



MOGELIJKHEDEN EN BEPERKINGEN VAN ANKERTESTEN OP DE BOUWPLAATS

Raad niet. Test.
En interpreteer correct.



Versie 1.1
Maart 2023

INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding.....	2
2. Samenvatting	2
3. Algemene achtergrond	3
4. Hoeveel ankers / achteraf geplaatste wapening moet worden getest?	4
5. Laten we naar de bouwplaats gaan en een paar scenario's bespreken.....	5
5.1 Scenario A: Ankers met een goedkeuring, maar geplaatst in een onbekend of onduidelijk basismateriaal. Testen op de bouwplaats om de weerstand te bepalen	5
5.2 Scenario B: Ankers met een goedkeuring, bevestigd in een bekend en goedgekeurd basismateriaal. Testbelasting als basis om de installatiekwaliteit te controleren	6
5.3 Scenario C: Beperkingen van testen op de bouwplaats met betrekking tot het vergelijken van verschillende, individuele producten	7

1. INLEIDING

Als je de volgende vragen hebt, vind je de antwoorden in dit document.

- "Waarom is het testen op de bouwplaats van ankers nuttig en onder welke omstandigheden?"
- "We hebben een testbelasting uitgevoerd op de bouwplaats met Hilti en met andere producten. De resultaten zijn hetzelfde, dus waarom zou ik Hilti gebruiken?"

2. SAMENVATTING

Testen op de bouwplaats is een essentieel onderdeel van de inspectie van werkzaamheden met ankers of achteraf geplaatste wapening, waarbij:

- het noodzakelijk wordt geacht de installatiekwaliteit verder te waarborgen (door middel van non-destructieve testbelasting), of waarbij:
- de weerstandwaarden voor het ontwerp ontbreken voor een vergelijkbaar, maar niet identiek basismateriaal, zoals aangegeven in het relevante goedkeuringsdocument voor een specifiek ankertype (bijvoorbeeld destructieve trektest of non-destructieve testbelasting).

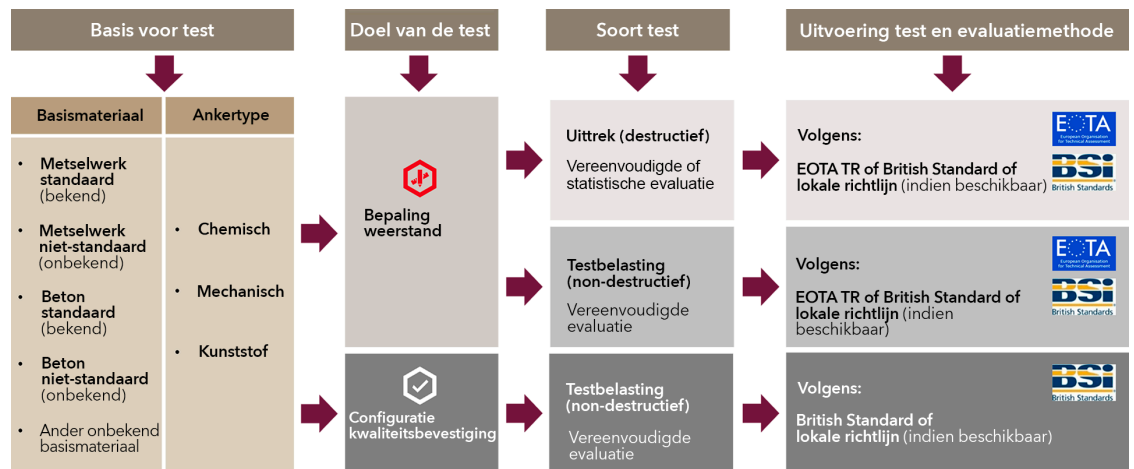


Fig. 1 Hilti testuitvoering en evaluatiestructuur op basis van basismateriaal en ankertype, doel en type test op de bouwplaats.

