

Varilux van Essilor

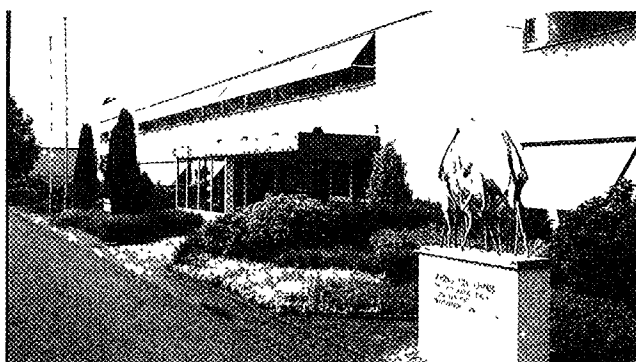
Deel I: Brillenglas is individueel precisieproduct

Ruim een miljard variaties! Die zijn mogelijk als er bij het oplossen van een kijkprobleem wordt gekozen voor Varilux-brillenglazen. De vestiging van Essilor in Zevenaar levert binnen vijf werkdagen zo'n paar brillenglazen, die onderling verschillen en ook altijd weer anders zijn dan hun voorgangers. Toch is iedere order steeds weer een precisietechnologische uitdaging. Want individueel toegespitste precisieproductie in grote aantallen vereist een uitgekiende organisatie, zorgvuldige planning en bovenal stringente kwaliteitsbewaking. Lees hier hoe modern kijkcomfort te danken is aan geavanceerde optische ontwerp- en productietechnieken.

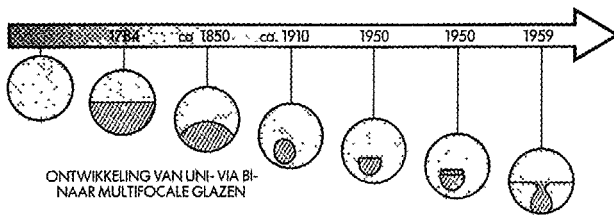
• *Frans Zuurveen* •

In 1925, toen brillenglazen nog gewoon "brilleglazen" heetten, startte Mathieu Classen in Arnhem een optisch bedrijf met de naam Classen-Optiek. Dat richtte zich aanvankelijk alleen op de handel in briloptische producten maar ging later ook zelf ingekochte glazen aanpassen. Classen-optiek werkte veel samen met Essilor International en werd in 1982 overgenomen door dat Franse concern. Het nieuwe Essilor Nederland bv opende in 1994 in Zevenaar een moderne fabriek, zie afbeelding 1.

Essilor International ontstond in 1972 door een fusie van de Franse oogoptische bedrijven Essel en Silor. Essilor dankt



Afbeelding 1. Het moderne kantoor- en fabrieksgebouw van Essilor Nederland bv in Zevenaar



Afbeelding 2. De ontwikkeling in de tijd van monofocaal via bifocaal naar multifocaal

zijn bekendheid vooral aan het ontwerp en de productie van het multifocale brillenglas Varilux. Dat werd in 1959 uitgedevonden door Bernard Maitenaz, die tot zijn pensionering president-directeur was van Essilor. Het bifocale glas - met afzonderlijke delen voor dichtbij en veraf - bestond al veel langer, zie afbeelding 2. Dat was al in de 18^e eeuw uitgedevonden door Benjamin Franklin, Amerikaans politicus, econoom en fysicus, die een hekel had aan het op- en afzetten van brillen en bekend werd door zijn vliegerproef. Daarmee toonde hij aan dat bliksem een elektrisch verschijnsel is.

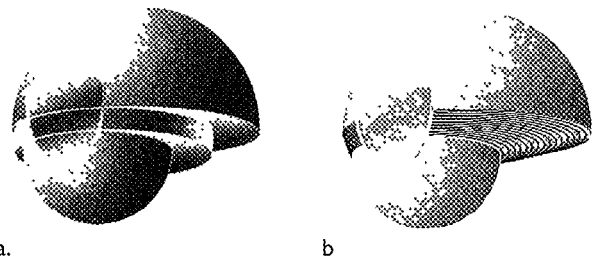
Multifocaal toeleveren

De uitvinding van het multifocale brillenglas, zie afbeelding 3, was beslist revolutionair te noemen, want daardoor werd het mogelijk met één enkel correctieglas op alle kijkafstanden scherp te zien. Maitenaz noemde dat glas "progressief" vanwege de oplopende sterkte, maar zijn idee was dat beslist ook. Vandaag de dag is de merknaam Varilux zo bekend dat het een soortnaam is voor het moderne multifocale glas.

