

Visie op glas

H. J. LEEBEEK

Instituut voor Zintuigfysiologie RVO-TNO

Outlook on glass

Samenvatting

Problemen opgeroepen door toepassing van glas in gebouwen worden behandeld aan de hand van voorbeelden uit de praktijk.

Besproken worden: de noodzaak van een betere berekening van alle — ook klimaattechnische — factoren bij dagverlichting, verblindingseffecten, gevaarlijke onzichtbaarheid van glas, verlichtingseisen bij gebruik van glazen tussenwanden.

Summary

The use of glass in buildings sometimes gives rise to problems. Practical examples led to the following points of discussion: The necessity of a better calculation of all aspects of daylighting (included climate), effects of glare, dangerous invisibility of glass, lighting specifications as to glass separation walls in building interiors.

Inleiding

Van het bouw materiaal glas wordt nog altijd druk gebruik gemaakt, zij het dan dat men voor sommige toepassingen de kunststofversies als bijv. plexi-glas of perspex zal prefereren. Dit artikel wil aandacht vragen voor enkele aspecten die zich bij het toepassen van glas in bouwconstructies voordoen voor wat betreft de waarneming met het menselijk oog. De aspecten worden toegelicht met praktijkvoorbeelden die het Instituut in de loop der tijden kreeg te behandelen bij inrichting en verlichting van ruimten.

Glas als daglichtverschaffer

In de huidige architectuur lijkt wat minder royaal met glas in gevels te worden omgesprongen dan enige tijd geleden mode was. Redenen voor bepaalde glastoepassingen in gevels kunnen zijn

- a) artistieke gevelindeling
- b) goedkoop daglicht voor de gebouw-gebruiker
- c) wettelijke voorschriften.

Ons niet wagens aan een discussie over punt a), zullen we uitgaand van een voorbeeld van punt c) tot het punt b) geraken.

„Schoolvoorbeeld” [1]

Het Bouwbesluit L.O. geeft wettelijke voorschriften voor de bouw van lagere scholen.

In fig. 1 zien we de plattegrond en de doorsnede van een leslokaal. Het heeft de wettelijk voorgeschreven minimumoppervlakte van de vloer: 56 m². Als lengte en breedte kozen we 8 resp. 7 meter.

Volgens het Bouwbesluit L.O. moet het minimum glasoppervlak bedragen 1/4 van het vloeroppervlak, waardoor de brutohoogte van het raam ca. 2.40 m wordt.

Een volgende eis is dat er per dag minstens 3 uur zonneschijn in het lokaal moet kunnen binnenvallen. Men interpreteert deze eis meestal zo, dat de glaswand op het zuiden wordt gericht: hoe meer zon, hoe beter, denkt men. Wat leert de praktijk echter? Zodra de zon schijnt, in voor-, hoog-, of naseizoen en zelfs 's winters laat men de zonwering zakken!

Terecht is zonwering dan ook voorgeschreven. Zonwering is echter meestal aan de binnenkant van het raam aangebracht, waarmee een hoop narigheid wordt binnen gehaald. Het teveel aan licht wordt door de zonwering gedeeltelijk omgezet in warmte. Ook de warmtestraling van de zon zelf wordt geabsorbeerd. Door dit alles wordt de zonwering opgewarmd. Een ruwe schatting leert ons dat bij zonneschijn op de glasgevel van het zoëven geschetste lokaal de zonwering zich gedraagt als een de gehele wand bedekkende radiator van ca. 7 kW. Een dergelijke radiator is voldoende om 's winters een ruime woonkamer bij vriezende weer behaaglijk warm te stoken.

Onze arme onderwijzers hebben het in hete zomers

kunnen ervaren hoe weinig een dergelijke extra verwarming bijdraagt tot een comfortabel binnenklimaat.

Waarom zulke grote ramen, vraagt men zich af?

Niet voor de ultraviolette straling, die door het glas heilzame werking op de kinderen zou kunnen uitoefenen, want vensterglas houdt deze straling vrijwel geheel tegen. Een verblijf van 4 dagen achter vensterglas heeft minder effect (voor wat ultraviolette straling betreft) dan 1 uur buiten spelen.

