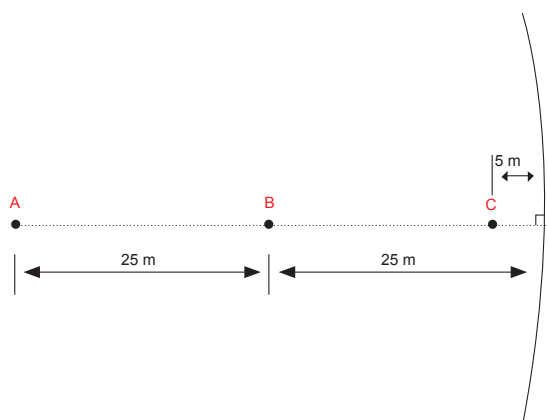


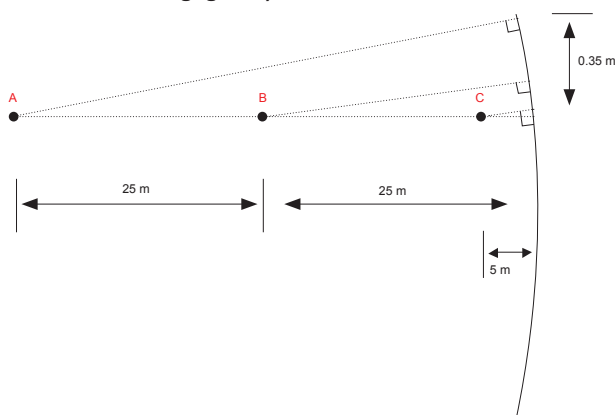
Optische Beeldvertekening (2)

Optische beeldvertekening bij ruiten in een gevel is onderwerp van veel discussies. Wanneer is de vertekening onacceptabel groot? Wat zijn de oorzaken? Zijn die oorzaken te kwantificeren? In dit tweede artikel over dit onderwerp geeft auteur ir. Mathijs van de Vliet, technisch adviseur bij Peutz Geveltechniek, een voorbeeld van optische beeldvertekening naar aanleiding van een bol staande ruit door isochore druk. Ook maakt hij duidelijk wat het effect is van kijkgeometrie. Verder legt hij uit waarom een kwalitatieve beoordeling van optische beeldvertekening niet mogelijk is. Beoordeling kan wel door terug te grijpen naar normen die eisen stellen aan de dikte van glasplaten, de dikte van tussenlagen en de vlakheid van glasplaten.

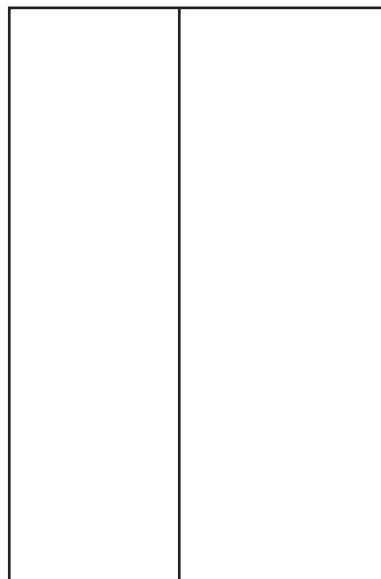
>>



Figuur 7: Bovenaanzicht van de situatie waarbij de kijker recht voor het midden van de ruit staat (doorbuiging is overdreven weergegeven).



Figuur 8: Bovenaanzicht van de situatie waarbij de kijker enkele decimeters naar de stijl is bewogen (doorbuiging is overdreven weergegeven).



A t/m C (geen vertekening)

Figuur 9: Weergave van de rechte lijn in de ruit in geval de aanschouwer op positie A t/m C staat, situatie zoals weergegeven in figuur 7.

In de eerste aflevering over Optische beeldvertekening (Glas in Beeld 6 - december 2015) is door Van de Vliet antwoord gegeven op de vragen:

- Wanneer treedt optische beeldvertekening op?
- Hoe kwantificeren?
- Wat is het rollerwave-effect?
- Wat is lenswerking bij gelaagde ruiten?
- Wat is het effect van hol en bol isolatieglas?
- Heeft foutief plaatsen gevolgen?
- Hoe optische fouten beoordelen?

Voorbeeld

In dit voorbeeld onderzoeken we het effect van de kijkgeometrie op beeldvertekening door een sterk spiegelen buitenblad aan de hand van een isolatieruit die ten gevolge van isochore druk hol staat. Andere vertekeningen laten we buiten beschouwing. We gaan uit van twee situaties:

- de situatie waarbij de aanschouwer recht voor het midden van de ruit staat (figuur 7),
- de situatie waarbij de aanschouwer zich zijwaarts enkele decimeters in de richting van de stijl heeft bewogen (figuur 8).

