

MATERIAL

01

Nr. Infraleichtbeton
Material

An der Entwicklung des Infraleichtbetons wird schon seit 2007 an der TU Berlin geforscht. Die Gewichtsreduzierung des Betons erfolgt zum einen durch das Einbringen von Luftporen. Diese können im begrenzten Maße über die Zementmatrix zugefügt werden, indem sogenannte Luftporenbildner eingesetzt werden. Zum anderen kann das Gewicht reduziert werden, indem anstelle von schweren Gesteinskörnungen Leichtzuschläge aus Blähton und Glasschaumgranulat verwandt werden. Durch eine stetige Weiterentwicklung der „Rezeptur“ des Infraleichtbetons konnten nicht nur die Druckfestigkeiten gesteigert werden bei gleichbleibendem Gewicht, sondern auch die Selbstverdichtung des Materials erreicht werden.

Zur Bestimmung der betontechnischen Eigenschaften des Infraleichtbetons wurden an der TU Berlin verschiedene Untersuchungen durchgeführt. Die Druckfestigkeit ist im Vergleich zu Normalbeton geringer, aber ausreichend genug für tragende Wände im Geschoßwohnungsbau. Durch die geringe Wärmeleitfähigkeit des Infraleichtbetons auch gegenüber Normalbeton ist bei einem Einsatz an der Außenhülle von Bauwerken keine zusätzliche Dämmung notwendig.



M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

MATERIAL

02

Nr. Gradientenbeton
Material

Beim Bauen werden viele wertvolle Ressourcen verbraucht, es entstehen hohe CO₂-Emissionen, und am Ende des „Lebenszyklus“ eines Bauwerks bleibt ein Müllberg zurück. Daher wird immer wieder an der Reduzierung von Baumaterialien geforscht.

So beschäftigt man sich seit 2006 am Institut für Leichtbau, Entwerfen und Konstruieren der TU Stuttgart (ILEK) mit der Entwicklung von sogenannten „gradierten Werkstoffen“. Hier werden die Materialmengen im Inneren eines Bauteils geändert - gradiert.

Die Gradierung von Werkstoffen geschieht entweder durch die Materialmischung oder durch die Variation der Materialmenge in einem Bauteil. Die Natur liefert hierfür zahlreiche Beispiele. So ist ein Knochen außen glatt und fest, während im Inneren die Knochenmasse immer poröser wird, um das Gesamtgewicht des Knochens zu reduzieren.



M:AI

Eigenschaften

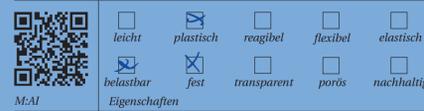
MATERIAL

MATERIAL

03

Nr. FibreC,
glasfaserbewehrter Beton
Material

Sogenanntes „fibreC“ (zusammengesetzt aus Glasfaser = engl. fibre und Beton = engl. concrete) ist ein glasfaserverstärkter Beton. Der Werkstoff Beton weist sehr hohe Druckfestigkeiten auf, kann allerdings nicht auf Zug beansprucht werden. Daher benötigen Tragwerke aus Beton immer einen zusätzlichen Verbundstoff, die sogenannte Bewehrung, die die Zugfestigkeit gewährleistet. In der Regel besteht sie aus Stahlfasern und Stahlmatten. Da Stahl jedoch korrosionsanfällig ist, muss er in dicke Betonschichten eingebettet werden. Eine Bewehrung anstelle von Stahl mit alkali-resistenten Glasfasern, die nicht korrosionsanfällig sind, ermöglicht im Querschnitt sehr viel dünnere und damit leichtere Bauelemente. Glasfaserbeton ist ein rein mineralischer Rohstoff und damit vollständig recyclebar. Ferner ist der Zementanteil im Glasfaserbeton viel geringer als in herkömmlichen Betonarten, und damit wird weniger Primärenergie bei der Herstellung verbraucht. Das bedeutet eine niedrigere CO₂ Belastung.



M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

MATERIAL

04

Nr. Transluzenter Beton
Material

Den massiven Beton durchscheinend zu machen, ist ein Paradoxon, von dem aber für Tüftler, Wissenschaftler und Architekten eine Faszination ausgeht. Erste Ideen entstanden bereits in den 1930er Jahren, scheiterten jedoch an der Verfügbarkeit geeigneter Faserstoffe. Seit den 1990er Jahren gab es weltweit einige Versuche. So experimentierte der ehemalige OMA-Mitarbeiter Bill Price an der Universität von Houston zu dem Thema. Der ungarische Architekt Aron Losonczai entwickelte einen Lichtbeton mit der Bezeichnung LiTra-Con® - light Transmitting Concrete. Immer waren es aber aufwendige Prototypen. 2007 legten Andreas Roye und Marijan Barlj die Grundlagen für das Produkt mit dem heutigen Markennamen LUCEM, das mittlerweile in einem automatisierten Verfahren hergestellt wird.

