



Daglicht in utiliteitsgebouwen

Inleiding

Daglicht is gedefinieerd als het zichtbare deel van de totale zonnestraling. Effectief gebruik van daglicht in de bouw wint de laatste jaren aan populariteit. De motieven zijn divers en verschillen per partij: energiebesparing, gezondheid, productiviteit en sociale veiligheid. Daarnaast spelen esthetische argumenten een rol: daglicht is natuurlijk en wisselt voortdurend van kleur en intensiteit. De kwaliteit van een goede, met daglicht verlichte ruimte is voor iedereen herkenbaar en merkbaar. Daglicht stimuleert, prikkelt en motiveert. Daglicht vormt een van de belangrijkste bouwstenen van architectuur: de omgeving (zowel binnen als buiten) gaat erdoor 'leven'. Maar daglicht kan ook verblinden en oververhitting veroorzaken.

Conclusie

De kennis over de invloed van daglicht op de gezondheid en het welbehagen van mensen neemt toe: die invloed blijkt groter te zijn dan steeds werd gedacht. Veel architecten en opdrachtgevers ontdekken de grote voordelen van het gebruik van daglicht.

Het gebruik van daglicht kent vele aspecten, die niet altijd even gemakkelijk zijn te doorgronden. Locatie op aarde, belemmeringen in de omgeving, gebouwvorm, interieur, vormen van raamopeningen en esthetische aspecten hebben ieder hun invloed. En dan ontbreekt in deze opsomming nog het energetische aspect. Wil men in een gebouw optimaal gebruik maken van daglicht, dan zal al bij de locatiekeuze rekening gehouden moeten worden met deze eis. Maar ook de gebouwvorm is van grote invloed, zodat gedurende het gehele ontwerpproces het gebruik van daglicht als aandachtspunt moet worden vastgehouden. Integraal ontwerpen dus, zo blijkt, is ook hierbij essentieel.

Maatschappelijke aspecten

Gezondheid

De oude Grieken maakten al melding van de heilzame werking van (zon)licht op de mens. De laatste jaren blijkt dat daglicht een veel grotere rol speelt dan lange tijd gedacht: het menselijk oog werd beschouwd als lichtorgaan. Sinds enige tijd is bekend dat het oog ook zorgt voor de juiste instelling van de biologische klok. Deze zogenaamde circadiane ritmiek, de cyclus van ongeveer 24 uur, stuurt een aantal fysiologische en psychologische processen aan. Het allerbelangrijkste signaal voor het circadiane ritme is het signaal van de zonsopgang en de zonsondergang. Er is dus een nauw verband tussen ons functioneren en daglicht. Dat komt omdat onze biologische klok reageert op de fluctuaties van daglicht door de productie van bepaalde hormonen die het menselijk dag- en nachtritme regelen. Variatie in intensiteit en kleur van het daglicht zorgt ervoor dat de mens meer of minder actief wordt door de prikkeling van fotoreceptorcellen in het netvlies. Het blauwere (koele) ochtendlicht zorgt voor de toename van cortisol (stress- of energiehormoon) waardoor de mens alerter en actiever wordt. In de loop van de heldere dag blijft het op voldoende niveau om gedurende de dag de

mens actief te houden. Naarmate de dag vordert, verandert de samenstelling van licht doordat het roder (warmer) wordt. Hiermee komt de productie van het slaaphormoon, melatonine, op gang als voorbereiding op de nachtrust (Brainard, George; Photoreception for regulation of melatonin and circadian systems in humans; 2002).

Het gebruik van daglicht in gebouwen maakt dat de biologische klok van de mens gelijk blijft lopen met het natuurlijke menselijke ritme. Een bijkomend effect van daglicht is gewoonlijk uitzicht, wat ook invloed heeft op het menselijk welzijn: Het geeft contact met de omgeving, uitzicht op groen en water geeft rust en ontspanning, en het draagt bij aan het oriëntatievermogen. Daglicht en uitzicht hebben zo invloed op gezondheid en welzijn en daardoor verbeteren de werkprestaties weer. In ziekenhuizen dragen daglicht en uitzicht bij aan het genezingsproces.

Daarnaast heeft daglicht een sterker wisselende intensiteit dan kunstlicht wat positieve prikkels oplevert, en geeft daglicht een besef van tijdsbeleving. Uit onderzoek blijkt dat daklichten in winkels de verkoop verhoogt tot 40% en leerlingen op basisscholen een 10 - 20% hogere prestatie op reken- en leestesten leveren dan die op scholen met weinig daglicht (bron: BBA Binnenmilieu, onderzoek van Heshong & Mahone uit respectievelijk 1996 en 1999). Depressiviteit kan in een aantal gevallen bestreden worden met licht: Seasonal Affective Disorder (SAD) of winterdepressie. Niet voor niets stelt het Arbobesluit eisen aan 'doorzichtige lichtopeningen' in ruimten waar gewerkt wordt. Het feit dat licht ook biologische functies reguleert heeft geleid tot onderzoekprogramma's aan diverse instituten en universiteiten.

Hinder

Aan het toepassen van daglicht als lichtbron kleven ook bepaalde risico's van hinder. Tegenlicht en zonlicht kunnen hinderlijk zijn bij het werkproces, al dan niet achter een beeldscherm. Tevens kan door zoninstraling de temperatuur in een gebouw te hoog oplopen. Tegenlicht kan worden voorkomen door tempering van het daglicht en/of kunstlicht van een andere zijde dan het raam te laten komen. Om verblinding of oververhitting door de zon te voorkomen, is een voorziening voor zonwering nodig.

