dicht in de buurt van de oorspronkelijke lampen komen, maar dat dit niet geldt voor de kleurweergave en kleurtemperatuur. Om het gewenste functionele lichtniveau in de verschillende ruimtes te bereiken – dat werd op deze manier met de bestaande armaturen niet gehaald – werd het noodzakelijk om extra armaturen te plaatsen. Er moest een situatie worden gecreëerd waarin kantoorwerk binnen de daarvoor geldende wettelijke eisen mogelijk was.



Een prototype van de NIOD lamp in zijn omgeving



De aard van de ruimtes maakte het onmogelijk om iets aan plafonds of wanden te bevestigen. Ook staande lampen leken geen gelukkige keuze. Uiteindelijk werd een deel van de nieuwe aanvullende armaturen speciaal voor dit pand ontworpen, uitgangspunt daarbij was “zo gebouw ongebonden als mogelijk”. Samen met standaard tafellampjes moeten deze zorgen voor het gewenste functionele licht. Naast de verlichting in de kantoren en vergaderruimte is ook gekeken naar de overige verlichting in het historische deel van het gebouw. Er is besloten de toevoegingen op dit gebied uit 1997 te verwijderen en te vervangen door armaturen waarvan wij nu denken dat deze meer geschikt zijn. Ook hiervoor bleken gelukkig geschikte standaard armaturen beschikbaar. De vervangen armaturen hadden halogeen lichtbronnen, de nieuwe hebben ledlampen die veel langer meegaan en minder energie verbruiken dan de halogeenlampjes. Hierdoor daalt het energieverbruik en hoeven de lichtbronnen niet eens per jaar, maar slechts eens in de twintig jaar vervangen te worden.



3. Licht en lichtbronnen

3.1 Wat is licht

Wetenschappers definiëren licht als elektromagnetische straling met een golflengte tussen de 380 en 780 nm, maar ook als deeltje, de photon (Max Planck 1899). We nemen deze straling waar op het moment dat deze wordt gereflecteerd door een materiaal of een stof waardoor in onze ogen een reactie plaats vindt. Ons oog stuurt de prikkels die het ontvangt door naar de hersenen die dit op hun beurt interpreteren. Dit is het proces van waarnemen. Op basis van die informatie baseren we ons handelen. Het zien heeft dus een optische kant en een neurologische. Het geeft richting aan ons dagelijkse bestaan.

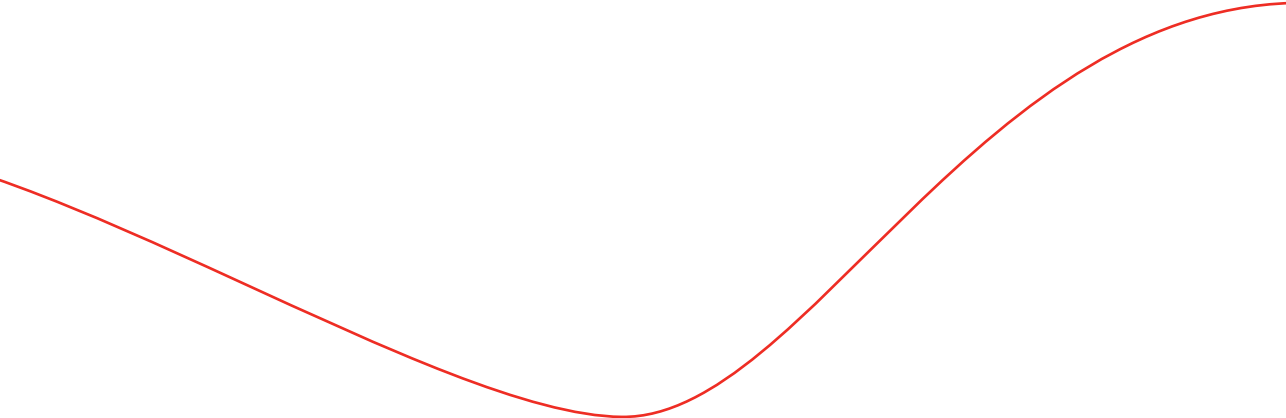
Regenboog

Wit licht bestaat bij ontleding uit alle kleuren van de regenboog. Dat is het volledige lichtspectrum. Gekleurd licht krijgen we door niet alle kleuren van dat lichtspectrum uit te zenden, we kunnen specifieke kleuren tegenhouden. De weggehaalde

kleur is complementair aan de verkregen kleur die we zien. Een roodfilter haalt alle blauwe en groene kleuren weg uit het witte licht. Alles wat ermee wordt belicht, is rood. De kleurentheorie is gebaseerd op drie primaire kleuren die samen weer wit maken: rood, blauw en groen. Kleurentelevisie werkt met die drie primaire kleuren en inderdaad nemen we daar alle kleuren mee waar. De kleuren kunnen verschillen van de realiteit, maar onze hersenen corrigeren de algemene fouten. Onze waarneming past zich aan de heersende lichtsituatie aan.

Daglicht is koeler (blauwer) dan gloeilamplicht maar in beide gevallen nemen we kleuren 'natuurlijk' waar door onze eigen witbalans. Alle kleuren uit het spectrum zijn in dit licht vertegenwoordigd, zij het in een andere verhouding. Daglicht beschouwen we als het mooiste licht dat er is, ook al nemen we het meestal als vanzelfsprekend waar. Voor zien en waarnemen is het bij uitstek geschikt door de gelijke en regelmatige verdeling van het kleuren-





spectrum. Als er geen daglicht meer is, appreciëren we warm kunstlicht meer dan helder koel kunstlicht.

Daglicht wordt veroorzaakt door het gloeien van de zon en alle atmosferische omstandigheden die het op zijn weg tegenkomt. Ons visuele systeem is er sinds de oertijd op ingericht om met dat licht te kunnen zien. We proberen het na te bootsen, maar dat is ons nog steeds niet helemaal gelukt: er ontbreekt altijd wel iets.

Biologische klok

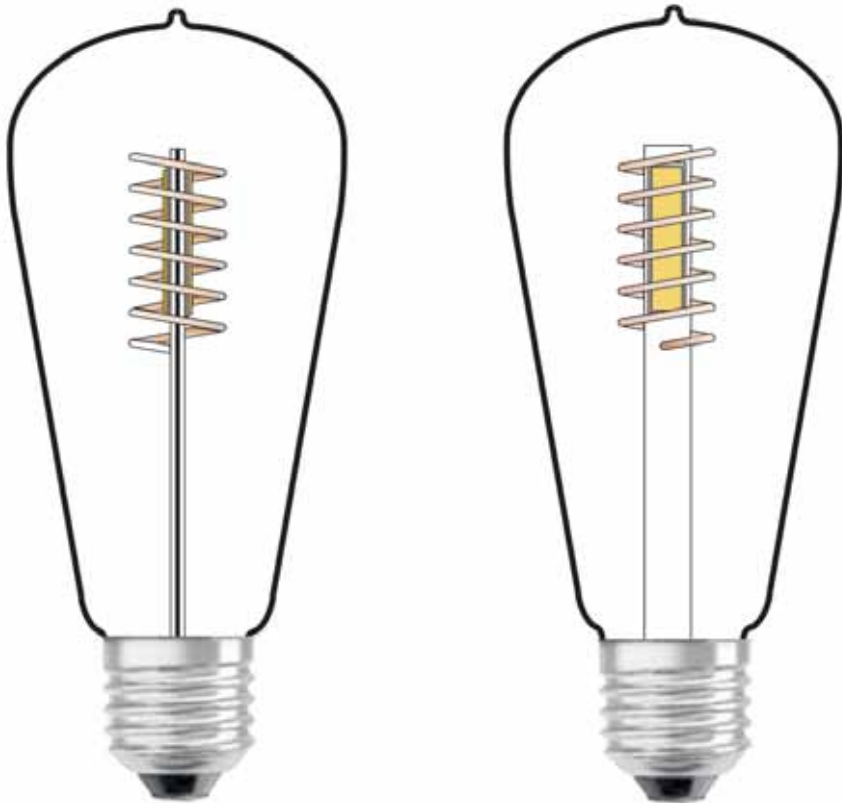
Licht is biologische noodzakelijk en onmisbaar voor iedere vorm van leven. De wisseling van de seizoenen kan bepalend zijn voor hoe wij in het leven staan. Er zijn mensen die daar heftig op reageren, bijvoorbeeld mensen met een winterdepressie. De biologische klok van de mens heeft een cyclus van ongeveer 24,5 uur. Onze biologische klok wordt elke dag door middel van een voldoende dosis (dag)licht gesynchroniseerd met het 24 uren ritme van de natuur. Zonder voldoende

licht - en dus zonder deze synchronisatie - zal het ritme van mens en natuur elke dag verder uit elkaar gaan lopen. Dat leidt tot jetlag-achtige klachten. Pas in 2002 is ontdekt dat er een extra receptor in onze ogen zit, die speciaal gevoelig is voor licht rond de 460 nm. Dat is licht met een blauw karakter. De aanmaak en afbraak van de hormonen melatonine (slaaphormoon) en cortisol (energiehormoon), die ons slaap- en waak-ritme bepalen, is daarvan afhankelijk.

3.2 Lichtbeleving.

Licht is een belangrijk onderdeel van wat we kunnen omschrijven als de belevingsindustrie of de belevingsarchitectuur. Licht kan mensen alert en actief maken, voor een goed gevoel zorgen. Het stimuleert sfeer en gezelligheid. Maar wanneer het licht niet goed is, kan er een averechts effect optreden. Licht heeft grote invloed op de mens en het ervaren van kleur is daar onderdeel van. Net zoals de kleur van een interieur psychologische invloed heeft op de mens, zo heeft ook de kleur





van het licht daar invloed op. Licht bestaat uit kleur. Bij kleur denken we vaak onmiddellijk aan verzadigde heldere kleuren, maar juist subtiele nuances kunnen voor een groot en onverwacht effect zorgen. Omdat we die subtiele nuances vaak slechts onbewust waarnemen, is de werking ervan zo groot.

Architectuur

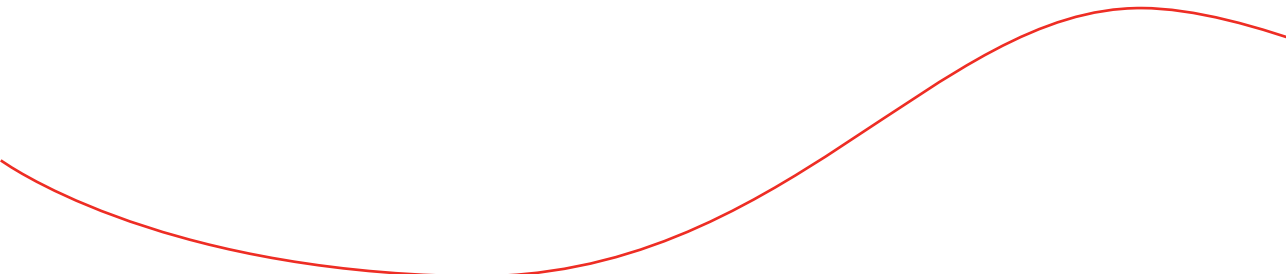
Met de komst van technische middelen die het eenvoudig maken om gekleurd licht in de architectuur en binnenshuis te brengen, wordt dit middel regelmatig (en soms wat ongenueanceerd) toegepast om sfeer te creëren. De effecten zijn af en toe bont maar kunnen bij informele bijeenkomsten erg aansprekend zijn. Bij festiviteiten, muziek en andere informele bijeenkomsten is daar niets op tegen. In het dagelijks leven thuis willen we dat meestal niet en ook voor ons werk hebben we voornamelijk wit licht nodig.

Bij energiezuinige lichtbronnen wordt wit licht gemaakt uit een samenstel van kleuren dat een

discontinu spectrum wordt genoemd. Dit lijkt op wit licht maar het effect wordt op een synthetische manier bereikt. Onze hersenen nemen het waar als wit. Het resultaat kan zijn dat niet alle kleuren in de omgeving er goed door worden weergegeven. Dat is niet erg wanneer dit licht als bijverlichting wordt gebruikt, als er ook daglicht aanwezig is. 's Avonds vormt het een groter probleem.

Zoals eerder besproken: daglicht heeft een hoger aandeel blauw dan gloeilampen, die meer rood hebben. Wanneer het daglicht is verdwenen, hebben we (in onze cultuur) meer waardering voor het warme licht van een gloeilamp. We steken graag kaarsen aan, die een nog warmere kleur hebben dan gloeilampen. Als we gloeilampen, met hun kleurtemperatuur van 2700 K gaan dimmen komen we in de buurt van de lichtkleur van kaarslicht. Kaarsen hebben een kleurtemperatuur van ongeveer 1900 K. Ook uit biologisch oogpunt klopt die waardering. Het is van belang voor ons bioritme. Het warme licht heeft geen invloed op de aanmaak van energiehormoon cortisol, er wordt





juist melatonine aangemaakt waardoor we slaperig worden.

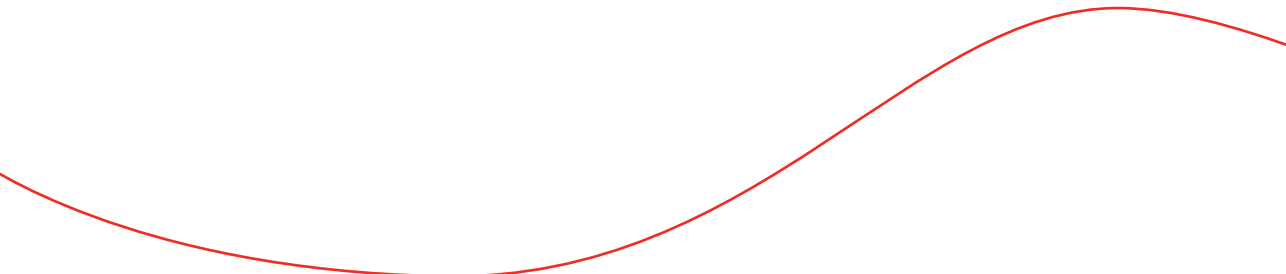
Zowel daglicht, gloeilampen als kaarsen hebben gemeen dat ze een continu spectrum hebben, ze stralen alle kleuren uit, alleen in een iets andere verhouding. Spaarlampen en andere gasontladingslampen doen dat niet.

Uitgesproken mening

Over spaarlampen en led-verlichting hebben veel mensen een uitgesproken mening. Men houdt ervan of niet. De omgeving waar de verlichting wordt toegepast speelt ook een rol. TLverlichting wordt op kantoren algemeen geaccepteerd, in een woonomgeving niet. Als je zuiver naar de beleving kijkt en niet naar achterliggende aspecten als energieverbruik, dan ervaren mensen halogeen- en gloeiverlichting als prettig licht. Bij spaarlampen en led-verlichting, ook wel aangeduid als synthetische verlichting, is dat niet het geval. Veel mensen beleven dat licht als 'naar'. Wanneer het energieaspect wél wordt meegenomen, vinden

sommige mensen de gloeilamp opeens verschrikkelijk. Het zijn aspecten die te maken hebben met beleving en perceptie. Het is duidelijk dat er nog ruimte is voor verbetering op dit vlak, bij de verdere ontwikkeling van spaar en led-lampen. Mensen blijken in hun dagelijkse omgeving, wanneer het daglicht verdwenen is - wanneer zij rust zoeken, of tijdens sociaal contact waar gegeten, gedronken en plezier gemaakt wordt - het gebruik van gloeilicht (dus ook halogeen) te appreciëren. Deze verlichting draagt in positieve zin bij aan de manier waarop mensen zich voelen en uiten. Een gezellige kroeg, verlicht met gloeilampen en kaarsen, loopt snel leeg wanneer de TL balken aangaan.





3.3 Definitie en kwaliteitsaspecten van daglicht en kunstlicht

In dit hoofdstuk worden de belangrijke hoedanigheden van verschillende soorten licht en lichtbronnen gedefinieerd en uitgelegd. De kwaliteitsaspecten worden vervolgens in hoofdstuk 3.4 voor verschillende lichtbronnen gekwantificeerd.

