



**VERROTEC**

Konstruktiver Glasbau | Fassadenbau | Stahlbau

Inhoud: **Dynamische systeemvergelijking**

Project: VetroMount Top en VetroMount Side

Projectnummer: VT 17-0682

Verslag: VT 17-0682 - 08

Onderwerp: Dynamische vergelijking van de glasbalustradesysteem in overeenstemming met de Nederlandse normen

Klant: Bohle AG  
Dieselstraße 10.  
D-42781 Haan

Datum: 17. juni 2019

Dipl.-Ing. Martin Baitinger

Dipl.- Ing. Sarah Eckhardt



Bron: Bohle AG

# Inhoudsopgave

<b>1. Inleiding</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Algemene informatie</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Normen en richtlijnen</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Actuele plannen</b> .....	<b>4</b>
<b>5. Systembeschrijving</b> .....	<b>5</b>
5.1 Algemene beschrijving.....	5
5.2 Onderstructuur.....	5
5.3 Beglazing.....	6
5.4 Leuning.....	9
<b>6. Belasting aannname</b> .....	<b>10</b>
6.1 Bouwbesluit 2012 .....	10
6.2 Stootbelasting op afscheidingen bij een hoogteverschil (normatief) .....	11
<b>7. Dynamische vergelijking</b> .....	<b>12</b>
7.1 Inleiding .....	12
7.2 Duitse normen .....	12
7.3 Resultaten Duitsland .....	13
7.4 Franse normen .....	16
<b>8. Samenvatting</b> .....	<b>17</b>
<b>Anhang A Componenten met geverifieerde valbeveiliging</b> .....	<b>19</b>
A.1 Profiel .....	19
A.2 Ruitlager .....	20
A.3 Leuning en randbescherming.....	21

Index	Veranderingen	Datum
-	-	17.06.2019



# 1. Inleiding

Het bedrijf Verrotec GmbH in Mainz heeft een opdracht gekregen van het bedrijf Bohle AG, gevestigd in D-42781 Haan, om een dynamische controle van het glasbalustradesysteem VetroMount Top und VetroMount Side uit te voeren voor de Nederlandse markt.

In dit testrapport worden de relevante glasformaten met hun directe beglazing van de onderstructuur onder impactlast geëvalueerd. Er werden testen volgens DIN 18008-4 uitgevoerd. Aanvullend werden testen met hogere valhoogten uitgevoerd. Verder werd de constructie volgens de eisen van de Franse regeling van Cahier No 3034 met een glaskogelzak getest.

Het systeem VetroMount Top en VetroMount Side is in Duitsland via een "Algemeen bouwkeuringsattest" (AbP) geregeld (opgesomd in de bouwregellijst A deel 2 nr. 2.43 en bouwregellijst A deel 3 nr. 2.12). In Frankrijk is een Avis Technique reeds aangevraagd en in bewerking.

In dit document worden resultaten van reeds uitgevoerde testen naar de eisen van de Nederlandse regelingen overgedragen.

Een overdracht van dit testrapport is niet toegestaan, behalve binnen het kader van dit rapport.

**Het onderwerp van dit rapport is alleen de weerstand van het balustradesysteem onder impactlast. De verificatie van het glas onder statische lasten zal apart worden uitgevoerd.**

## 2. Algemene informatie

- De hoekbescherming van de borstweringsbeglazing dient volgens de eisen van DIN 18008-4 uitgevoerd te worden.
- Bij de toepassing van verschillende kunststofmaterialen (silicone, PVB-folie, e.a.) dient de compatibiliteit van de materialen gegarandeerd te worden.
- Een eventueel risico op corrosie van metalen bouwdelen dient door middel van passende maatregelen tegengegaan te worden (bv. keuze voor geschikte legeringen, coating, vermijden van contactcorrosie, bouwkundig ontwerp, etc.).
- Als het glas thermisch gehard is, moet een "heat-soak test" uitgevoerd worden volgens NEN-EN14179-1
- In het geval van een glasbreuk dienen de getroffen oppervlakken beveiligd te worden, het beschadigd glas moet onverwijld vervangen worden.
- Glas-/metaalcontact resp. Glas-/glascontact dient steeds vermeden te worden.
- Een spanningsvrije ophanging van de beglazing dient verzekerd te worden.
- Dit document is enkel te gebruiken met betrekking tot de onderzochte glaspartijen van het voorliggende beglazingsysteem. De resultaten ervan zijn enkel geldig indien de in dit document opgesomde randvoorwaarden eveneens in het bouwwerk gerespecteerd worden. Dit dient op de bouwplaats verzekerd te worden.
- Dit document mag niet ingekort worden, publicaties onder de vorm van uittreksels uit dit verslag vereisen onze voorafgaandelijke toestemming.



- De resultaten van dit onderzoek mogen niet overgedragen worden op andere systemen of posities, tenzij dit door ons goedgekeurd werd.
- De firma VERROTEC GmbH in Mainz draagt enkel de verantwoordelijkheid voor de beschreven voorwaarden van de berekende/bestudeerde bouwdelen. Indien zich wijzigingen, resp. verschillen zouden voordoen, dient hiervan kennis gegeven te worden

### 3. Normen en richtlijnen

- [1] Bouwbesluit 2012
- [2] NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011 Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp
- [3] NEN-EN 1991-1-1+C1:2011 Eurocode 1: Belastingen op constructies > Deel 1-1: Algemene belastingen - Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen
- [4] NEN-EN 1999-1-1:2011 Eurocode 9: Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies - Deel 1-1: Algemene regels
- [5] NEN 2608+C1:2012 Vlakglas voor gebouwen - Eisen en bepalingsmethode
- [6] Tekeningen van het systeem VetroMount Top en VetroMount Side van de Firma Bohle AG
- [7] Algemeen beoordeling certificaat Nr.: VT 18-097P  
Testen: Verrotec; Aanvrager: Firma Bohle AG (geldig van 19.12.2018 tot 19.12.2023)
- [8] Verrotec GmbH, dokumentnummer VT 15-0514-XX vom 05.09.2017.