Esthetische aspecten

Daarnaast spelen esthetische argumenten een rol: daglicht is natuurlijk en wisselt voortdurend van kleur en intensiteit. Zowel ontwerpers als gebruikers erkennen deze esthetische betekenis van daglicht voor de architectuur en de beleving van de ruimte. Gelukkig realiseren steeds meer architecten zich dat er met daglicht veel meer mogelijk is; diverse projecten laten dat ook zien.

Milieuaspecten

Energiebesparing

Licht is een toevoer van energie. Net zoals stralingswarmte, radiogolven en röntgenstraling, is het een gedeelte van het elektromagnetisch spectrum. Het wordt beschreven in termen van golflengte en energie. Ongeveer 4% van de door de zon uitgezonden straling bestaat uit Ultraviolet (UV) straling, 45% bestaat uit zichtbare straling (=daglicht) en 51% valt in het gebied van Infrarood (IR) straling.

In eerste instantie speelde het benutten van daglicht een rol bij energiebesparing in gebouwen. Door het gebruik van daglicht vervalt de noodzaak om kunstlicht te gebruiken en kan een aanzienlijke besparing op het energiegebruik worden bereikt. Uit de 'EnergiebesparingsMonitor gebouwde omgeving 2003' blijkt dat in kantoren ongeveer 27% van het energieverbruik benodigd is voor verlichting. Het totale elektriciteitsverbruik van kantoorgebouwen varieert sterk: afhankelijk van het al dan niet toepassen van koeling, de grootte van het gebouw, aard van de werkzaamheden, enzovoort, kan het elektriciteitsverbruik van kantoorgebouwen variëren tussen 60 en 160 kWh/m². Duidelijk is in ieder geval dat verlichting een aanzienlijke kostenpost is bij het beheren van kantoorgebouwen.

Maatregelen nieuwbouw: functionele aspecten

Bij gebouwopzet, oriëntatie, gevel- en dakindeling en materiaalgebruik zijn er volop mogelijkheden om het gratis daglicht optimaal te benutten. Globaal kunnen alle daglichtmaatregelen worden ingedeeld in een aantal functionele aspecten:

- locatie op aarde: bepalend voor het aanbod van daglicht
- omgevingsfactoren: oriëntatie, omliggende bebouwing, beplanting
- gebouwvorm: in een compact vierkant gebouw kan daglicht maar in beperkte mate tot diep in het gebouw doordringen, terwijl een langgerekt gebouw die mogelijkheden wel geeft. Dit is echter tegenstrijdig aan de wens vanuit klimaatbeheersing, waar een compacte bouwvorm juist gewenst is
- lichtfunctie: eisen, bepalingen en wensen in relatie tot het type werk dat wordt verricht of het effect dat bereikt moet worden, verblinding, contrast
- type daglichtopening: ramen in de gevel (zijlicht) of in het dak (bovenlicht) hebben uiteenlopende effecten
- daglichtsystemen: hulpmiddelen om de relatie tussen vertrek en daglicht te optimaliseren.
- Tenslotte kan met kunstlicht de benodigde hoeveelheid licht in een vertrek of op een werkplek verder worden geoptimaliseerd.

Er kan pas sprake zijn van een optimaal gebruik van daglicht als er bij de bouw van a tot z rekening gehouden is met alle aspecten die hierbij een rol spelen. Dat betekent: vanaf de keuze van een locatie tot en met de inrichting van de ruimten. Ook de publicatie 'Daglicht in het ontwerp van utiliteitsgebouwen' volgt in grote lijnen bovenstaande indeling. Ook daarin wordt gesteld dat de locatiekeuze en gebouwfunctie al in een zeer vroeg stadium worden vastgesteld door het ontwerpteam. In het vervolgetraject gaat de publicatie uit van vier niveaus waarop de uitgangspunten met betrekking tot het gebruik van daglicht verder in detail moeten worden uitgewerkt:

- gebouw
- vertrek
- raam
- daglichtsysteem.

Licht- en zonlichttoetreding (LTA, ZTA)

De licht- en zonlichttoetreding wordt uitgedrukt in respectievelijk de LTA-waarde en de ZTA-waarde. Naarmate de isolatiewaarde van het glas toeneemt, nemen de LTA- en de ZTA-waarde af, doordat de isolatiemaatregelen van het glas (aantal glaslagen, metaalcoatings op het glas) minder licht of zonlicht doorlaten.

Maatregelen bestaande bouw

Bovenstaande impliceert dat voor bestaande gebouwen slechts beperkte mogelijkheden aanwezig zijn om het gebruik van daglicht te optimaliseren. Natuurlijke momenten voor aanpassingen zijn groot onderhoud, renovatie of verbouwing. Dat zijn ook de momenten waarop energiebesparende maatregelen worden getroffen, zo blijkt eveneens uit boven genoemde Energiebesparingsmonitor. Maar die maatregelen beperken zich nu nog tot het vervangen van kunstlichtsystemen (veelal meer hoogfrequent verlichting en halogeenlampen). Terwijl bouwkundige ingrepen verrassende resultaten kunnen opleveren, bijvoorbeeld op basis van omgevingsfactoren (begroeiing, licht gekleurde stedenbouwkundige materialen), lichtopeningen, interieur en daglichtsystemen.

Marktaspecten

Stichting Living Daylights.