3.3.1 Kwantiteit van licht

De hoeveelheid daglicht op een horizontaal vlak in het vrije veld buiten varieert afhankelijk van weersgesteldheid en seizoen tussen 100.000 en 3000 lux. Het percentage hiervan dat in gebouwen via vensters bijdraagt aan de horizontale verlichtingssterkte op het werkvlak (de zgn. daglichtfactor) is afhankelijk van de geometrie en oriëntatie (N.O.Z.W) en locatie van de vensters en de diepte van de ruimte. Er van uitgaande dat tot op 80 % van de horizontale oppervlakte in het gebouw die factor nog wordt gehaald, is een typerend voorbeeld van de daglichtfactor voor woonhuizen

zo'n 1,5 % en voor kantoren, met veelal grotere raamoppervlakten, ligt dat tussen de 2 en de 5 %. De vereiste gemiddelde horizontale verlichtingssterkte in gebouwen voor normaal kantoorwerk bedraagt 500 lux. Het is duidelijk dat kunstverlichting in grote delen van gebouwen het binnentredende daglicht voor een gedeelte van de dag, en in de winter grote delen van de dag, moet aanvullen. De verschillende kunstlichtbronnen leveren afhankelijk van hun wattage een verschillende lichtopbrengst. De lichtopbrengst, officieel spreken we van lichtstroom, wordt uitgedrukt in lumen. Als voorbeeld: een 75 Watt gloeilamp heeft een lichtstroom van ca. 900 lm, een dunne fluorescentielamp (TL buis) van 50W zo'n 5000 lm. Per lamptype is de beschikbaarheid van de 'range' van lichtstromen verschillend. Zo zijn gloeilampen er bijvoorbeeld alleen in lagere lichtstromen en fluorescentielampen (en overigens in het bijzonder ook andere gasontladinglampen) in hogere lichtstromen.



3.3.2 Efficiëntie

De efficiëntie van een lichtbron wordt bepaald door zijn lichtopbrengst ten opzichte van de daarvoor benodigde energie: lumen/Watt. De officiële benaming voor dit begrip is “specifieke lichtstroom”. De gloeilamp van hierboven heeft een efficiëntie van $900/75 = 12$ lm/W. Bij de fluorescentielamp is het iets ingewikkelder omdat het voor gebruik van een fluorescentielamp benodigde voorschakelapparaat (VSA, zie ook hoofdstuk 3.3.10) ook energie verbruikt. Dit verbruik is in de documentatie van de fabrikant opgegeven en dus bekend. De fluorescentielamp van hierboven heeft een efficiëntie van ca. 95 lm/W. Meestal hebben kleinere lampuitvoeringen (lagere wattages) van eenzelfde lamptype een iets lagere efficiëntie. Zo is bijvoorbeeld de efficiëntie van een 25 Watt gloeilamp geen 12 lm/W maar ca. 8 lm/W en een 16 W dunne fluorescentielamp geen 95 maar ca. 85 lm/W.

3.3.3 Levensduur

De levensduur van de verschillende lichtbronnen

loopt erg uiteen. Gloeilampen en halogeenlampen hebben een korte levensduur. Aan de andere kant van het gamma zitten de led-lampen, met een extreem lange levensduur. Het is gebruikelijk om het begrip “economische levensduur” te hanteren. Dit is de levensduur waarna het uit economische redenen verstandig is alle lampen te vervangen. Waar dit bij gloei- en halogeenlampen meestal de daadwerkelijke levensduur is (“als de lamp kapot gaat”) kan dit bij gasontladinglampen en vaste stofstralers de tijd zijn waarop de lamp niet meer voldoende licht geeft of waarop de verwachting is dat na dit tijdstip het te kostbaar wordt om lampen nog individueel te vervangen omdat de uitval snel gaat toenemen.

3.3.4 Kleurindruk van het licht

Verschillende soorten licht geven een verschillende kleurindruk. Echt gekleurd licht wordt prima gekarakteriseerd door de naam van de kleur zelf, bijvoorbeeld rood, groen, geel of blauw. Maar er zijn ook verschillende tinten wit licht en die zijn moeilijker te karakteriseren. Wit licht waar relatief





veel rood in zit wordt wel ‘warmwit licht’ genoemd (een voorbeeld zijn kaarsen en gloeilampen) en wit licht waar relatief veel blauw in zit wordt wel ‘koelwit licht’ of ‘daglicht’ genoemd (zoals sommige fluorescentie lampen). Een nauwkeuriger karakterisering van de tint van wit licht levert ons de zogenaamde ‘gecorrleerde kleurtemperatuur’, T_k in Kelvin. Warmwit licht heeft een relatief lage kleurtemperatuur en koelwit licht een hoge. De kleurtemperatuur kan nauwkeurig worden bepaald door metingen of berekeningen uit het door de fabrikant gepubliceerde spectrum. Als voorbeeld: de kleurtemperatuur van daglicht kan variëren tussen zo’n 4000 en 20.000K, een gloeilamp heeft licht van ca. 2700K, halogeenlampen van 3000K tot 3200K en fluorescentielampen zijn beschikbaar in de range van 2700K tot 17.000K.

3.3.5 Kleurweergave van het licht

Een ander aspect van de kleureigenschappen van licht is de mate waarin kleuren van objecten gezien bij dat licht, goed worden weergegeven. Er zijn

kunstlichtbronnen waarbij de kleuren van objecten totaal verdwijnen: de lage druk natriumlamp die -steeds minder overigens- bij de verlichting van autowegen wordt toegepast.

Gloeilampen en halogeenlampen zorgen voor de beste kleurweergave. De kleurweergave van lichtbronnen wordt gekarakteriseerd door de kleurweergaveindex R_a , een getal tussen 0 en 100. Ook dit getal kan weer nauwkeurig worden berekend uit het spectrum van het licht. De lage druk natriumlamp heeft een R_a van 0 terwijl gloeilampen een R_a van 100 hebben. Alle andere lichtbronnen hebben waarden daar tussenin. De kleurweergaveindex moet eigenlijk samen met de kleurtemperatuur worden beschouwd. Lampen met hoge kleurtemperatuur zullen kleuren iets “koeler” weergeven en lampen met lage kleurtemperatuur iets “warmer”. Dit geldt ook voor daglicht. Met de variatie van de kleurtemperatuur van daglicht van moment tot moment zal dus ook de kleur van objecten iets veranderen: de “natuurlijke” kleur van objecten bestaat niet.



3.3.6 Dynamiek van het licht

Daglicht verandert voortdurend van kleurindruk en van hoeveelheid. Hierboven is al aangegeven dat de kleurtemperatuur varieert van zo'n 4000K tot 20.000K dat wil zeggen van (avond)rood tot helder blauw en alles daar tussenin. De hoeveelheid varieert van 100.000 lux op een zonnige heldere dag tot 15.000 á 3000 lux op een bewolkte sombere dag. Over het algemeen wordt de dynamiek van daglicht als positief ervaren. Tot voor kort hadden de meeste kunstlichtbronnen een nagenoeg constante kleurindruk. Met het beschikbaar komen van LEDs ontstaat de mogelijkheid om de kleur van dit kunstlicht elektronisch aan te passen (dynamische aanpassing). Voordien kon dit alleen bereikt worden door verschillende tinten lampen (vaak in een dubbellampsarmatuur) individueel en verschillend te dimmen. Veel -maar niet alle- kunstlichtbronnen kunnen goed worden gedimd zodat variatie in lichthoeveelheid mogelijk is. Gloei- en halogeenlampen zijn heel goed dimbaar. Door het dimmen wordt de kleur langzaam warmer: de amberdrift. Deze

kleurverandering bij dimmen ervaren we als heel natuurlijk.

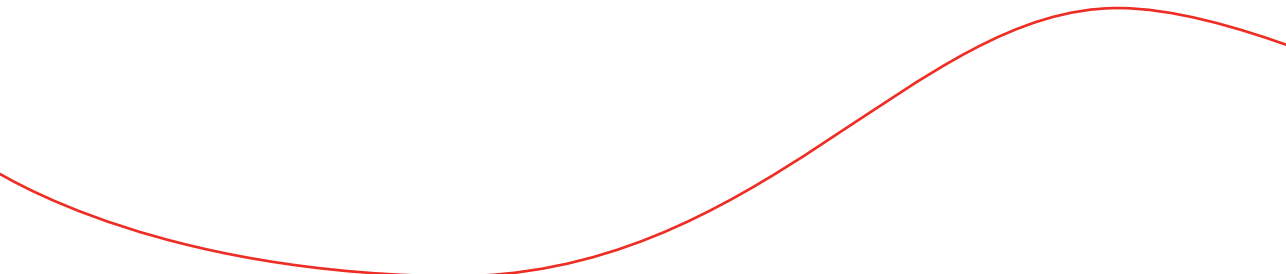
3.3.7 Lichtrichting

De lichtrichting van daglicht wordt meestal bepaald door de verticale ramen in gebouwen: het licht "stroomt" meer horizontaal dan verticaal de gebouwen binnen. Dit resulteert vaak in relatief hogere verticale verlichtingssterktes dan horizontale verlichtingssterktes. Dit is anders bij de kunstverlichting die in gebouwen vanaf het plafond komt: dan is er een relatief hogere horizontale, dan verticale verlichtingssterkte. De precieze verhouding van deze componenten is afhankelijk van de lichtverdeling, die weer een gevolg is van de toegepaste optiek in de armaturen.

3.3.8 Biologische dosis

Onderzoeken tonen aan dat in de meeste kantoren, zeker in de wintermaanden, de daglichttoetreding niet toereikend is om te zorgen voor de noodzakelijke alertheid. Er is niet genoeg daglicht





om de natuurlijke biologische effecten te bewerkstelligen, die we nodig hebben voor ons welzijn. Dat betekent dat kunstverlichting hierop aanvulling moet geven, vooral in de ochtenduren, omdat dan het biologisch effect van licht het belangrijkste is. Onderzoek heeft aangetoond dat licht met een relatief grote blauwcomponent hierin extra effectief is: het geeft een grotere biologische dosis. Licht met een grote biologische dosis is dus effectief in de ochtend maar zou laat in de middag en zeker in de avond het natuurlijk biologisch ritme juist kunnen verstoren, waardoor we slechter zouden slapen. Het is daarom zinvol de biologische dosis van lichtbronnen te vergelijken in combinatie met het tijdstip van de dag, avond en nacht. De totale biologische dosis van een lichtbron met een bepaalde lichtstroom (lumen) kan worden berekend uit het biologische actiespectrum dat inmiddels bekend is uit recente onderzoeken.

3.3.9 Vorm, gewicht en lichtgevend oppervlak van de lichtbron

Vorm en gewicht van een lamp bepalen vaak zijn toepasbaarheid in een bepaalde situatie of in een bepaald armatuur. Gloeilampen, en in sterkere mate halogeenlampen, zijn compact en licht. Fluorescentielampen zijn veel groter en langgerekt, terwijl compacte fluorescentielampen er in verschillende vormen en gewichten zijn. LEDs zijn zelf zeer compact en worden soms “verpakt” in een “gloeilamppeertje” om ze dezelfde vorm als een gloeilamp te geven. Wij spreken dan van led-lampen.

Het lichtgevend oppervlak van de lichtbron of populair gezegd “het hart waar het licht vandaan komt”, bepaalt de mogelijkheid om met een optiek richting aan het licht te geven. Hoe kleiner het oppervlak hoe nauwkeuriger het licht gestuurd kan worden maar ook hoe groter het risico op verblinding. Een optiek dat is ontworpen voor een bepaald lichtgevend oppervlak zal, als het lichtgevend oppervlak verandert, het licht in andere (misschien wel hinderlijke) richtingen sturen. Dit is het geval als





het ene lamptype door een ander type wordt vervangen bij gebruikmaking van dezelfde optiek. Bij heldere gloeilampen is het lichtgevend oppervlak, de gloeiende spiraal, zeer klein. Bij gematigde gloeilampen is het lichtgevend oppervlak veel groter: het gehele omhulsel van de lamp is het lichtgevend oppervlak geworden. Bij LEDs is het lichtgevend oppervlak zeer klein en bijna puntvormig. Bij powerleds met een hele hoge helderheid zou dit bij herhaald en/of langdurig in de bron kijken oogschade veroorzaken. Mensen hebben gelukkig echter een natuurlijk reflexmechanisme om te voorkomen dat we te lang in die hoge helderheden kijken (vergelijkbaar met de onmogelijkheid om lang in de zon te kijken). Fluorescentie- en compact fluorescentielampen (CFLs) hebben een zeer groot lichtgevend oppervlak. De helderheid wordt over het gehele oppervlak van de buis verspreid waardoor een enkel punt minder fel is.

De helderheid van lichtgevend oppervlakken wordt uitgedrukt in cd/m^2 ; candela per vierkante meter. Dit heet in formele taal de luminantie.

3.3.10 Voorschakelapparatuur

Bij gebruik van gasontladingslampen is in het elektrisch circuit een voorschakelapparaat (VSA) al dan niet met starter vereist, bij LEDs is een zogeheten driver nodig. Een VSA en een driver gebruiken zelf ook energie. Vroeger waren VSA's zwaar maar tegenwoordig worden bijna alleen nog elektronische VSA's gebruikt die energiezuiniger zijn en ook een veel lager gewicht hebben. In armaturen zal plaats moeten zijn voor het inbouwen van het VSA. Omdat dit bij bestaande armaturen een probleem is, bestaan er compacte fluorescentielampen waarbij het VSA in de lamp is ingebouwd (integrated CFL, in Nederland spaarlampen genoemd). Deze zijn bedoeld als gloeilampvervanger. Ook zijn er led-lampen in die vorm waar de driver in de lamp is ingebouwd. Laagspannings halogeenlampen, meestal 12 Volt voor huishoudelijk gebruik, hebben een transformator nodig om de spanning van het net te verlagen.





CFL non int



FL (TL buis)



Gloeilamp GLS



Ledlamp

3.4 Kwaliteiten van gloeilamp, fluorescentielamp, compacte fluorescentielamp (spaarlamp) en led

3.4.1 Overzicht

Tabel 3.1.1 geeft, voor de verschillende typen lampen (wit licht), een overzicht van de verschillende kwaliteiten uitgedrukt in kwantiteit (lichtstroom, lm), efficiëntie (lm/W), kleurindruk (kleurtemperatuur Tk), kleurweergave (kleurweergaveindex Ra), mogelijkheden tot dynamisch gebruik (dimmen), biologische dosis, vorm, lichtgevend oppervlak en een mogelijk vereist (extern) voorschakelapparaat. De aangegeven range is gebaseerd op lampen die van toepassing zijn voor de verlichting van woonhuizen en kantoren.

3.4.2 Verband tussen efficiëntie en kleurkwaliteit

Bij gasontladinglampen (fluorescentie en compact fluorescentie) en bij vaste stof stralers (LEDs) is er een negatief verband tussen efficiëntie en kleurkwaliteit van de lamp: hoe hoger de kleurkwaliteit hoe lager de efficiëntie. Daarom zijn fluorescentielampen enerzijds beschikbaar in goede kleurkwaliteit (Ra ca. 80) met hoge efficiëntie (800 serie) en anderzijds in zeer goede kleurkwaliteit (Ra ca. 90) met lagere efficiëntie (900 serie). Voor normale kantoortoepassingen voldoet de 800 serie. Ook bij LEDs bestaat dit negatief verband. Omdat een paar jaar geleden de efficiëntie van witte LEDs fundamenteel nog zo laag was dat ze economisch nauwelijks aantrekkelijk waren werd wel gekozen voor led producten met een lage kleurweergave (bijvoorbeeld rond 65) om toch nog aan een redelijke efficiëntie te komen. Bij LEDs ging zo'n lage kleurweergave (en hogere efficiëntie) vaak samen met een relatief hoge kleurtemperatuur (veel koeler dan gloeilamplicht). In het gebruik was de uitkomst dus





Halogeen



CFL int

	GLS	halogeen	FL	CFL		LED	
				non- int.	i nt. spaarlamp	LED lamp	LED systeem
lichtstroom lm	200-1200	200-3000	1000-6000	250-4000	250- 1200	100-500	1000-6000
efficiëntie lm/W	8-12	15-25	80-100	40-70	40-60	45-65	45-70
levensduur	1000	2000-4000	17000	8000-12000	8000-10000	35000	35000
kleurtemp. T_k	2700	3000	2700-4000 ¹⁾	2700-4000	2700	2700-5000	2700-5000
kleurweergave R_a	100	100	80-90	80	80-90	65-90	50-90
dynamiek kwantiteit	dimmen ²⁾	dimmen ²⁾	dimmen ²⁾	nee	dimmen ^{2), 3)}	dimmen ^{2), 3)}	dimmen
dynamiek kleur	nee	nee	mengen dimbare lampen	nee	nee	nee ⁴⁾	mengen kleuren LEDS
biologische dosis (%) ⁵⁾	100	130	100 -135	100-1 35	100- 135	90 -135	afh. kleuren
vorm	peervorm	compact	langwerpig	compact langwerpig	peervormig en andere vormen	peervormig	divers
lichtgevend opp.	klein spiraal resp. ballon	klein spiraal	groot	groot	ballon	ballon	zeer klein tot divers
VSA/driver vereist	nee	nee laag volt: trafo	VSA	VSA	nee	nee	driver

Tabel 3.1.1 Kwaliteiten van verschillende lichtbronnen.

