



HULPSTOFFEN

SikaFiber® TECHNOLOGIE

BUILDING TRUST





VEZELVERSTERKING

Vezels zijn een ideale grondstof voor beton en mortel. Vezels verbeteren deze bouwmaterialen op punten waar ze anders tekortschieten. In de eerste plaats verhogen ze de prestaties op het gebied van absorptie, impactweerstand en brandwerendheid, terwijl ze ook de vorming van krimpscheuren en scheurbreedtes verminderen. Dit levert een beton op dat aanzienlijk minder wapeningsstaal nodig heeft dan een conventioneel gewapend beton, maar dat nog steeds zeer duurzaam is, of zelfs duurzamer. Het idee om vezelversterking te gebruiken in bouwmaterialen gaat honderden, zo niet duizenden jaren terug en is doeltreffender dan ooit dankzij moderne technologieën. De afgelopen decennia werd beton onmiskenbaar verbeterd en de evolutie van vezeltechnologie volgde deze ontwikkeling. Toepassingen van beton met vezels zijn uitgebreid en nieuwe vezelmateriaal zijn ook steeds beter in staat om traditionele wapening zoals staal en glas te vervangen. De SikaFiber® technologie loopt voorop bij deze ontwikkelingen.

VEZELS VERBETEREN HET BETON EN DIENS STRUCTUUR

VEZELVERSTERKT BETON is beton waaraan tijdens de productie vezels zijn toegevoegd om scheur-, breuk-, en krimpgedrag te verminderen. Na vele jaren van onderzoek en ontwikkeling is vezelversterkt beton nu volledig ingeburgerd in de markt dankzij deze belangrijke voordelen.

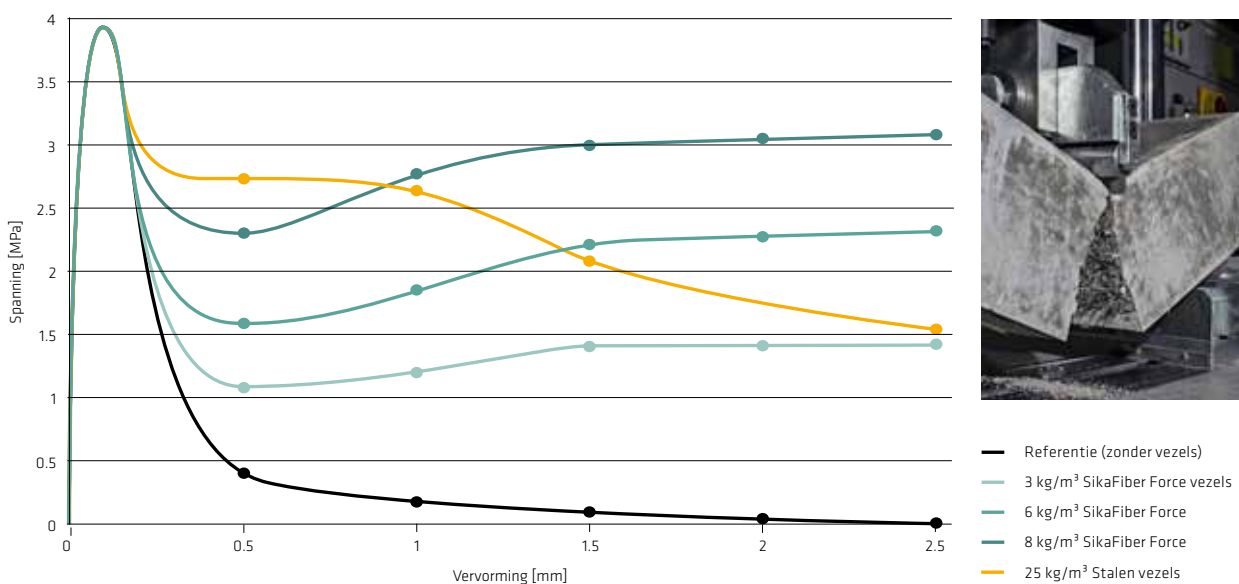
Synthetische vezels onderscheiden we in twee groepen, de microsynthetische en de macrosynthetische. De microsynthetische vezels worden toegepast in beton om de krimp in de eerste uren, op te vangen tijdens het hydratatieproces. Daarnaast bieden deze vezels een verhoogde brandwerendheid en een betere vorst- en dooicyclibestendigheid. De macrosynthetische vezels hebben een positieve invloed nadat het beton is uitgehard en er spanningsscheuren ontstaan door belasting of krimp. Daar waar een spanningsscheur ontstaat, voorkomen ze grote scheuren door ze te 'verdelen' in meer, maar zeer fijne en over het algemeen onschadelijke, scheuren.