Daglicht vormt een van de belangrijkste bouwstenen van architectuur. Het is onontbeerlijk voor de gezondheid en productiviteit van de mens. Daglicht is bovendien gratis en de enige echt duurzame lichtbron. Vanuit deze achtergrond promoot de Stichting Living Daylights een goede toepassing van daglicht in de gebouwde omgeving. Door beschikbare kennis te bundelen, te ontsluiten en te verspreiden fungeert de stichting tevens als kennisnetwerk en intermediair richting ontwerpers en architecten. Meer informatie is te vinden op de website www.livingdaylights.nl

Fitlicht NL

Een toenemend aantal ontwerpers en opdrachtgevers is zich bewust geworden van de rol die daglicht speelt bij werkprocessen. Maar ook van de hinderlijke rol die al te veel daglicht kan spelen bij beeldschermwerk. Fitlicht NL is een vereniging waarin onder andere leveranciers, adviesbureaus, architectenbureaus, (semi) overheidsorganisaties en opleidingsinstituten het lidmaatschap vervullen. Doel is het doen van (technisch) onderzoek en langs die weg het gebruik van daglicht bevorderen. De vereniging is in het voorjaar van 2005 opgericht.

Ondergronds bouwen

De aandacht voor ondergronds bouwen neemt de laatste decennia fors toe, om kwalitatief hoogwaardige locaties optimaal te kunnen benutten. Grote warenhuizen hebben steeds vaker ondergrondse verdiepingen, en het gebruik van metro en andere ondergrondse verblijfplaatsen hebben de kennis over veiligheid en perceptie daarvan sterk doen toenemen. Het Centrum Ondergronds Bouwen stelt zich ten doel een blijvende en duurzame bijdrage te leveren aan de versterking van de kenniseconomie. In dat kader wordt ook aandacht besteed aan het gebruik van (dag)licht in ondergrondse gebruiksruidten. Licht, groen en doorzicht (=oriëntatie) via zichtlijnen zijn belangrijke aspecten van de perceptie van veiligheid. Door toepassing van grote glasoverkapte ruimtes en het gebruik van atria kan een atmosfeer worden gerealiseerd waarin mensen zich goed voelen, al of niet onder het maaiveld. In Amerika bestaan zelfs ondergrondse kantoren, in Kansas City bijvoorbeeld. Het heeft een aantal voordelen: stormbestendig, wintervast, gelijkmatige temperatuur en lage exploitatiekosten. Aan medewerkers is gevraagd hoe het is om hele dagen onder de grond te verblijven. De antwoorden waren veelal positief onder een aantal voorwaarden:

het geregeld zien van daglicht en het ontmoeten van mensen scoorden hoog onder de vereiste voorwaarden. Gewenning, keuzemogelijkheden en de aanwezige voordelen (bv onafhankelijkheid van het weer) deden de rest.

Juridische aspecten

Arbeidsomstandighedenbesluit

Het Arbobesluit stelt:

In een uitwendige scheidingsconstructie van een besloten ruimte waar overdag door iemand gemiddeld meer dan twee uur arbeid wordt verricht, zijn doorzichtige lichtopeningen aangebracht waardoor daglicht kan toetreden. Het gezamenlijk oppervlak van de lichtopeningen bedraagt ten minste 1/20 van het vloeroppervlak van die ruimte.

Werken uw werknemers meer dan twee uur per dag op dezelfde werkplek? Dan moet op minstens 5% van het vloeroppervlak daglicht schijnen. Zorg dus voor voldoende raamoppervlak.

Bouwbesluit

Het Bouwbesluit (op grond van de Woningwet) stelt eisen aan daglicht, maar ook aan uitzicht vanaf de werkplek. Deze eisen gelden voor 'niet tot bewoning bestemde gebouwen', dus voor kantoren en dergelijke. Het Bouwbesluit vereist dat er voldoende daglicht binnenkomt en dat mensen naar buiten kunnen kijken.

Normen

De norm NEN-EN 12464-1 'Licht en verlichting - Werkplekverlichting - Deel 1: Werkplekken binnen', is er al sinds eind 2003, zo stelt het NEN. Deze norm vervangt de oude NEN 1890. De nieuwe norm is echter niet opgenomen in het Bouwbesluit en ook niet in Arbo-beleidsregels. Toch draagt het toepassen ervan bij aan de kwaliteit van verlichting en kunnen zo claims achteraf worden voorkomen. Met de komst van de nieuwe norm is het begrip 'standaardverlichtingssterkte' vervangen door verlichtingstabellen voor verschillende werkruimten en is daglichtafhankelijke schakeling (daglichtschakeling) van verlichting goed toepasbaar.

Voorbeelden

In de publicatie 'Living daylight - Daglicht in de Architectuur' worden uiteenlopende voorbeelden beschreven van projecten waar daglicht een belangrijke rol heeft gespeeld. Door middel van interviews met de architecten wordt inzicht gegeven in overwegingen, mogelijkheden en ontwikkelingen in het toepassen van daglicht in uiteenlopende projecten.

Hoge School voor Kunsten te Arnhem De Hoge School voor Kunsten te Arnhem is gevestigd op de Arnhemse kunstcampus aan de Rijn in een nieuw ondergronds gebouw van architect Hubert-Jan Henket. Een bijzondere locatie voorzien van de modernste faciliteiten, 23 studio's, een theater en twee presentatiestudio's. Door het vrijwel volledig glazen dak stroomt daglicht (en dan met name bovenlicht) onbelemmerd naar binnen. De omgeving van het bestaande schoolgebouw (een ontwerp van Rietveld), te weten de rand van de stuwwal aan de zuidkant van het Veluwe massief, was aanleiding om ondergronds te bouwen. Iedere uitbreiding bovengronds zou het stadsbeeld langs de oever van de Rijn danig verstoren.

Paviljoen De Posbank Paviljoen De Posbank, gelegen in het Nationaal Park Veluwezoom, is een theehuis midden in de natuur. Door het toepassen van verdiepinghoge ramen is nauwelijks kunstlicht nodig.