1) Er zijn speciale uitvoeringen met kleurtemperatuur tot 17.000K.

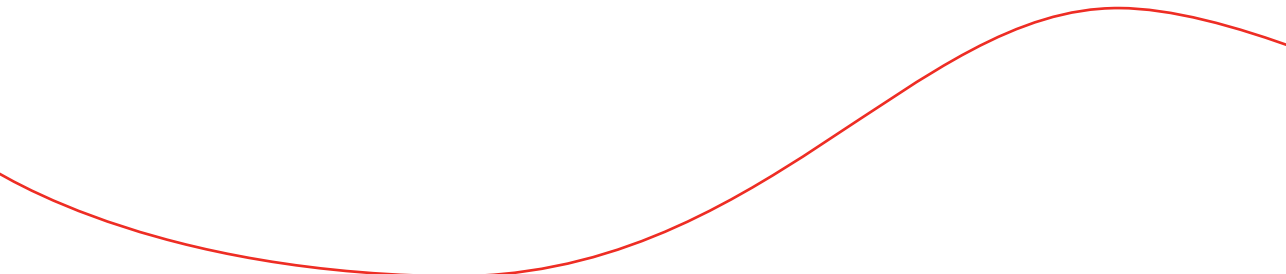
2) Als gloei- of halogeenlampen worden gedimd, worden ze warmer van kleur (de kleurtemperatuur wordt lager). Dit wordt vaak als een prettig “natuurlijk” effect gezien. Gedimde gasontladingslampen (fluorescentie en compact fluorescentie) en vaste stofstralers (LEDs) hebben dit effect niet van zich zelf: de kleurtemperatuur blijft constant tijdens het dimmen.

3) Speciale dimbare uitvoering.

4) Principieel te ontwikkelen.

5) Relatief t.o.v. een gloeilamp, basis gelijk lichtniveau. Het eerste getal van een range is voor een 2700K uitvoering, het laatste voor een 4000K uitvoering.





dubbel negatief: slechte kleurweergave en in vergelijking met een gloeilamp in de huiselijke omgeving, onaangenaam koel licht.

3.4.3 Efficiëntieverbetering van LEDs en keuze kleurkwaliteit

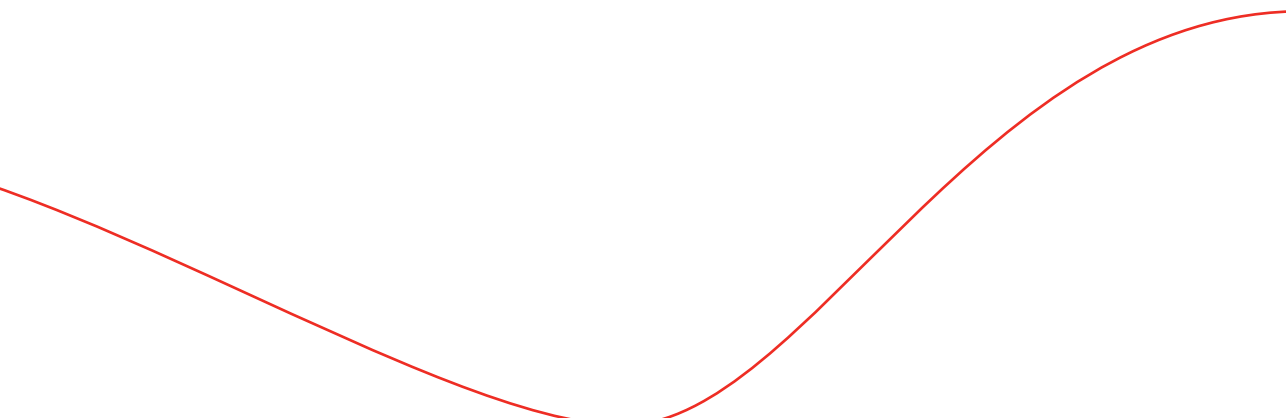
De efficiëntieverbetering van LEDs is nu zodanig dat redelijke efficiëntie (ca. 55-65 lm/W) gecombineerd kan worden met goede kleurkwaliteit (Ra ca. 80 en kleurtemperatuur, ca. 2700K). Gezien de te verwachten ontwikkelingen in efficiëntie van witte LEDs (een verbeteringsfactor van 2 in enkele jaren is de verwachting) zou dan de led standaard voor huiselijke verlichting een kleurweergaveindex Ra van rond de 90 bij een kleurtemperatuur van rond de 2700K moeten zijn. De praktijk van de afgelopen 25 jaar heeft uitgewezen dat compacte fluorescentie (spaarlampen) in de huiselijke omgeving met een Ra van ca. 80 tot klachten leidt. Bij de te verwachten hogere efficiënties maakt de voor die kleurverbetering benodigde “inlevering” aan efficiëntie niet meer zo veel uit (misschien 6W i.p.v. 5,5W led-lamp voor een 60 W gloeilamp equivalent?).

3.5 Pro's en contra's van lampen per toepassingsgebied

3.5.1 Kantoren

Voor kantoren is verlichting met dunne (Ø 16mm) fluorescentielampen energetisch en economisch het meest efficiënt. De functionele kwaliteit van goed ontworpen kantooverlichting met dergelijke lampen is uitstekend. Dit komt vooral omdat deze fluorescentielampen in daarvoor geschikte armaturen op een gemakkelijke manier verblindingvrije verlichting produceren met een juiste combinatie tussen de diffuse en de gerichte component (naar het werkvlak). Oplossingen met de compacte fluorescentielamp (non-integrated, lange uitvoering) zijn minder efficiënt maar geven de mogelijkheid om in plaats van langwerpige smalle armaturen, kleinere vierkante toe te passen. Armaturen met led-clusters, vaak in de vorm van een fluorescentielamp komen meer en meer beschikbaar. Met de huidige efficiëntie van LEDs zijn dergelijke oplossingen energetisch en





economisch nog minder efficiënt dan fluorescentielampen. Vanwege het puntvormig lichtgevend oppervlak van elk led-elementje is het moeilijk om de verblinding te begrenzen en een juiste balans te krijgen tussen de diffuse en gerichte component. Via optische middelen in het armatuur moeten deze eigenschappen worden verkregen en dat gaat ten koste van de efficiëntie van het systeem. Er is daarom nog een belangrijke efficiëntieverbetering van LEDs nodig om ze concurrerend te maken met de efficiëntie van de fluorescentielampen van vandaag. Specifiek ontworpen led-armaturen voor kantoorverlichting kunnen fraaier worden vormgegeven (denk hierbij bijvoorbeeld aan gebogen en plattere vormen).

Dynamisch ritme

Dynamische kantoorverlichting toegepast in het kader van “natuurlijke niet visuele biologische effecten” kan gebruik maken van meerlamps fluorescentielamparmaturen. De lampen zijn hierbij van verschillende lichtkleur, eventueel tot 17000K, en worden op verschillende tijdstippen (in

de ochtend of ‘s middags) verschillend gedimd om een dynamisch ritme te genereren. In deze toepassingen zullen zeker ook led-systemen toegepast gaan worden, al dan niet in combinatie met normale fluorescentielamp verlichting.

3.5.2 Speciale ruimtes

Conferentiekamers en receptieruimtes kunnen functioneel uitstekend met fluorescentie-lampen worden verlicht. Om hun uitstraling te verhogen bieden led-systemen hier eventueel in combinatie met fluorescentielampen of geheel zelfstandig toegepast, voordelen. De makkelijke dimbaarheid, kleuraanpassing en richtbaarheid zijn dan de doorslaggevende eigenschappen van het led-systeem. De sfeer in de ruimte kan met een dergelijk regelbaar systeem eenvoudig worden aangepast aan de wisselende functies van de ruimte.

3.5.3 Monumenten met kantoorgebruik

Soms zullen de hierboven besproken “normale” kantoorverlichtingsoplossingen ook in historische



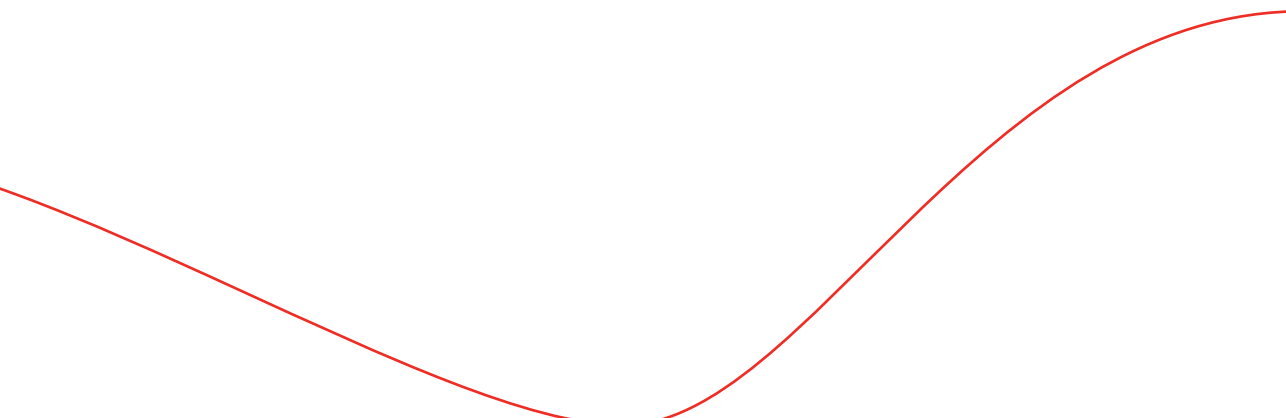


interieurs mogelijk zijn, maar zeker niet altijd. In gevallen waar grote armaturen aan of in het plafond ongewenst zijn, kunnen soms speciale led-armaturen toegepast worden die als “kleine schijnwerpers” het plafond vanaf de zijkanten aanlichten om zo indirecte verlichting op de werkplek te verkrijgen. In bepaalde gevallen is het ook mogelijk om de werkplek op deze wijze meer direct aan te lichten. Combinaties van deze mogelijkheden kunnen een aanvaardbare oplossing zijn. De ideale oplossing is er lang niet altijd en het vraagt altijd een ‘custom-made’ benadering. In monumenten met een huiselijk karakter is het belangrijk om voor de “gloeilamp- of halogeenlamp-lichtkleur” te kiezen: 2700 of 3000K.

Daar waar in monumenten gloeilampen in de armaturen een wezenlijk onderdeel van het monumentale interieur zijn, kunnen afhankelijk van de situatie compacte spaarlampen, led-lampen of custom-made led-systemen worden toegepast. Ook hier in kleurtemperatuur 2700 of

3000K. Maar er zijn situaties denkbaar waarbij er geen goed alternatief is. Wanneer matte gloeilampen worden vervangen door spaarlampen, kan het gebeuren dat de spaarlamp qua vorm en afmeting niet in het armatuur past. Deze spaarlampen zijn bovendien niet dimbaar. Een alternatief begint te komen met dimbare led-lampen waarbij het niet alleen belangrijk is om de juiste kleurtemperatuur (2700 – 3000K) te kiezen maar ook op de kleurweergave (Ra 80 liever 90) te letten. Bij dimmen zullen ze echter niet warmer van kleurtint worden, zoals we bij gloeilampen gewend zijn. Zoals eerder aangegeven is de verwachting dat led-lampen snel in efficiëntie zullen verbeteren zodat op termijn met het gebruik van led-lampen aanvaardbare oplossingen mogelijk zijn. Als alternatief voor heldere gloeilampen in verschillende vormen zullen custom-made led-lampjes gebruikt moeten worden. Hierbij is het lichtgevend oppervlak de led zelf, die zo goed mogelijk op de plaats van de oorspronkelijke gloeispiraal is geplaatst.





Het zal duidelijk zijn dat het ontwerpen van de verlichtingsinstallatie extra aandacht vraagt. Meer hierover in hoofdstuk 5.2 en “De Praktijk 2”.





De praktijk 3: Nieuwe locatie Bouwkunde TU Delft

Na de brand waarin de gehele faculteit Bouwkunde van de TU in Delft verwoest werd, in mei 2008, verhuisde de faculteit naar een andere locatie. In de kantine werd een kunstwerk van Bertjan Pot geplaatst: de 'Rollercoaster'. Het werk bestaat uit een lint van 480 lampen dat zich bovenin de ruimte rondslingert. Uit het oogpunt van duurzaamheid koos men ervoor om 7 Watt spaarlampen in te draaien. Het resultaat viel tegen: het effect werd ervaren als kil en naargeestig.

Uiteindelijk leek het verstandig om de spaarlampen te vervangen door gloeilampen. Natuurlijk stuitte dit sommige mensen tegen de borst. Maar na het proberen van ledlampen werd dit toch uitgevoerd, om redenen die hierna aan de orde komen.

Er zijn in de nieuwe situatie 15W gloeilampen toegepast. Met twee keer zoveel vermogen als een spaarlamp, maar gedimd tot 50%. Waardoor ze evenveel vermogen nemen. Door het dimmen tot het halve vermogen gaan ze 10 keer zo lang mee: 10.000 uur. Langer dan de spaarlampen die 6500 uur meegaan. Bovendien, op het moment van vervanging waren alleen de 100W lampen verboden, lagere wattages waren nog gewoon verkrijgbaar.





Resultaat van de verandering is dat de gebruikers zich prettiger voelen in de ruimte, er meer consumeren en er ook buiten de formele kantine tijden bijeenkomen. Niemand heeft zich beklagd over de verandering van lamptype. De spaarlampen zijn bovendien op andere plaatsen in gebruik.

Gloeilampen hebben op het gebied van duurzaamheid geen nadelen, behalve dat ze relatief veel energie gebruiken om licht te maken. Spaarlampen zijn nadat hun levensduur is gepasseerd, chemisch afval.



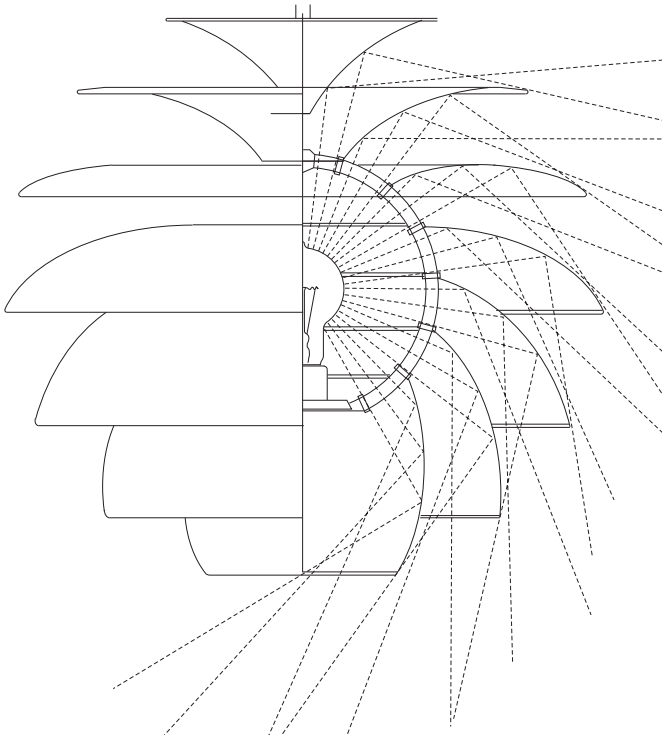
4. Waardestelling en technische beoordeling van de verlichting in historische interieurs

Om iets te veranderen in een historische omgeving is het van groot belang de achtergrond te kennen van de ruimte zelf en de objecten die zich daarin bevinden; daar is onderzoek voor nodig. Dat geldt voor alle ingrepen in een historische omgeving. Het gaat om inzicht in de historische waarde van de bestaande situatie. Niet alleen de aanwezige verlichting, maar ook de ruimte waarin deze zich bevindt is van belang. Die combinatie bepaalt de culturele waarde. De inventarisatie van de bestaande situatie levert essentiële uitgangspunten voor de ontwerpfase op. Het gaat daarbij om ondermeer de volgende vragen: is de situatie historisch gezien uniek en moet die absoluut behouden blijven of gaat het om een minder belangrijk object? Zijn de aanwezige armaturen authentiek of latere toevoegingen? Zijn ze bepalend voor het oeuvre van de architect of kunstenaar? Zijn het serie-matig geproduceerde producten of unica?