Een ander argument voor grote ramen is dat vooral hoge vensters zorgen voor genoeg daglicht diep in het gebouw.

Dit argument wordt doorkruist door het geleidelijk goedkoper zijn van kunstlicht. Men mag tegenwoordig niet meer zo absoluut stellen dat daglicht goedkoper is dan kunstlicht.

De laatste tijd zijn onderzoeken verricht, o.a. in Engeland [2] naar de gewenste afmetingen van vensters. Het is zeer gewenst, dat ook bij scholenvoerbouw ruimte zal worden gelaten voor het in praktijk brengen van nieuwe inzichten op dit gebied.

Afgezien van het specifieke van dit voorbeeld moet het duidelijk zijn dat voor andere ruimten de overwegingen parallel lopen.

Men bedenke dat bij een groot glasoppervlak, naast de directe aanschaffingskosten van het raam, rekening moet worden gehouden met een eventueel noodzakelijke buitenzonwering [3]. Een berekening moet uitmaken of een klimaatbeheersingsinstallatie noodzakelijk is. Ook de financiële consequenties hiervan moeten worden meegeteld.

Tenslotte dient te worden berekend wat een doelmatige kunstlichtinstallatie ter ondersteuning van de daglichtvoorzieningen kost. Pas daarna kan van geval tot geval worden beslist of daglicht wel zo goedkoop is.

Te hoge contrasten

Ramen verschaffen uiteraard contact met de buitenwereld. Men moet zich echter wel hoeden voor overdrijving in die zin dat onderlinge contacten binnen het gebouw verloren gaan. In de buitenwereld heersen overdag namelijk zeer hoge verlichtingssterkten en luminanties (helderheden).

Zo zijn hemelluminanties van 5000 cd/m^2 geen uitzondering. Objecten tegen een lichte achtergrond zijn niet meer van zwarte te onderscheiden als hun luminantie minder dan 1% van die van de achtergrond bedraagt. Dat wil zeggen dat in zo'n geval geen details kunnen worden waargenomen.

Goede waarneming is pas mogelijk als de objectluminantie ca. 30% van die van de achtergrond is. In het gebied tot 30% bevinden zich de diverse graden van hinder. Het is niet gemakkelijk om met kunstlicht zodanige verlichtingsniveau's te installeren, dat een goede waarneming van personen tegen een venster mogelijk is.

Bemoeienis van het IZF met het opstellen van aan-

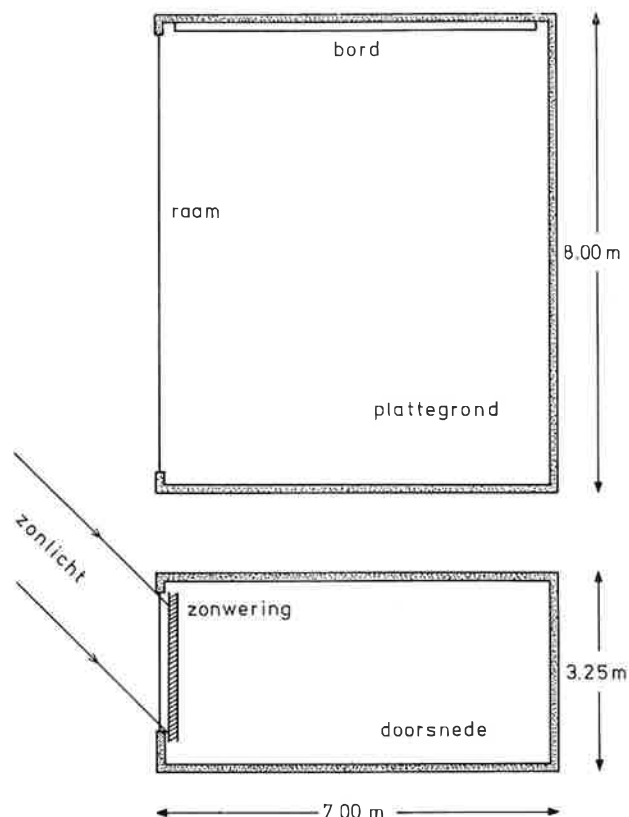


Fig. 1. Plattegrond en doorsnede van een schoollokaal.