### 4. Actuele plannen

De volgende huidige plannen vormen de basis van dit document:

- [9] Basisprofiel: Boormodel Topmount / Boormodel Sidemount - tekeningnr.: 0003953 van 22.05.2018 (3 bladen) Index 00-D.
- [10] Leuning: BO\_5215248 van 17.09.2018.
- [11] Leuning (randbescherming): BO\_5215257 van 17.09.2018.
- [12] Montagetekeningen van VetroMount Top en VetroMount Side.



## 5. Systeembeschrijving

### 5.1 Algemene beschrijving

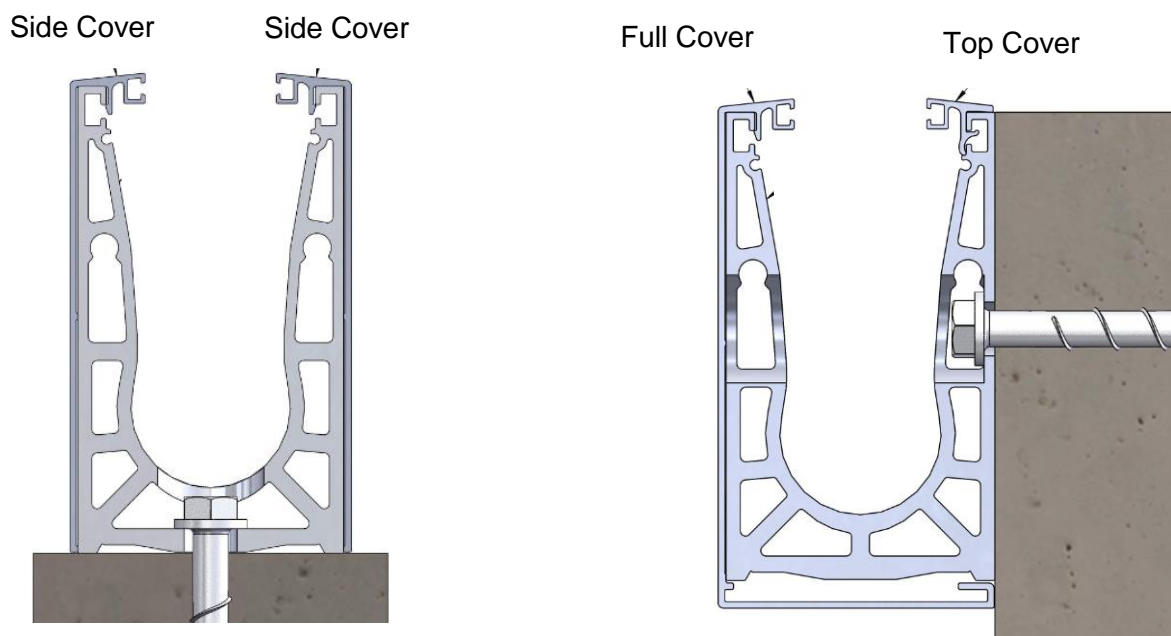
Het balustradesysteem Vetromount Top en Vetromount Side bestaat uit gelamineerd glas van ESG of TVG met een PVB tussenlaag van minimum 0,76 mm. Het glas wordt geklemd in een steunprofiel uit aluminium (EN AW 6063 T66).

### 5.2 Onderstructuur

Het profiel kan in twee verschillende configuraties worden uitgevoerd. Beeld 1 toont Vetromount Top voor montage op de vloer. Beeld 2 toont Vetromount Side voor montage aan voorzijde. Beide profielen zijn verkrijgbaar met verschillende afdekkingen die getoond worden in Beeld 1 en Beeld 2. Beide profieltypes moeten aan de onderstructuur bevestigd worden met een afstand van 200 mm volgens statische eisen (bijvoorbeeld Hilti HUS-3 H10). Volgens de technische kenmerken van de plug dient de ondergrond te bestaan uit beton met een minimale sterkteklasse van C20/25. Bij het bevestigen aan de bovenkant van een muur dienen de specifieke minimale afstanden van het anker in de muurbreedte te worden gerespecteerd.

Leuningen kunnen in verschillende variaties gekozen worden (zie hoofdstuk 5.4). De verbinding van de leuning met de algemene steunconstructie kan uitgevoerd worden als lastdragende of niet lastdragende verbinding.

Wanneer nodig, kunnen twee of meer profieldelen met gewikkelde spanstiften.



**Beeld 1** Vetromount Top met Side Cover

**Beeld 2** Vetromount Side met Full & Top cover

### 5.3 Beglazing

De glasafmetingen zijn gespecificeerd in Beeld 3. De maximum hoogte van het glas is  $h_G=1305$  mm. De glazen ruiten staan in een profiel boven een hoogte van  $h_c = 103$  c.q. 105 mm in de onderstructuur. Dat resulteert in een glashoogte  $h_B$  variërend tussen min. 900 mm en max. 1200 mm. De geteste glasbreedte is min. 300 mm, 500 mm of 750 mm afhankelijk van de opbouw van het glas.

De klemming wordt geboord met de glasruitlagers minstens om de 200 mm (Beeld 4), waarbij het glasruitlager uit een blindlager met twee tegenover elkaar aangebrachte dwarspieën en drukspieën bestaat (Beeld 5). De glasruitlagers hebben verschillende bevestigingen voor elke glaseenheid (Tabel 1).