Kaarsfitting

De aanwezige armaturen kunnen van origine bedoeld zijn geweest voor de gloeilamp. Ook kunnen het geëlektrificeerde kandelaars of gas-armaturen zijn. Vroeger werden armaturen geschikt gemaakt voor de gloeilamp door grote (E27), of kleine (E14) fittingen aan te brengen op de plaats van de oorspronkelijke kaars of gaspit. Daarbij koos men vaak voor de toepassing van zogenaamde kaarsfittingen (E14) in combinatie met een kaarslamp. De kaarsfitting bestaat uit een fitting die bovenin een witte buis zit. De buis oogt als een kaars, en is al dan niet voorzien van nep kaarsvet druppels aan de bovenrand. Soms ontstaat er door deze ombouw schade aan het armatuur, als er bijvoorbeeld gaten worden geboord voor de montage van de fittingen en het aanbrengen van de bedrading. De kaars wordt bij die elektrificatie vervangen door een gloeilamp, maar optisch gezien is het geen vervanger van de kaars. Deze aanpak betekent in dat geval een wezenlijke lichttechnische verandering ten opzichte van de kaars. De positie van het lichtpunt





Poul Henningsen

Type II A. Ontwerptekening van Poul Henningsen uit 1924. De Deen Poul Henningsen (1894 – 1967) heeft vanaf het begin van de twintigerjaren van de vorige eeuw vele armaturen ontworpen voor de firma Louis Poulsen in Kopenhagen. De tekening laat zien dat de gloeilamp het uitgangspunt is geweest bij ontwerp. De vorm van de verschillende schermen wordt bepaald door het uitgestraalde licht. Een lichtbron met andere afmetingen en eigenschappen dan die van de gloeilamp zal de kwaliteit van het armatuur sterk nadelig beïnvloeden. Het armatuur geeft alleen indirect licht, dat impliceert dat het rendement niet zo hoog is. Om toch voldoende licht te geven moet er een lamp met hoog vermogen worden gebruikt. Juist deze lichtbronnen zijn moeilijk, of zelfs niet, na te maken met LEDs.

van de kaars verandert immers naarmate de kaars opbrandt terwijl het lichtpunt van de gloeilamp statisch is. De traditionele kaarslamp is ook aanzienlijk groter dan het vlammetje van een kaars, niet alleen qua afmeting maar ook wat betreft lichtopbrengst. Op het punt waar oorspronkelijk één vlam van een kaars brandde met een lichtstroom van 12 lm komt een lichtbron van 15 tot 60 watt die, afhankelijk van het gekozen vermogen, een lichtopbrengst heeft van 120 tot 600 lm, en dus vergelijkbaar is met 8 tot 50 kaarsvlammen. Bij de halogeen versies die nu beschikbaar zijn, van 18 tot 42 watt, is dat niet veel anders. Wanneer er teveel licht wordt geïnstalleerd in historische armaturen bestaat het gevaar van verblinding en is de schoonheid van een armatuur niet meer ten volle te beleven. Bovendien is het mogelijk dat een gloeilamp met een hoog vermogen en een hoge temperatuur fysieke schade veroorzaakt aan het armatuur. Het materiaal kan, ook door een hogere UV belasting, worden aangetast. De laatste tijd zien we veel LED alternatieven voor de kaarslamp op de markt

verschijnen. Deze lampen zijn er in vele uitvoeringen en wattages en dus ook met sterk uiteenlopende lichtstromen.

Tegenwoordig worden kaarsen ook wel vervangen door elektrische kaarsen met laagspanning halogeen in plaats van door hoogspanning gloeilampen. In de praktijkvoorbeelden worden een paar projecten besproken waar dat recent is gebeurd.

Alternatieven

Uit de waardestelling zal blijken of bij het maken van een nieuw lichtplan uitgegaan moet worden van bestaande armaturen of dat er vrijheid is om alternatieven toe te passen. Naast een historische waardering van de armaturen is ook de technische staat van belang. De armaturen kunnen toe zijn aan een technische renovatie. Het komt regelmatig voor dat de elektrotechnische staat van armaturen zo slecht is dat deze worden afgekeurd. De kans op oververhitting door slechte bedrading is te groot en kan tot brand leiden. Om een goed beeld te





krijgen van de technische staat van de armaturen is het noodzakelijk om ze uit elkaar te halen. Het onderzoek naar de authenticiteit van de elektrische delen, de bedrading en de fittingen (lamphouders), is meestal redelijk eenvoudig. Het materiaal waarvan ze zijn gemaakt geeft vaak al voldoende informatie over de periode waarin ze aan het armatuur zijn toegevoegd en daarmee over de mogelijke historische waarde. Wanneer een armatuur wordt gedemonteerd is dat wellicht ook een goed moment om het metaal te restaureren. Verflagen of andere oppervlaktebehandelingen kunnen worden hersteld, verwijderd, of vervangen en de armaturen krijgen een grondige schoonmaakbeurt.

Nieuw lichtplan

De cultuurhistorische waarde van de ruimte waarin de armaturen hangen levert belangrijke randvoorwaarden op in de ontwerpfase van een nieuw lichtplan. Waardevolle plafonds en wanden maken het onacceptabel of onmogelijk om daaraan iets te bevestigen of er bekabeling naar toe te brengen.

Daarmee wordt het toepassen van nieuwe, aanvullende hang- en/of wandarmaturen praktisch uitgesloten.

Uit een inventarisatie zal blijken of er een grotendeels authentieke verlichting aanwezig is of dat er sprake is van een situatie die in de loop der jaren is aangepast. Dat laatste is vaak het geval. De bedrading en fittingen zijn bijvoorbeeld ooit vervangen omdat daar een technische reden voor was. Vaak is er sprake van een andere lichtbron dan de oorspronkelijke. De verlichtingssterkte uit de beginperiode van de gloeilamp en zeker van de kooldraadlamp, was zeer beperkt en bood niet het lichtniveau dat nu nodig is. Kooldraadlampen zien we nauwelijks meer, wolframlampen nog volop. Wanneer er in de afgelopen decennia meer licht in een ruimte nodig was dan er geboden werd door de aanwezige armaturen leek het logisch om de lichtbronnen te vervangen voor een type met een hoger vermogen. Het armatuur is oorspronkelijk ontworpen met een bepaald vermogen lamp voor ogen. Verhoging van het vermogen kan dan zoals





Klassieke zakkroon. De oorspronkelijke kaars zit direct, zonder enige vorm van afscherming, in het zicht. Een vervangende lichtbron moet dus niet alleen wat betreft lichttechnische eigenschappen maar ook qua vorm passen.

al eerder gezegd verblinding tot gevolg hebben. Het lichtkarakter van het armatuur kan totaal veranderen.

Lichtkwaliteit

Armatuuren die bedoeld zijn voor gloeilampen en worden voorzien van spaarlampen of halogeenlampen verliezen een deel van hun lichtkwaliteit. Datzelfde is het geval bij vervanging door de nu aangeboden ledlampen.

Armatuuren worden altijd ontworpen voor een specifieke lichtbron. Elk type lichtbron heeft een unieke vorm en daarbij horende lichttechnische eigenschappen. Veel bestaande armaturen gaan uit van een gloeilamp omdat die decennia lang in gebruik was. De vorm van de klassieke gloeilamp (vanaf ongeveer 1915) is door de jaren heen niet noemenswaardig veranderd. Dat betekent dat er tot voor kort voor oude armaturen nog lichtbronnen te krijgen waren die horen bij het ontwerp van het armatuur. Dat is nu niet meer het geval. Heldere lampen van 40W worden na september

2011 niet meer gefabriceerd, de hogere wattages en matte lampen zijn nu al niet meer verkrijgbaar. De laatste gloeilamp zal in 2012 worden geproduceerd (zie 8.2).

Categorieën armaturen

We moeten dus op zoek naar alternatieven. Maar hoe kiezen we daaruit de meest geschikte lichtbron voor een bepaald armatuur? Het is van belang onderscheid te maken tussen drie verschillende categorieën armaturen. Het gaat om

- Armatuuren waarbij de lichtbron rechtstreeks zichtbaar is en die daarmee visueel deel uitmaakt van het ontwerp.
 - Armatuuren waarbij de gloeilamp niet zichtbaar is maar wel bepalend voor het ontwerp en om die reden onvervangbaar tenzij die andere lichtbron exact dezelfde eigenschappen heeft.
 - Armatuuren waarbij de gloeilamp volledig door het armatuur wordt afgeschermd en daarmee alleen het lichtmiddel is en niet bepalend voor de vormgeving van het armatuur.
- Kroonluchters met heldere gloeilampen vallen





onder de eerste groep. Er zijn kroonluchters waarbij de lichtbronnen door het toegepaste kristal voor een groot deel aan het directe zicht zijn onttrokken. Een heldere lamp is echter de enige die het effect van het kristal recht doet. Matte lampen en spaarlampen doen dat niet en horen absoluut niet in een kroonluchter. Een kroonluchter is dan ook nooit bedoeld als werklicht, men vindt deze armaturen (historisch gezien) in representatieve ruimten. Bij het vervangen van lichtbronnen moeten we bij deze armaturen niet alleen kijken naar het licht maar ook naar de vorm van de vervangende lichtbronnen.

Een voorbeeld van armaturen uit de tweede groep zijn bijvoorbeeld de ontwerpen van de Deen Poul Henningsen. Zijn ontwerpen zijn volledig gebaseerd op de lichttechnische en fysieke eigenschappen van de gloeilamp. Wanneer in dit soort armaturen lichtbronnen worden gebruikt met andere eigenschappen, zal de kwaliteit van die armaturen sterk nadelig worden beïnvloed, zowel lichttechnisch als esthetisch.

De derde categorie bestaat uit armaturen die weliswaar voor de gloeilamp zijn ontworpen maar waarbij de uiteindelijke vorm niet of nauwelijks wordt bepaald door die gloeilamp. Voor deze laatste categorie is het vinden van een alternatieve lichtbron tamelijk eenvoudig; als die past is het goed. Een gesloten opaal glazen bol is een voorbeeld van een armatuur uit deze groep.

Verrijking?

Oude, oorspronkelijke armaturen kunnen op zich waardevol zijn maar toch niet passen in de ruimte waar ze altijd hebben gehangen. Toen de gloeilamp zijn intrede deed in bestaande gebouwen waren de daarbij behorende armaturen een noodzakelijke, functionele toevoeging aan een ruimte maar zij maakten geen deel uit van het oorspronkelijk ontwerp. Vaak werden de aanwezige kaars- of gasarmaturen, die wel deel uitmaakten van het ensemble, omgebouwd en daarmee geschikt gemaakt voor de gloeilamp. Het kwam natuurlijk ook voor dat bestaande armaturen werden vervangen door nieuwe armaturen met





Jachthuis St Hubertus.

Origineel wandarmatuur in jachthuis Sint Hubertus. Het jachthuis is in 1914 ontworpen door HP. Berlage en gebouwd tussen 1915 – 1920. Het ontwerp van het armatuur is waarschijnlijk ook van de hand van Berlage. Berlage ontwierp naast gebouwen ook meubilair en andere inrichting elementen. Het armatuur is bedoeld voor de gloeilamp, het vinden van een geschikte vervanger daarvoor zal in dit geval niet zo moeilijk zijn. De lichtbron zelf zit niet in het zicht en ook de lichtkarakteristiek van de vervangende lichtbron is niet kritisch.

van oorsprong elektrische gloeilampen. Ook toen heeft men wellicht de overweging gemaakt om meer licht te creëren met compleet nieuwe middelen. Wanneer dat niet realiseerbaar bleek middels het ombouwen van de bestaande armaturen, werden er nieuwe armaturen gekozen. Soms was deze nieuwe toevoeging aan de ruimte esthetisch aanvaardbaar of zelfs een verrijking, maar soms ook niet.

Dat maakt het mogelijk om zelfs authentieke armaturen uit een bepaalde periode te verwijderen (en te bewaren) nu er betere alternatieven beschikbaar zijn. De keuze daarvoor hangt samen met de nieuwe functie en andere aankleding van de ruimte. Het is wel van belang om de aanpassingen reversibel te maken. Zodat een volgende generatie indien gewenst ook weer eenvoudig terug kan keren naar de voorgaande situatie. Wanneer uit de inventarisatie blijkt dat de aanwezige armaturen geen historische waarde hebben en bovendien lichttechnisch niet voldoen, bestaat de mogelijkheid een lichtontwerp te

maken dat uitgaat van nieuwe armaturen. Het komt helaas vaak voor dat er in een van oorsprong waardevol interieur nog maar weinig over is van de authentieke verlichting. Die heeft plaatsgemaakt voor standaardverlichting, verwerkt in systeemplafonds. Dat is jammer. Fouten uit het verleden moeten we proberen te herstellen. Met een nieuw lichtontwerp dat teruggrijpt op de historische oorsprong kunnen we de ruimte weer een passende uitstraling geven.

“Moderne Klassiekers”

Naast de antieke armaturen uit de begintijd van de gloeilamp is er nog een grote groep armaturen van recentere datum die praktisch waardeloos dreigt te worden door het verdwijnen van de gloeilamp. Zoals armaturen uit de begintijd van de gloeilamp qua vormgeving vaak waren gebaseerd op bestaande kaars- en gas armaturen, is er een nieuwe generatie ontwerpers die zich juist heeft laten inspireren door de unieke eigenschappen van de gloeilamp. Dat resulteerde in ontwerpen van armaturen van hoge kwaliteit. Armaturen die





PH 5 1958

Een design klassieker uit 1958 van Poul Henningsen, gebaseerd op de gloeilamp en nog steeds in productie bij Louis Poulsen. Dit armatuur is geschikt voor een gloeilamp tot 200 watt met een lichtstroom van 3000 lm. Het armatuur vraagt om een lichtbron met een hoog vermogen, al het uitgestraalde licht is indirect. Er gaat dus vrij veel licht verloren. Als alternatief voor de gloeilamp stelt de fabrikant nu twee types spaarlamp voor, met een lichtstroom van respectievelijk 1500 en 2000 lm. Naast een slechtere kleurweergave bieden deze alternatieven dus ook een beduidend lagere hoeveelheid licht. Spaarlampen met een hoger vermogen passen fysiek niet in het armatuur. Het is de vraag of het armatuur daarmee zijn kwaliteit niet voor een groot deel heeft verloren en door de vermindering van de lichtopbrengst ook praktisch onbruikbaar is geworden.

optimaal gebruik maken van de goede eigenschappen van de gloeilamp en de slechte ervan elimineren.

Binnen het oeuvre van de Deen Poul Henningsen zijn veel voorbeelden te vinden van dergelijke zeer zorgvuldig ontworpen armaturen. Ook zijn er armaturen die ontworpen zijn rond de fysieke kenmerken van een specifieke lichtbron, een voorbeeld hiervan is een armatuur ontworpen door Gerrit Rietveld. Later, met de komst van de halogeenlamp, gebeurt hetzelfde. De unieke eigenschappen van de kleine halogeenlamp inspireert ontwerpers en dat leidt tot een serie design klassiekers. Wanneer er geen volwaardige vervangers voor de gloeilamp en de halogeenlamp beschikbaar komen, zullen de unieke eigenschappen van deze armaturen niet meer te beleven zijn. Veel van deze armaturen zijn nog volop in productie, een aantal is opgenomen in de collecties van toonaangevende musea. Het moet mogelijk blijven om die armaturen te beleven op de manier die de ontwerper ooit voor ogen stond.

Het gaat daarbij om cultureel erfgoed, dat niet verloren mag gaan. Het is noodzakelijk dat hiervoor enkele gloeilampen beschikbaar blijven. De kans dat er op dit gebied gelijkwaardige alternatieven zullen komen lijkt uitgesloten.





Rietveld lamp

Hanglamp uit de twintiger jaren ontworpen door Gerrit Rietveld. De lichtbronnen maken hier een wezenlijk deel uit van het ontwerp. Zonder deze lichtbron bestaat dit armatuur niet meer.