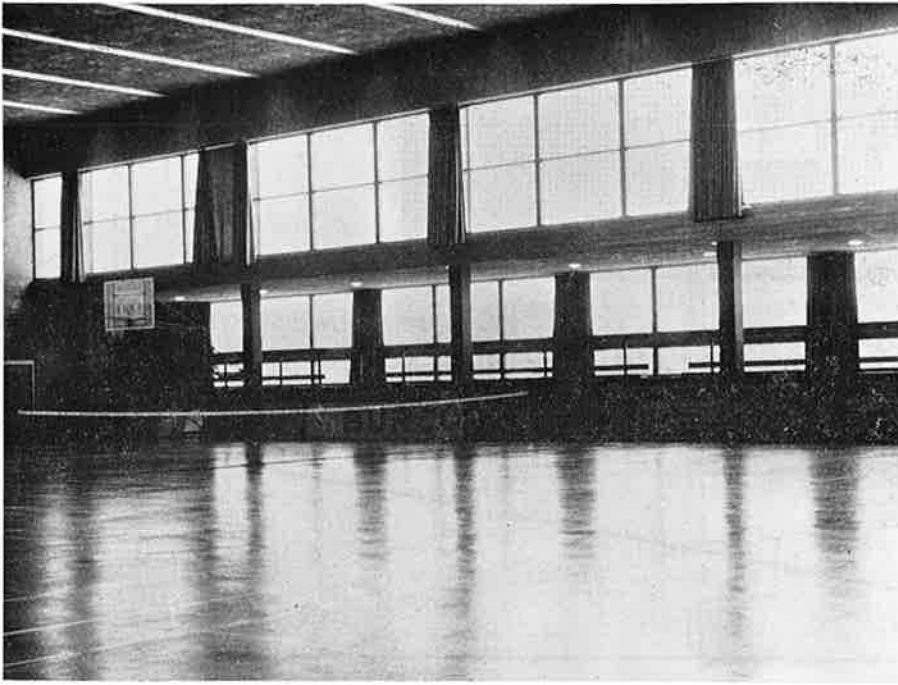
bevelingen voor de verlichting van sporthallen leverde vele voorbeelden van hinder door grote raampartijen bij het waarnemen van objecten. In fig. 2 zijn twee foto's gegeven van een sporthal waar één gevel vrijwel geheel beglaasd was. In fig. 2a de situatie, zoals men zich die had voorgesteld bij de planning: veel contact met de buitenwereld. Helaas is het waarnemen van spelers, ballen, shuttles enz. praktisch onmogelijk als men tegen het raam inkijkt. Zeer snel na de opening van de hal werden dan ook gordijnen aangebracht die altijd gesloten zijn, niet alleen wanneer topsporters maar ook als bijvoorbeeld tennisspelende huisvrouwen in de hal bezig zijn (fig. 2b).

In de onlangs verschenen aanbevelingen voor de verlichting van sporthallen [4] wordt dan ook in feite het bouwen van daglichtloze hallen aanbevolen.

Perceptief nonchalante bouw

Het komt voor dat men de mogelijkheid van waarnemen van de mens overschat. De ervaring leerde ons dat dit het geval kan zijn bij gebruik van glas als afscheiding tussen bijvoorbeeld in- en exterieur van een gebouw.

Als voorbeeld nemen we een auto-showroom. Een



a. zonder enige afscherming.



b. de gebruikssituatie.

Fig. 2. Daglichtinval in een sporthal.

vroegere onderdoorgang in het gebouw werd met enorme glaspanelen afgesloten. In fig. 3 wordt zeer schematisch de situatie weergegeven. De glaswand ligt nogal diep onder de hogere etages. Een cliënt liep van binnen uit door de glaswand en belandde daardoor uiteindelijk in het ziekenhuis. De situatie

was dus als volgt: de klant in de binnenruimte (waar een verlichtingssterkte heerst van ca. 400 lux) is door een ruit gescheiden van de buitenwereld (in augustus, zonnig weer, verlichtingssterkte daardoor minstens 50.000 lux). Hoe zal men van binnen naar buiten kijkend de aanwezigheid van de ruit