Basisschool De Sokkerwei te Castricum Opvallend in het energetisch concept voor 'De Sokkerwei' is het beperken van de warmtebehoefte door gebruik te maken van de lichaamswarmte van de kinderen, en door HR-warmteterugwinning uit de ventilatielucht, hoge thermische isolatie, gunstige oppervlakte/ inhoudverhouding, het benutten van zonnewarmte en zonlicht, efficiënte en energiezuinige verlichting, pompen en ventilatoren, individuele naverwarming per lokaal en zonnecellen. Alle benodigde verkeersruimten voor ontsluiting van onder andere de klaslokalen is gecompriemd tot een 'arena' in het centrum van de school. Via bovenlichten is deze ruimte altijd hel verlicht. Integrale schoolactiviteiten en de naschoolse opvang kunnen hier plaatsvinden.

Balans [de] - basisschool, Leidschendam Het sheddak, dat de volledige verdieping overdekt, zorgt voor daglicht boven de centrale ruimte. Gekozen is voor een gelijkmatige toetreding van het noorderlicht. De gangwanden zijn uitgevoerd met glas om het licht afkomstig van het sheddak ook de in lokalen te kunnen benutten. Verder zijn de ramen in de gevels van de lokalen hoog geplaatst om zoveel mogelijk gebruik te maken van invallend daglicht. Tevens zijn reflectiepanelen aangebracht, die het daglicht verder de lokalen in moet weerkaatsen.

De grift - Apeldoorn Om voldoende licht in de ondiepe vertrekken te krijgen is gebruik gemaakt van het 'bounce' principe. Aan onder- en bovenzijde van de ramen zijn reflecterende gebogen aluminiumvlakken aangebracht, die zowel daglicht als kunstlicht naar binnen kaatsen. Met behulp van computersimulaties en een modelkamer is de daglichttoetreding berekend. De nieuwe verlichtingsinstallatie in de kantoren bestaat uit zuinige, hoogfrequente, daglichtgeschakelde verlichtingsarmaturen, die in een koof boven de ramen zijn aangebracht.

Waterschap Vallei en Eem - Leusden Om het energieverbruik te verminderen is gekozen voor een gering raamoppervlak. De beperking van binnendringend daglicht wordt gecompenseerd door een atrium met een sheddak. Boven de gangzone op de bovenverdieping zijn doorzichtzonnepanelen geplaatst, die een voortdurend veranderend gefilterd daglicht doorlaten en die in 10% van de electriciteitsbehoefte voorzien. Ventilatie, zontoetreding, verlichting en verwarming zijn individueel te regelen. Via een daglichtregeling en aanwezigheidssensoren wordt het energieverbruik voor verlichting beperkt.

Adverium - kantoorgebouw met showrooms, Drachten Aan de snelwegzijde bevindt zich de grote serre, de 'eye-catcher' van het Adverium. Het is een sterk overgedimensioneerde gang- en galerijruimte, die bescherming biedt tegen geluidsoverlast. Het aangename klimaat in de winter en tussenseizoenen is het gevolg van de instraling van de zon op het grote glasvlak op het zuiden. In de zomer loopt de temperatuur niet te hoog op dankzij een uitgekiend ventilatiesysteem en zonwerende lamellen waarin zonnecellen zijn aangebracht.

Kantoorgebouw Hoogheemraadschap te Leiden In dit kantoorgebouw is bijzondere aandacht besteed aan het gebruik van daglicht. Bovendien zijn

maatregelen getroffen om het aandeel stralingswarmte te vergroten (wand- en vloerverwarming) waardoor minder luchtstromingen optreden.

Belastingkantoor Enschede - kantoorgebouw, Enschede De raampartij van de kantoorgevels is in twee delen opgesplitst. In het bovenste gedeelte (het lichtraam) is zonwerend glas geplaatst en ontbreekt zonwering. Door middel van een reflecterende plank, aan de binnenzijde van de gevel tussen het licht- en het kijkraam, wordt het daglicht op het plafond weerkaatst. Deze plank bestaat uit een aluminium gezette plaat. De onderste glasstrook doet dienst als kijkraam en waarborgt het uitzicht. Door middel van buitenzonwering kan hier de hoeveelheid invallende zonnestraling worden gereguleerd.

Hulpmiddelen

Daglicht in het ontwerp van utiliteitsgebouwen, Kennis- en inspiratiebron voor architecten Deze publicatie is een praktijkgericht naslagwerk dat direct inzetbaar is bij een gebouwo ontwerp. De focus ligt op utiliteitsgebouwen waar de aanwezigheid van de mens centraal staat: kantoren, scholen, logiesgebouwen en niet-klinische gezondheidszorggebouwen met een verblijfsfunctie. Aan bod komen onderwerpen als hoe een goed daglichtontwerp eruit ziet en dat licht een belangrijk en veelzijdig vormgevend element kan zijn.

Daglichtsystemen en visueel comfort Wanneer onbeperkt gebruik gemaakt wordt van daglicht om een zo laag mogelijk energiegebruik voor de kunstverlichting te realiseren kan dit leiden tot problemen met het visuele comfort in de ruimte. Door de toetreding van daglicht tijdelijk of permanent te verminderen wordt meestal het nagestreefde doel niet bereikt: een vermindering van het energiegebruik wordt niet gehaald zonder visueel comfort. De handleiding 'Daglichtsystemen en visueel comfort' biedt methoden om het visuele comfort in situaties met daglichtsystemen te bepalen.