De Praktijk 4: Paleis Het Loo Apeldoorn

Rond 2005 bleek de bestaande verlichting in Paleis Het Loo niet meer aan de veiligheidseisen te voldoen. De meeste armaturen, kroonluchters, wandarmaturen en ook de staande kandelaars waren in die tijd voorzien van “elektrische kaarsen” als lichtbron. Allemaal armaturen die in het verleden waren omgebouwd van kaars naar elektrische verlichting. Het lampje dat daarbij werd gebruikt was een klein 7 watt 230 volt lampje in een 10 mm schroeffitting. Deze fittingen waren eigenlijk nooit bedoeld voor 230 volt, bij het verwisselen van de lampjes bestond de kans dat iemand onder stroom zou komen te staan. Besloten werd om een veilige laagspanningsvariant van de elektrische kaars te ontwikkelen. Het uitgangspunt daarbij was om het oorspronkelijke karakter en de lichttechnische eigenschappen van de kaars, zo nauwkeurig mogelijk te benaderen. Vanwege de gewenste gebruiksvriendelijkheid moest de lichtbron minimaal 2000 uur meegaan. Er werd geëxperimenteerd met led verlichting, zeker wat levensduur betreft een aantrekkelijke lichtbron. Maar de lichttechnische eigenschappen van de led, zoals kleurtemperatuur en kleurweergave, waren destijds nog niet op het niveau van de kaars/gloeilamp, inmiddels is dat een stuk verbeterd.



Kaars Paleis het Loo

Armatuur in Paleis het Loo in Apeldoorn. Dit armatuur is samen met de kroonluchters, wandlampen en andere tafellampjes in 2008 voorzien van elektrische kaarsen. Het ging hier om duizenden lichtbronnen. De lichtbron is een 10w halogeenlampje. Ook deze lichtbron staat op de nominatie te verdwijnen. Er zal een LED variant gevonden moeten worden.



Paleis Het Loo

De e-candle, ontwikkeld voor paleis het Loo en later ondermeer toegepast in het Koninklijk Paleis in Amsterdam.



Bij Het Loo werd uiteindelijk gekozen voor een 10 watt halogeen steeklampje dat, afhankelijk van het armatuur en de plaats waar het wordt toegepast, wordt gedimd. Meestal naar zo'n 70% van zijn volle vermogen. Nadeel van deze lichtbron is het kleine lichtpunt, veel kleiner dat van een kaars. Dat probleem werd opgelost door het plaatsen van een mat glazen omhulsel in de vorm van vlammetje, rond het halogeenpeertje.

Het kostte veel tijd om tot een juiste oppervlaktebehandeling van het glazen omhulsel te komen. De ontwikkeling van zo'n nieuw product kost veel tijd en geld en is voor kleinere objecten niet haalbaar. Bij Paleis Het Loo ging het in totaal om enkele duizenden stuks. De ontwikkelde kaars werd bovendien een standaard product en is inmiddels in meerdere panden toegepast, onder andere in het Koninklijk Paleis op de Dam in Amsterdam. De lichtbron, het 10 watt halogeenlampje, is zoals het er nu uitziet ten minste nog tot 2016 beschikbaar. Tegen die tijd is het nodig een variant beschikbaar te hebben, bijvoorbeeld gebaseerd op de led.



5. Het ontwerp van een kunstlichtinstallatie in historische interieurs

5.1 Uitgangspunten

Om tot een goed lichtontwerp te komen zijn duidelijke uitgangspunten noodzakelijk. Welke kwaliteit heeft de ruimte en welke functie gaat die krijgen? De kwaliteit van de ruimte is vastgesteld door de waardestelling. De functie van de ruimte bepaalt de eisen die worden gesteld aan het licht. Iedere functie vraagt om specifieke verlichting. Bij monumenten vinden we eigenlijk alle functies terug die ook in andere gebouwen voorkomen. Er zijn musea, rechtbanken, kantoren, woningen, kerken, archieven, theaters en ook gevangenissen gehuisvest in monumenten. Elk gebouw kent een karakteristieke architectuur die mogelijkheden, maar ook beperkingen met zich meebrengt. Het lichtontwerp dient gebaseerd te worden op het gebruik van de ruimte en het monumentale of historische karakter van de ruimte.

De eisen voor kantoorverlichting in monumenten zijn gelijk aan die in andere gebouwen, want

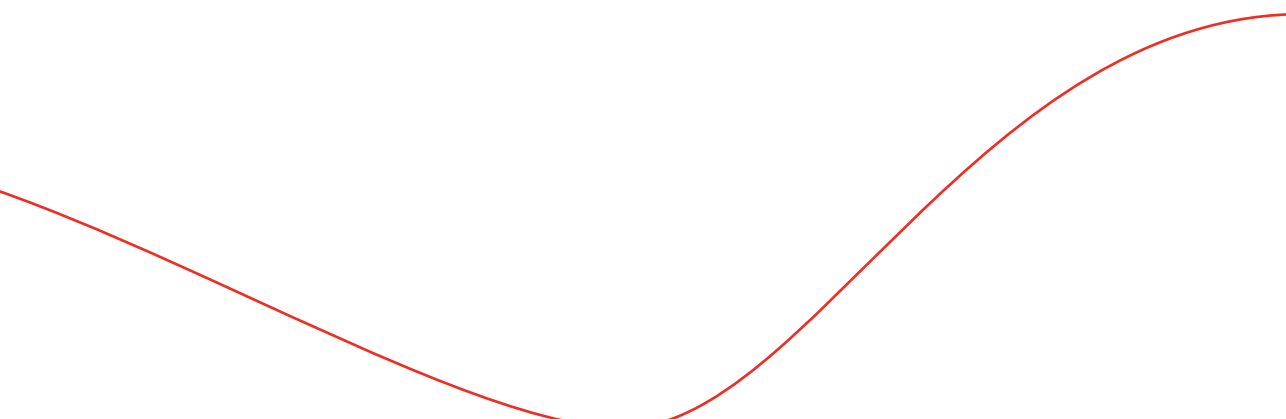
het gaat om de doelmatigheid van de taken die verricht moeten worden, inclusief het comfort voor de gebruiker. Een werkplek moet goed functioneren en daar is het juiste licht bij nodig. Voor standaard kantoorwerk geldt een gemiddeld lichtniveau van 500 lux op het werkblad. Voor andere taken gelden andere waarden. In bijlage 7.1 zijn enkele functies en de daarbij vereiste lichtniveaus weergegeven.

Standardsituatie

Moderne kantoren hebben vaak witte wanden en een wit plafond. Het plafond is meestal niet hoog maar biedt de mogelijkheid er inbouwarmaturen in op te nemen. De lichtindustrie heeft een ruim aanbod van armaturen voorhanden waarmee in een dergelijke standardsituatie eenvoudig aan de gestelde lichteisen kan worden voldaan.

Bij monumenten ligt dat anders. Plafonds bevinden zich niet op een standaardhoogte en van licht inbouwen in het plafond kan vaak geen sprake zijn. Plafonds zijn nogal eens, net als de





wanden, gedecoreerd. Daarmee bezitten ze andere reflectieve eigenschappen. Het ontwerpen en uitvoeren van een lichtinstallatie kan, wanneer rekening gehouden moet worden met alle lichttechnische eisen, door de beperkingen die een ruimte met zich meebrengt, soms onmogelijk zijn. Het is dan onzeker of het licht voldoet aan alle randvoorwaarden. Het uitgangspunt is om de juiste verlichting te bieden, niet om bepaalde armaturen te kunnen plaatsen. Toch zijn armaturen nodig om het benodigde licht te faciliteren. Wanneer het toevoegen van armaturen om het juiste licht te brengen onmogelijk is, is het een probleem om de nieuwe functie in de ruimte in te vullen.

Meer daglicht

Wanneer er een kantoorfunctie in een monument gerealiseerd moet worden, kan worden bekeken of de eisen voor het aanvullende kunstlicht wellicht minder strikt aangehouden kunnen worden dan bij normale kantoren het geval is. Ten eerste is de kantoorfunctie mogelijk niet volcontinu. De

plafondhoogte en de hoogte van de ramen is in een monument vaak ruimer dan de standaard. Dat betekent dat er meer daglicht binnenkomt en dat dit licht ook dieper in het gebouw doordringt. Werkplekken die wat verder van de gevel liggen krijgen daardoor toch voldoende daglicht.

Het is daarbij belangrijk om te bekijken of er folies op de ramen zijn aangebracht. De kwaliteit en intensiteit van het daglicht wordt beïnvloed door die folies, die oorspronkelijk bedoeld waren om de schadelijke onderdelen van daglicht, zoals ultraviolet en infrarood straling, te beperken. Hierover meer in hoofdstuk 5.2.

Bij het ontwerp van een kunstlichtinstallatie wordt normaal gesproken geen rekening gehouden met het toetredende daglicht. De hoeveelheid daglicht is immers afhankelijk van het jaargetijde, het tijdstip van de dag en weersomstandigheden en varieert van ruim voldoende tot volledig afwezig. Bij het maken van een lichtberekening voor een kantoor wordt die sterk variërende hoeveelheid





daglicht daarom niet meegerekend. Maar juist bij monumenten, met hun vaak afwijkende ruimtelijke afmetingen, is het zinvol om voorafgaand aan de ontwerpfase een inschatting te maken van de daglichtsituatie en die resultaten wel mee te nemen in het uitgangspunt voor het ontwerp. Het zou kunnen zijn dat men in specifieke situaties na een dergelijke afweging besluit af te wijken van de geldende kunstlichtnormen.

5.2 De ontwerpfase

Wanneer we de lichtinstallatie willen veranderen in een ruimte die historisch gezien niet van belang is, kan dat gebeuren door het vervangen van armaturen of door de gehele lichtinstallatie te vernieuwen. In historisch waardevolle ruimtes is dat geen optie. De armaturen horen immers bij de ruimte, zijn daar misschien zelfs speciaal voor ontworpen. Ze maken deel uit van een ensemble dat als waardevol wordt beschouwd. Wanneer wordt gekozen om bestaande, van origine elektrische armaturen te handhaven, is het

belangrijk om deze in hun oorspronkelijke staat toe te passen, voorzien van de lichtbronnen die lichttechnisch en esthetisch horen bij het armatuur. Wanneer de oorspronkelijke lichtbronnen, gloeilampen, niet meer te verkrijgen zijn moet er worden gezocht naar alternatieven.

De huidige gloeilampvervangers zijn geen gelijkwaardige substituten voor de gloeilamp. Gloeilampvervangers als spaarlampen of ledlampen hebben dezelfde fitting en passen er dus fysiek in. Maar wat lichtkarakteristiek en visuele geschiktheid betreft verschillen ze van elkaar. Een gloeilamp van firma A was vrijwel gelijk aan die van aanbieder B. Voor gloeilampvervangers geldt dat niet. Het verschil bij energiezuinige alternatieven kan zowel voor lichttechnische eigenschappen gelden als voor de vormgeving.

De enige manier om te ontdekken of de alternatieve lichtbron toegepast kan worden is door het te proberen. Selecteer een aantal lichtbronnen die theoretisch moeten voldoen en beoordeel het





lichteffect. Kijk hoe ze er uitzien in het armatuur. Bij dit oordeel kan ook de mogelijkheid van dimmen worden meegenomen. Bedenk bij een kroonluchter dat die is ontworpen als feestelijke verlichting en niet als werklicht.

Er bestaan veel verschillende armaturen en een nog grotere verscheidenheid aan lichtbronnen. Dat maakt de keuze voor een bepaalde lichtbron als meest geschikte alternatief voor een bepaald armatuur moeilijk. De lichtbron die in het ene armatuur goed functioneert, zal in een ander armatuur een minder gelukkige keuze zijn. Het gaat bovendien om –subjectieve– beleving.

Alternatieven

Welke keus er uiteindelijk wordt gemaakt, geen van de alternatieven voor de gloeilamp heeft een kleurweergave van 100. Dat betekent dat de kleuren in de ruimte in de nieuwe situatie altijd minder goed weergegeven zullen worden dan waaraan men gewend was. Er kan worden beoordeeld welke kleur het licht zelf heeft, of de

Lichtkarakteristieken

De gloeilamp, spaarlamp en LEDlamp hebben ieder hun specifieke lichteigenschappen. Los van lichtintensiteit, lichtkleur en kleurweergave is dit de manier waarop het licht wordt uitgestaald.

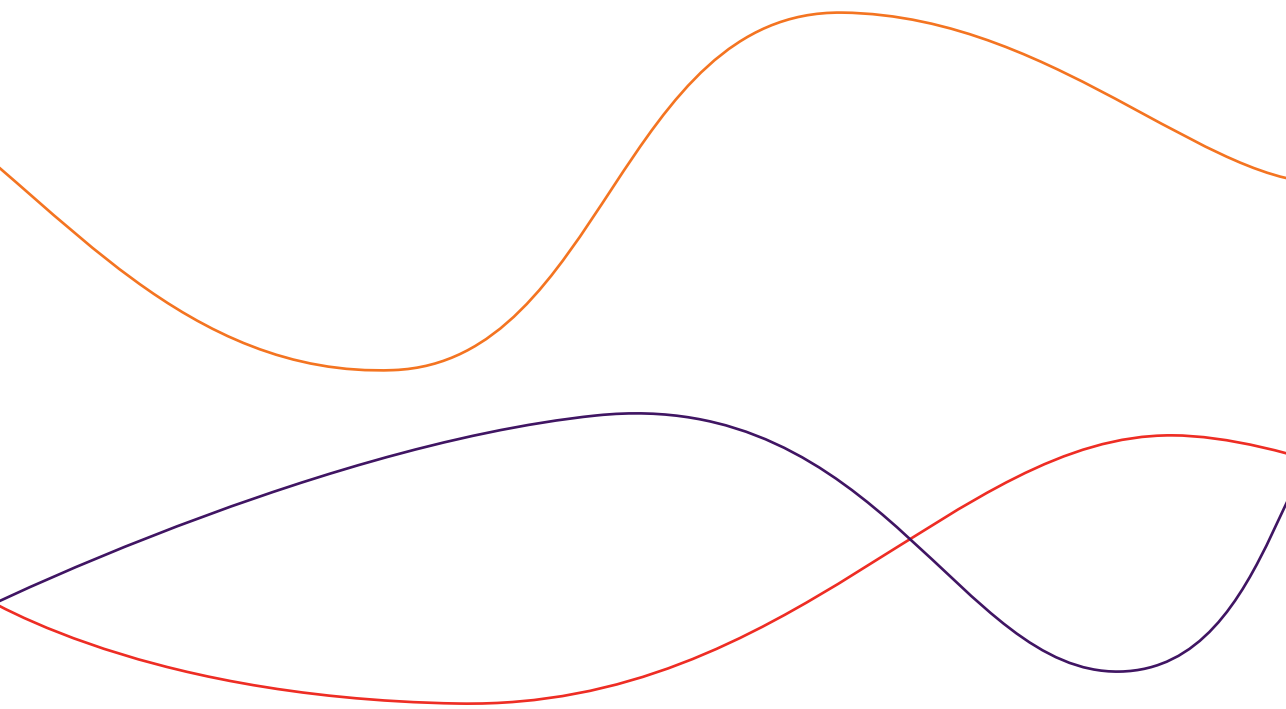
De gloeilamp straalt zijn licht vrijwel rondom uit, zowel in horizontaal als verticale richting. De spaarlamp komt hier dichtbij, afhankelijk van het type. De meeste LEDlampen hebben een duidelijke richting waar het gaat om het uitstralen van het licht. De lichtkarakteristiek is van groot belang bij het kiezen van een lichtbron. Een opaal glazen bol waarin een LEDlamp zit zal maar voor de helft aangeliicht worden, een spaarlamp zal het hier beter doen.

kleuren van de ruimte nog goed worden weergegeven, en ook of het licht verblind. Is dit acceptabel? Energiezuinige verlichting brengt tot nu toe in ieder geval een verlaging van de lichttechnische kwaliteit van het licht met zich mee. Dat zorgt voor een verarming van de belevingswaarde van de ruimte.

Het verdwijnen van de gloeilamp heeft niet alleen nadelen. De gloeilamp produceert veel warmte. Het filament, de gloeispiraal, wordt ongeveer 2500 °C. De glazen bol bereikt zo'n 200 to 260 °C. Door deze hoge oppervlaktetemperatuur worden stofdeeltjes die in de ruimte aanwezig zijn en met de lamp in aanraking komen, omgezet in roet. Het roet slaat neer als vervuiling rond de lichtbron. Dat euvel wordt beperkt bij de toepassing van lager vermogen lichtbronnen.