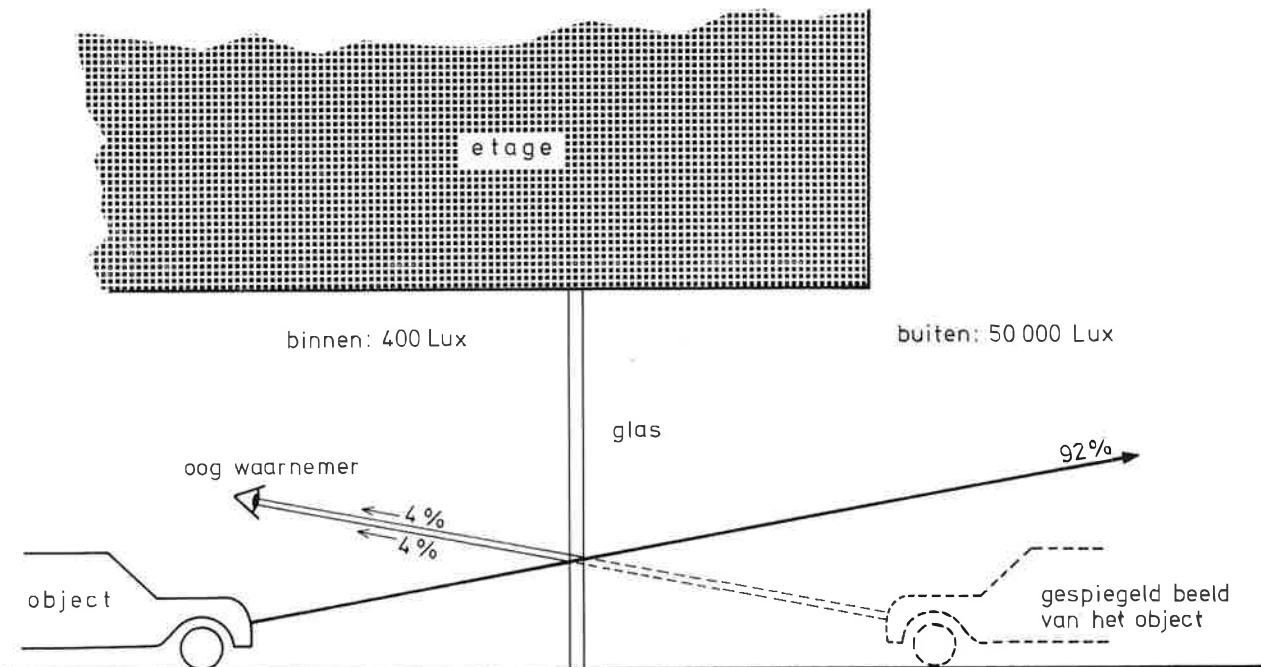


Fig. 3. Schets van de situatie in een showroom, met daarin aangegeven de optredende reflecties.

kunnen waarnemen? Er zijn een aantal mogelijkheden:

1. De lijst waar de ruit in gevat is, is perceptief opdringerig genoeg.
2. Er is een groot verschil tussen de entourage aan de ene en de andere zijde van de ruit.
3. Het glasoppervlak is vies door regen en stof en daardoor kan het „glas” gezien worden.
4. Het glasoppervlak is beschadigd, krassen of scheuren zijn waarneembaar.
5. Op de ruit zijn affiches aangebracht.
6. Men ziet reflecties in de ruit.

Overweging van deze mogelijkheden leidde tot het volgende overzicht:

ad 1) De lijst was zo summier en de ruit had zulke grote afmetingen dat de ruitranden zich zeer ver in de periferie van het gezichtsveld bevonden. Pas als men er op verdacht is, zal de rand gezien kunnen worden.

ad 2) De entourage binnen en buiten was precies gelijk. Erger nog, het trottoir liep van binnen naar buiten in dezelfde structuur onder de ruit door. Informatie over de aanwezigheid van het glas werd door de entourage niet geleverd.