Een helder licht op werkplekverlichting Deze publicatie is bedoeld om duidelijkheid en inzicht te geven aan organisaties en personen die verantwoordelijk zijn voor het ontwerpen, realiseren en onderhouden van lichtinstallaties die dienst doen als werkplekverlichting in het kader van belichten van werktaken in bedrijven, organisaties en utiliteitsgebouwen. Veel aandacht wordt besteed aan de aspecten die een rol spelen bij het ontwerp van verlichting, waarbij er speciale aandacht is er voor de inbreng van daglicht.

Overige informatie

Klimaatgevel Klimaatgevels zijn 'actieve' gevels die op een slimme manier gebruikt maken van daglicht, zonnewarmte en luchtverversing om het binnenklimaat te beheersen.

Functionele aspecten Hieronder een uitwerking van een aantal functionele aspecten, die een belangrijke bijdrage leveren aan daglicht in gebouwen.

Locatie op aarde

De zon is een karaktervolle lichtbron die door tijd, weersinvloeden en de draaiing van de aarde, licht in verschillende intensiteiten en kleuren geeft. Deels afhankelijk van de positie op aarde wordt dit verschil in intensiteiten en kleuren groter. De stand van de zon aan de hemel verschilt per dag en per positie op

aarde, uitgedrukt in zenit en azimut. Bij het ontwikkelen van een gebouw kan de variëteit in daglicht worden gebruikt voor het welzijn en vormgeving. Hierbij is het noodzakelijk om de baan van de zon gerelateerd aan de plek op aarde als richtlijn te gebruiken.

De verschillend georiënteerde gevels van een gebouw hebben te maken met elk verschillende zonnestanden. En zo ook met verschillende aandachtspunten die van invloed zijn op de lichtopeningen. Een noordgevel zal beperkt direct zonlicht kunnen opvangen waardoor directe zonwering niet nodig is, maar lichtregulering wel. Een zuidgevel zal door een grotere zonhoogte eenvoudiger uit te rusten zijn met een zonregulering dan de oost- en westgevel, waar je te maken krijgt met lage zonnestanden. Bij lichtopeningen in het dak is het om gelijke redenen voordeliger alleen noorderlicht te gebruiken door middel van bijvoorbeeld een op het noorden georiënteerd sheddak. Hierbij speelt mee dat een onbelemmerde horizontale lichtopening in een dak, vanwege het zenitale licht en vanwege het 'zicht' op een groter deel van de hemelkoepel, een beter rendement heeft dan een verticale lichtopening.

Omgevingsfactoren

Bij de ontwikkeling van een project is het stedenbouwkundig kader bepalend voor de vorm en gebruik. Dit stedenbouwkundig kader is (nu en in de toekomst) bepalend voor de daglichttoetreding in het gebouw. Hoge nabij gelegen bebouwing kan voor belemmering van het directe zonlicht en daglicht zorgen. Ook kan dit soort bebouwing verblinding veroorzaken, wanneer direct zonlicht wordt gereflecteerd in een tegenover gelegen gevel. (Hinder door directe zoninstraling op een noordgevel is dan mogelijk). Natuur in de vorm van bomen, kan een rol spelen als natuurlijke lichtregulering. In de zomer door direct zonlicht te weren met een bebladerde kruin; in de winter kan de zon door de kale top schijnen. Hoogteverschillen in het landschap kan de hoeveelheid direct licht dat het gebouw kan bereiken, beïnvloeden.

De invulling en materialisatie van de om het gebouw gelegen ruimte is eveneens bepalend voor het daglichtbinnenklimaat. Door reflectie van daglicht, op bijvoorbeeld water of wit grind, kan de totale hoeveelheid binnenvallend licht in het gebouw worden beïnvloed. Door donkere materialen, bijvoorbeeld begroeiing, zal deze reflectie uitblijven en er geen indirecte lichtstraling plaatsvinden.

Gebouwworm

De bepaling van de vorm van een gebouw, de massastudie, is afhankelijk van talloze ontwerpvariabelen: functie, gewenste grootte, routing, stedenbouwkundige situatie. De gebouwworm is heel bepalend voor de daglichttoetreding. Deze vraagt om een doorsnede en een plattegrond met een grote omtrek. De verhouding tussen de omhulling en de inhoud van een gebouw moet voor een goede daglichttoetreding in het voordeel van de omhulling uitvallen. Een lang en ondiep gebouw (op de juiste wijze georiënteerd) biedt dus een voordeel. Andere wijze om de verhouding te beïnvloeden is door de gebouwworm te voorzien van insnijdingen; bijvoorbeeld in de vorm van atria en patio's. De wens van een grote omtrek in verhouding met de inhoud voor een optimale daglichttoetreding is tegenstrijdig met de energetische wens. Energetisch gezien is een compacte bouwworm het meest optimaal.

Behalve de plattegrond kan ook de doorsnede worden gebruikt voor optimalisatie van daglichttoetreding. Terrasvormige woonappartementen bijvoorbeeld

verschaffen behalve een buitenplaats ook mogelijkheden voor veel daglichttoetreding. Ook biedt de doorsnede door middel van overstekken, mogelijkheden voor de afstemming van de hoeveelheid binnenvallend daglicht. Dit doordat de overstekken werken als zon- en lichtwering. Bij het bepalen van de indeling van het gebouw kunnen de verschillende functies zo worden gesitueerd dat activiteiten die daglicht behoeven dicht bij de gevel worden geplaatst.

Daglichtopeningen

Tijdens het ontwerp kunnen in de omhulling van een gebouw in verschillende vlakken openingen worden aangebracht. Licht dat via de gevel binnenvalt, 'van opzij schijnend', wordt zijlicht genoemd. Licht dat 'van bovenaf schijnend' het gebouw binnenvalt, wordt bovenlicht genoemd. Met bovenlicht wordt dus niet het bovenraam van een zijlicht bedoeld.