De VSG bestaat uit TVG of ESG met een PVB-folie met een dikte van min. 0,76 mm. Daarin is:

**VSG** Compoundveiligheidsglas met PVB-Folie volgens EN 14449 met inachtneming van de volgende gedefinieerde eigenschappen:

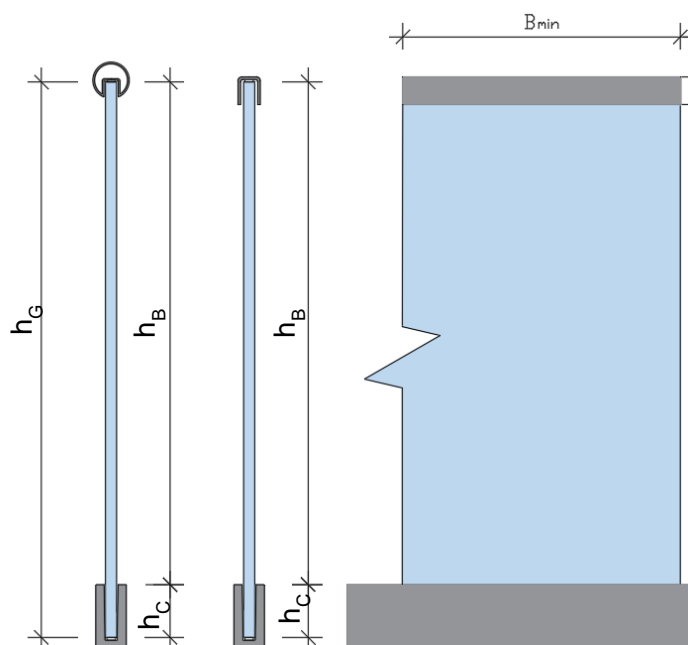
Wanneer de normenreeks voorschriften betreffende de constructieve verificatie van de restdraagcapaciteit bevat, gelden deze op voorwaarden dat VSG met een PVB-folie met de volgende eigenschappen gebruikt wordt: Scheurweerstand  $\geq 20$  N/mm<sup>2</sup> en breukuitzetting  $\geq 250\%$  bij een testtemperatuur van 23°C, testsnelheid: 50 mm/min.

Compoundveiligheidsglas moet volgens DIN EN 12600 minstens met 2(B)2 gerangschikt zijn.

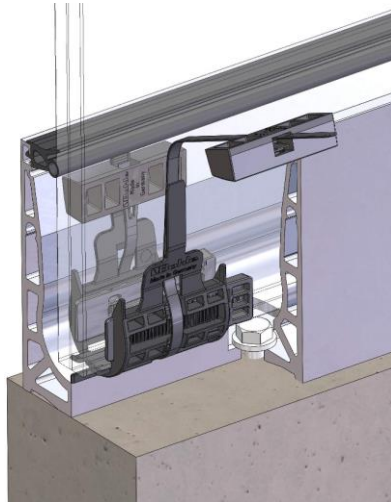
**TVG:** Deels voorgespannen glas volgens EN 1863.

**ESG:** Thermisch voorgespannen kalknatron-veiligheidsglas met één ruit volgens EN 12150-2.

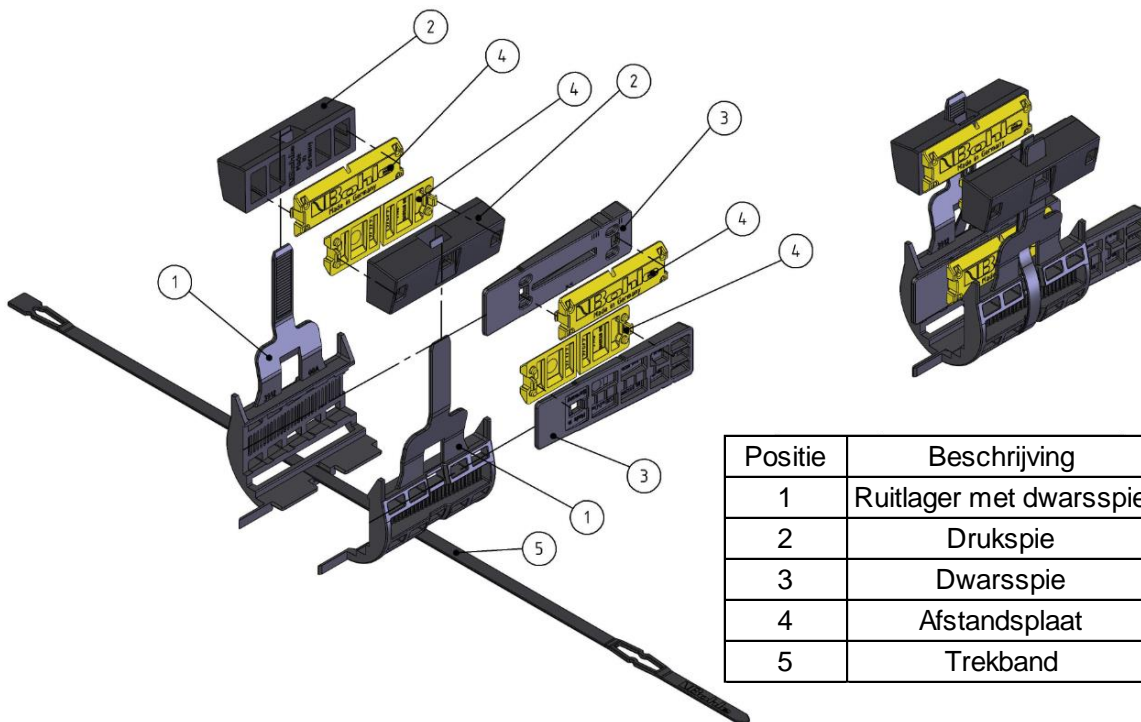
In plaats van ESG mag in hitte gedompeld kalknatron veiligheidsglas met één ruit volgens EN 14179-2 gebruikt worden.



**Beeld 3** Nomenclatuur van de glasafmetingen



**Beeld 4** Isometrie van het glasruitlager van het profiel VetroMount



**Beeld 5** Explosietekening van het glaslager

**Tabel 1** Profielsectie van VetroMount afhankelijk van de glaseenheid

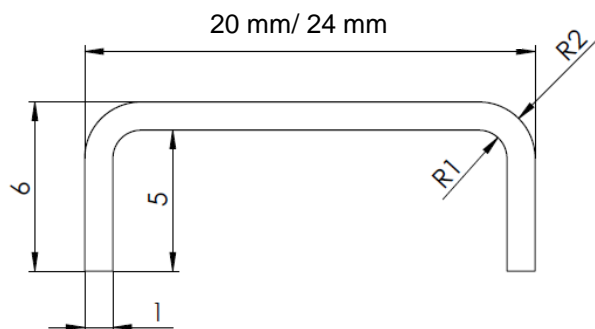
Glasconstructie	16,76 mm - 17,52 mm	20,76 mm – 21,52 mm
Profielsectie		