ad 3) Het oppervlak van de ruit kon niet berekend worden door de ver overstekende volgende verdieping. Bovendien streeft men er bij dergelijke gebouwen meestal naar de ruiten goed schoon te houden.

ad 4) Het was niet aan te nemen dat vóór de cliënt door de ruit liep er reeds goed zichtbare beschadigingen op aanwezig waren, omdat de ruit nog niet zo oud was.

ad 5) Door ons kon achteraf niet gecontroleerd worden, of deze ten tijde van het ongeval aanwezig waren.

ad 6) Reflecties in de ruit. Dit vereist enige toelichting. Zie daarvoor fig. 3. Met opzet is het glas in verhouding te dik getekend. De objecten binnen, belicht met 400 lux (TL) zenden lichtstralen uit die voor het grootste deel, nl. 92%, door de ruit naar buiten gaan. Bij elk glasoppervlak, dus aan binnen- en buitenzijde, wordt voor de praktisch voorkomende hoeken (zie fig. 4) ca. 4% van het licht gereflecteerd. Meestal vallen de twee reflecties wat het oog betreft samen en wordt de maximum reflectie dus 8%. Voor de waarnemer binnen lijkt

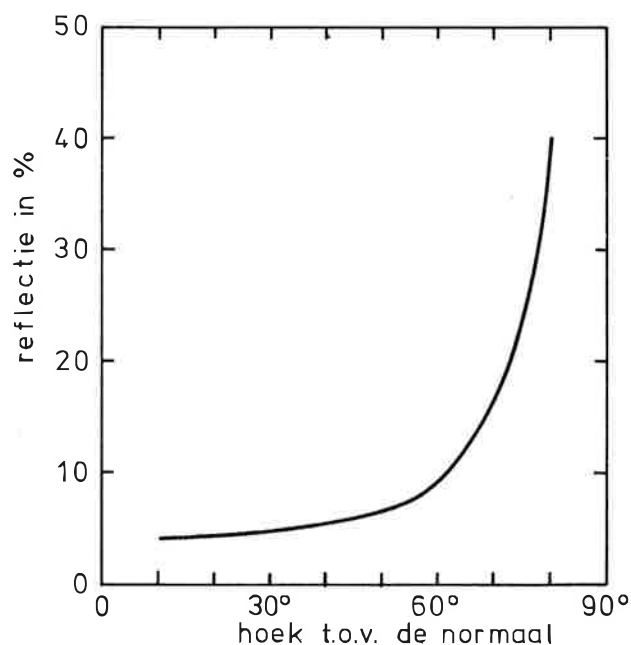


Fig. 4. De reflectie-eigenschappen van glas.