Voor veel invallend daglicht is een eenvoudige oplossing het volledig transparant uitvoeren van een gevel. Dit zorgt naast veel licht ook voor veel warmte in de ruimte. Vliesgevels en klimaatramen maken hier dankbaar gebruik van. Voor de middenweg kan als stelregel het volgende percentage worden gehanteerd: circa 40% van het geveloppervlak als lichtopening uitvoeren. Bij dit percentage speelt de oriëntatie van de gevel een rol. Een gevel zal op het noorden georiënteerd diffuus licht opvangen, waardoor ten aanzien van mogelijke opwarming door zonlicht, een hoger percentage oppervlakte van de lichtopeningen kan worden aangehouden. Met name bij de oost- en de westgevel speelt opwarming een belangrijke rol, door de lage zonnestanden. Hier is aandacht geboden voor zon- en lichtregulering. Bij de zuidgevel is de zonregulering ook noodzakelijk maar door de steilere zonnestand relatief eenvoudiger.

De positionering van de lichtopening heeft net als het formaat ervan een sterke invloed op de daglichttoetreding. Een hoog geplaatst raam zal het licht dieper in het vertrek brengen dan een lager gepositioneerd raam. Vanuit dit oogpunt kan het scheiden van een lichtopening in een zicht- en een lichtraam voordelen bieden. Het zichtraam kan worden afgestemd op het uitzicht met hieraan gekoppeld een zon- en lichtregeling al dan niet individueel regelbaar. Het lichtraam kan worden afgestemd op een optimale daglichttoetreding eventueel met behulp van daglichtsystemen.

Bovenlicht kan door middel van vides diep in een gebouw worden getransporteerd. Gecombineerd met transparante trappenhuisen ontstaan lichtschachten die natuurlijk licht het gebouw in brengen. Atria's en Grote Glasoverkapt Ruimten kunnen het effect van bovenlichten en het 'kamvormige' gebouw combineren met overdekte verkeersruimten die bovendien nog eens in voor- en najaar een aangenaam klimaat hebben en daardoor een belangrijke (semi)openbare verblijfsruimte vormen.

Lichtkoepels, wel of niet georiënteerd op het noorderlicht, kunnen een ruimte voorzien van daglicht. Hierbij is de detaillering van de dagkant van de lichtopening van invloed op de lichtinval. Bij verlopende dagkanten zal er een meer gespreide lichtinval met minder contrast worden verkregen. Hierbij dienen deze dagkanten wel in een lichte reflecterend materiaal/kleur te worden uitgevoerd.

Daglichtsystemen

Wanneer gebruik wordt gemaakt van specifieke aanpassingen aan een daglichtopening die de daglichttoetreding en/of -verdeling in het vertrek beïnvloeden wordt gesproken over daglichtsystemen. Daglichtsystemen worden vaak in de gevelzone geplaatst met het doel het daglicht verder in het achterliggende vertrek te brengen of het verhogen van het daglichtcomfort, door een betere lichtspreading. Belangrijk bij het kiezen van een daglichtsysteem is de wijze waarop, waarmee en wanneer het systeem goed functioneert. Sommige daglichtsystemen leveren alleen een bijdrage aan een betere daglichttoetreding bij direct zonlicht. Bij diffuus licht wordt alleen een betere lichtspreading verkregen. Daglichtsystemen kunnen heel klimaatspecifiek zijn..

Interieur

De mate van daglichttoetreding wordt bepaald door de gebouwworm en bijhorende lichtopeningen. De spreading van dit licht in een vertrek is vervolgens afhankelijk van de vorm, materialisatie en kleur van de ruimte en de indeling. In de eerste plaats is het gebruik en de bijhorende indeling van een ruimte van belang. Hierbij hoort immers een bepaalde wens ten aanzien van de verlichtingssterkte en verdeling. Bij een kantoorvertrek is het van belang een minimale lichtsterkte (250-500 lux) voor het werkvlak aan te houden en verblinding en teveel aan contrast te voorkomen. Met name bij beeldschermwerk is een goed lichtcomfort vereist. Door de lage verlichtingssterkte van het beeldscherm (30-60 lux) en de hoge verlichtingssterkte van ramen is er door te grote luminantieverschillen snel kans op verblinding. Daarnaast moet worden gelet op de indeling van het vertrek zodat hinderlijke lichtreflecties op het beeldscherm worden voorkomen. De volgende verhouding moet hierbij worden gehanteerd: beeldscherm / tekstvak : werkvlak : werkomgeving : daglichtopening/kunstverlichting = 1 : 3 : 10 : 20/40.

Door de verschillende vlakken van het interieur in goede reflecterende materialen en kleuren uit te voeren wordt een bijdrage geleverd aan reflectie en hiermee een goede lichtspreading van het binnenvallende licht. Voor de reflectiegraad van het interieur dient het volgende te worden aangehouden: plafond sterk reflecterend uitvoeren, wand uitvoeren met een middelmatige reflectiewaarde, vloer uitvoeren met een lage reflectiewaarde. Zeker bij het toepassen van daglichtsystemen is het belangrijk een hoge waarde te kiezen voor de reflectiewaarde van het plafond. Hierbij is een diffuse reflectie aan te bevelen om hinderlijke schitteringen en verblinding te voorkomen.

Naast de materialisatie kan ook de vorm van de ruimte worden afgestemd op de daglichttoetreding. Een aflopend plafond of een koof zal ter plaatse van de gevel ruimte scheppen voor een hoog bovenraam, waarmee het vertrek dieper kan worden belicht.