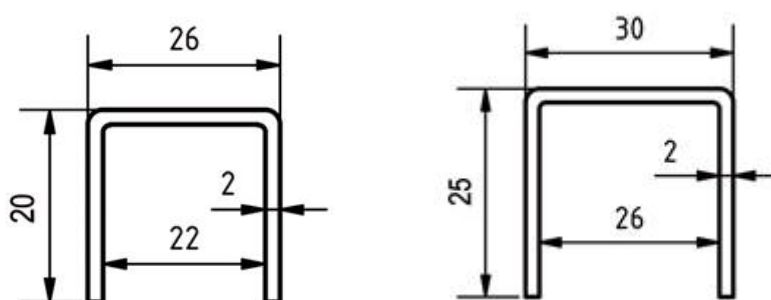
## 5.4 Leuning

De bescherming van de bovenste glaskant kan via een kantenbescherming of een leuningprofiel gebeuren. Mogelijke kantenbeschermingsvarianten zijn in Beeld 6, Beeld 7 weergegeven, mogelijke profielen voor een lastafdragende leuning zijn in Beeld 8 weergegeven.

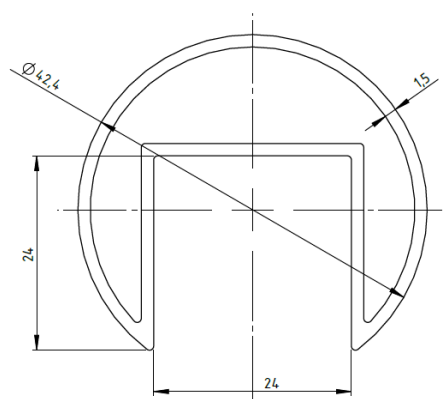
Alle vrije glaskanten (afstand tot het volgende beschermende component > 30 mm) moeten door passende maatregelen (kantenbeschermingsprofielen, aanpalende ruiten) beschermd worden.



**Beeld 6** Hoekbescherming



**Beeld 7** Hoekbescherming

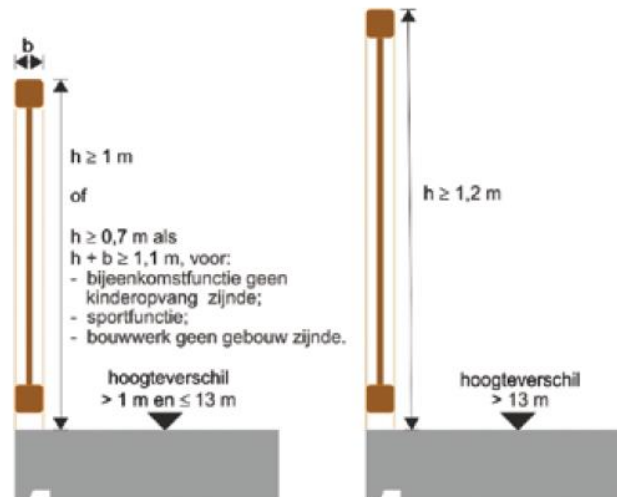


**Beeld 8** Leuning

## 6. Belasting aanname

### 6.1 Bouwbesluit 2012

Er zijn twee gevallen afhankelijk van het hoogteverschil.



**Beeld 9** Benodigde balustradehoogte voor nieuwbouw

1m < Hoogteverschil < 13m	Hoogteverschil > 13m
Hoogte Vloerafscheiding = 1.0m vanaf vloer	Hoogte Vloerafscheiding = 1.2m vanaf vloer

**Beeld 10** Benodigde balustradehoogte voor nieuwbouw

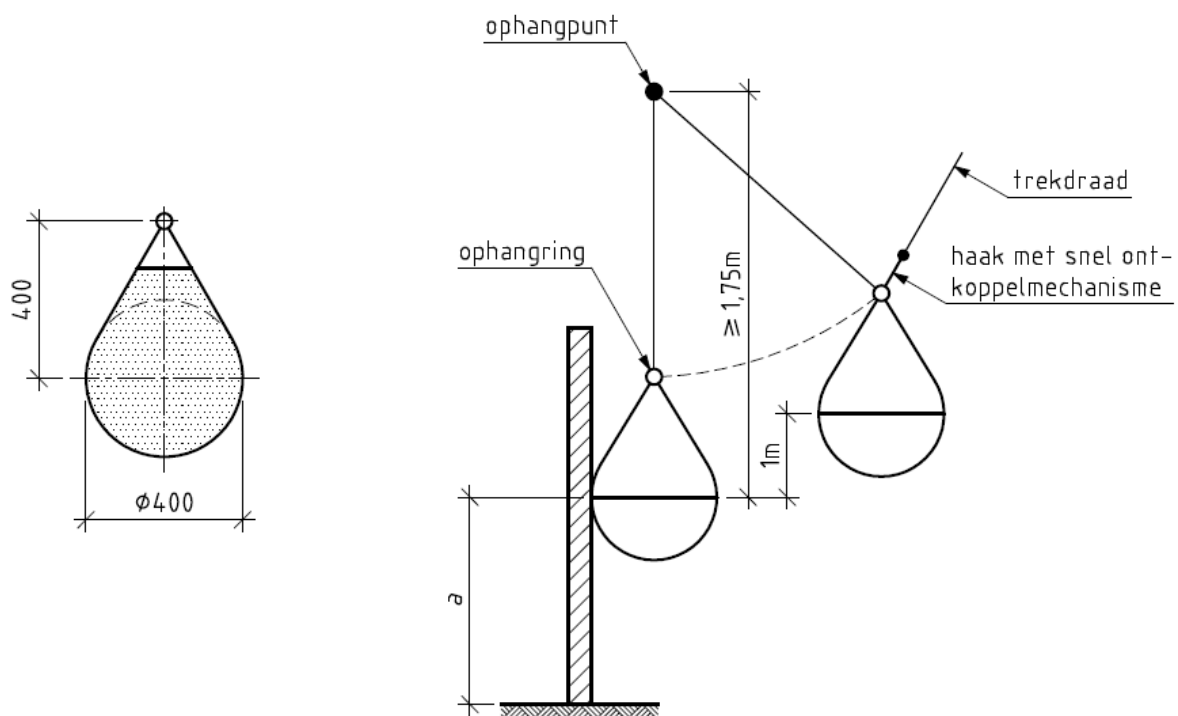
## 6.2 Stootbelasting op afscheidingen bij een hoogteverschil (normatief)

De valbeveiligende functie van de beglazing wordt door een stootbelasting met een glaskogelzak getest. In NEN-EN 1991-1-1+C1 [3] is de testopbouw en de valhoogte geregeld. De fundamentele opbouw is in Beeld 11 weergegeven.