Bei LUCEM werden in einen dünnflüssigen Feinbeton sehr feine lichtleitende Fasern eingebettet. Für die Fassadenplatten werden die lichtleitenden Fasern in parallelen Reihen durch die ganze Tiefe des Materials - von Oberfläche zu Oberfläche - eingelegt. So entsteht ein großformatiger Betonblock, aus dem dann einzelne Platten gesägt werden können.



M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

MATERIAL

05

Nr. Flowstone
Material

Flowstone ist ein Bindemittel auf der Basis von Portlandzementen und Feinstbindemitteln. Dieses Bindemittel wird in Betonen mit sehr hohem technischen Anspruch verwandt, aber auch bei besonderen ästhetischen Anforderungen. Mit dem Bindemittel Flowstone entsteht ein besonders fließfähiger, selbstverdichtender Beton, mit dem filigrane Freiformen mit extrem glatten Oberflächen gegossen werden können.

Im Fall der Membranwand des Cocoon Clubs wurde als Gesteinskörnung im Beton ein weißer Quarz verwandt, um eine weiße Oberfläche zu erhalten.

Die Herstellung der einzelnen Elemente erforderte eine Schalung, die keine Spuren an der Beton-Oberfläche zurückließ. So bestand die Schalung aus Kunststoffmatrizen, die eine glatte, flexible und nicht saugende Schalhaut bilden.



M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

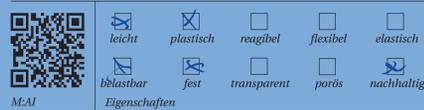
MATERIAL

06

Nr. Faserverstärkter Beton
(Textilbeton)
Material

Beton kann sehr hohem Druck widerstehen, um aber Zugkräfte aufzunehmen zu können, muss der Beton verstärkt, d.h. armiert, werden. In der Regel geschieht dies durch in die Betonmischung eingebettete Stahlstäbe oder -matten (Stahlbeton). Beim Textilbeton hingegen erfolgt die Bewehrung durch Fasern zumeist aus Glas- oder Carbon.

Der Österreicher Ludwig Hatschek hatte bereits Ende des 19. Jahrhunderts mit kurzen Faserstücken aus Asbest, die in Zement eingebettet wurden, experimentiert. Dieser Faserzement wurde unter dem Produktnamen Eternit patentiert. Jedoch ließ sich nur eine geringe Festigkeitssteigerung erzielen, so dass sich Eternit lediglich als Fassadenbaustoff eignet. Später versuchte man Kunststofffasern, und ab den 1960er Jahren kurze Fasern aus Glas in den Beton einzubetten. Es entstand der sog. Faserbeton. Erst die Bewehrung mit technischen Textilien in Form von sogenannten Gelegen brachte Ende der 1990er Jahre den Durchbruch.



M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

MATERIAL

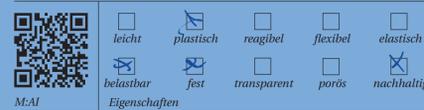
07

Nr. Hochfester Feinbeton
Material

Der Stuhl besteht aus einem feinkörnigen, hochfesten Beton, der mit Carbonfasern verstärkt wurde.

Gefertigt wurde der Stuhl mit Hilfe eines einseitigen, positiven Schalungsbauteils. Dieses wurde direkt aus den digitalen Geometriedaten des Stuhles generiert und aus hochdichtem Kunststoff gefräst.

Die Herstellung des eigentlichen Stuhles erfolgte durch schichtweises Auftragen der Betonmasse auf das Schalungsbauteil. Die Kohlefasern wurden in die 1-3 mm dicken Betonschichten entsprechend den statischen Berechnungen eingelegt. Durch diese Herstellungstechnik erhält der Stuhl auf der Schalungsseite, der Stuhlinnenseite, eine fast keramisch glänzende Struktur, im Kontrast zur rauen, gespachtelten Oberfläche der Rückseite.