Indien de interpretatie van de testresultaten op de bouwplaats niet correct wordt uitgevoerd, kan dit de stabiliteit van de constructie in gevaar brengen, een risico voor de menselijke veiligheid opleveren en/of aanzienlijke economische gevolgen hebben.

De bovenstaande stellingen worden in dit document uitgelegd en gerechtvaardigd.

3. ALGEMENE ACHTERGROND

Hilti anker- en achteraf geplaatste wapeningsystemen die een goedkeuring hebben, geïnstalleerd volgens de installatie-instructies van de fabrikant en in basismaterialen die binnen het bereik van de goedkeuring vallen, vereisen geen testen op de bouwplaats om de prestaties te verifiëren. Over het algemeen gesproken kom je slechts drie situaties tegen waarbij testen op de bouwplaats uitgevoerd moeten worden:

1. Om **de ontwerpweerstand te bepalen** in een vergelijkbaar, maar niet identiek materiaal zoals beschreven in de bijbehorende goedkeuring (destructieve of non-destructieve testen)
2. Om **de kwaliteit van de installatie te bevestigen** van op de bouwplaats gebruikte ankers (non-destructieve testen)
3. Combinatie van (a) met aanvullende geometrische vereisten zoals randafstanden, wapening-/staafdiameter, etc. die afwijken van de waarden die in de bijbehorende goedkeuring worden vermeld.

Non-destructieve belasting (testbelasting) wordt uitgevoerd door trekbelastingen toe te passen. Het geselecteerde belastingniveau is voldoende hoog om de juiste installatie te waarborgen of om de beoogde ontwerpweerstand te bepalen, maar niet zo hoog dat het schade veroorzaakt (bijvoorbeeld in de vorm van vloeïing of permanente slip) aan een correct geïnstalleerd anker. Testbelastingen moeten lang genoeg worden aangehouden om te kunnen vaststellen dat er geen beweging van het anker of de wapening is. Gezien dit doel moet het duidelijk zijn dat testbelastingen worden ingesteld als een percentage van de geteste belastingscapaciteit van het anker of de wapening, niet de ontwerpspanning.

Let op: afhankelijk van de inplanting-tot-diameterverhouding en de staalsoort, kan deze belasting het anker al dan niet aan spanningen op de vloeïingsgrens blootstellen. Wanneer staalsoorten met een lagere vloeïingsgrens worden gebruikt, moet worden gecontroleerd of de testbelastingen niet meer dan 80% van de nominale vloeïingsspanning van de stalen ankercomponenten overschrijden.

Bij gebruik van een testbelasting om de installatie te verifiëren, kan de testapparatuur dicht bij het anker staan, maar met voldoende ruimte zodat beweging zichtbaar is. Bij gebruik van een testbelasting om ontwerpweerstand te bepalen, kan de testapparatuur ver van het anker staan om de sterkte van het basismateriaal te meten. Hilti biedt een complete service voor testen op de bouwplaats met de nieuwste apparatuur, inclusief een gedetailleerd testrapport en evaluatierapport.

Destructieve belasting wordt ook uitgevoerd door trekbelastingen toe te passen. Het belastingniveau wordt voldoende hoog gekozen om schade te veroorzaken (bijvoorbeeld in de vorm van vloeïing of falen van het basismateriaal).

Echter testen op de bouwplaats met een of meerdere producten, onafhankelijk van de reden **kan nooit**:

1. Dienen als een vervanging van de goedkeuringstesten voor het beoordelen van de geschiktheid van een anker
2. Dienen als een middel om te concluderen welke een "beter" product is door belastingen van testen op de bouwplaats te vergelijken tussen product A en product B

Hoewel er geen universele standaard bestaat in Europa voor het uitvoeren van testen op de bouwplaats, wordt deze beoordelingsmanier al tientallen jaren gebruikt als een verlengstuk van de kwaliteitscontrole van de ankerinstallatie en voor het bepalen van de ontwerpweerstand. Daarom heeft Hilti de bestaande nationale en Europese standaarden onderzocht om een consistente en wereldwijde bouwplaatstestservice te bieden die state-of-the-art is.