Na de empirische fase en de keuze voor de meest geschikte lichtbron, kennen we het lichtkarakter van het armatuur. We weten welk lichtbeeld en welke lichtniveaus de bestaande armaturen in de





ruimte opleveren. In de meeste gevallen zullen de armaturen in deze “authentieke” staat te weinig licht bieden om de ruimte functioneel te verlichten.

Behalve als museale toepassing, wanneer het gaat om de authentieke ambiance, zijn de gewenste lichtniveaus nu veel hoger dan vroeger. Aanvullende verlichting zal via andere, zorgvuldig bij te plaatsen lichtmiddelen, moeten worden gerealiseerd. Deze armaturen met hun lichtbronnen moeten het gevraagde licht bieden en bovendien op een esthetische manier worden ingepast. Daarnaast mag het toevoegen van armaturen niet leiden tot fysieke schade aan het monument of de bestaande armaturen.

Uiteenlopende meningen

De functionele lichttechnische eisen zijn op basis van het gebruik van de ruimte eenvoudig te definiëren volgens de geldende richtlijnen. Wat betreft de esthetische kant van het lichtplan: de armaturenkeuze, de plaatsing ervan en de

bedoelde en onbedoelde lichteffecten die het veroorzaakt, ligt dat gecompliceerder. Passend, mooi, acceptabel; daarover zullen de meningen uiteenlopen. Een armatuur is voor de één onacceptabel terwijl de ander het juist een verrijking van de ruimte zal vinden.

Wanneer er vooral een hoger lichtniveau nodig is kan er voor worden gekozen om de aanwezige armaturen te kopiëren en in de ruimte bij te plaatsen. Ook dit is volgens de één een goede oplossing, waar een ander van geschiedvervalsing zal spreken.

Het is mogelijk om het contrast te zoeken: een modern armatuur kan goed op zijn plaats zijn in een historische omgeving, zeker wanneer er ook nieuw meubilair bij komt. Maar dit kan ook op tegenstand stuiten. Kortom, er zijn geen richtlijnen voor. Iedere situatie is uniek en maatwerk.

Anoniem

Een uitgangspunt kan zijn om een nieuw armatuur





LED profiel

LEDs kunnen in aluminium profielen worden gemonteerd. Koeling en licht vormen zo een uiterst slanke lichtlijn, in dit voorbeeld met een diameter van ongeveer 22 mm.

deel uit laten maken van de architectuur. Of om de nieuwe toevoeging zo anoniem en onzichtbaar mogelijk te maken. Vooral voor de laatste oplossing wordt vaak gekozen, het gaat immers vooral om een aanvulling van de verlichting en niet om het toevoegen van nieuwe decoratieve armaturen.

Als decoratie bieden vooral LEDs nieuwe grote mogelijkheden. LEDs op zich zijn zeer klein, een paar vierkante millimeter. (niet te verwarren met de op LEDs gebaseerde gloeilampvervangers, deze bevatten altijd meerdere LEDs). Een aantal LEDs op een rij vormen samen een zeer slanke lichtlijn, een lichtlijn die bijvoorbeeld in combinatie met een bestaande profilering aan de wand of plafond een “onzichtbare” lichtbron kan opleveren.

Een nieuw ontworpen functioneel lichtplan heeft invloed op de totale kwaliteit van de ruimte. Het licht kan functioneel voldoen maar esthetisch problemen opleveren. Er kunnen bijvoorbeeld door profileringen aan wand of plafond onge-

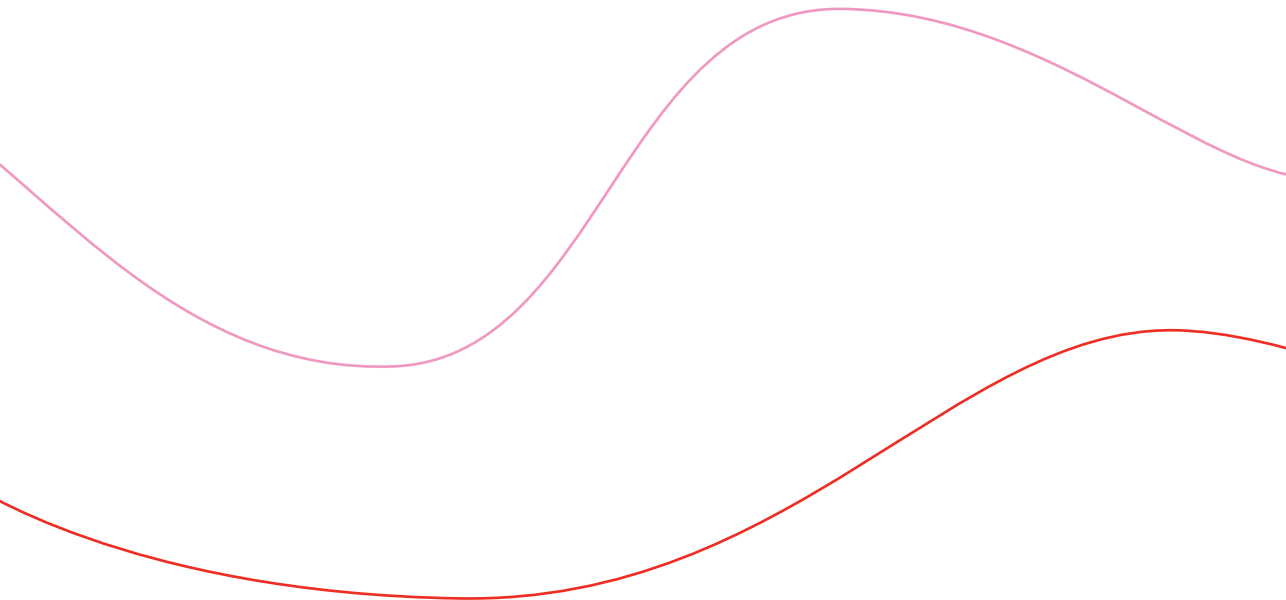
wenste schaduwen ontstaan. Ook kan de lichtintensiteit op bepaalde elementen in de ruimte te hoog zijn en daardoor schade aan de materialen in de ruimte veroorzaken.

Bij het ontwerp moeten we niet alleen kijken naar de situatie in het gebouw, ook de uitstraling vanaf buiten is van belang. Een lichtniveau of lichtkleur die niet aansluit bij de omgeving kan 's avonds een ongewenst gevoelbeeld veroorzaken.

Authentiek

In een museale omgeving zal er naar worden gestreefd de verlichting een oorspronkelijke uitstraling te geven, de ruimte moet er uit zo authentiek mogelijk uitzien. Veel van deze ruimtes zijn van origine met kaarsen of gas verlicht. Incidenteel kunnen deze lichtbronnen nog wel worden toegepast, denk hierbij aan kaarsverlichting in kastelen bij bijzondere gelegenheden. Voor dagelijks gebruik zijn deze lichtbronnen niet praktisch. Veel kaars- en gas armaturen zijn door de jaren heen geëlektrificeerd en daarmee geschikt





gemaakt voor gloeilampen. Hier ervaren we de gevolgen van het verdwijnen van de gloeilamp en zullen er, net als in niet-museale situaties, geschikte vervangers gevonden moeten worden. Wanneer we nu tot de conclusie komen dat het resultaat van een eerdere aanpassing van kaars of gas naar gloeilamp, niet bevredigend is en we ook concluderen dat gloeilampvervangers geen goed alternatief zijn, kunnen we er voor kiezen de armaturen nogmaals om te bouwen naar de toepassing van elektrische kaarsen. Elektrische kaarsen gebaseerd op een 10W halogeenlampje functioneren uitstekend als vervanger voor de echte kaars. Er zullen zeker ook elektrische kaarsen op basis van ledtechnologie op de markt gaan komen. Dat moet wel: ook de halogeenlamp staat immers op de nominatie om te verdwijnen.

Soms kan er in heel speciale gevallen voor worden gekozen om verder te gaan dan te kiezen uit de op de markt beschikbare alternatieven voor de gloeilamp. Er kunnen specials worden ontwikkeld. In “De praktijk 2” wordt een dergelijk project beschreven waar dit is gebeurd.

Schadelijke straling

Daglicht bevat onder andere ultraviolette straling, deze straling is schadelijk voor objecten, breekt moleculen af en leidt tot vergeling en verkleuring van materialen, zelfs bij een lage dosering. Deze schade is cumulatief en onomkeerbaar. Ook de meeste kunstlichtbronnen bevatten UV straling maar die kan met behulp van filters in grote mate worden gereduceerd. Alleen LEDs kunnen zo worden gefabriceerd dat ze geen UV straling bevatten. Wanneer er in een ruimte materialen aanwezig zijn die tegen UV straling moeten worden beschermd is het noodzakelijk om daar in het lichtontwerp rekening mee te houden. Zonlicht dient gefilterd en/of afgeschermd te worden en het gebruik van kunstlicht moet tot een minimale waarde worden beperkt. Dat kan met behulp van folies, maar UV werende folies op de ramen tasten het gevoelbeeld soms ernstig aan omdat de glasvlakken een volledig andere uitstraling krijgen. Het gebruik daarvan is dan dus ongewenst.





Slimme schakelsystemen

Er zijn ook andere manieren om de UV belasting te beperken. Slimme schakelsystemen maken het mogelijk de kunstverlichting in te schakelen net voordat iemand, in een museale omgeving, een ruimte binnenkomt en die weer uit te doen kort na het verlaten van die ruimte. De totale UV belasting is het product van de hoeveelheid straling en de tijd waaronder objecten daaraan zijn blootgesteld. De maximale hoeveelheid straling kunnen we met behulp van filters of met de keuze van de lichtbron zelf beperken. Met een slimme elektronische schakeling kan de factor tijd worden geminimaliseerd waardoor de uiteindelijke totale UV belasting wordt verminderd.

Herstelbare ingrepen

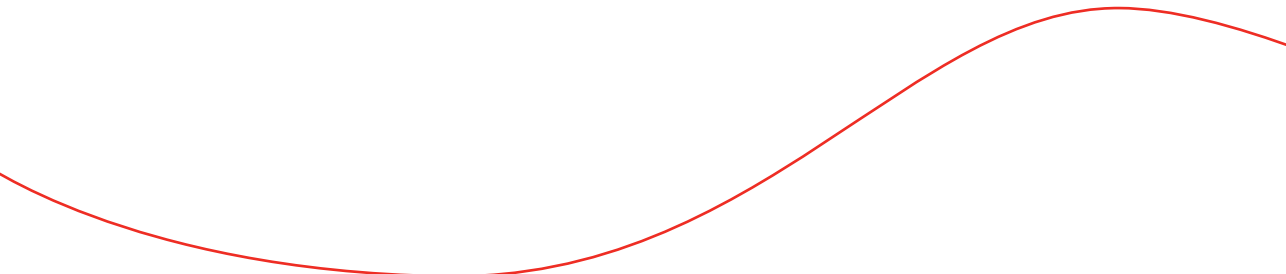
We moeten ons ervan bewust zijn dat de keuzes die we nu maken over een aantal jaren niet meer begrepen zullen worden. Dat kan liggen aan de smaak en esthetiek van de tijd maar ook aan technische ontwikkelingen. Met name de led technologie is nog lang niet uitontwikkeld. Het is

te verwachten dat we over een aantal jaren beschikken over energiezuinige armaturen die wel het gewenste licht bieden maar niet opvallend aanwezig zullen zijn in een ruimte. Het is belangrijk een ingreep in monumenten zo uit te voeren dat deze reversibel is, dus herstelbaar. Dat geldt op dit moment zeker voor de verlichting. We hebben nu nog geen idee van de technische en esthetische mogelijkheden op verlichtingsgebied in de komende tien jaar. Het is daarom aan te raden een nieuwe installatie ook wat bekabeling betreft, zo flexibel mogelijk te maken.

Gelijke eisen

Zoals eerder vermeld zijn de eisen die gesteld worden aan een werkplek in een historische omgeving gelijk aan die van een werkplek in een standaard kantoor. Deze eisen hebben niet alleen betrekking op de verlichting maar ook op bijvoorbeeld het meubilair. Er zijn weinig bureaustoelen die aan de huidige eisen voldoen en tegelijkertijd goed passen in een 18e eeuwse interieur. Toch krijgen moderne stoelen, bureaus





en kasten vaak een plaats in een klassieke ruimte. In de wetenschap dat ze eenvoudig, zonder littekens achter te laten, te verwijderen zijn. Ze zijn immers niet gebonden aan die ruimte. Met licht is dat anders: bij lampen heb je altijd elektra nodig, dat kan een probleem zijn.

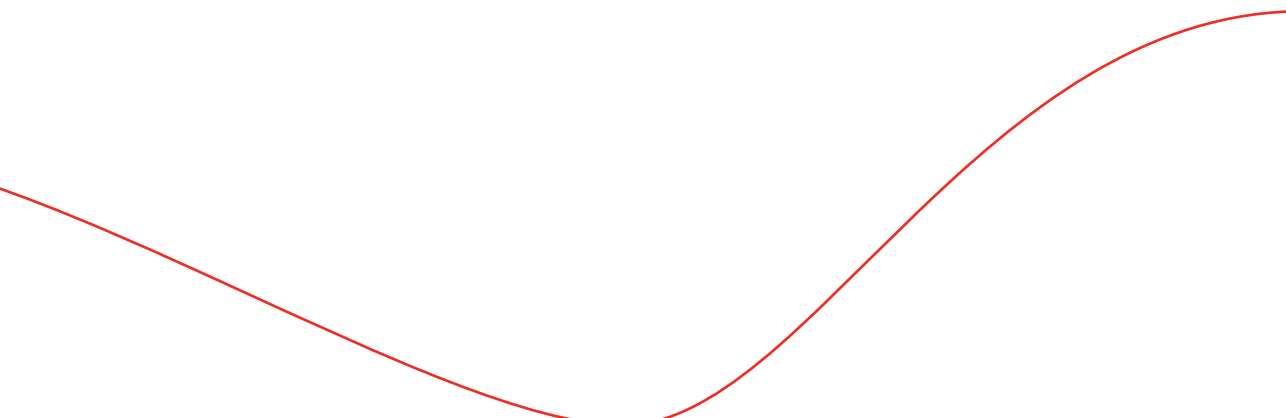
Een stoel is een losstaand en zelfstandig element met een duidelijke taak, je moet er prettig op kunnen zitten. Functioneel licht in historische ruimtes is meestal een samenspel tussen wat er was en wat daar bij moet komen om aan de functionele eisen en wensen te voldoen. Toevoegingen kunnen volledig ruimte ongebonden worden aangebracht, via bureaulampen of vloerlampen, maar er kan ook voor worden gekozen om voor meer ruimte gebonden oplossingen te kiezen. Soms kan dat esthetisch betere resultaten opleveren. Er zijn al LED oplossingen beschikbaar die vanuit kleine openingen in het plafond met een diameter van zo'n 4 cm uitstekend licht bieden. Daar zijn wel een aantal bouwkundige ingrepen voor nodig, achter het

kleine 4 cm gat in het plafond zit de nodige techniek, voornamelijk in de vorm van de koeling voor de LEDs.

Geen acceptabele oplossing mogelijk

Soms zal, zelfs na een zorgvuldig doorlopen ontwerptraject, geconcludeerd moeten worden dat er geen acceptabele oplossing te vinden is. Er zijn dan bijvoorbeeld geen geschikte armaturen op de markt en ook speciaal ontworpen armaturen bieden geen oplossing. Het kan voorkomen dat een kantoorruimte door middel van TL verlichting functioneel goed te verlichten is, en het gevraagde lichtniveau en de gelijkmatigheid daarvan te realiseren zijn met armaturen die ook nog eens niet misstaan in de ruimte. Dat lijkt een oplossing. Het nieuwe licht kan echter zo'n negatieve invloed hebben op bijvoorbeeld de uitstraling van de aanwezige wanddecoratie, dat toch besloten wordt om een alternatief te zoeken. Soms moeten we in een monumentale omgeving hogere eisen stellen aan de kleurweergave dan in een standaard kantooromgeving. Niet om functionele redenen





maar om de architectuur van de ruimte beter tot zijn recht te laten komen.

Wat lichttechnische eisen betreft hebben we het in een historische omgeving dus niet alleen over visuele functionaliteit maar ook over esthetische aspecten van het licht zoals schaduwwerking en kleurweergave. In het geval er geen bevredigend ontwerp tot stand komt, kunnen we overwegen de ruimte op een andere manier te gaan gebruiken. Of we gaan noodgedwongen akkoord met een tijdelijke installatie die esthetisch of lichttechnisch verre van ideaal is. Die laatste optie moeten we zien te voorkomen. Tijdelijke oplossingen zijn vaak een veel langer leven beschoren dan ooit de bedoeling was.