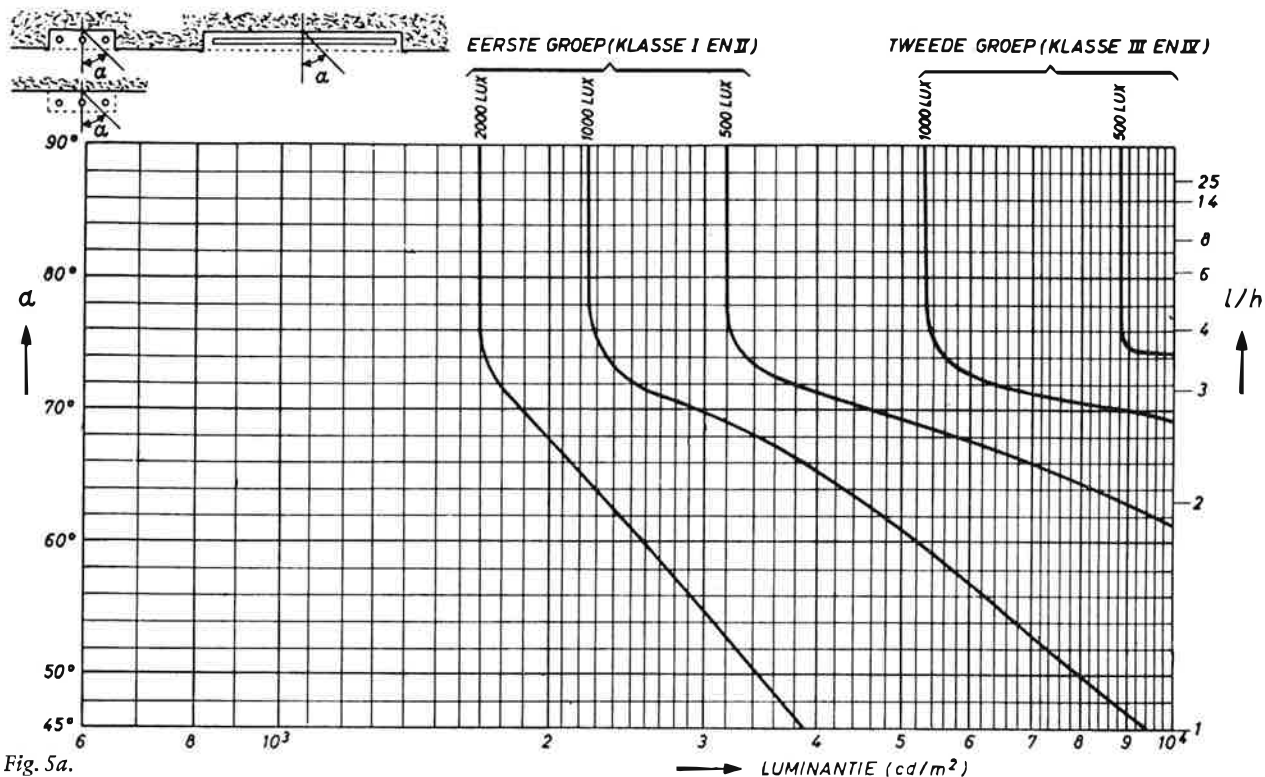


Fig. 5a.