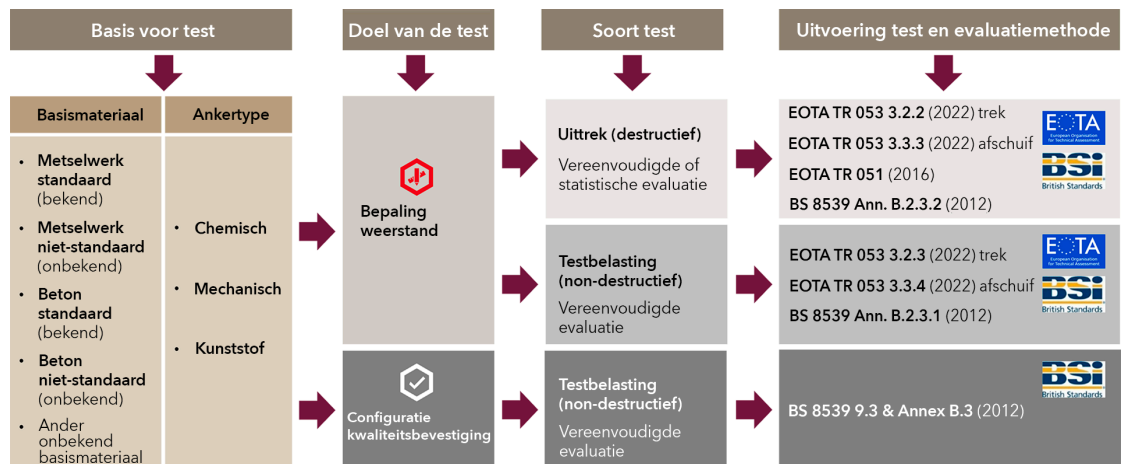


Fig. 2 Hilti voorstel voor testuitvoering en evaluatiemethode op basis van basismateriaal en ankertype, doel en type bouwplaatstest.

Zoals te zien in Fig. 2 zijn de relevante test- en evaluatiemethodes:

- EOTA TR 053 3.2.2, 3.2.3, 3.3.3 en 3.3.4 (2022).** Metalen injectie-ankers voor gebruik in metselwerk, aanbevelingen voor testen om uit te voeren op bouwplaatsen
- EOTA TR 051 (2016).** Kunststof ankers voor meervoudig gebruik in beton en metselwerk voor niet-structurele toepassingen en kunststof ankers voor bevestigen van externe thermische isolatiecomposietsystemen met overbrenging, aanbevelingen voor testen om uit te voeren op bouwplaatsen
- British Standard 8539 Annex Ann. B.2.3.1 en B.2.3.2 (2012).** Praktijkcode voor de selectie en installatie van achteraf geïnstalleerde ankers in beton en metselwerk, testen om de weerstand en bouwplaatstesttypen te bepalen
- British Standard 8539 9.3 en Annex B (2012).** Praktijkcode voor de selectie en installatie van achteraf geïnstalleerde ankers in beton en metselwerk, testen om de kwaliteit van de installatie en bouwplaatstesttypen te controleren

4. HOEVEEL ANKERS / ACHTERAF GEPLAATSTE WAPENING MOET WORDEN GETEST?

Er is geen algemene regel met betrekking tot het percentage van ankers of wapening dat zou moeten worden getest en er is een bestaande statistische basis voor de meestal gespecificeerde percentages. Daarom heeft Hilti de bestaande nationale en Europese standaarden onderzocht om een voorstel te doen voor het aantal testen dat zou moeten worden uitgevoerd.

Het aantal in Fig. 3 moeten echter alleen gezien worden als een indicatie. Dit komt doordat de eisen van het testbelastingsprogramma significant kunnen verschillen van geval tot geval.