Essilor beschikt over ruim 160 receptslipperijen in vijftig verschillende landen, waarvan de vestiging in Zevenaar met ruim tweehonderdvijftig medewerkers er één is. In een acht-tiental productiefabrieken maakt Essilor de zogenaamde blanks, zie afbeelding 4. Dat zijn ronde 'glazen' van kunststof of echt glas, waarin aan de voorzijde - gezien vanuit de gebruiker - de speciale progressiekromming is geperst. Die kromming komt overeen met de zogenaamde additie voor



Afbeelding 4. Een zogenaamde blank, die bij Essilor Nederland volgens recept wordt bewerkt tot brillenglas



Afbeelding 5 a en b. De bolvlakken die samen het midden van een trifocaal (a) en een multifocaal (b) brillenglas vormen

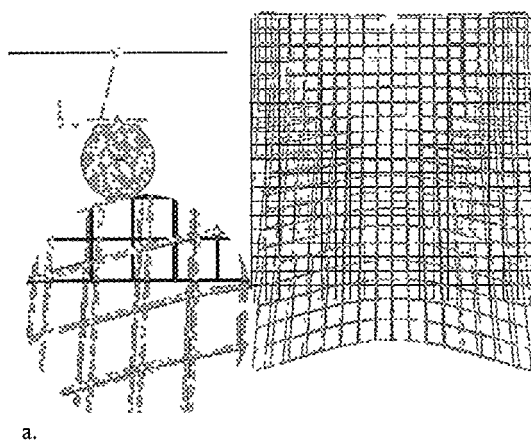
ouderdoms-verziendheid oftewel presbyopie. De voorzijde van multifocale blanks bestaat dus uit een bolvormig deel voor veraf zien en een eveneens bolvormig deel voor dichtbij lezen, die vloeiend zijn verbonden door een asferisch overgangsgedebied dat is opgebouwd uit een groot aantal bolvlakken. Bij blanks voor monofocale glazen is de voorzijde geheel bolvormig, voor bifocale glazen dubbel-bolvormig.

Het tevoren aanbrengen van de progressiekromming is nodig omdat optische slijp- en polijsttechnieken niet geschikt zijn om zulke ingewikkelde asferische oppervlakken te genereren, zodat deze in het basismateriaal moeten worden geperst. Dus hebben de productiefabrieken van Essilor de beschikking over kostbaar persgereedschap waarin met behulp van numerieke besturing de vereiste oppervlaktestructuur is vastgelegd. Gelukkig lenen kunststof en - in mindere mate - glas zich goed voor het inpersen van die ingewikkelde oppervlakken.

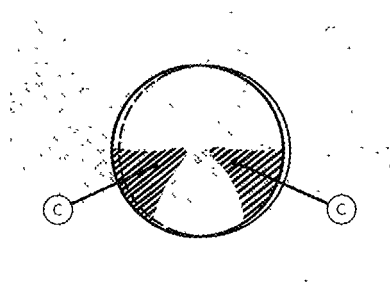
De receptslijperijen beschikken over een voorraad van de meest voorkomende typen blanks. Dat zijn er vele duizenden, want per diameter oplopend van 55 t/m 80 mm kunnen zowel materiaal, kleuring, brekingsindex als additie variëren. Afhankelijk van het recept ondergaat een blank achter-eenvolgens de behandelingen diameter reduceren, frezen, fijnslijpen, polijsten, kleuren en coaten. Het 'receptvlak' dat daarbij aan de achterzijde van het brillenglas wordt aangebracht, is bol-, respectievelijk torusvormig. Daarvoor komen klassieke optische "verspanende" technieken in aanmerking. Hierna zullen we dieper ingaan op het optische ontwerp van de frontvlakken, de toegepaste materialen, het maken van blanks in massaproductie, de beweringsprocedures voor de achtervlakken en het aanbrengen van kleur en coatings

Varilux steeds volmaakter [1]