Vuistregels voor een goed daglichtontwerp

- Houd rekening met de oriëntatie (noord/oost/zuid/west) van de bouwkavel. En benut deze kennis gedurende de eerste schetsen van de gebouwworm.
- Inventariseer de omliggende bebouwing en begroeiing. Deze kunnen invloed uitoefenen op de daglichttoetreding van het te ontwikkelen gebouw.
- Houd rekening met de locatie op aarde en de daar aanwezige klimatologische omstandigheden met betrekking tot het lichtontwerp en de toepassing van daglichtsystemen. Veel daglichtsystemen functioneren vooral met directe zonnestraling. In Nederland komt gedurende slechts 30-35% van de tijd dit directe zonlicht voor.
- Controleer het bestemmingsplan op toekomstige bouwprojecten die de daglichttoetreding van het te ontwikkelen gebouw kunnen beïnvloeden.
- Gebruik licht gekleurde buitenmaterialen voor horizontale delen die door reflectie voor extra daglichttoetreding in het gebouw kunnen zorgen. Bijvoorbeeld door water (vijvers), wit grind, lichtgekleurde dakmaterialen toe te passen.
- Stel het gebouw 'bloot' aan daglicht. Door gebruik te maken van atria, insnijdingen e.d. wordt meer gevelomtrek verkregen waardoor meer daglichttoetreding mogelijk is. Eén en ander moet wel in overeenstemming zijn met het thermische energie-efficiënte karakter dat in een ideale situatie een compacte vorm voorschrijft.
- Gebruik profilering van de doorsnede van de bouwmassa voor daglichttoetreding en schaduwwerking. Een terrasvorm biedt kansen voor veel daglichttoetreding; overstekken zorgen voor schaduw op het gevelvlak.
- Voer ongeveer 40% van het geveloppervlak als lichtopening uit. Veel lichtopeningen en daarmee daglicht is niet per definitie goed. Een percentage boven deze richtwaarde kan namelijk als gevolg van een te hoge zoninstraling klimatologische problemen en visueel discomfort opleveren.
- Stem de situering van de verschillende functies in het gebouw af op de (dag)lichtbehoefte. Dit door een zonering toe te passen waarbij functies die meer daglicht behoeven dicht bij de gevel worden geplaatst.
- Hoge ruimten met hoge ramen geven veel licht. Ontwerp ruimten met een hoog plafond en hooggeplaatste lichtopeningen voor daglichtinval diep in het vertrek. De diepte van de ruimte kan worden afgestemd op de hoogte van de gevel met de lichtopening. (diepte ca. 1,5 - 2 x afstand bovenzijde raam naar vloer).
- Maak daar waar mogelijk gebruik van bovenlichten. Dit vanwege het hogere daglichtrendement, in vergelijking met een zijlicht. Pas bij bovenlichten zon- en lichtregulerende voorzieningen toe.
- Pas, daar waar mogelijk, aan weerszijden van een ruimte lichtopeningen toe. Hiermee wordt een goede daglichttoetreding en gelijkmatigere lichtspreading in de ruimte verkregen.

- Pas het aantal en de grootte van de lichtopeningen in een gevel aan op de specifieke eigenschappen van de zonnestand horende bij de verschillende geveloriëntaties: a. noord: gelijkmatige lichtinval, zonregulering niet nodig, lichtregulering wel. b. zuid: door direct zonlicht veel natuurlijk licht mogelijk, zonregulering relatief eenvoudig door steile zonnestand. c. west/oost: moeilijke zonregulering door lage zoninstraling.
- Gebruik voor gevelramen horizontale lichtopeningen. Deze hebben een beter rendement ten aanzien van de daglichtopbrengst en zorgen voor minder contrast. Een verticaal raam daarentegen biedt meer mogelijkheden voor een goed uitzicht.
- Voldoende uitzicht is van groot belang voor de gebruiker. Deze eis kan tegenstrijdig zijn met maatregelen die noodzakelijk zijn voor het optimaliseren van het daglichtklimaat.
- Besteed aandacht aan het ontwerp en de detaillering van de lichtopeningen (vorm dagkanten, materialisatie, kleur etc.). Dit ter bevordering van daglichtspreiding en het tegengaan van hinderlijk contrast.
- Kies lichte kleuren voor het interieur om zo lichtreflecterende oppervlakken te krijgen. De kleuren en materialen van het interieur kunnen worden afgestemd op de benodigde reflectie: plafond - hoge reflectie, wand - middelmatige reflectie, vloer - lage reflectie.
- Denk in een vroeg stadium na over het kunstlicht. Neem het kunstlichtplan mee in de ontwikkeling om tot een goede afstemming tussen daglicht en kunstlicht te komen. Dit door zonering van kunstlicht en daglichtafhankelijke schakelsystemen (evt. gebouw management systeem).
- Toets het ontwerp. Maak een daglichtmodel van het ontwerp door gebruik te maken van simulatiesoftware of door een maquette. Een voorbeeld van de gratis EHBL-software (Eerste hulp bij lichtprojecten) is te verkrijgen via de website van SenterNovem .
- Haal inspiratie uit reeds gerealiseerde gebouwen waar daglicht de voornaamste verlichtingsbron was.