Het is overduidelijk dat het aantal ankers dat getest moet worden, wordt bepaald door de structurele veiligheid en de praktische overwegingen en redenen voor het testen. Waar het bijvoorbeeld gewoon is op een groot project tussen de 2,5 tot 20 procent van de geïnstalleerde ankers van een bepaald type en formaat te testen, moet deze eis worden aangepast als het bijvoorbeeld om maar vier grote ankers in een voetplaat gaat die moeten worden geverifieerd. In zo'n geval is het niet onredelijk om te vereisen dat alle vier de ankers moeten worden getest, vooral als de consequenties van falen significant zijn.

Voor zeer redundante toepassingen en minder cruciale toepassingen, zoals wapeningsdeuvels voor spuitbetontoepassingen of plaat op deuvels, kan testbelasting van een minimale willekeurige selectie

van 5% van de ankers voldoende zijn. Uiteindelijk moet de verantwoordelijke ingenieur de steekproefpercentages bepalen.

Hilti ingenieurs zijn beschikbaar om u te adviseren, maar de beslissing blijft bij de verantwoordelijke ingenieur.

Doel	Type	Methode	Aantal ankertesten	Ankertype	Basismateriaal		
 Bepaling weerstand	Trektesten tot defect (uittrek; destructief)	EOTA TR 053 3.2.2 (2022)	$n_{\text{test}} \geq 15$ (vereenvoudigde evaluatie) $n_{\text{test}} \geq 5$ (statistische evaluatie)	• Chemisch	• Metselwerk bekend • Metselwerk onbekend		
		EOTA TR 051 (2016)	$n_{\text{test}} \geq 15$			• Kunststof / schroeven • ETICS • Mechanisch ¹⁾	• Metselwerk bekend • Metselwerk onbekend • Beton onbekend
		BS 8539 Ann. B.2.3.2 (2012)	$n_{\text{test}} \geq 5$			• Alle types	• Metselwerk bekend • Metselwerk onbekend • Beton onbekend
 Bepaling weerstand	Trektesten tot testbelasting (non-destructief)	EOTA TR 053 3.2.3 (2022)	$n_{\text{test}} \geq 15$	• Chemisch	• Metselwerk bekend • Metselwerk onbekend		
		BS 8539 Ann. B.2.3.1 (2012)	$n_{\text{test}} = 5$			• Alle types	• Metselwerk bekend • Metselwerk onbekend • Beton onbekend
 Configuratie kwaliteitsbevestiging	Trektesten tot testbelasting (non-destructief)	BS 8539 9.3 + Ann. B3 (2012)	$n_{\text{test}} \geq 2,5\%$ OF $n_{\text{test}} \geq 5\%$ Min. 3 bevestigingen	• Alle types	• Alle basismaterialen		
 Bepaling weerstand	Afschuiftesten tot defect (destructief)	EOTA TR 053 3.3.3 (2022)	$n_{\text{test}} \geq 15$ (vereenvoudigde evaluatie)	• Chemisch	• Metselwerk bekend • Metselwerk onbekend		
			$n_{\text{test}} \geq 5$ (statistische evaluatie)				
 Bepaling weerstand	Afschuiftesten tot testbelasting (non-destructief)	EOTA TR 053 3.3.4 (2022)	$n_{\text{test}} \geq 15$	• Chemisch	• Metselwerk bekend • Metselwerk onbekend		

¹⁾ Uitgebreid / officieel

Fig. 3 Aantal testen uit te voeren volgens evaluatiemethode, doel en reden (type).

5. LATEN WE NAAR DE BOUWPLAATS GAAN EN EEN PAAR SCENARIO'S BESPREKEN

5.1 Scenario A: Ankers met een goedkeuring, maar geplaatst in een onbekend of onduidelijk basismateriaal. Testen op de bouwplaats om de weerstand te bepalen

- a1. Goedgekeurde ankers voor metselwerk geïnstalleerd in niet-standaard metselstenen
- a2. Anker of achteraf geplaatste wapening goedgekeurd voor beton om te worden geïnstalleerd in beton waarbij de sterkteklasse van het beton niet bekend is.