De aanschouwer bevindt zich buiten voor de ruit en we kijken naar het effect op de reflectie van een verticale rechte lijn in het glasblad. De betreffende lijn bevindt zich in alle beoordeelde situaties direct naast de aanschouwer (te vergelijken met een stok die de aanschouwer vasthoudt). In de figuren 7 en 8 zijn de beoordeelde situaties schematisch weergegeven. In beide gevallen betreft het een bovenaanzicht van de situatie. Met de letters A, B en C zijn de posities van de aanschouwer aangegeven. Aangezien de waarnemer en het waar-

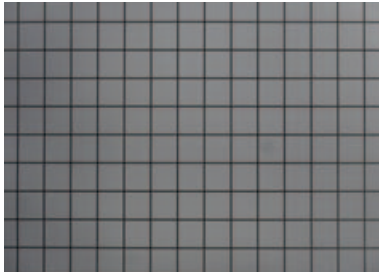
genomen object op dezelfde positie staan en bij spiegeling de hoek van inval gelijk aan de hoek van uitval moet zijn, dienen de kijklijnen loodrecht op het glasoppervlak te staan. De ruit is vierzijdig opgelegd; er treedt geen vervorming bij de ruitranden op. De buitenruit is 1,5 meter breed en 2 meter hoog. Aan de hand van dit gegeven kan vervolgens de vervorming van de lijn bepaald worden. In de figuren 9 en 10 is aangegeven hoe deze rechte lijn in het buitenblad voor de aanschouwer is afgebeeld als het buitenblad in het midden door isochore druk 2 millimeter is doorgebogen.

In de tekeningen 9 en 10 is goed te zien dat de visuele beeldvertekening toeneemt naarmate de aanschouwer zich verder van de ruit bevindt en deze zich meer in de richting van de stijl beweegt.

Wat is het effect van kijkgeometrie?

In het voorbeeld is aangegeven wat de invloed van de kijkgeometrie is op een in een ruit gereflecteerd beeld. Net als bij reflecties is de kijkgeometrie van invloed op het wel of niet ontstaan van storende optische beeldvertekening ten gevolge van lenswerking. Ook hier geldt dat hoe groter de afstand van de aanschouwer tot het glas of hoe groter de afstand tussen het glas en het bekeken object, hoe meer beeldvertekening ervaren zal worden. Beeldvertekening bij lenzen ontstaat doordat lichtbundels door de vorm van de lens worden afgebogen. In tegenstelling tot beeldvertekening bij reflecties is de verklaring voor dit fenomeen niet in simpele bewoording of aan de hand van schema's of figuren te geven.

Om deze reden illustreren wij het effect aan de hand van de figuren 11 en 12. In



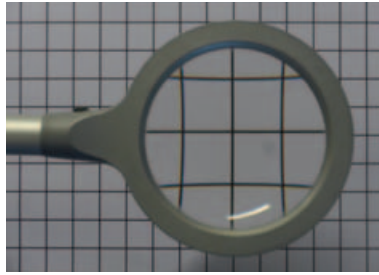
Figuur 11: geen vertekening in het raster.

beide figuren wordt gekeken naar een raster bestaande uit parallel aan elkaar lopende lijnen. In figuur 11 is te zien hoe het raster wordt gezien als hierbij geen beeldvertekening wordt ervaren. In figuur 12 is te zien hoe het raster wordt gezien als men een deel van het raster via een bolle lens bekijkt.

Kwalitatieve beoordeling niet mogelijk?

Uit het voorgaande blijkt dat een kwalitatieve beoordeling analoog aan de beoordelingswijze voor visuele gebreken (het beoordelen van krassen op glas dient plaats te vinden bij een voorgeschreven kijkafstand tot het glas en onder bepaalde condities) niet mogelijk is. Om een ruit toch te kunnen beoordelen dient men derhalve terug te grijpen naar normen die eisen stellen aan de dikte van glasplaten, de dikte van tussenlagen en de vlakheid van glasplaten.

Aangezien het voor een goede beoordeling ook van belang is de variatie in dikte in kaart te brengen, dienen op één ruit op meerdere posities metingen uitgevoerd te



Figuur 12: vertekening door lenswerking.