Basisgegevens:

- $M = 50 \text{ kg}$
- $H = 1.0\text{m}$

Energie = 500 J ( $E = M \times g \times H$ )



### Legenda

- a hoogte van het aanstootpunt boven het vloerniveau

**Beeld 11** Opstelling slingerproef en doorsnede van het te gebruiken stootlichaam (overgenomen uit [3])

## 7. Dynamische vergelijking

### 7.1 Inleiding

Het balustradesysteem werd getest volgens Franse en Duitse richtlijnen. De gegevens en resultaten zijn vergeleken met de Nederlandse eisen om de glasbalustradesysteem VetroMount Top en VetroMount Side te controleren.

### 7.2 Duitse normen

De testen in Duitsland zijn conform DIN18008-4 en gebruiken een kruiwagenwiel met de volgende gegevens:

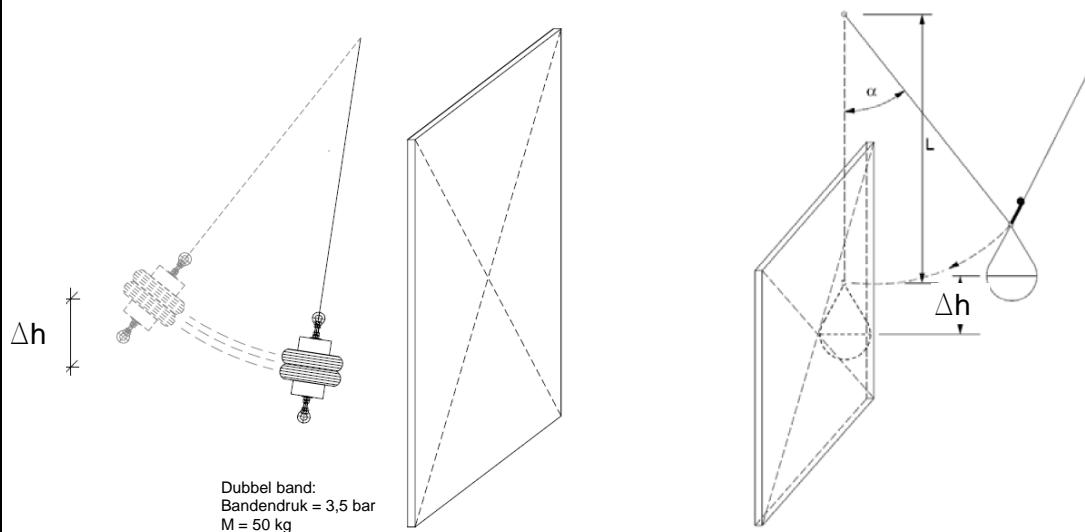
- $M = 50 \text{ kg}$
- $H = 0.9 \text{ m}$  (voor categorie A ,volgens DIN18008-4)
- Energie = 450 J

De energie is dus lager dan wat in Nederland is gevraagd.

Het Cahier no. 3034 van het CSTB (Serétariat de la commission des Avis Techniques) bevat een tabel waarin de valhoogten van de glaskogelzak tegenover de equivalente valhoogten van de dubbele band geplaatst zijn (zie Tabel 2). Op deze basis kunnen de uitgevoerde testen met de dubbele band met een valhoogte van 900 mm aan de zekere zijde naar de eisen van de in de Nederlandse norm geplaatste testen met de glaskogelzak met een valhoogte van 1000 mm worden overgedragen.

**Tabel 2** Equivalente valhoogten glaskogelzak/dubbele band volgens Cahier no. 3034

$\Delta h$ Glaskogelzak	$\Delta h$ Dubbele band
1400 mm (700J)	450 mm



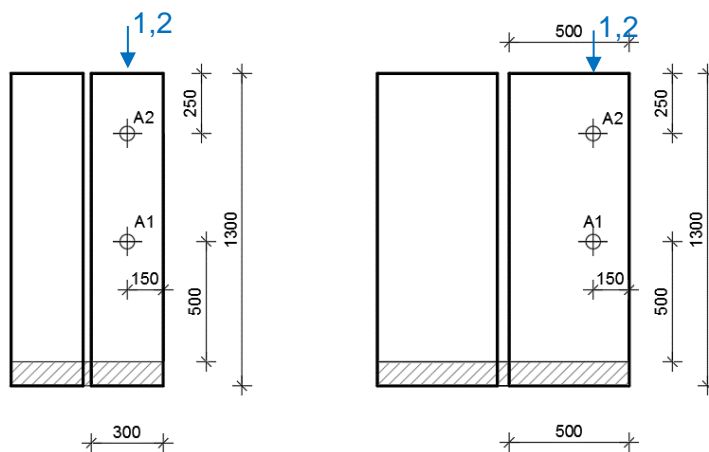
**Beeld 12** Kruiwagenwielslingerproef versus zandzakslingerproef

### 7.3 Resultaten Duitsland

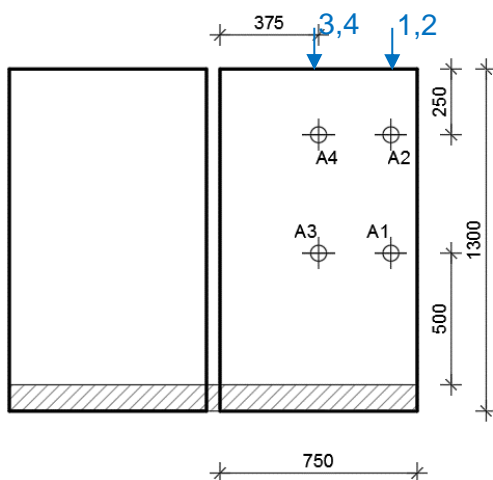
De leuningfunctie van het systeem wordt getest rekening houdend met de voorschriften voor impacttesten van DIN 18008-4. De slinger impacttesten zijn gebaseerd op DIN 18008-4 met een dubbele band (gewicht = 50 kg, bandendruk = 3.5 bar). De valhoogten en impactpunten worden gekozen in overeenstemming met DIN 18008-4. Beeld 13 en Beeld 14 tonen de impactpunten. In dit rapport worden alleen de resultaten van de valhoogte 900 mm (= 450 J) getoond.