Is dit het juiste scenario voor Hilti testen op de bouwplaats?

Het antwoord is duidelijk "ja".

Waarom?

Er zijn geen technische gegevens voor het ontwerp van het anker beschikbaar of de technische gegevens voor de specifieke bevestigingsoplossing is niet compleet. Dit is gebaseerd op het feit dat, zoals hierboven vermeld, het basismateriaal niet voldoende bekend is en niet toereikend wordt gedekt door een goedkeuring; hoewel het binnen de categorie (gelijkwaardigheid) valt en daarom te vergelijken is met het basismateriaal van de goedkeuring.

Waarom is de "gelijkwaardigheid" van het basismateriaal zo belangrijk?

We kennen al de beïnvloedende parameter op de breukbelasting van de betonkegel van ankers die verankerd zijn in beton of metselwerk van normaal gewicht. De belangrijkste parameters voor breuk van betonkegel zijn inplantingsdiepte (h_{ef}) en betondruksterkte (f_c). We hebben echter geen indicatie hoe een anker presteert in een basismateriaal zoals ijs of boter. Zelfs als de testen op de bouwplaats ons "resultaten" zou geven, zijn we nog niet in staat om te ontwerpen, omdat we de beslissende parameters van de breukbelasting niet kennen. Als gevolg daarvan moet het basismateriaal gelijk zijn aan die in het toepassingsgebied van de goedkeuring.

Noodzakelijke informatie of vragen voor Scenario A:

- Is de constructie gevoelig voor mogelijke schade of zijn er andere architectonisch uiterlijke kwesties?
- Als het antwoord "nee" is, kan schade door testen worden geaccepteerd en mogen destructieve testen op de bouwplaats alleen worden uitgevoerd om de weerstand van de bevestigingsoplossing te bepalen.
- Het is belangrijk op te merken dat in zo'n geval een vereenvoudigde of statistische evaluatie kan worden uitgevoerd. In dit geval kunnen we minder testen nodig hebben.
- Als het antwoord "ja" is, kan schade door testen niet worden geaccepteerd. Je moet vertrouwen op non-destructieve testen op de bouwplaats om de weerstand van de bevestigingsoplossing te bepalen. Een hoger aantal testen is vereist wanneer alleen een vereenvoudigde evaluatie mogelijk is.

Ervaring op de bouwplaats:

De mechanische eigenschappen van een basismateriaal, vooral metselwerk, zijn niet altijd wat je ervan verwacht. Sommige zwakker uitzijnde bakstenen leveren de belastingswaarden die je verwacht, terwijl andere waarvan je zou denken dat ze hogere belastingen kunnen weerstaan, niet voldoen.

In een specifiek geval assisteerde Hilti een team op de bouwplaats dat geschat had dat de capaciteit van een anker dat was geïnstalleerd in een bakstenen muur ten minste het minimum van onze toegestane belasting zou weerstaan. Hij had goed geschat, maar het ontwerp moest toch worden aangepast.

De injecteerbare lijm hechtte effectief aan de baksteen; niets op aan te merken. Toen we op de bouwplaats testen uitvoerden met de toegestane belasting als een onbegrensde test (brede ondersteuning), werd de baksteen direct uit de metselwerkwand getrokken. Dit lag aan de metselspecie dat een fijnkorrelig poeder was. Dus koos de ingenieur ervoor om zijn ontwerp opnieuw te berekenen dankzij deze ontvullende demonstratie.

5.2 Scenario B: Ankers met een goedkeuring, bevestigd in een bekend en goedgekeurd basismateriaal. Testbelasting als basis om de installatiekwaliteit te controleren

- b1. Goedgekeurd anker- of wapeningsysteem moet worden geïnstalleerd in bekend en goedgekeurd basismateriaal. De ontwerper heeft testbelastingseisen opgenomen in de algemene aantekening van de constructietekeningen.**

Is dit het juiste scenario voor Hilti testen op de bouwplaats?