Scheuren kunnen op verschillende tijdstippen in het beton optreden: in het begin tijdens het uithardingsproces, waar het voornamelijk gaat om vroegtijdige krimp-scheurtjes; bij toenemende ouderdom en hardheid kunnen spanningsscheuren ontstaan door belasting. Als er scheurvorming optreedt in het beton dan is de E-modulus (elasticiteitsmodulus) van de vezels van cruciaal belang omdat deze de weerstand van de vezels tegen elastische vervorming definieert. Aangezien vezels ook eenvoudig te hanteren en te doseren zijn en ze goed hechten in de betonmatrix, zijn ze ideaal voor het verbeteren van de eigenschappen en de prestaties van beton en mortel bij vele toepassingen.

De toevoeging van geschikte vezels zorgt voor verbetering in eigenschappen en prestaties van uw beton, inclusief:

- Minder scheurvorming tijdens het hydratatieproces
- Betere samenhang in het verse beton
- Verhogen van de brandwerendheid
- Verhogen van de vorst- en dooizoutbestendigheid
- Verhoging in opname van buig- en afschuifkrachten
- Betere belastbaarheid en vervormbaarheid
- Verhogen slijtweerstand
- Betere duurzaamheid m.b.t. corrosie

EN 14651 Reststerktetest



In deze grafiek kunt u zien dat het staalvezelbeton een hogere belastbaarheid kan opnemen na de eerste breuk. Naarmate de vervorming toeneemt, neemt de belastbaarheid echter af. Synthetische macrovezels laten wel een toename in belastbaarheid zien.

TYPISCHE TOEPASSINGEN VOOR VEZELVERSTERKT BETON

VEZELS KUNNEN BETON EN MORTEL VERSTERKEN EN VERBETEREN in vele verschillende toepassingen. Vezels kunnen de vormbaarheid van gespoten betonbekledingen verbeteren en de brandwerendheid verhogen die als eindlaag worden gebruikt in de tunnelbouw. Ze kunnen scheurvorming in wegen en brugdekken of gietvloeren verminderen, de druksterkte verhogen en schade aan geprefabriceerde betonelementen verminderen.



BETONVLOEREN

De synthetische macrovezels worden gebruikt in vele soorten betonvloeren om de eigenschappen van het beton te verbeteren. Daarnaast verbeteren ze de kwaliteit en duurzaamheid van de verharde betonvloer door gecontroleerde scheurverdeling en krimpreductie. In de uithardingsfase worden er geen afzonderlijke grote scheuren gevormd, maar worden ze verdeeld in kleinere scheurtjes waardoor het risico op beschadigingen vermindert. Deze vezelversterking verbetert ook de druksterkte, mechanische belasting en breuktaaiheid van de betonvloer.



BRANDVEILIGHEID

De synthetische microvezels zorgen ervoor dat de brandwerendheid van het beton aanzienlijk verhoogt. De vezels worden tijdens de productie toegevoegd aan het betonmengsel. Als er brand uitbreekt, bijvoorbeeld in een tunnel, smelten de synthetische vezels in het beton en ontstaat er een capillair systeem waardoor de waterdampdruk kan verminderen. Het afspatten van het beton wordt voorkomen of zeer sterk verminderd, evenals eventuele noodzakelijke reparaties, terwijl de duurzaamheid, stabiliteit en veiligheid van de constructie wordt verhoogd.