Aanvullend worden testen uitgevoerd die de effectiviteit van de kantenbescherming bevestigen. De testen worden als "harde stoot ("harde impacttest") uitgevoerd. De testen worden uitgevoerd met een stalen bal met een diameter  $d = 63,5$  mm met als massa  $m = 1,03$  kg. Voor elke slinger impacttest zal een harde impact plaatsvinden op de kant van het glas uitgerust met de te testen randbescherming. De locatie van de harde impact wordt bepaald door de positie van de slinger impact en de oriëntatie van de te testen rand. Deze bevindt zich in de extensie van het relevante impactpuntcoördinaat (zie Beeld 13 en Beeld 14). De impactenergie van de stalen bal bedraagt 20 Nm.

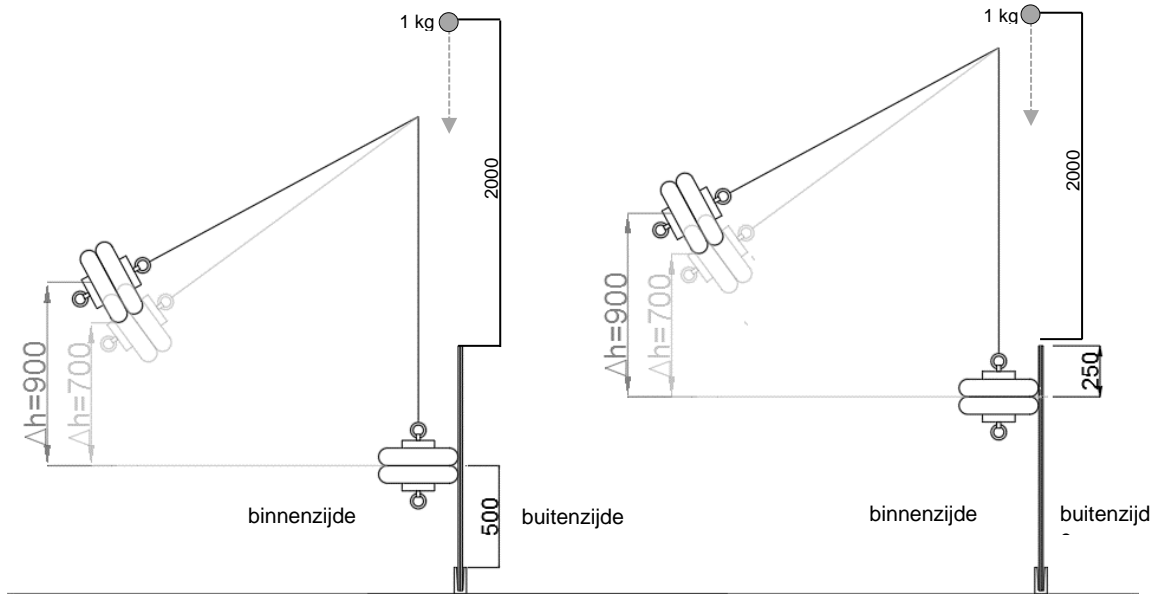
De slinger impactrichting voor Vetromount Side is getoond in Beeld 16, het systeem Vetromount Top is symmetrisch, zodat de slinger impactrichting niet belangrijk is



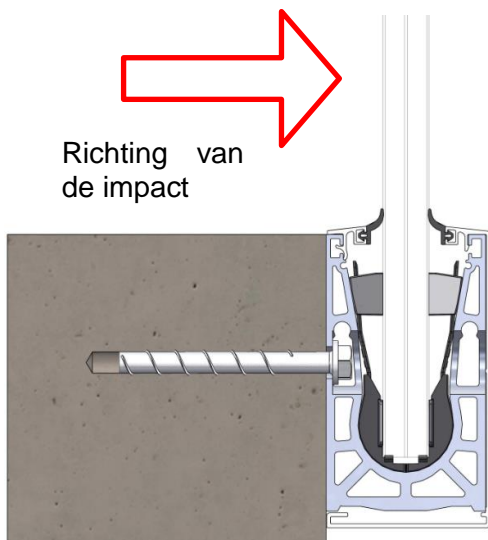
**Beeld 13** Impactpunten voor  $h_G = 1300$  mm voor de glasbreedte 300 mm en 500 mm



**Beeld 14** Impactpunten voor  $h_G = 1300$  mm voor de glasbreedte 750 mm



**Beeld 15** Valhoogten  $\Delta h$  voor de impactpunten



**Beeld 16** Richting van de impact

**Tabel 3** Results of the dynamic tests (Deutschland)

Profiel	Glasdeel	Glasbreedte [mm]	Valhoogte [mm]	Impact-punt	Resultaat 450 J
<b>VetroMount Top &amp; VetroMount Side</b>	88.2 TVG*	500	900	1, 2	✓
		750	900	1 – 4	✓
	1010.2 TVG*	500	900	1, 2	✓
	66.2 ESG*	500	900	1, 2	✓
		750	900	1 - 4	✓
	88.2 ESG*	500	900	1, 2	✓
		750	900	1 - 4	✓
	1010.2 ESG*	300	900	1, 2	✓
		500	900	1, 2	✓

\*ESG: gehard glas (zie deel 5.3)