Het antwoord is duidelijk "ja".

Waarom?

Een scenario waarbij testen op de bouwplaats is opgenomen (testbelasting) in hun constructietekeningen dient als een element in het grotere plaatje van kwaliteitsgarantie. Injecteerbare lijmsystemen (zoals epoxy mortel) hebben speciale eisen om te zorgen dat de lijm correct wordt gemengd en gedoseerd. Deze omvatten meestal het doseren van een kleine hoeveelheid lijm vanuit de mengspuit voor het wordt geïnjecteerd in het gat. Het doel van injecteren van de lijm is om

meegevoerde lucht te voorkomen. Voor lange gaten en horizontaal of bovenhoofds geboorde gaten kunnen speciale middelen zoals verlengingsslangen, stoppen en afdekkappen worden gespecificeerd om een luchtdichte injectie te bereiken. Daarom zijn er correcte installatietechnieken nodig om te zorgen dat betonankers presteren zoals verwacht.

Dit kan, over het algemeen, worden bereikt als:

1. Het personeel dat de ankerinstallatie uitvoert ervaren en gekwalificeerd is om het specifieke lijm- of ankersysteem dat wordt ingezet te gebruiken (zo'n training is aan te vragen bij Hilti). Bijvoorbeeld: in de VS moeten achteraf geplaatste lijmen worden uitgevoerd door gecertificeerde installateurs, terwijl in Duitsland deze certificatie alleen nodig is voor achteraf geplaatste wapening.
2. De initiële installatie wordt constant geobserveerd, gevolgd door periodieke inspecties terwijl de installatie verder gaat. Dit wordt nauwelijks gedaan in Europa.

Daarom kunnen non-destructieve testen op de bouwplaats (testbelasting) worden uitgevoerd, om de installatiekwaliteit van de geïnstalleerde bevestigingsmiddelen te valideren volgens Fig. 1 en Fig. 2.

Noodzakelijke informatie of vragen:

Wat zijn de consequenties in het geval een anker de testbelastingstest niet doorstaat?

Deze consequenties moeten van tevoren worden gespecificeerd door de verantwoordelijke ingenieur om het constructieproject door te laten gaan.

5.3 Scenario C: Beperkingen van testen op de bouwplaats met betrekking tot het vergelijken van verschillende, individuele producten

Ten eerste is dit het verkeerde scenario voor testen op de bouwplaats, zelfs als het best regelmatig gebeurt.

- c1. De prestaties van verschillende types ankers of achteraf geplaatste wapening worden ter plaatse vergeleken via testen op de bouwplaats door de gemeten belastingen van de individuele producten te vergelijken.**

Is dat het juiste scenario voor Hilti testen op de bouwplaats?

Het antwoord is duidelijk "nee". Het trekken van de verkeerde conclusies door testen op de bouwplaats zou de stabiliteit van de constructie compromitteren, een risico vormen voor menselijk leven en/of leiden tot aanzienlijke economische consequenties.

Waarom?

Nu moeten we er wat dieper op in gaan.

Fundamenteel moeten alle types van veiligheid-relevante ankers zodanig worden ontworpen dat ze bestand zijn tegen en duurzaam zijn onder de servicebelastingen, en bovendien een adequate veiligheidsmarge bieden tegen falen. Daarom bestaan er in de Europese Unie, Verenigde Staten en andere landen goedkeuringsprocessen om een onafhankelijke beoordeling te leveren. Goedkeuringen zijn gebaseerd op testen die bedoeld zijn om de **geschiktheid van een systeem** te verifiëren en de **toelaatbare service-omstandigheden** te bepalen.