PLATEN/START- EN LANDINGSBANEN/WEGEN

De synthetische microvezels in betonnen vloerplaten en start- en landingsbanen verminderen vroegtijdige krimpscheuren aanzienlijk en helpen bij het stabiliseren van het mengsel tijdens het storten. De macrosynthetische vezels resulteren ook in een beter buiggedrag en een hogere druksterkte. Hierdoor kan de wapening worden gereduceerd en de voegafstand worden vergroot. De vezels helpen ook om het afspatten van de voegen en randen van de omtrek te voorkomen. Hierdoor wordt de duurzaamheid van vloerplaten en start- en landingsbanen die met vezels worden geproduceerd, aanzienlijk verhoogd.



PREFABBETON

Het gebruik van synthetische macrovezels in prefabbeton resulteert in vermindering van het wapeningstaal en een kortere productietijd. Deze vezels kunnen eveneens wapeningsstaal vervangen in complexe bekistingen. De homogene verdeling van de vezels over de gehele betondoorsnede geeft ook betere stootvastheid en verhoogde weerstand tegen afbrokkelen van randen en hoeken.



RENOVATIE

Reparatiemortels die ontworpen en geproduceerd zijn met vezels, hebben een grotere duurzaamheid en een verbeterde scheurverdeling, met daarbij een verhoogd prestatievermogen door hun scheuroverbruggende vermogen. Hun verbeterde cohesie maakt het ook mogelijk om lagen met een grotere dikte aan te brengen, waardoor ook de snelheid van het aanbrengen wordt verhoogd en de totale kosten worden verlaagd.



HOGESTERKTEBETON (HSB) EN ULTRAHOGESTERKTEBETON (UHSB)

Het gebruik van hoge sterkte beton (HSB) en ultra hoge sterkte beton (UHSB) heeft de laatste jaren een enorme vlucht genomen. Bij toepassing van dergelijke betonmengsels biedt het gebruik van staalvezels, door zijn hoge E-modulus, uitkomst om complexe bekistingen en prefab elementen te vervaardigen. Door het gebruik van staalvezels neemt de taaiheid van het element toe wat ertoe bijdraagt dat dergelijke elementen ook constructief kunnen zijn. Gedeeltelijke of volledige vervanging van traditionele wapening is hiermee mogelijk.



SPUITBETON

Door toevoeging van synthetische macrovezels wordt de vormbaarheid van spuitbeton verhoogd alsmede de mechanische capaciteit en belastbaarheid. Dit resulteert in een reductie van traditionele wapening, en kan in sommige toepassingen volledig vervallen. Hiermee wordt de bouwtijd verkort en dus kosten bespaard.

VEZELTYPES

AFHANKELIJK VAN DE SPECIFICATIE-EISEN worden verschillende vezels aan het beton of de mortel toegevoegd. Microvezels worden gebruikt voor brandwerendheid en scheurreductie, terwijl macrovezels of staalvezels over het algemeen worden gebruikt om de mechanische eigenschappen te verbeteren. Speciale eisen vragen om speciale vezelmaterialen en -vormen. Sika levert al deze typen vezels en combinaties van vezels.

OPTIMAAL GEBRUIK VAN DE VERSCHILLENDE SOORTEN VEZELS

De staat van het beton of de mortel	Effect/verbetering van eigenschappen	Aanbevolen vezeltype
Vers	Homogeniteitsverbetering	Micro-PP-vezels
Tot ongeveer 12 uur	Reductie van scheurvorming tijdens het hydratatieproces	Micro-PP-vezels
1-2 dagen	Vermindering van scheuren veroorzaakt door verhinderde vervorming of temperatuur	Micro- & Macro-PP-vezels Staalvezels
Verharding 28 dagen of meer	Opname van externe belastingen	Macro-PP-vezels & Staalvezels
Verharding 28 dagen of meer	Verbetering van de brandwerendheid	Micro-PP-vezels



SYNTHETISCHE MICROVEZELS

De E-modulus van synthetische microvezels ligt tussen de 3-5 GPa. Synthetische microvezels zijn direct toevoegbaar als toevoeging aan de betonmortel ter voorkoming van vroegtijdige krimp-scheuren direct na het storten en verbeteren de brandwerendheid van betonnen onderdelen.