M:AI

Eigenschaften

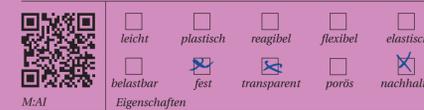
MATERIAL

MATERIAL

08

Nr. Glas mit bedruckter Folie
Material

Die Glaspaneelen des Leonardo Pavillons bestehen aus einem Verbundsicherheitsglas. Dieses hat als Zwischenlage eine PVB-Folie, die hier erstmals bedruckt wurde. Die Motive sind in einem firmeneigenen Verfahren mit einem Tintenstrahldrucker direkt auf die Folie aufgebracht worden. Für die Bedruckung verwendeten die Grafiker von 3DELUXE Motive aus der Architektur des Pavillons - wie die vegetabilen Stützen - und jahreszeitliche Motive der umgebenden Landschaft. Dabei wurden sowohl analoge Fotografien als auch digitale Bilder verwandt. Es entstand so ein pixelgenaues Bild in der Abmessung von 6 x 96 Metern, das auf die 48 Paneelen verteilt gedruckt wurde. Der vollflächige Druck ist in beiden Richtungen durchsichtig, so dass die konventionelle Methode der Punktrasterung überflüssig wurde. Die zurzeit nur in den USA verfügbare Technologie wurde in diesen Dimensionen hier erstmalig umgesetzt.



M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

MATERIAL.....

Im Anschluss werden die Oberflächen der Platten geschliffen und poliert.

Die lichtleitenden Fasern können aber auch in Mustern, Bildern oder Schriftzügen in den Beton eingelegt werden. Das menschliche Auge ergänzt automatisch die nicht durchscheinenden Punkte zu einem Gesamtbild.

LUCEM, Lichtbeton, Stolberg/Rheinland
www.lucem.de

Hersteller

MATERIAL

MATERIAL.....

An einer Bewehrung mit Glasfasern wird bereits seit den 1960er Jahren geforscht, unterschiedliche Produkte gibt es seit den 1980er Jahren auf dem Markt. Entscheidend ist neben der Verwendung der Glasfaser auch die Art der Bewehrung. Bei den fibreC Platten von Rieder werden in einem speziellen Verfahren in die Betonmischung Schichten von Glasfasern eingebracht: in der Deck- und Unterschicht in Form von ungerichtet gestreuten, kurzen Fasern, in der Mittelschicht als Faserbündel, sog. Rovings.

Rieder Smart Elements GmbH, Österreich
www.rieder.at

Hersteller

MATERIAL

MATERIAL.....

Nach diesem Prinzip versuchen die Forscher am ILEK Bauteile aus Beton zu entwickeln, deren Porosität der auftretenden Beanspruchung im Gebäude angepasst ist. Somit wird nicht nur Material gespart, sondern die Materialeigenschaften - wie Festigkeit und Wärmeleitfähigkeit - können optimiert verteilt werden. Der Gradientenbeton ermöglicht einen fließenden Übergang von dichten, tragenden Schichten hin zu einem hochporösen Dämmkern. So können reine Betonwände, die vollständig recycelbar sind, ohne zusätzliche Dämmung errichtet werden. Um die Betonmasse porös zu machen, werden entweder poröse Leichtzuschläge dem Beton beigemischt oder Luftporen eingebracht.

Die Herstellung von Gradientenbetonen ist eine besondere Herausforderung. Am ILEK hat man ein Simultan-Sprühverfahren entwickelt, bei dem die Betonmasse so fein wie Nebel kontinuierlich den Ansprüchen im Bauteil - in Zusammensetzung und Positionierung - angepasst und schichtweise aufgetragen werden kann.

Die moderne Architektur erhob die Forderung nach der „materialgerechten Form“, einer Form, die sich den Eigenschaften eines Materials anpasst. Mit den gradierten Materialien kann man von „formgerechter Materialgebung“ sprechen. Das bedeutet: Das Material passt sich jeder Form an und ermöglicht vielfältigste Gestaltungsmöglichkeiten.

Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren, Universität Stuttgart, Leitung: Prof. Dr.Dr.E.h. Werner Sobek, www.uni-stuttgart.de

Materialforschung

MATERIAL

MATERIAL.....

Institut für Bauingenieurwesen. Entwurf und Konstruieren - Massivbau, TU Berlin, Leitung: Prof. Dr. Mike Schlaich, www.ek-massivbau.tu-berlin.de

Materialforschung

MATERIAL

MATERIAL.....

DUPONT
www.safetyglass.dupont.com
www.2.dupont.com

Hersteller

MATERIAL

MATERIAL.....

Das Besondere bei der Herstellung des Stuhles war, dass der Beton nicht gegossen, sondern gespachtelt wurde und daher sehr feinkörnig sein musste. Hochfester Feinbeton besteht in der Regel aus einer Körnung von maximal 2 mm, was sich für die Kombination mit technischen Textilien besonders gut eignet. Der Beton für den Stuhl wurde zusätzlich mit Pigmenten gefärbt. Die verwendete Betonmasse ist eine Spezialentwicklung, die in den DFG Sonderforschungsbereichen (SFB 528 und SFB 532) entwickelt wurden.

PAGEL SPEZIAL-BETON, Essen
www.pagel.com
FRASS Fertigungstechnik, Tuchenbach
www.frass-fertigungstechnik.de

Hersteller

MATERIAL

MATERIAL.....