Afbeelding 3 toont het principe van een multifocale lens: afnemende kromtestraal vanuit het midden naar de onderzijde. Het is daarom redelijk voorstelbaar hoe het midden van het frontvlak er uit moet zien. Afbeelding 5a geeft dat aan voor een trifocale lens, 5b voor een multifocale lens. Van boven naar onderen ontstaat er een vloeiend verloop met toenemende kromtestraal. Het grote probleem is echter hoe de in afbeelding 6 met "C" aangegeven gebieden moeten worden gevormd. Want als de bolvlakken van afbeelding 5a en b naar de zijkanten zouden worden doorgetrokken, ontstaan er scherpe overgangen. De gebruiker van het multifocale brillenglas maakt echter wel gebruik van de gebieden C. Door het centrum van ooglenzen en bril kijkend ont-



Afbeelding 7a en b. Het afbeelden van een rechthoekig rooster op het netvlies door een multifocaal brillenglas en het oog [2] a. Links detail van de twee beelden van linker- en rechteroog en het voorwerp, met kijkrichting recht naar voren. Rechts idem, maar dan voor de volledige roosters; linksonder is de locatie van het detailbeeld aangegeven. b. Als uiterst links in a, maar met andere kijkrichtingen

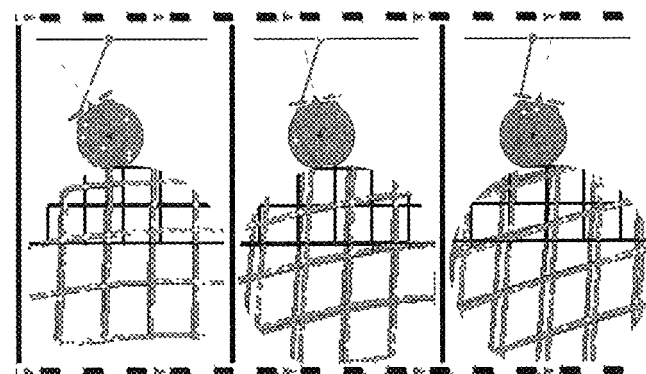


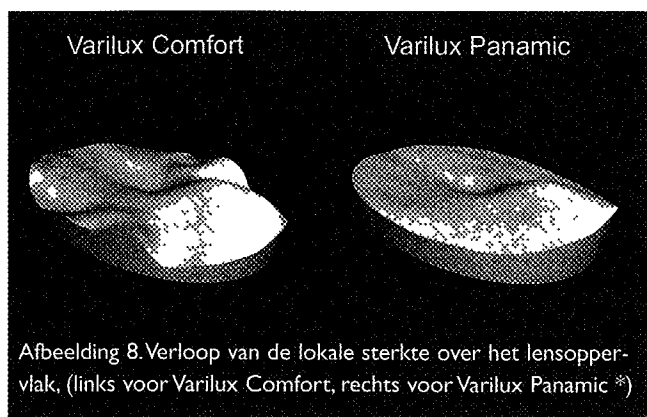
Afbeelding 6. Het vormgeven van de gebieden C is cruciaal bij het ontwerpen van een multifocaal brillenglas

staat er een scherp beeld op het gevoeligste deel van het netvlies, dat 'gele vlek' oftewel 'macula lutea' wordt genoemd. Daar omheen is het beeld op het netvlies weliswaar onscherper, maar het heeft wel degelijk een functie, onder andere die van het waarnemen van bewegingen in de omgeving.

Helaas is er geen eenvoudig wiskundig algoritme denkbaar dat de gebieden aan de twee zijkanten van een multifocale lens afdoende beschrijft. Daarom wordt er sinds de uitvinding van Varilux een 'trial-and-error'-methode gebruikt om die vlakken te definiëren. Met toenemend succes, vandaar de opeenvolging van generaties: Varilux-1, Varilux-2, Varilux Multi Design, Varilux Comfort en Varilux Panamic.