Daglichtsystemen

In de praktijk worden diverse systemen toegepast om daglicht beter te benutten. In een aantal gevallen, zoals bij de lichtplanken, kunnen zij gecombineerd worden met klimaatinstallaties: verwarming (stralingspanelen), ventilatie (koude ventilatielucht ment zich boven de lichtplank met warme lucht), kunstlicht, en dergelijke. De gebruiker van een ruimte beoordeelt daglichtsystemen vooral op de mate waarin visueel comfort in gunstige of ongunstige zin door deze systemen wordt beïnvloed. Wanneer het gebruik van kunstverlichting hinderlijke reflectie van daglicht voorkomt, is het oorspronkelijke doel voorbijgestreefd. Dit onderwerp wordt uitgebreid behandeld in de publicatie 'Daglichtsystemen en Visueel comfort'. Hieronder een overzicht van een aantal daglichtsystemen.

Lichtplank

Een lichtplank heeft een dubbele functie. Het weerkaatsen van licht naar het plafond waardoor het licht vervolgens verder het vertrek in wordt weerkaatst. Maar daarnaast ook het weren van direct licht nabij de gevelzone. Bij het buiten de gevel plaatsen van een lichtplank zal de opbrengst van gereflecteerd licht

hoger zijn. Bij plaatsing van de lichtplank binnen de gevel zal als enig effect een gelijkmatigere lichtverdeling merkbaar zijn. Een combinatie waarbij de lichtplank zowel binnen als buiten zit is uiteraard ook mogelijk. Een andere optie is om de lichtplank niet horizontaal uit te voeren maar verticaal. Een dergelijke optie is voor een oost- / westgevel een goede optie. Nadeel is wel dat de opbrengst van het daglicht minder is door gemis aan zenitlicht. Door een lichtplank niet als een vast object uit te voeren, maar beweegbaar, is het mogelijk de lichttoetreding en zoninval te reguleren.

Spiegellamellen

Horizontale lamellen worden voornamelijk toegepast als zonregulering en zijn in vele vormen toegepast. In een spiegellende uitvoering kunnen de lamellen worden gebruikt voor lichtsturing, waardoor licht dieper het vertrek in wordt weerkaatst. Dit laatste is afhankelijk van het materiaal, de plaatsing, de stand (hoek) en het oppervlakte van de lamellen. Spiegellamellen hebben bij direct licht het risico van te grote lichtcontrasten in het gevelvlak. Spiegellamellen kunnen aan de binnenzijde, buitenzijde en in de glasspouw van de gevelconstructie worden verwerkt. In de glasspouw zal stof en andere vervuiling geen negatieve invloed uitoefenen op de werking. Voor een betere reflectie kunnen de lamellen worden 'omgedraaid' zodat de holle zijde aan de bovenzijde zit. Door een combinatie van meerdere lagen lamellen is het mogelijk direct zonlicht te weren en het diffuse licht door te laten en het vertrek in te sturen.

Anidolische reflectoren

Het anidolische principe is het concentreren van hemellicht om het via een afgesloten geleider verder in de ruimte te brengen. Deze concentratie kan zo worden gestuurd door de stand van de reflectoren dat deze alleen bij bepaalde zonnestand licht transporteert. Een anidolische systeem reflecteert zowel diffuse als directe lichtstraling en zorgt behalve voor lichttransport ook voor een beter lichtcomfort door een betere spreiding.

Transluente isolatiematerialen (TIM)

Deze isolatiematerialen kunnen daar worden toegepast waar natuurlijk diffuus lichtinval (verlaging van LTA) is gewenst met tegelijkertijd een goede isolatiewaarde. Door het transluente materiaal in de spouw van glaspanelen toe te passen wordt het daglicht gebroken en gereflecteerd. Transluente isolatiematerialen bestaan in verschillende structuren, met elk hun eigen lichtsturende eigenschappen.

Prisma's

Lichtsturende prismasystemen hebben sturing van direct zonlicht als doel. Lichtstraling wordt van richting veranderd en kan door middel van een reflecterend plafond diffuus de achterliggende ruimte in worden gereflecteerd. De werking van prismatische systemen is bij diffuus licht beperkt. Er zijn verschillende varianten van prismatische systemen: lichtsturende PMMA-elementen, laser-cut panelen, prismatische coatings en zonlichtwerende prismasystemen.

HOE: holografic optical element

Hologrammen hebben invloed op de brekingsindex van het licht. Op deze manier kan het licht een bepaalde kant op worden gezonden. Er zijn varianten die het zonlicht kunnen ombuigen, bundelen of verspreiden met behoud van zicht en

licht. Op dit moment zijn er alleen hologrammen beschikbaar die directe straling kunnen beïnvloeden. Diffuus licht wordt nauwelijks beïnvloed.

Lichtkoker

Een manier om licht te transporteren is door middel van reflectie. Door licht vele malen te reflecteren kan een bepaalde afstand worden overbrugd. Een wijze is het reflecterend uitvoeren van de binnenzijde van een koker of cilinder. Voorbeeld van een lichtkoker is een 'light-tube'. Dit product vangt licht op en reflecteert het licht door middel van een slang naar de gewenste plek. Een ander bekend voorbeeld is de glasvezel.

Heliostaat

Met een heliostaat kunnen voor daglicht onbereikbare plekken van zonlicht worden voorzien. Het zonlicht wordt door middel van meerdere (computergestuurde) spiegels naar binnen gereflecteerd. De werking is vergelijkbaar met die van een periscoop.

Publicaties

- EnergiebesparingsMonitor gebouwde omgeving 2003; SenterNovem, Utrecht; 2004
- Living Daylight - Daglicht in de architectuur; Aeneas, Boxtel; 2006
- Daglicht in het ontwerp van utiliteitsgebouwen; SBR, SenterNovem, Rotterdam; 2003
- Praktijkboek Gezonde Gebouwen; SBR, Rotterdam; 2002
- Lekker Licht - Een pleidooi voor natuurlijk licht; SenterNovem; nr. 2 - 2005