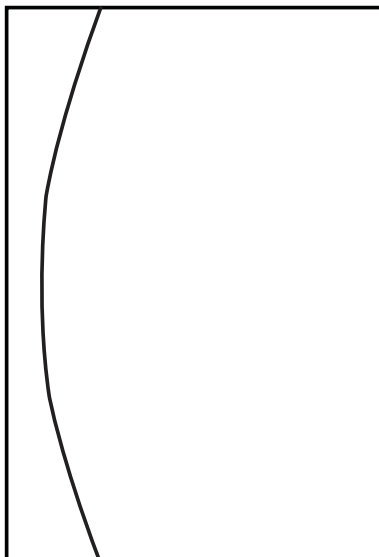
worden. Door de gemeten waarden vervolgens te toetsen aan de in de normen (NEN-EN 572-8, NEN-EN-ISO 12543-5, e.d.) voorgeschreven grenswaarden kan bepaald worden of de (variatie in) dikte van de toegepaste glasplaten en tussenlagen binnen of buiten de normen valt. De vlakheid van thermisch behandelde glasplaten kan plaatsvinden door gebruik te maken van de eisen die vermeld staan in de NEN-EN 1863, NEN-EN 12150 of NEN 14179.

Om te kunnen achterhalen of glasbladen tijdens het samenstellen van isolatieglas voldoende planparallel hebben gestaan is het opmeten van de spouwbreedte in het midden van een ruit vereist. Indien bekend is onder welke omstandigheden een isolatieruit geproduceerd is en nadat bekend is onder welke omstandigheden de spouwbreedte van in een gevel opgenomen isolatieruit opgemeten is, kan middels berekeningen achterhaald worden of de glasbladen tijdens het samenstellen van isolatieglas voldoende planparallel hebben gestaan.

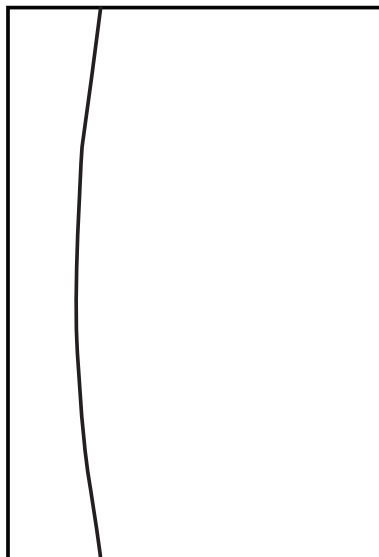
Tot slot

Om tot de juiste glaskeuze te komen is het van belang het principe van beeldvertekening bij ruiten te begrijpen, te weten hoe ruiten geproduceerd worden en te weten welke aspecten van invloed zijn op het kunnen optreden van storende beeldvertekeningen. Indien deze kennis bij de beslissende partij(en) niet aanwezig is dient men hen hiervan op de hoogte te stellen. Alleen op deze wijze kunnen teleurstellingen voorkomen worden.

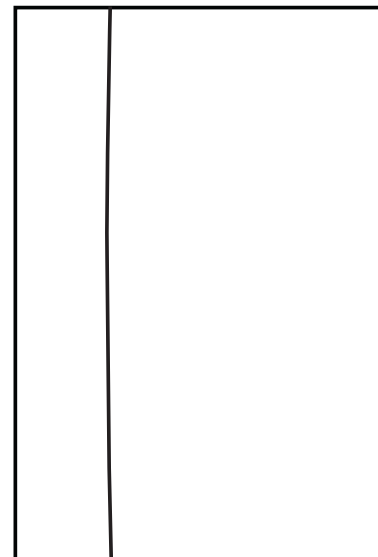
Indien er hoge verwachtingen worden gesteld aan de visuele kwaliteit van ruiten is het niet ongebruikelijk dat men in het bestek of de technische prestatieomschrijving van de producten extra eisen opneemt voor het waarborgen van de visuele kwaliteit. De maximaal toelaatbare toleranties in de Europese productnormen geven aan waar het product minimaal aan dient te voldoen. De meeste glasproducten voldoen ruimschoots aan deze toleranties, maar deze toleranties zijn geen garantie voor het voorkomen van optische beeldvertekeningen. Door vooraf specifieke eisen (voorgeschreven ruitopbouw, aangescherpte diktetoleranties e.d.) aan een glasproduct te stellen kan het risico op storende optische beeldvertekeningen verkleind worden. Specifieke afspraken in het voortraject maakt het beoordelen van eventuele beeldvertekeningen achteraf eenvoudiger. Zo weten alle partijen waar ze aan toe zijn. Zonder deze eisen kunnen ruiten achteraf alleen beoordeeld worden aan de hand van Europese productnormen. <



A (221 mm vertekening)



B (107 mm vertekening)



C (15 mm vertekening)

Figuur 10: Weergave van de rechte lijn in de ruit in geval de aanschouwer op positie A t/m C staat, situatie zoals weergegeven in figuur 7.