De synthetische microvezels zijn ongevoelig voor corrosie en zijn zeer goed bestand tegen alle zuren en basen. Ondanks de toename in volume en specifiek oppervlak van de vezels blijft het beton goed verwerk- en verpompbaar.



SYNTHETISCHE MACROVEZELS

De E-modulus van synthetische macrovezels ligt tussen de 5-15 GPa. Synthetische macrovezels zijn direct toevoegbaar als vervanging van krimpwapening en zijn in staat om gedeeltelijk of volledig de traditionele wapening te vervangen. Synthetisch macrovezel-versterkt beton kenmerkt zich door een verhoging van de treksterkte na scheurvorming. De synthetische macrovezels overbruggen scheuroppervlakken en zorgen voor een toename in na-scheursterkte. In veel voorkomende constructieve toepassingen kunnen synthetische macrovezels toegepast worden.

De synthetische macrovezels zijn ongevoelig voor corrosie en zijn zeer goed bestand tegen alle zuren en basen. Ondanks de toename in volume en specifiek oppervlak van de vezels blijft het beton goed verwerk- en verpompbaar.



STAALVEZELS

De E-modulus van staalvezels is 200 GPa. Staalvezels zijn in staat om gedeeltelijk of volledig de traditionele wapening te vervangen. Staalvezel-versterkt beton kenmerkt zich door een verhoogde treksterkte na scheurvorming. De staalvezels overbruggen scheuroppervlakken en zorgen voor een grotere na-scheursterkte. In constructieve toepassingen worden staalvezels gebruikt met een hoge sterkte en elasticiteitsmodulus.

Onbehandelde staalvezels zijn gevoelig voor corrosie en zijn minder bestand tegen zuren en basen. Ondanks de toename in volume en specifiek oppervlak van de vezels, blijft het beton goed verwerk- en verpompbaar mits aan enkele randvoorwaarden wordt voldaan zoals het beperken van de maximale korrelgrote van het betonmengsel en de wijze van storten.

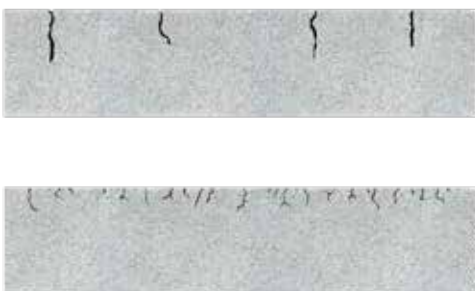
VERHOOGDE BETONPRESTATIES DOOR VEZELS

SPECIFIEKE BETONEIGENSCHAPPEN worden verkregen door het gebruik van verschillende vezeltypes of combinaties van verschillende vezels, afhankelijk van de vereiste kenmerken en prestaties. Zo worden bijvoorbeeld synthetische micro- en macrovezels met een hoge E-modulus en goede verankeringseigenschappen gebruikt voor een hoge energieabsorptie. Synthetische micro- en macrovezels met een lage E-modulus toegevoegd voor scheurreductie. Synthetische microvezels met een laag smeltpunt zorgen voor een verhoogde brandwerendheid. Synthetische macro- en staalvezels met een hoge E-modulus worden gebruikt voor verhoogde belastingopname en scheurreductie.



MECHANISCH GEDRAG

Beton is over het algemeen goed bestand tegen drukspanning maar weinig bestand tegen trekspanning. Net als bij conventioneel wapeningsstaal kunnen hoge krachten in het beton ook worden overgedragen en verdeeld met behulp van geschikte vezels. Scheuroverbruggende vezels verbeteren niet alleen het nascheurgedrag, maar verminderen ook de verdere voortgang van macro-scheuren. De vezels die de scheur kruisen en aan beide zijden in de matrix zijn verankerd, verbinden de twee zijden als het ware aan elkaar, en voorkomen zo een verbreding van de scheur.