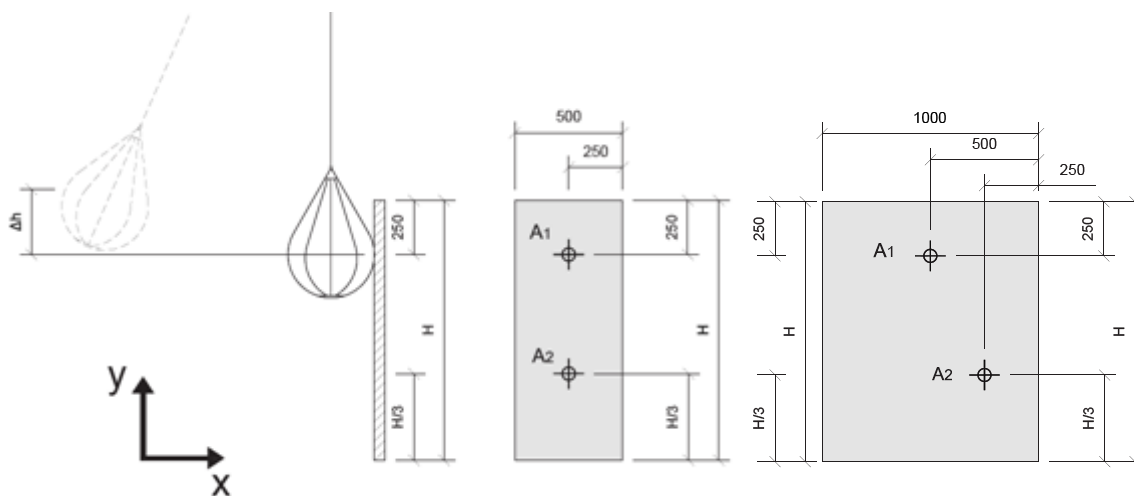
\*TVG: halfgehard glas (zie deel 5.3)

## 7.4 Franse normen

De testen in Frankrijk zijn conform Cahier n°3034 van het CSTB en worden uitgevoerd door middel van een impactor met de volgende gegevens:

- M = 50 kg
- H = 1.8 m & 1.4 m
- Energie = 900 J & 700 J

Deze testen kunnen dus gebruikt worden voor een dynamische vergelijking omdat de energie hoger is.



**Beeld 17** Impactplaatsen volgens het cahier 3034 voor glasbreedten van 500 en 1000 mm

**Tabel 4** Resultaten van de dynamische stoottesten (Frankrijk)

Profiel	Glasdeel	Glasbreedte [mm]	Valhoogte [mm]	Impact-punt	Resultaat 900 J & 700 J
<b>VetroMount Top &amp; VetroMount Side</b>	88.2 ESG*	500	1800 & 1400	1, 2	✓
		1000		1, 2	✓
	1010.2 ESG*	500	1800 & 1400	1, 2	✓
		1000		1, 2	✓

\*ESG: gehard glas (zie deel 5.3)



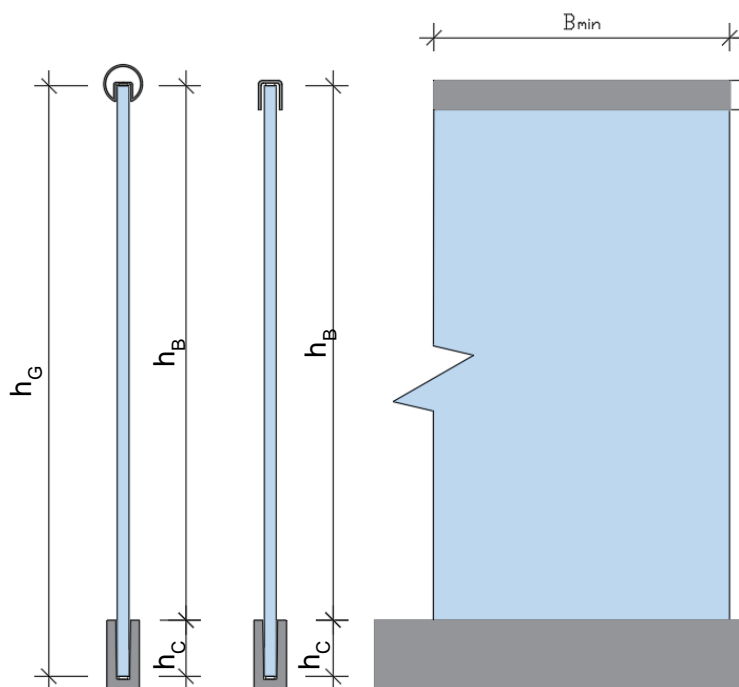
## 8. Samenvatting

Het bedrijf Verrotec GmbH in Mainz heeft een opdracht gekregen van het bedrijf Bohle AG, gevestigd in D-42781 Haan, om een dynamische controle van het glasbalustradesysteem VetroMount Top und VetroMount Side uit te voeren voor de Nederlandse markt.

Het bedrijf Verrotec GmbH in Mainz heeft in het kader van dit testrapport worden de doorslaggevende ruitenformaten van de beglazing inclusief de directe onderstructuur onder stootbelasting geëvalueerd. Het geteste systeem vervult de eisen aan de valbeveiligende functie volgens NEN-EN 1991-1-1+C1 [3].

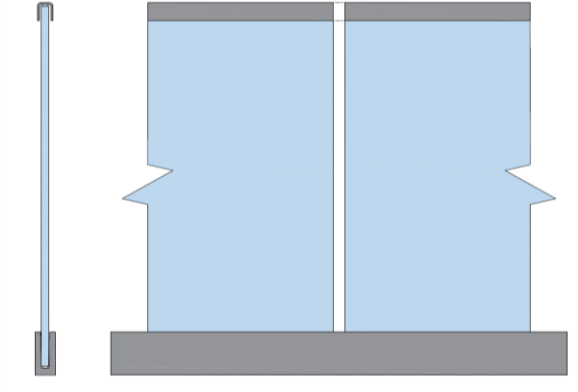
De verschillende testen tonen aan dat de glasbalustradesystemen VetroMount Top en VetroMount Side een impact van 500J kunnen overdragen bij toepassing van een glasplaat van ten minste 88.2 PVB gehard beglazing.