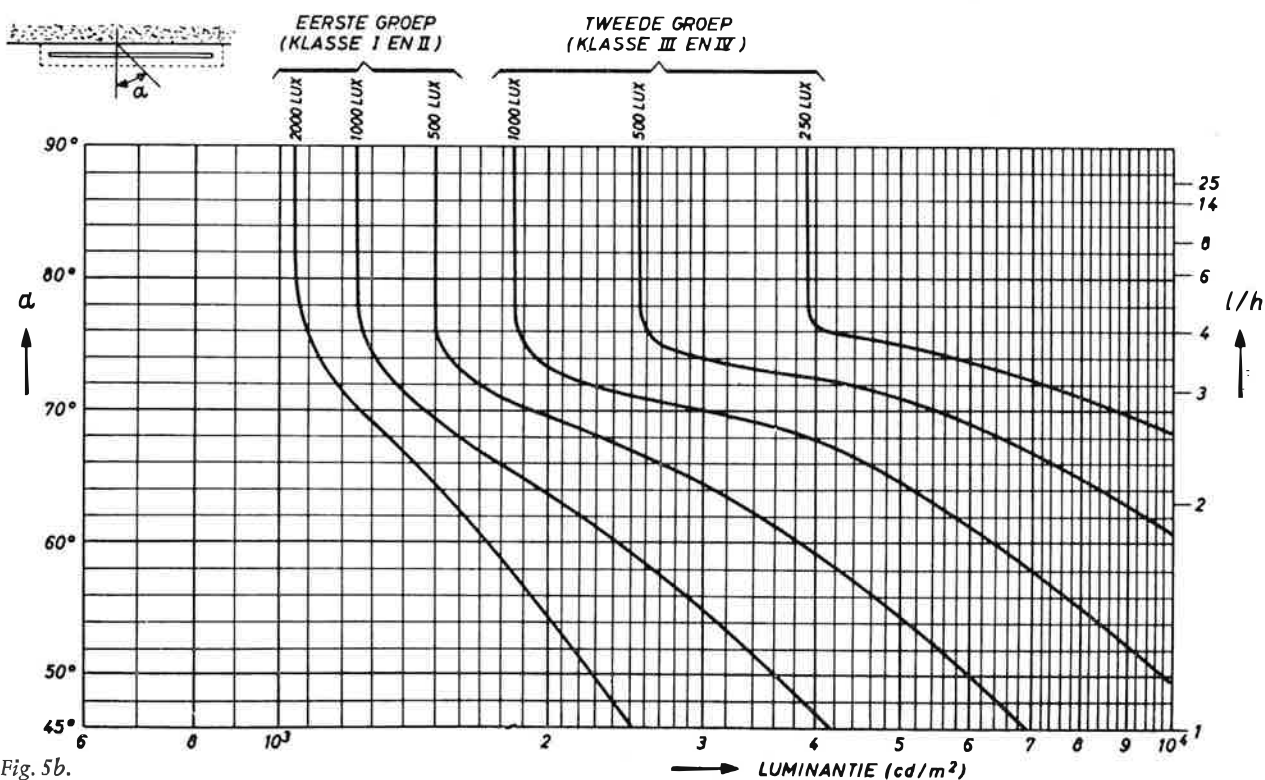


Fig. 5b.

Fig. 5a en b Toelaatbare luminantie in cd/m^2 van armaturen voor buisvormige fluorescentielampen als functie van de uitstralingshoek (in graden) en de verhouding van de lengte en de hoogte, gemeten vanaf ooghoogte van de ruimte (l/h). De ruimten worden t.a.v. de luminantiebegrenzing van de armaturen onderscheiden in twee groepen, nl. een groep, die de klassen I en II bevat en een tweede groep waaronder de klassen III en IV vallen. Voor de indeling van ruimten in klassen zij verwezen naar N.E.N. 3006. Voor de eerste groep zijn de krommen voor de toelaatbare luminantie aangegeven voor 500, 1000, en 2000 lux, voor de tweede groep voor 250, 500 en 1000 lux. Fig. 5a geldt voor armaturen zonder lichtdoorlatende zijwanden, bijv. in het plafond verzonken armaturen, ongeacht de montagerichting en voor armaturen met lichtdoorlatende zijwanden, die evenwijdig aan de kijkrichting zijn gemonteerd. Fig. 5b geldt voor loodrecht op de kijkrichting gemonteerde armaturen, waarbij ook licht uit de zijwanden treedt.

het bij wijze van spreken daardoor net of er buiten een object staat dat wordt verlicht met 8% van de 400 lux dus 32 lux.

Nu heerst er buiten in augustus in de volle zon 50.000 lux. Men kan onder de meest ideale *laboratoriumomstandigheden* nog net een verschil in helderheden waarnemen van ca. 0,5%. In dat geval moet er een egale achtergrond aanwezig zijn, waartegen bijvoorbeeld een regelmatig raster wordt getoond.

In het onderhavige geval waren de omstandigheden nogal wat ongunstiger: bebouwing met vensters, deuren, reclames, alsmede het voorbijgaande verkeer, leverden een zeer onrustige achtergrond op zodat die 0,5% naar schatting wel kan oplopen tot een 10%, wil men enige reflecties waarnemen.

Maar gesteld dat die 0,5% zou gelden, dan wordt de gemiddelde verhouding van

$$\frac{\text{gereflecteerde helderheden binnen}}{\text{helderheden buiten}} = \frac{32}{50.000} = 0,064\%$$

Dit ligt beneden de laboratoriumgrens van 0,5%, alleen voor de reflectie van de brandende TL buizen komt men hoger: de verhouding komt dan te liggen in de buurt van 1 - 1,5%.

Naar onze ervaring is ook dit getal voor een complex gezichtsveld nog te laag om onverwachte objecten waar te nemen. Het is zeer onwaarschijnlijk dat reflecties in de ruit enige bijdrage leverden tot de perceptie van de aanwezigheid van glas.

Resumerend mag men stellen dat het aanbeveling verdient bij de bouw van objecten de visuele mogelijkheden van de mens niet te overschatten, opdat incidenten als hierboven beschreven niet kunnen voorkomen.

Glazen tussenwanden

Ter bereiking van een doorzichteffect worden soms glazen scheidingswanden toegepast. In de praktijk wordt de opzet echter veelal teniet gedaan, omdat men bij gebrek aan wandruimte kasten e.d. gaat plaatsen tegen de glaswanden. Zo ontstaat dan in plaats van een doorzichtig een meestal nogal rommelig effect. Verder doet zich bij gebruik van veel glas de onmogelijkheid van kleurgeving van wanden als een gemis gevoelen. Ook de geluidweerskaatsende eigenschappen van glas kunnen moeilijkheden doen ontstaan. Afgezien van deze aspecten, kan men zich de vraag stellen of er ook nog een specifiek waarnemings-, een perceptie-aspect is.