Geschiktheidstesten zijn ontworpen om de effectiviteit van het anker onder ongunstige toepassingsomstandigheden te verifiëren. Deze testen worden over het algemeen uitgevoerd in beton met een sterkte tegen het lagere en hogere einde van de gebruikelijke toepassing in het veld. Testen in monsters van gescheurd en ongescheurd beton kunnen worden gekozen, afhankelijk van het bedoelde gebruik van het anker. De effecten van de installatievariëteiten worden gecontroleerd, voor

zover ze relevant zijn. Factoren die worden onderzocht en omschreven in de goedkeuringsdocumenten kunnen zijn:

- Extreme boor-tolerantiewaardes
- Verschillende technieken en inspanningen toegepast om het boorgat te reinigen
- Verschillen in de graad van ankerspreiding
- Nabijheid van het anker tot wapeningstaven
- Verschillen in de vochtinhoud en temperatuur in het beton
- Agressieve/reactieve substanties

Deze testen kunnen de invloed van aanhoudende en repetitieve belastingen die van invloed zijn op het anker zelf verklaren, maar ook op het component waarin het anker is geplaatst.

Geschiktheidstesten houden ook rekening met de omstandigheden die kunnen voorkomen bij het installeren van het anker en gedurende zijn levensduur. Samenvattend kunnen we zeggen dat een product dat gevoelig is voor deze omstandigheden gelijkwaardige testbelastingen kan hebben tijdens testen op de bouwplaats in vergelijking met een niet-gevoelig product. Als echter alle omstandigheden werden getest (daarbij zijn honderden testen gemeoid, die worden uitgevoerd tijdens het goedkeuringsproces), zouden de verschillen significant kunnen zijn of het zou zelfs kunnen betekenen dat zo'n product nooit een goedkeuring zou krijgen.

Een andere naam voor scenario C is "gedrag op de lange termijn" en we moeten onthouden dat de geschatte levensduur van een anker of wapening ten minste 50 jaar is.

Het gedrag op de lange termijn van ankers of achteraf geplaatste wapening wordt ook gecontroleerd tijdens het goedkeuringsproces met de meest relevante testen, zoals hieronder:

- Functioneren onder aanhoudende belasting (kruiptest)
- Scheurbewegingstest (mechanische en verlijmde ankers)
- Functioneren onder vries-/dooi-omstandigheden (alleen verlijmde ankers)
- Testen voor controle van de duurzaamheid (alleen verlijmde ankers)

Dit gedrag kan ook **nooit worden gecontroleerd** tijdens een "eenvoudige test op de bouwplaats" en waardevergelijking.

Daarom kan de verkeerde conclusie bij Scenario C leiden tot het bereiken van een kritieke verplaatsingswaarde van het anker of achteraf geplaatste wapening tijdens de levensduur door uittrekfallen.

Laten we dieper ingaan op de hierboven genoemde test voor scheurbeweging. Het is misschien verrassend, maar deze test is de beslissende voor de meeste verankeringsproducten. Producten met de hoogste belastingen in een uittrekket kunnen falen bij de scheurbewegingstest.

Zonder verder te diep in te gaan op de exacte procedure worden de testen volgens EAD 330232-00-0601 als volgt uitgevoerd:

Na het installeren van de ankers in gescheurd beton worden de ankers onder **aanhoudende belasting**, gebaseerd op de kenmerkende belasting geëvalueerd in een korte test/trektest. Terwijl de ankers onder spanning worden belast, worden scheuren tussen 0,1 mm en 0,3 mm duizend keer geopend en de verplaatsing van het anker onder spanning wordt gemeten. Tijdens deze testen moet de gemeten verplaatsing onder de constante waarde van 3 mm blijven.

Fig. 4a toont de resultaten van drie verschillende producten door het berekenen van de gemeten verplaatsing als een functie van het aantal scheuropeningen. Waar twee systemen zouden voldoen aan de eisen met betrekking tot maximale verplaatsing, zou de andere niet voldoen aan de vereisten dankzij het feit dat de gemeten verplaatsing groter is dan de beperkende verplaatsing van 3 mm wat resulteert in uittrekfallen gedurende de levensduur.