Deze nota dient opgevat te worden met de statisch berekening van de verschillende systemen VT 17-0682-09. Deze nota geeft de minimale eisen voor wat betreft het glas en de afstand tussen boorankers/bouten.



**Beeld 18** Nomenclatuur van de glasafmetingen

**Tabel 5** Geteste valbeveiliging voor VetroMount Top and VetroMount Side

VetroMount Top & VetroMount Side	min. glasbreedte* B <sub>min</sub> [mm]	Glashoogte h <sub>B</sub> [mm] (Beeld 18)	Glaseenheid* [mm] VSG bestaande uit ...
	1000	1000	10 TVG 0,76 PVB 10 TVG
	1300	1200	
	900	1000	8 ESG 0,76 PVB 8 ESG
	1100	1200	
	550	1000	10 ESG 0,76 PVB 10 ESG
	750	1200	

\*de min. glasbreedten zijn afhankelijk van de minimale statische eisen uit het rapport VT 17-0682-09.

Daarin is:

**VSG** Compoundveiligheidsglas met PVB-Folie volgens EN 14449 met inachtneming van de volgende gedefinieerde eigenschappen:

Wanneer de normenreeks voorschriften betreffende de constructieve verificatie van de restdraagcapaciteit bevat, gelden deze op voorwaarden dat VSG met een PVB-folie met de volgende eigenschappen gebruikt wordt: Scheurweerstand  $\geq 20$  N/mm<sup>2</sup> en breukuitzetting  $\geq 250\%$  bij een testtemperatuur van 23°C, testsnelheid: 50 mm/min.

Compoundveiligheidsglas moet volgens DIN EN 12600 minstens met 2(B)2 gerangschikt zijn.

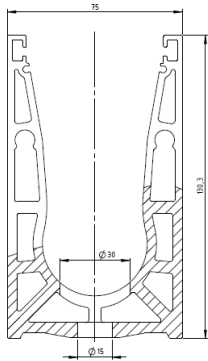
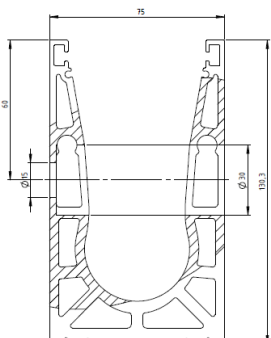
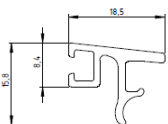
**TVG:** Deels voorgespannen glas volgens EN 1863.

**ESG:** Thermisch voorgespannen kalknatron-veiligheidsglas met één ruit volgens EN 12150-2.

In plaats van ESG mag in hitte gedompeld kalknatron veiligheidsglas met één ruit volgens EN 14179-2 gebruikt worden.

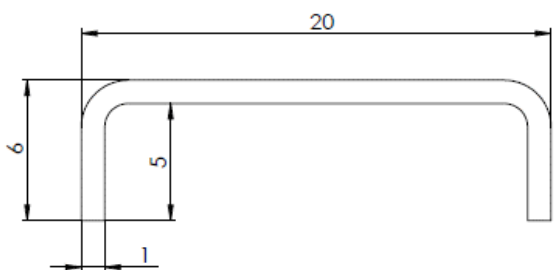
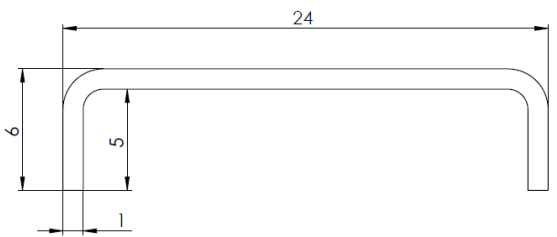
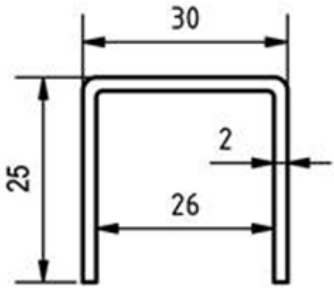
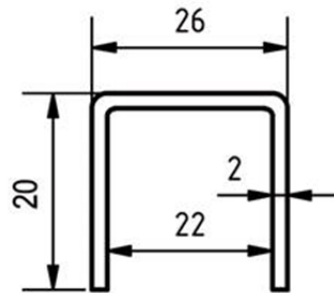
## Anhang A Componenten met geverifieerde valbeveiliging

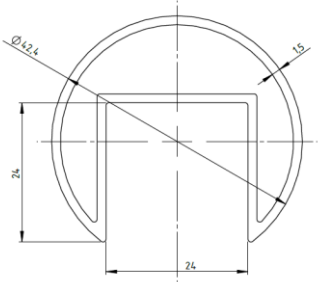
### A.1 Profiel

Naam	Deel	Lengte	Item nummer (oppervlakte)
Vetromount Top		2,5 m	BO 5403008 (E6/ CO)
		5 m	BO 5403010 (E6/ CO)
Vetromount Side		2,5 m	BO 5403009 (E6/ CO)
		5 m	BO 5403011 (E6/ CO)
Top cover		2,5 m	BO 5403016 (E6/CO)
			BO 5403017 (E4/C31)
		5 m	BO 5403018 (E6/CO)
			BO 5403019 (E4/C31)



### A.3 Leuningen en randbescherming

Deel van de randbescherming/leuning	Geldig voor de glasdikte	Item nummer
	Glasrandbeschermingsprofiel voor 15-17,5 mm glasdikte	BO 5403002
	Glasrandbeschermingsprofiel voor 19-21,5 mm glasdikte	BO 5403003
	Glasrandbeschermingsprofiel voor 12-21,5 mm glasdikte	BO 5215253
	Glasrandbeschermingsprofiel voor 12-21,5 mm glasdikte	BO 5215257

Deel van de randbescherming/leuning	Geldig voor de glasdikte	Item nummer
	Leuning profiel voor 12-21,5 mm glasdikte	BO 5215248 (V2A) BO 5215249 (V4A)