Hinderlijke spiegelingen zullen niet zo gemakkelijk optreden. Hoogstens kan men, vanuit een helder verlichte kamer een donkere aangrenzende ruimte inijkend, een teveel aan spiegeling ervaren.

Scheidingswanden tussen vertrekken en een gang bestaan soms geheel of gedeeltelijk uit glazen pane-

len om (bijv. in schoollokalen) van twee kanten daglicht te kunnen ontvangen of omdat men daarmee denkt een kunstlichtverlichting van de gang uit te sparen. Meestal slaagt deze laatste opzet niet, met het resultaat dat of de gangen sombere holenstelsels vormen of dat toch de (avond)kunstverlichting wordt ingeschakeld.

Een zeer hinderlijk effect ontstaat als in een gebouw met glazen scheidingswanden verkeerde verlichtingsarmaturen worden gekozen. In de aanbevelingen voor Binnenverlichting van de Ned. Stichting voor Verlichtingskunde [5] wordt aangegeven welke luminantie-(helderheids)verhoudingen in goede lichtinstallaties toelaatbaar zijn. In de fig. 5a en 5b, die uit deze aanbeveling afkomstig zijn, kan men concluderen, welke armaturen geschikt zijn voor gebruik in relatief kleine resp. relatief grote ruimten. In grote ruimten, waar men in zijn gezichtsveld veel meer plafond ziet dan in kleine ruimten moeten armaturen worden gebruikt die een sterk lichtrichtend effect hebben: ze moeten veel licht naar beneden en weinig licht opzij uitstralen. Voor kleine ruimten kan men bijvoorbeeld genoeg nemen met armaturen voorzien van opale kunststofkappen. In grote ruimten mag dit vrijwel nooit, omdat deze armaturen te grote zijdelingse luminanties bezitten. (Het gebruik van kale, onafgeschermd TL-lampen is wel geheel uit den boze!). Nu vormen ruimten die onderling door glaswanden worden gescheiden lichttechnisch één grote ruimte. De armatuurkeuze moet zich dan ook daarop baseren. Ook de gangen moeten eventueel bij de „lichttechnische” ruimte geteld worden.

Hoewel dit alles eigenlijk wel voor de hand ligt, heeft de ervaring ons geleerd, dat een signalering van dit onjuiste armatuurgebruik niet overbodig is.

Conclusie

Toepassing van het bouw materiaal glas introduceert specifieke problemen voor de menselijke perceptie. Men kan zich niet aan de indruk onttrekken, dat deze problemen door de bij de bouw betrokkenen niet altijd worden onderkend.

Wat dat betreft maakt ook de bouw wereld geen uitzondering op de regel dat meestal pas achteraf wordt ontdekt, dat in een overigens technisch ideale omgeving de mens met zijn mogelijk- en moeilijkheden een hinderlijk subjectieve factor vormt.

Literatuur

- [1] H. J. Leebeek: Licht in scholen. Maandblad voor Bartiméusvrienden, april 1970.
- [2] E. Ne'eman en R. G. Hopkinson: Critical minimum acceptable window size: a study of window design and provision of a view. Lighting Research & Technology, Vol. 2, no. 1 (1970).

- [3] B. Feitsma: Buitenzonwering is uit warmtetechnisch oogpunt gunstiger dan een binnenzonwering.
Technische Gids voor Ziekenhuis en Instelling.
Jrg. 36 nr. 872. (31 juli 1967).
- [4] Aanbeveling voor de verlichting van sporthallen —

- Ned. Stichting voor Verlichtingskunde — Arnhem,
Electrotechniek 48 (1970) (18) p. 883.
- [5] Aanbeveling voor binnenverlichting - Ned. Stichting voor Verlichtingskunde Arnhem (1967). Uitgegeven door Bouwcentrum Rotterdam. N.E.N. 3006.
-