De volgende vraag zou zijn: **"Waarom doen we zulke testen?"**

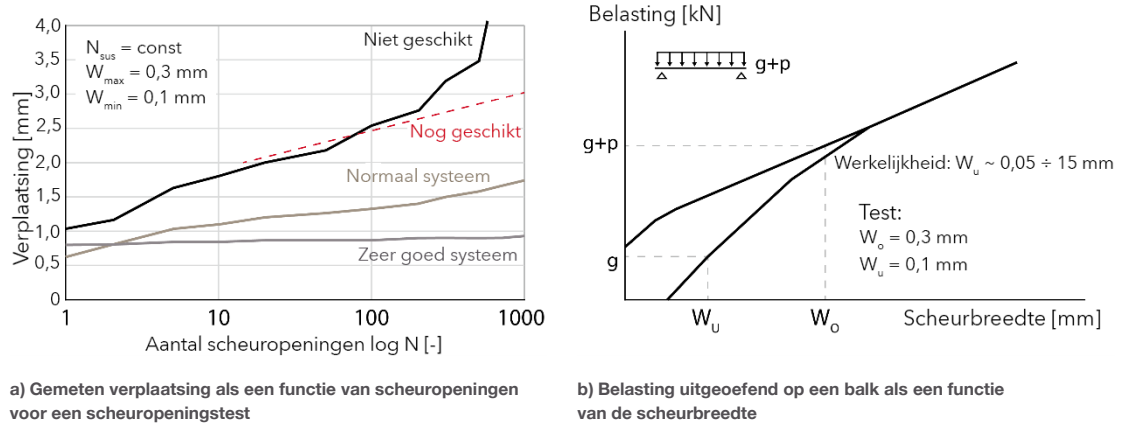


Fig. 4 Testresultaten van een scheurbewegingstest (a) en redelijke verklaring voor de scheurbewegingstest (b)

Als een constructie reageert op permanente belasting, ondergaat het verplaatsing en daarmee vervorming. Deze vervorming leidt tot de vorming van scheuren.

Dit gedrag wordt schematisch weergegeven in Fig. 4b. In Fig. 4b worden de permanente belasting "g" en variabele belasting "p" gegeven als een functie van de scheurbreedte voor een balk. Tijdens de levensduur van de balk zullen er waarschijnlijk geen scheuren optreden als de permanente belasting de eerste keer op de balk inwerkt. Als echter de variabele belasting wordt overwogen in combinatie met de permanente belasting (g+p), neemt de vervorming toe en zal dit leiden tot het openen van scheuren in de balk. Als de balk wordt ontlast tot het niveau van de permanente belasting, neemt de vervorming weer af door het afnemen van de scheurbreedte. Echter, door het ruwe oppervlak van het gescheurde oppervlak zal de scheur niet volledig sluiten (d.w.z. sluiten tot nul). Daarom is de lagere scheurbreedte ongeveer 0,1 mm. Gedurende de levensduur van de balk wordt het openen van deze scheur herhaald. EAD 330232-00-0601 beoordeelt duizend keer openen en sluiten als weergave van de levensduur van het gelijmde/verlijmde anker.

Dit gedrag van de ankers kan nooit worden gecontroleerd met testen op de bouwplaats. Dit is echter opgenomen in de karakteristieke basiswaarden voor de verbindingsterkte in het relevante goedkeuringsdocument.

Met de woorden van een ervaren ingenieur:

"Testen is eenvoudig als je weet wat je doet. Het hoeft niet veel tijd te kosten als je de service van Hilti voor testen op de bouwplaats gebruikt. En het kan je gemoedsrust geven te weten dat je niet zomaar raadt. Hoe weet je het wanneer je raadt? Je denkt misschien na over je ontwerp als je thuis bent. Je droomt over een bepaalde verbinding. Soms is het net niet juist, maar je weet niet exact wat het is".

"RAAD NIET. TEST. INTERPRETEER CORRECT EN KRIJG GEMOEDSRUST!"



Hilti Aktiengesellschaft
9494 Schaan, Liechtenstein
T +423-234 2965

www.facebook.com/hiltigroup
www.hilti.group en www.hilti.nl