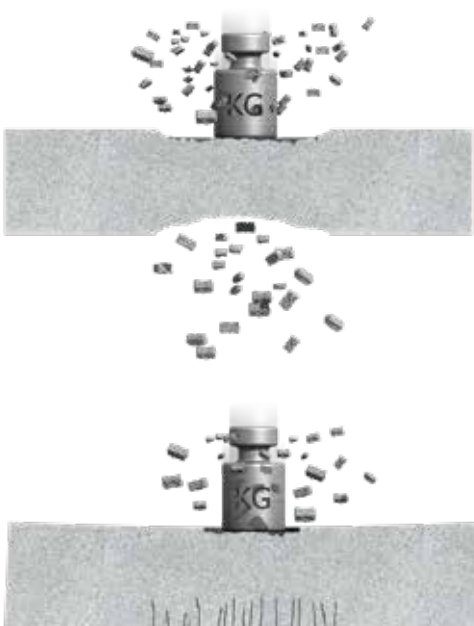
SCHEURVERDELING

De krimpspanningen in de uithardingsfase van cementgebonden bindmiddelen leiden vaak tot betonscheurtjes in traditioneel gewapend beton. Deze zijn met het blote oog zichtbaar wat als schade kan worden ervaren. Bij de toevoeging van vezels worden de spanningen verdeeld zodat er geen macroscheuren ontstaan doordat het krimpvolume wordt gecompenseerd door microscheurvorming. Zo leidt de toevoeging van vezels tot een hogere duurzaamheid.



BRANDVEILIGHEID

Het probleem met traditioneel beton tijdens een brand is dat het fysisch en chemisch gebonden water in zeer korte tijd verdampt door de snelle temperatuurstijging. Deze overgang naar gasvormige toestand zorgt voor een duizendvoudige toename van het volume van het water: hoe compacter de betonmatrix en hoe hoger het vochtgehalte van het beton, hoe groter de dampspanning. Als de dampspanning niet (of niet snel genoeg) kan worden verlaagd, leidt dit tot een explosieve afspatting van het beton. Dit gebeurt al na enkele minuten en veroorzaakt onmiddellijk grote en diepe schade aan het beton. Indien de wapening dan wordt blootgesteld, is deze niet beschermd tegen brand en gaat de structurele functie ervan snel verloren. De toevoeging van synthetische vezels zorgt voor een aanzienlijke of zelfs totale vermindering van dergelijke explosieve betonafspattingen, vanwege het relatief lage smeltpunt van 160°C. Dit betekent dat de vezels vrijwel onmiddellijk na een brand geleidelijk gaan smelten, waardoor een capillair systeem ontstaat waarlangs het verdampende water kan ontsnappen, zonder noemenswaardige destructieve drukopbouw.



MECHANISCHE WEERSTAND

De stoot- en schokbestendigheid, de kerfslagwaarde en de sterkte van de randen kunnen allemaal aanzienlijk worden verhoogd door specifieke vezels toe te voegen. Synthetische vezels en de meeste staalvezels zijn geschikt. Een combinatie van vezels met een hoge en lage E-modulus en een hoge verlenging bij breuk is gunstig gebleken. Er is een verbetering van de druksterkte waargenomen door toevoeging van staalvezels en polypropyleenvezels in hoeveelheden van slechts 0,1% van het cementvolume. De druk- en buigtreksterkte nemen ook aanzienlijk toe naarmate de hoeveelheid vezels toeneemt.

VERWERKING – HOE VEZELS TE GEBRUIKEN

OM HET OPTIMALE EFFECT en de gewenste eigenschappen of prestaties van het beton te bereiken en goed in de praktijk toe te kunnen passen, moeten naast de goede betonpraktijk, alle mogelijke beïnvloedende factoren voor het gebruik van vezels in aanmerking worden genomen. De meest kritische factoren zijn meestal de keuze van het juiste vezeltype of van de combinatie (materiaal en grootte); hoe de betonsamenstelling wordt aangepast, inclusief het vezeldoseersysteem en de timing; samen met de totale mengprocedure. Een geschikte methode voor het storten en afwerken van beton moet ook in de prefabfabriek of op de bouwplaats worden gebruikt.