De praktijk 5: Ridderzaal Den Haag

Na de renovatie van de Ridderzaal op het Binnenhof te Den Haag (2006) bleek de geïnstalleerde verlichting niet goed te combineren met de kwaliteit van de nieuwe, speciaal ontworpen tapijten en wandkleden en de stof van de troon. Er was sprake van een groene waas bij de energiezuinige verlichting, de kleuren van de nieuwe textielkunstwerken werden niet goed weergegeven, de verlichting werd gekwalificeerd als vlak en er zat geen “leven” meer in de zaal. Tijdens het onderzoek naar verbetering bleek dat men voor de verlichting uitsluitend dimbare CFL lampen had toegepast; compacte fluorescentie met externe voorschakelapparatuur. Deze hebben een kleurweergave van Ra80. Bij dimmen daalt die index nog verder.

Door de komst van de uiterst zorgvuldig geproduceerde nieuwe wand- en vloertapijten, ging het ervaren van kleuren een belangrijker rol spelen in de Ridderzaal. En zoals bekend: de waargenomen kleur is afhankelijk van het licht.

Om dit op te lossen werd de binnenste cirkel van de hangende armaturen vervangen door metaalhalogenide lampen van 35W met een kleurweergave van Ra90. Deze zijn niet dimbaar en het duurt even voor ze hun goede kleur bereiken. Daarom zijn ze niet overal toepasbaar.

De lampen zijn geplaatst in gelijkvormige richtbare armaturen die met een andere bundeling van het licht zorgen voor meer leven in het lichtbeeld. De huidige combinatie van twee verschillende



soorten gasontladingslampen -waarvan één met een verbeterde kleurweergave- doet de kleuren van het aanwezige textiel in de zaal veel beter uitkomen. De CDM lamp is overigens ook populair in de retailbranche, vanwege de betere kleurweergave. De verhoging van het geïnstalleerde vermogen was zeer gering, die ging per armatuur van 28W naar 35W. Het resultaat is een veel plezierigere sfeer, waarin de aandacht die aan de vormgeving is besteed nu goed tot zijn recht komt.

Hieruit blijkt wel dat het niet verstandig is als energiebesparing het enige doel is bij het renoveren van een historisch interieur. Omdat energiezuinige lampen niet alle kleuren in het spectrum uitstralen, worden sommige kleuren niet goed weergegeven. Ook de kwaliteit van het licht is van groot belang.



6. Mogelijke ontwikkelingen van kunstlichtbronnen in de nabije toekomst

Led wordt gezien als de lichtbron van de toekomst. In de overgangperiode zijn zowel de gloeilamp als de spaarlamp en de ledlamp beschikbaar. Waarschijnlijk is de rol van de gloeilamp, door het toekomstige totale verbod daarop, zo goed als uitgespeeld. Als vervanging daarvoor zijn de spaarlamp en de ledlamp aangewezen. Het is de verwachting dat de ledlamp in kwaliteit de spaarlamp binnenkort zal inhalen. Wat betreft efficiëntie is dat al zo, lichttechnisch wordt verwacht dat dit niet lang meer zal duren. Het is niet denkbeeldig dat door de verdere ontwikkeling van de led, ook de spaarlamp geheel zal verdwijnen.

In deze overgangperiode naar energiezuiniger licht, probeert de markt de specifieke eigenschappen van gloeilampen na te bootsen door LEDs te gebruiken. Deze led oplossingen zijn echter niet voor alle toepassingen voldoende. Voor de hogere lichtstroom die gloeilampen vanaf 75W uitstralen zal zeer waarschijnlijk nooit een led-variant komen omdat dat technisch niet mogelijk is binnen de

fysieke afmetingen van een huidige standaard gloeilamp. De warmteafvoer via de huidige lampvoet is voor zo'n hoog vermogen ledlamp onvoldoende.

Op termijn zullen we twee soorten led producten krijgen. De grootste groep bestaat uit complete led toestellen die geoptimaliseerd zijn voor toepassing van de led en de nadelen daarvan zoveel mogelijk elimineren. Kortom, toestellen die ontworpen zijn rondom de led. Hetzelfde zoals destijds gebeurde bij de ontwikkeling van specifieke armaturen voor gloeilampen. De andere groep bestaat uit op led gebaseerde kopieën van de verschillende typen lichtbronnen zoals we die nu kennen, gloeilampvervangers zoals die momenteel in hoog tempo en in vele varianten op de markt verschijnen, de zogenoemde "retrofits". De meeste ervan hebben echter niet dezelfde lichtuittreding als een gloeilamp. Ze bieden bijvoorbeeld een lichtbundel in plaats van rondom (330°) licht uit te stralen.



Eén geheel

Ledarmaturen zijn een nieuw soort 'lichttoestel'. Traditionele verlichting bestaat uit een armatuur en een lichtbron. De lichtbron is daarin eenvoudig door de consument te vervangen. Bij led 'lichttoestellen' vormen armatuur en lichtbron één geheel. De lichtbron zit onvervangbaar in het armatuur, het is een eenheid. De verwachting is dat deze 'ledlichttoestellen' de ledlampen in de conventionele vorm op den duur verdringen. De snelheid waarmee dit verdringingsproces zich zal voltrekken is afhankelijk van de industrie, de ontwerpers van de armaturen en led producenten, maar ook van de consument. Voor het ontwikkelen en ontwerpen van armaturen is dit een lastige periode. Producenten en ontwerpers van armaturen waren gewend een armatuur te ontwikkelen op basis van een gestandaardiseerde lichtbron. Of dat nu de gloeilamp of de TL buis was, alle aanbieders van lichtbronnen leverden uitwisselbare producten. Een led-chip op zich is geen bruikbare complete lichtbron, er zijn meerdere LEDs nodig om de gewenste hoeveelheid licht te

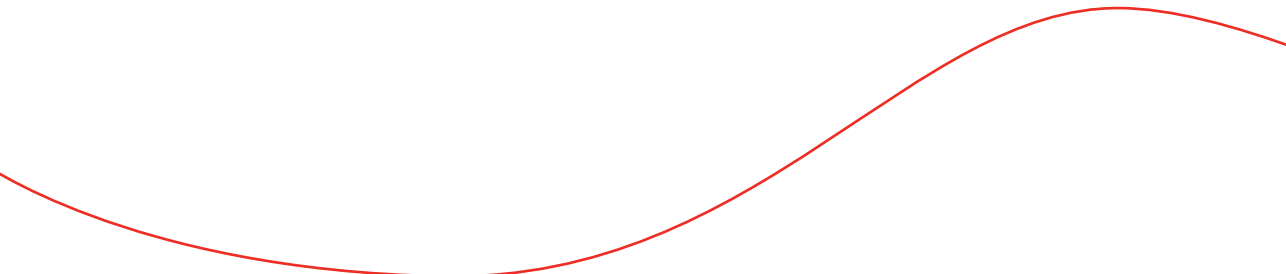
genereren. LEDs worden gebundeld met een koelrib en een al dan niet ingebouwde driver tot een bruikbaar apparaat.

Bij gebrek aan een standaard led lichtbron (zoals de cd die is op muziekgebied) moet de verlichtingsindustrie momenteel naast het armatuur, ook de verschillende specificaties rond het plaatsen van de lichtbron zelf ontwikkelen. Recent heeft een groot internationaal consortium van internationale ledfabrikanten en armatuurfabrikanten het initiatief genomen om led lichtbronnen en modules te gaan standaardiseren (Zhaga consortium). Het zal niet lang duren voordat er armaturen op de markt verschijnen die gebaseerd zijn op die standaard led units.

Niche

We zien dat er op dit moment eigenlijk geen nieuwe ontwerpen van armaturen voor de gloeilamp op de markt verschijnen. Er vallen vooral producten af. Op het moment dat specifieke ledarmaturen tegen een redelijke prijs beschikbaar komen is de verwachting dat die de traditionele





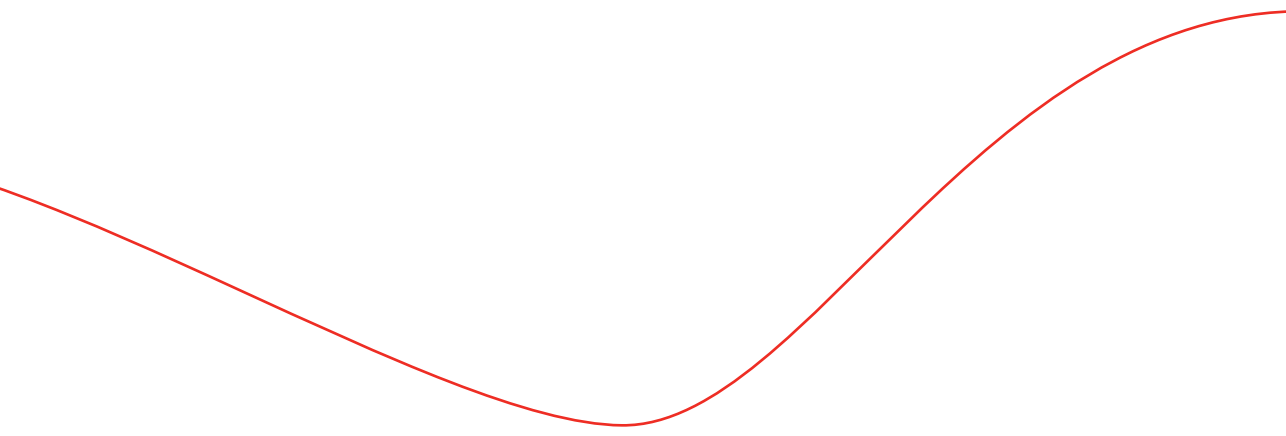
armaturen verdringen. Wanneer daarmee ook de vraag naar led gloeilampvervangers kleiner zal worden is het voor de industrie minder urgent de kwaliteit van deze gloeilampvervangers verder te optimaliseren. Daarin schuilt een gevaar. Er is altijd een nichemarkt, zoals de historische omgeving. In dat segment zal altijd behoefte blijven bestaan aan lichtbronnen die qua karakter en eigenschappen zo dicht mogelijk bij de oorspronkelijke gloeilamp liggen, en die passen in de daarin toegepaste fittingen. Dat geldt voor toepassing in historische armaturen maar ook in 'designklassiekers'. De vraag daarnaar zal niet groot zijn, maar wel blijven bestaan.

Het is daarom belangrijk dat de industrie deze producten tegen aanvaardbare prijzen blijft leveren, ook wanneer de vraag relatief minimaal is. Op het moment dat producenten niet verder geïnteresseerd zijn in het leveren van een volwaardige vervanging van de gloeilamp, of daar om technische redenen niet toe in staat zijn, zou dat een aanleiding moeten zijn om de gloeilamp weer toe

te laten. Misschien niet als standaard lichtbron, maar op beperkte schaal als luxe product dat incidenteel zijn toepassing zal vinden.

De led industrie richt zich sterk op het bieden voor alternatieven voor de verschillende types gloeilampen, waaronder de kaarslamp, een lamp die veel voorkomt in kroonluchters. Maar de vraag wordt niet gesteld of die kaarslamp, die bedoeld was als vervanging van de kaars, wel zo'n goed alternatief voor die kaars was. Het lijkt beter om een stap terug te doen, en een goede vervanger voor de kaars te ontwikkelen.







De praktijk 6: De Kaarslamp

Van alle gloeilampen in historische interieurs is de kaarslamp de meest voorkomende. We vinden ze vaak terug in historische armaturen die ooit zijn geëlektrificeerd, maar ook in klassieke armaturen van latere datum zijn ze veel toegepast. De kaarslamp deed rond 1920 zijn intrede. Het glas van de lamp heeft de vorm van een vlam, maar is in afmeting veel groter dan die van een vlam. Tot voor kort waren deze lampen alleen verkrijgbaar als gloeilamp, met vermogens van 15 tot 60 watt, in zowel matte als heldere uitvoering. Dat is door het toekomstige verbod op die lampen aan het veranderen. Er zijn inmiddels energiezuinige alternatieven beschikbaar, zowel de led variant als de spaarlampversie wordt in veel uitvoeringen aangeboden. Ook zijn er halogeen alternatieven, maar die vormen slechts een tijdelijke oplossing omdat ook die binnen een paar jaar niet meer beschikbaar zijn. Waar de gloeilampversie de keuze bood uit mat of helder, in verschillende wattages, is het aanbod nu veel uitgebreider. Vooral bij de ledvarianten is het aanbod groot. Veel van deze ledlampen hebben volledig verschillende ontwerpuitgangspunten en zijn in hun uitstraling sterk afwijkend van elkaar. Het lijkt dat iedere fabrikant van lichtbronnen zijn eigen led alternatief voor de kaarslamp heeft ontwikkeld. Daar zitten goede, maar ook slechte bij. Bij de zoektocht naar een geschikte vervanger voor de kaars gloeilamp is het dus van belang goed rond te kijken en niet een keus te maken uit het aanbod van slechts één aanbieder. De armaturen waar deze lichtbronnen voor bedoeld zijn, zijn zeer divers, evenals de ruimtes waar die armaturen zich bevinden. Het is niet mogelijk één led- of spaarkaarslamp als meest geschikt te kwalificeren. Het blijft een kwestie van proberen. Het verdwijnen van de gloeilamp is op zich een verarming van de lichtkwaliteit, zeker



- Heldere gloeilamp
- Matte gloeilamp
- Heldere halogeenlamp
- Spaarlamp
- Heldere ledlamp, Megaman
- “Gouden” ledlamp, Megaman
- Matte ledlamp, Megaman
- Heldere ledlamp, Philips
- Heldere ledlamp, Rayleich



wat betreft kleurweergave. Toch kunnen er tussen de nieuw ontwikkelde ledlampen exemplaren zitten die iets toevoegen aan de beleving van een armatuur, iets waar de gloeilamp, zeker de matte, vaak niet toe in staat was. Bij de beoordeling van verschillende lichtbronnen is het visuele aspect van essentieel belang. Wat energie-efficiënte zullen de lichtbronnen niet zoveel van elkaar verschillen. Het gaat om de beleving van het licht.

Het feit dat er zo veel, wezenlijk van elkaar verschillende, led varianten beschikbaar zijn vergroot ook de kans dat er op termijn een aantal daarvan zullen verdwijnen. Net zo snel als dat ze verscheenen. Wanneer een product niet aanslaat zal de fabrikant de productie stoppen. Wellicht ontstaat er binnen een aantal jaren een zekere standaard.



7. Visuele kwaliteitsaspecten van verlichtingsinstallaties

7.1 Visuele kwaliteitsaspecten van verlichtingsinstallaties

Aanbevelingen en normen voor verlichting specificeren de verlichtingskwaliteit voor de meeste van de hierboven genoemde aspecten en voor een grote reeks interieurs en activiteiten. Tabellen A en B geven de verlichtingsaspecten zoals gehanteerd in de Europese Norm voor de verlichting van werkplekken (EN 12 464). Nota: de kleurimpressie van het licht zelf is niet gespecificeerd in de Europese Norm. Dat komt doordat de kleurimpressie vooralsnog wordt gezien als een psychologische en esthetische kwestie en dus afhankelijk is van smaak.

7.2 Uitsluiting gloeilampen

De Europese Unie heeft eind 2008 besloten tot een gefaseerd verbod op de gloeilamp. De eerste groep lampen is sinds najaar 2009 niet meer verkrijgbaar. Wat dat verbod betekent voor de verschillende soorten gloeilampen staat aangegeven in de tabel op pagina 72.

7.3 Verklaring van gebruikte termen

7.3.1. Begrippen op het gebied van lichtbronnen

Armatuur

Apparaat dat dient om het licht dat door één of meerdere lampen wordt uitgestraald te verdelen, te filteren of te transformeren (van kleur) en dat alle delen bevat die voor bevestiging en bescherming van de lampen noodzakelijk zijn en, voor zover noodzakelijk, apparaten voor de elektrische aansluiting.

Argandlamp

Een Argandse lamp of Argandlamp is een bouwwijze voor een olielamp die rond 1783 werd geïntroduceerd door de Zwitserse schei- en werktuigkundige Aimé Argand. De lamp biedt, door het toevoegen van zuurstof aan de vlam, een nagenoeg rookloze, roetvrije verbranding.