De probeer-methodiek van de optische ontwerpers wordt 'dioptrische terugkoppeling' ('dioptric loop') genoemd. Daarbij wordt mathematisch een fraai verlopend overgangsg gebied in de vorm van een dichte puntenwolk gedefinieerd. Vervolgens maakt de prototype-afdeling een aantal proefglazen, die daarna door een representatief panel worden ver-





Afbeelding 8. Verloop van de lokale sterkte over het lensoppervlak, (links voor Varilux Comfort, rechts voor Varilux Panamic *)

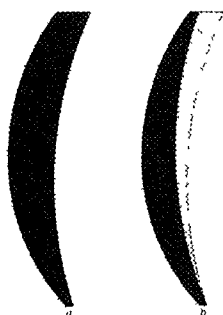
geleken met de glazen van de voorgaande generatie. Onwetend draagt de ene helft van het panel eerst glazen van de nieuwe generatie, de andere helft eerst glazen van de vorige generatie. De panelbevindingen leiden of tot een nieuwe terugkoppellus of tot een verbeterd Varilux-ontwerp.

Optische criteria

Waren de eerste Varilux-generaties nog puur empirisch tot stand gekomen, tegenwoordig zijn de optici van Essilor erin geslaagd een criterium te formuleren voor een eerste evaluatie van een nieuw multifocaal ontwerp [2]. Desondanks is het inschakelen van een proefpanel nodig, omdat het draagcomfort van veel – vaak subjectieve – factoren afhangt.

Voordat we het optische criterium – versimpeld – bespreken, moet er nog worden vermeld dat een multifocaal glas ook nog een zijdelings prismatische correctie krijgt. Want naarmate een te observeren voorwerp dichterbij komt, moeten de ogen zich meer richting neus verdraaien en moet de optische as meer afbuigen.

Het optische model gaat uit van een rooster als voorwerp en berekent voor iedere voorwerpsafstand de vorm van de afbeelding door brillenglas en ooglenzen op het netvlies. In



Afbeelding 9. Het dunner maken van een multifocaal brillenglas door het 'aftrekken' van een prisma dat de dikte reduceert

principe moeten die afbeeldingen van linker en rechteroog identiek zijn, ook als het hoofd verdraait en er door een ander deel van het brillenglas wordt gekeken. Maar door onvolkomenheden van de overgangsgebieden (C in afbeelding 6) gaan de roosterafbeeldingen meer afwijken naarmate het hoofd verdraait, zie de afbeeldingen 7a en b.

Het criterium voor het waarden van een multifocaal brillenglas is geformuleerd als de snelheid waarmee de berekende roosterafbeeldingen van linker- en rechteroog ten opzichte van elkaar bewegen bij een constante hoeksnelheid van het hoofd. Een geringe onderlinge snelheidsverandering betekent dat het "zwemmen of zweven" van het beeld gering is of zelfs afwezig blijkt. Dat subjectieve effect dat dragers van multifocale glazen van de eerste generaties ondervonden, is een gevolg van een veranderende sterkte van de overgangsgebieden in het glas.

Afbeelding 8 laat het verloop van de sterkte zien over het lensoppervlak, links voor Varilux Comfort, rechts voor Varilux Panamic *) Duidelijk is dat het verloop gelijkmatiger is geworden. Dat bevestigt de bevindingen van het proefpanel: een significante verhoging van het kijkcomfort.

Afbeelding 9 laat zien dat een Varilux-glas ook in verticale richting een prismatische correctie krijgt. Op deze manier (en natuurlijk ook door de keus voor licht materiaal met een hoge brekingsindex) wordt een brillenglas dunner en lichter, waardoor het draagcomfort extra toeneemt. De richtingsafwijking die ontstaat, wordt bij het verwerken van het kijksignaal in de hersenen gecompenseerd, omdat deze voor rechts en links gelijk is. Dat geldt overigens ook voor andere aberraties die brillenglazen teweeg kunnen brengen.

Bronnen

Tekeningen, schema's en grafieken: Essilor; foto's: Frans Zuurveen

- [1] Essilor, Ophthalmic optics file. Progressive Addition Lenses
- [2] B. Boironclé, varilux Panamic, la démarche de conception, Points de vue 42, printemps 2000.

* Deze grafieken geven in feite het verloop van de tweede afgeleide van de functie $z=f(x,y)$, met z de hoogte en x en y de plaatscoördinaten in het platte vlak. Wat de lokale sterkte in dioptrieën is omgekeerd evenredig met de kromtestraal en die is weer omgekeerd evenredig met de tweede afgeleide z'' .