BETONSAMENSTELLING

Een goed uitgebalanceerde betonsamenstelling is de belangrijkste factor voor optimale vezelprestaties. Vezels voegen een groot oppervlak toe en daarom moet de betonsamenstelling worden aangepast om een goede verwerkbaarheid en optimale hechting met de cementmatrix te garanderen. Dit houdt in: de juiste keuze van bindmiddel en watergehalte, de juiste zeefkromme van het toeslagmateriaal, de optimale vezelhoeveelheid en eventuele andere hulp- en toeslagstoffen. Een goed ontwikkelde betonsamenstelling heeft een positieve invloed op alle stappen van de productie, storten en prestaties van vezelversterkt beton.

VEZELDOSEERHOEVEELHEDEN

Reden voor gebruik - Doelstelling	Vezeltype	Kwantiteit
Hoge belastbaarheid	Synthetische macrovezel	4 - 8 kg
	Staal macrovezel	20 - 40 kg
Extreem hoge belastbaarheid	Stalen microvezel	50 - 100 kg
Verminderde vroegtijdige krimp (plastische krimp)	Synthetische microvezel	0,5 - 1 kg
Verhoogde samenhang	Synthetische microvezel	2 - 3 kg
Verhoogde druksterkte	Synthetische microvezel	0,5 - 1 kg
	Synthetische macrovezel	2 - 8 kg
	Stalen microvezel	10 - 50 kg
	Stalen macrovezel	10 - 40 kg



DOSEERMETHODE

De vezeldoseer- en mengmethode heeft een grote invloed op de optimale verdeling van de vezels in het beton. Macrovezels worden normaal gesproken gevormd tot bundels, die zich alleen tijdens het mengproces volgens de natte methode kunnen verspreiden waardoor ze homogeen verdeeld worden. Wateroplosbare zakken worden gebruikt voor het doseren van kleinere hoeveelheden vezels om balvorming te voorkomen.

LEVERING & PLAATSING

De manier waarop het beton wordt aangebracht, kan van invloed zijn op de vezeldistributie en op de inhoud. Sommige vezeltypes veroorzaken ook veel grotere slijtage aan de machine, terwijl andere types pompproblemen veroorzaken bij hoge doseringen. Daarom moet bij de evaluatie en selectie van het vezeltype ook rekening worden gehouden met het leverings- en plaatsingsproces.

VEZELTYPE

Het vezeltype is meestal gedefinieerd in de specificaties en daarom worden micro-, macro-, of staalvezels geselecteerd op basis van hun materiaaltype, geometrie en vorm. De prestaties van de gekozen vezel zijn mede afhankelijk van het productieproces van het beton, de oppervlaktebehandeling en afwerking welke dus ook gespecificeerd moeten worden.

HET MENGPROCES

Een ongeschikt of ontoereikend mengproces kan leiden tot een niet-homogene verdeling van de vezels in het beton of schade aan de vezels. De toe te voegen hoeveelheid en mengtijd moeten daarom ook gespecificeerd en gevolgd worden om een niet-homogene verdeling te voorkomen en maximaal resultaat te waarborgen.

NORMEN & TESTMETHODEN

DE VELE TOEPASSINGEN VAN VEZELVERSTERKT BETON vereisen testmethodes op maat van deze toepassingen, zodat de vereiste specifieke prestaties en functionaliteit kunnen getest en bevestigd worden, zodat het veilig kan worden gebruikt in toekomstige specificeringen. Over het algemeen zijn deze testmethoden nu internationaal volledig gestandaardiseerd, bijvoorbeeld via de Europese normen (EN) en de American Society for Testing and Materials (ASTM).