Kwaliteitsaspect	Kwaliteitsparameter
Verlichtingsniveau	Gemiddeld niveau verlichtingsterkte, E_{gem} , werkplek
Ruimtelijke verdeling	Gelijkmatigheid: E_{min}/E_{gem} Verblindingsbeperking UGR
Kleurweergave	R_a

Tabel A Visuele kwaliteitsaspecten van verlichtingsinstallaties

no	Soort interieur, taak of activiteit	E_{gem}	UGR	R_a
1	archiveren, kopiëren enz	300	19	80
2	schrijven, typen, lezen	500	19	80
3	technisch tekenen	750	19	80
4	CAD werkstation	500	19	80
5	conferentie- en vergaderruimte	500	19	80
6	receptiebalie	300	22	80
7	archiefruimte	200	25	80

Gelijkmatigheid E_{min}/E_{gem} voor alle categorieën groter dan 0,7 op het taakvlakgebied

Tabel B Eisen aan verlichting voor kantoren volgens de Europese norm voor werk binnen (EN 12 464).

Ballast

Zie: voorschakelapparaat.

Compacte fluorescentielamp (CFL)

Een compacte uitvoering, door vouwen of buigen van de ontledingsbuis van een fluorescentielamp tijdens het fabricageproces. Er zijn uitvoeringen met ingebouwde (geïntegreerde) starter en vsa voorzien van een edison lampvoet die direct gloeilampen kunnen vervangen. Bij andere uitvoeringen is het vsa, en soms ook de starter, niet ingebouwd (non-integrated). Bij deze uitvoeringen moet het vsa en eventueel de starter in het armatuur worden ondergebracht. Als verzamelnaam voor al deze types wordt vaak de naam "spaarlamp" gebruikt. Het rendement van spaarlampen is ongeveer een factor 5 hoger dan die van gloeilampen bij een circa 10 keer langere levensduur.

Fluorescentielamp






Lagedrukkwiklamp waarin het grootste deel van het licht wordt uitgezonden door een of meer

fluorescerende lagen, aangebracht aan de binnenkant van de gasontledingsbuis, die door de ultraviolette straling van de ontleding worden geëxciteerd zodat ze zichtbaar licht gaan uitstralen. De licht- en kleureigenschappen worden vooral bepaald door de samenstelling van de fluorescentielagen. De meest bekende uitvoering is de buisvormige fluorescentielamp die vaak wordt aangeduid met de merknaam TL.

Gasontledingslamp

Lamp waarin het licht of de straling wordt opgewekt door een elektrische ontleding in een gas, een metaaldamp of een mengsel van verscheidene gassen en dampen. Als het gas of de damp een relatief hoge druk in de gasontledingsbuis heeft spreken we van hogedrukgasontledingslampen; is de druk relatief laag dan spreken we van lagedrukgasontledingslampen. De druk en de samenstelling van het gas of de damp bepalen de licht- en kleureigenschappen van het licht van de gasontledingslamp.



	Sept 2009	Sept 2010	Sept 2011	Sept 2012	Sept 2013	Sept 2014	Sept 2015	Sept 2016	
	15 w	15 w	15 w	Totaal verbod op heldere gloeilampen					
	25 w	25 w	25 w						
	40 w	40 w	40 w						
	60 w	60 w							
	75 w								
	100 w								
	Matte gloeilampen: incl soft en flame								
	25 w	Richtlijnen reflectorlampen worden verwacht							
	40 w								
	60 w								
	75 w								
	100 w								
	< 60 lm	< 60 lm	< 60 lm	< 60 lm	Verbod op alle heldere halogeen lampen met energielabel D & E				Verbod label C
	60 lm	60 lm	60 lm						
	450 lm	450 lm							
	725 lm								
	950 lm								
Verbod op matte halogeenlampen: 230V en 12V									
	Richtlijnen reflectorlampen worden verwacht								

Uitfasering van de gloeilamp volgens Europese regelgeving



Gloeilamp

Lamp waarin het licht wordt opgewekt door middel van een in een glazen ballon geplaatste gloeidraad die door doorgang van een elektrische stroom sterk verhit wordt en gaat gloeien. De ballon is zuurstof-arm en voorzien van een edelgas. De gloeidraad is meestal van wolfram en twee- of drievoudig gespiraliseerd. De glazen ballon is er in vele vormen, van bol- en peervormig tot kaarsvormig.

Halogeenlamp

Met gas gevulde wolframgloeilamp die halogenen of halogeenverbindingen bevat. Een halogeenlamp heeft een hoger rendement (factor ca. 1,5) en langere levensduur (factor 2 á 4) dan een normale gloeilamp. Halogeenlampen zijn er in 12 en 230 volt uitvoering.

Hogedruk natriumlamp

Hogedruk gasontladingslamp waarin het licht hoofdzakelijk wordt opgewekt door de straling van natriumdamp. Sinds de jaren zestig van de vorige eeuw veel gebruikt in straatverlichting. Deze

uitvoeringen geven geelwit licht met matige kleurweergave. Een recentere suprahogedrukuitvoering geeft warmwit licht met goede kleurweergave en kan voor accentverlichting in binnenruimten worden toegepast.

Kooldraadlamp

Gloeilamp waarvan het lichtgevende deel bestaat uit een, niet gespiraliseerde, gloeidraad van koolstof.

LED

Zie: vastestofstraler.

Ledarmatuur

Lichttoestel ontwikkeld met de LED lichtbron als uitgangspunt.

Ledlamp

Lamp waarbij het licht wordt gegenereerd door LEDs. Ledlampen zijn bedoeld als vervanging voor gloeilamp of spaarlamp en kunnen in bestaande armaturen worden toegepast zonder dat aanpas-





singen nodig zijn. ("retrofit"). Het uitstralingspatroon (lichtverdeling) kan afwijken van dat van de gloeilamp.

Metaalhalogenidelamp

Hogedrukkwikkasontladingslamp waarin het grootste deel van het licht wordt opgewekt door de straling van een mengsel van een metaaldamp. Aanvankelijk ontwikkeld voor stadionschijnwerpers zijn er nu ook laagvermogen (keramische) metaalhalogenidelampen geschikt voor accentverlichting in binnenruimten. Merknamen CDM en PB

TL

Zie: fluorescentielamp.

Ontsteker

Zie: starter.

Reflectorlamp

Gloeilamp of ontladingslamp waarvan de ballon voor een deel van een reflecterende laag is voorzien om het licht te bundelen en richten.

Starter

Ontsteekapparaat dat in combinatie met de impedantie van het voorschakelapparaat zorgt voor een spanningsstoot op de lamp die de gasontladingslamp doet ontsteken. Bij de meeste fluorescentielampen zorgt het ontsteekapparaat ook voor voorverwarming van de kathoden van de lamp die nodig is om de koude lamp te doen starten.

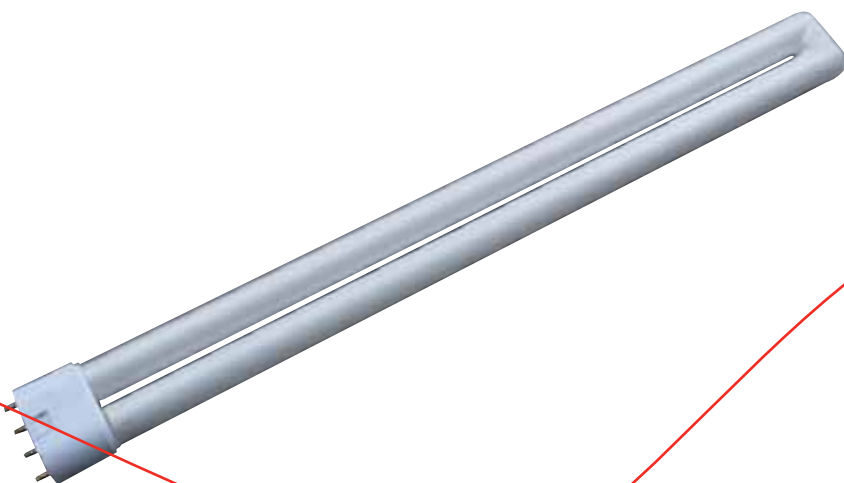
Vastestofstraler

Halfgeleider element met een p-n overgang dat bij aanslag door een elektrische stroom licht uitzendt. De meest gebruikte naam voor lichtbronnen op deze basis is LED (Light emitting diode – lichtgevende diode).

Voorschakelapparaat (VSA)

Een apparaat, aangesloten tussen de voeding en een of meer ontladingslampen, die de stroom door de lamp(en) op de vereiste waarde houdt. Een voorschakelapparaat kan ook een transformator voor de voedingsspanning bevatten, de arbeidsfactor corrigeren en de ontsteking van de





lamp(en) verzorgen. Moderne voorschakelapparaten werken elektronisch.

7.3.2 Begrippen op het gebied van licht, straling en kleur

Contrast

Maat voor het helderheidsverschil tussen twee of meer delen van het gezichtsveld die tegelijk of na elkaar worden waargenomen.

Elektromagnetische straling

Emissie of overdracht van energie in de vorm van golven bestaande uit samenhangende elektrische en magnetische velden.

Golflengte

Afstand tussen opeenvolgende punten van gelijke fase van een golf. Bij elektromagnetische straling is de overgedragen energie groter bij kleinere golflengte. Binnen het zichtbare gebied bepaalt de golflengte ook de kleur van de uitgestraalde straling.

Helderheid

Subjectieve indruk van de hoeveelheid licht die een lichtend oppervlak uitstraalt. De objectieve maat is luminantie.

IR straling

Elektromagnetische straling met een golflengte groter dan die van zichtbare straling. Warmtestraling is een belangrijk kenmerk van IR straling.

Kleurtemperatuur

Temperatuur (in Kelvin, K) van een zwarte straler waarbij die dezelfde kleurindruk geeft als de betreffende lichtbron. Gebruikt als maat voor de tint van witheid van het licht van een lichtbron (van roodwit, lage kleurtemperatuur, tot blauwwit, hoge kleurtemperatuur).

Kleurweergave

Effect van een lichtsoort op de kleurindruk van voorwerpen die daarmee worden verlicht.



Kleurweergave-index (Ra of CRI)

Een maat voor de overeenkomst van de kleuren van een voorwerp dat met de beschouwde lichtsoort wordt verlicht met de kleuren van hetzelfde voorwerp als dit met een referentielichtsoort wordt verlicht. De kleurweergave-index kan uit het spectrum van de lichtbron berekend worden. Het resultaat is een getal tussen 0 en 100.

Lichtsterkte

Maat voor de concentratie van licht in een specifieke richting uitgestraald per seconde. (candela, cd).

Lichtstroom

Maat voor de totale hoeveelheid licht uitgestraald per seconde door een lichtbron (lumen, lm).

Luminantie

Maat voor de lichtsterkte uitgestraald per eenheid van oppervlakte van een lichtend oppervlak in een specifieke richting (cd/m^2).

Specifieke lichtstroom

Maat voor de energie-efficiënte van een lichtbron (lumen per watt, lm/W).

Spectrum

Weergave van de golflengte componenten die de beschouwde straling bevat.

UV belasting

Stralingssterkte in het UV gebied van het spectrum per eenheid van oppervlak. (W/m^2).

UV straling

Elektromagnetische straling met een golflengte kleiner dan die van zichtbare straling. UV straling leidt tot verkleuring en veroudering van materialen.

Verblinding

Gezichtsstoestand die als onbehaaglijk wordt ervaren of waarbij er een vermindering is van het vermogen om details of voorwerpen te zien als gevolg van een ongunstige luminantieverdeling of door overmatige contrasten.





Verlichtingssterkte

Maat voor de hoeveelheid licht (lichtstroom) die per eenheid van oppervlak dat oppervlak bereikt (lm/m^2 met de benaming lux).

Zichtbare straling

Elektromagnetische straling die een visuele waarneming kan oproepen. Er bestaan geen exacte grenzen voor het spectrale bereik van zichtbare straling omdat deze per waarnemer kunnen verschillen. De ondergrens ligt tussen golflengtes van 360 en 400 nm, de bovengrens tussen 760 en 830nm.

Zwarte straler

Ideale thermische straler die alle invallende straling onafhankelijk van de golflengte, invalrichting en polarisatie volledig absorbeert. De zwarte straler is de basis voor sommige lichtgrootheden (bijvoorbeeld kleurtemperatuur). Zijn effecten kunnen met computersoftware worden gesimuleerd.



8. Over de schrijvers

Prof. Ir. W.J.M. van Bommel heeft ruim 35 jaar bij Philips Lighting gewerkt in verschillende lichtapplicatie functies. Van 2003 tot 2007 was hij President van de Commission Internationale de l'Eclairage, CIE (internationale verlichtingscommissie). Hij was 20 jaar de Nederlandse vertegenwoordiger in de Europese Normcommissie CEN TC 169 "Lighting Application". Hij is bestuurslid van de Nederlandse Stichting Onderzoek Licht en Gezondheid (SOLG). In 2004 werd hij benoemd tot hoogleraar aan de Fudan Universiteit in Shanghai. Na zijn recente pensionering bij Philips adviseert hij, als onafhankelijk lichtconsultant, onder andere lichtontwerpers, onderzoekers, bedrijven, gemeenten en overheidsinstanties in binnen- en buitenland.

Drs. Ing. Rob van Beek is restauratiearchitect, afgestudeerd aan de restauratie afdeling van de Koninklijke Kunstacademie in Kopenhagen en sinds 2000 werkzaam bij de Rijksgebouwendienst, vanaf 2009 bij het cluster monumenten. Als architect is hij betrokken bij verschillende verlichtingsprojecten binnen monumenten in eigendom van de Rijksgebouwendienst. Daarnaast is hij lid van de commissie "Licht en gezondheid" van de NSVV (Nederlandse Stichting Voor Verlichtingkunde). Sinds 2006 is hij, naast zijn werk bij de Rijksgebouwendienst, betrokken bij de ontwikkeling van verlichtingarmaturen voor de Zweedse firma Fagerhult. Dit heeft geleid tot een aantal ontwerpen van zijn hand die nu deel uitmaken van de collectie van Fagerhult.





Henk van der Geest is lichtontwerper voor architectuur en theater sinds 1982. In die functie was hij verantwoordelijk voor de belichting bij honderden producties voor theater-, dans- en operagezelschappen. Met zijn theatrale achtergrond brengt hij de dramaturgie van licht in de architectuur. Het belichten van tentoonstellingen en musea is inmiddels zijn specialiteit. Hij richtte in 2006 het 'instituut Lichtontwerpen' (iLo) op om daarmee jonge talentvolle lichtontwerpers te steunen bij de start van hun carrière. Het instituut draagt bij aan de algemene professionalisering van het vak lichtontwerpen in Nederland. Hij geeft nationaal en internationaal workshops aan zowel lichtontwerpers (in sp ) als aan mensen die met lichtontwerpers samenwerken, vooral om ze te leren over licht te communiceren.

Gedurende het schrijven van dit boek hebben een aantal mensen meegelezen, hun commentaar geleverd en suggesties gedaan. Onze dank daarvoor gaat uit naar Taco Hermans, Eloy Koldewij en Marc Stappers, allen van de Rijksdienst voor het Cultureel erfgoed, Agnes Brokerhof van het Instituut Collectie Nederland en Johan de Haan van Bureau Rijksbouwmeester.





Referenties

- Brilliant, the evolution of artificial light, Jane Brox, 2010 Houghton Mifflin Harcourt
- CIE Draft Standard CIE DS 017.2/E:2009 “ILV: International Lighting Vocabulary”, 2009.
- Geschiedenis van de N.V. Philips gloeilampenfabriek, A.Heerding, 1980 Martinus Nijhoff
- Licht! Het industriële tijdperk 1750 -1900, Andreas Bluhm – Louise Lippincott, 2000 Uitgeverij Waanders b.v.
- Licht in Huis, Manda Plettenburg, 1968 Rijksmuseum voor Volkskunde “het Nederlands Openluchtmuseum”
- Lighting for Historic Buildings, 1988 Roger W. Moss
- NEN-EN 12464-1, “Licht en verlichting – Werkplekverlichting – Deel 1: Werkplekken binnen”, 2003.
- Verlichting in musea en expositieruimten, NSVV werkgroep Museumverlichting, 2008 ICN en NSVV
- Verwarmen en verlichten in de 19^e eeuw, Meindert Stokroos, 2001 Walburg pers
- Light Years Ahead, the story of the PH Lamp, 1994 Louis Poulsen





Fotoverantwoording

- Freek van Arkel
- Rob van Beek
- Joost de Beij
- Henk van der Geest
- Robert Mulder
- Wim Ruigrok
- Thijs Wolzak