NORMEN EN TESTMETHODEN VOOR VEZELVERSTERKT BETON EN MORTEL

Testmethoden	Norm	Omschrijving
Energie-absorptie	ASTM C1550	test met ronde betonplaat (Round panel test)
Buig-treksterkte	ASTM C1609	vierpuntsbuigproef met vezelversterkte betonprisma's
Buig-treksterkte	NBN B 15-238	vierpuntsbuigproef met vezelversterkte betonprisma's
Buig-treksterkte	RILEM TC 162-TDF	driepuntsbuigproef met vezelversterkte betonprisma's
Buig-treksterkte	NEN-EN 14651	driepuntsbuigproef met vezelversterkte betonprisma's
Brandwerendheid	RWS	max. 1350°C, 2 uur
	ISO 834	begint bij lage temperaturen, maar neemt voortdurend toe
	HC-gemodificeerd	max. 1200°C, 4 uur
Krimpscheuren	ASTM C 1581-04	testmethode voor het bepalen van beperkte krimp
Druksterkte	Diverse lokale normen	impacttests



Test met ronde betonplaat (Round panel test):
ASTM C1550



Beamtest: ASTM C1609



Beamtest: EN 14651





REFERENTIES

VEZELVERSTERKT BETON BIEDT VELE VOORDELEN en wordt nu op grote schaal gebruikt voor vele verschillende toepassingen en behoeften over de hele wereld. Dit is met name het geval bij cementgebonden industrievloeren, tunnel- en mijnbouw, prefabricage en allerlei soorten projecten die een uitstekende brandwerendheid vereisen. Sika's technische expertise en uitgebreide praktische ervaring in het ontwerp, de selectie en begeleiding van al deze verschillende vezelversterkte betonsoorten en mortels is duidelijk zichtbaar en te zien in vele succesvolle projecten op elk continent.



BUSSTATION TILBURG, NEDERLAND

Bij de herinrichting van het busstation te Tilburg wordt het zitgedeelte overdekt en krijgt de wachruimte, annex horecaruimte voor de chauffeurs, veel groen. Om een industriële uitstraling te creëren is gekozen voor zwarte, betonnen zitbanken welke prefab in de fabriek zijn geproduceerd. Door een homogene verdeling van SikaFiber® Force synthetische vezels in het schoonwerk beton is alle transportwapening vervangen, de stootvastheid verbeterd en is het risico op afbrokkelen van de randen en hoeken verminderd.



OLIETERMINAL, DUITSLAND

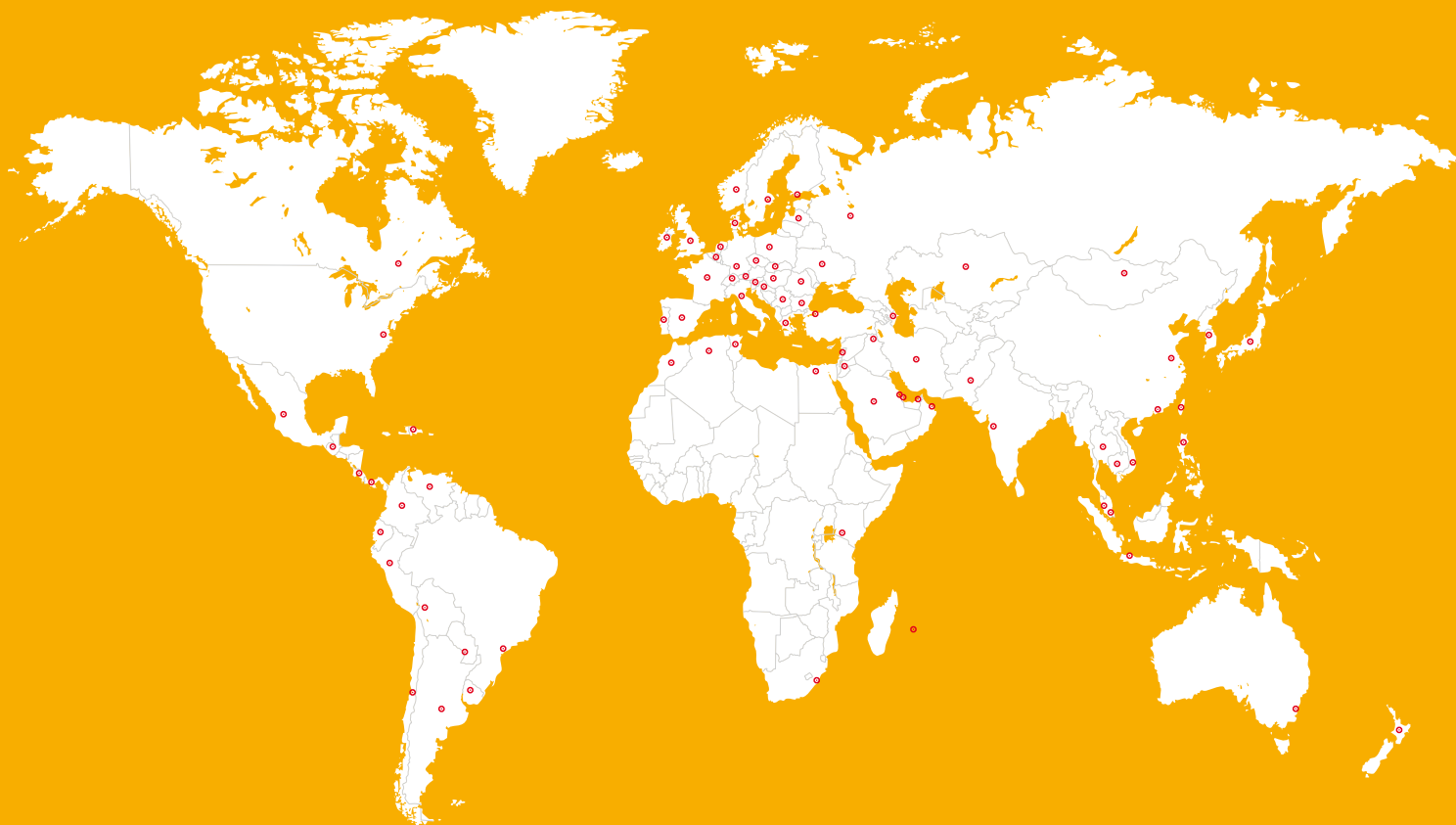
SikaFiber® Force synthetische macrovezels werden gebruikt in combinatie met de Duitse 'White-topping'-methode voor de reparatie van de platen in een petroleumhaven in Stuttgart. De vezels werden gebruikt om het vermoeingsgedrag van de nieuwe betonnen toplaag te verbeteren.



METROTUNNELSEGMENTEN, VS

In het San Francisco Central Subway Project werden SikaFiber® synthetische microvezels gebruikt in een dosering van 1,2 kg/ m³ beton om te voorkomen dat het beton in de tunnel afspat bij brand.

SIKA - UW LOKALE PARTNER MET EEN WERELDWIJDE AANWEZIGHEID



- Op 6 continenten
- In 101 landen
- Meer dan 200 productie- en marketinglocaties
- Wereldwijd 17.000 werknemers

Sika is wereldwijd actief in de bouw en industrie als leverancier op de markt van gespecialiseerde chemische toepassingen. Sika voorziet zowel de bouwsector als de industriële sector (automotive, bus, vrachtwagen, trein, zonnepanelen, windenergie en façades) van haar producten.

Sika's productlijnen vallen op door de hoge kwaliteit van de betonhulpstoffen, gespecialiseerde mortels, kitten en lijmen, materialen voor dempen en versterken, systemen voor structurele versterking, industriële en sportvloeren, en systemen voor zowel daken als waterdichting. Sika is wereldwijd aanwezig in 101 landen en heeft meer dan 17.000 werknemers en is daarom op lokaal niveau goed in staat om bij te dragen aan het succes van haar klanten.



SIKA NEDERLAND B.V.

Zonnebaan 56
3542 EG Utrecht
Postbus 40390
3504 AD Utrecht

Tel: +31 (0)30 - 241 01 20
Fax: +31 (0)30 - 241 44 82
info@nl.sika.com
www.sika.nl

SIKA BELGIUM nv

Venecoweg 37
9810 Nazareth
België

Tel: +32 (0)9 381 65 00
Fax: +32 (0)9 381 65 10
info@be.sika.com
www.sika.be

Op al onze leveringen en diensten zijn onze Algemene Voorwaarden (gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank te Utrecht onder nummer 69/2016) van toepassing.

Raadpleeg voor gebruik de meest recente versie van het product informatieblad.

BUILDING TRUST