Bei einem Gelege liegen die Fäden plan übereinander und werden an den Kreuzungspunkten fixiert. Die Gelege können auch in einem Epoxidharz getränkt werden, was ihren Beitrag zum Lastabtrag bis in die feinsten Verästelungen verstärkt. Mit den zwei- und dreidimensionalen Gelegen kann die Armierung im Beton zielgerichtet erfolgen, genau dort, wo die Zugkräfte auftreten. So wird mit den textilen Gelegen die Festigkeit von Beton erheblich gesteigert. Die dünnen Gelege müssen auch in viel weniger Betonmasse eingebettet werden, als die dicken Stahlmatten. So können mit Textilbeton sehr dünne Querschnitte von Bauteilen erzielt werden. Wichtig beim Textilbeton ist ein guter Verbund zwischen dem textilen Gelege und der Betonmasse. Deshalb werden beim Textilbeton fließfähige Feinbetone mit sehr feiner Gesteinskörnung (1-2 mm) verwandt.

Lehrstuhl und Institut für Massivbau, RWTH Aachen
www.imb.rwth-aachen.de

Materialforschung

MATERIAL

MATERIAL.....

Dyckerhoff AG; Wiesbaden (Flowstone)
www.dyckerhoff-weiss.de
Villa Rocca, Freiburg (Betonbauer)
www.villarocca.de

Hersteller

MATERIAL

MATERIAL

09

Geformtes Floatglas

Nr.

Material



Aus rund 1.100 Glaspaneelen aus milchweißem geformtem Floatglas (Flachglas) setzen sich die Dächer der Bahnstationen zusammen. Jedes einzelne Element ist ein zweisinnig gekrümmtes Unikat, das jeweils in einer eigenen Negativform aus gebogenen Stahlrohren manuell hergestellt wurde. Diese Individualisierung von Einzelformen und die entsprechende Herstellung einer passgenauen Form ist nur mit Unterstützung des Computers und einem sehr hohen Maß an handwerklicher Fähigkeit möglich. In den Randbereichen der Dächer sind die Biegeradien sehr klein; an den Enden besitzen einige Paneele eine sphärische (kugelförmige) Geometrie. Hier wurden die Möglichkeiten der Glasbiegetechnik zur Gänze ausgereizt. Die Gläser wurden warm verformt, d.h. das ebene Glas wurde auf die gewünschte Form gelegt und in einem Ofen erhitzt. Dabei spielten nicht nur absolute Temperatur, sondern auch Dauer und Verlauf des Erhitzungs- und Abkühlungsprozesses eine sehr große Rolle. Diese Faktoren mussten für jede Scheibe interaktiv ermittelt werden. →



<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
leicht	plastisch	reagibel	flexibel	elastisch	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
belastbar	fest	transparent	porös	nachhaltig	

M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

MATERIAL

10

Sphärisch gebogenes Glas

Nr.

Material



Die Oberlichter der unterirdisch liegenden Ausstellungshalle bestehen aus einem mehrschichtigen, sphärisch verformten Glas. Weltweit erstmals kamen diese kalt gebogenen Verbund-sicherheitsglas-Scheiben (VSG) zum Einsatz. 195 kreisrunde Fenster bringen für den Ausstellungsbetrieb angemessenes Tageslicht ins Souterrain. Bei Durchmessern bis zu 2,50 Meter sind die Scheiben sogar begehrbar. Die Vorkrümmung ist jedoch nicht nur statisch günstig, sondern verhindert auch die Bildung von Wassersäcken.

Bestehend aus drei Lagen Einscheiben-Sicherheitsglas bilden sie das obere Scheibenpaket der horizontalen Isolierverglasung. Unter dem sphärisch gekrümmten Paket folgt ein Scheibenzwischenraum, dann darunter ein weiteres Scheibenpaket aus VSG. Die Scheiben sind in der Mitte um 25 mm gegenüber dem Rand gewölbt. Die Zwischenschicht der VSG-Elemente besteht aus einer relativ steifen SGP-Folie. SGP steht für Sentryglas plus und ist der Produktname einer Verbundfolie der Firma Dupont. Die Folie besteht aus einem thermoplastischen Kunststoff (Ionoplast), der bis zu fünfmal fester und hundertmal steifer als herkömmliche Zwischenschichten aus Polyvinylbutyral (PVB) ist. →



<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
leicht	plastisch	reagibel	flexibel	elastisch	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
belastbar	fest	transparent	porös	nachhaltig	

M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

MATERIAL

11

Glas mit dichromatischer Folie

Nr.

Material



Die farbigen Glaspaneelen, mit denen die Hofseiten des Bürokomplexes La Defense verkleidet sind, sind zunächst einmal einfache Verbundgläser. Auf die Gläser ist eine sogenannte dichromatische Folie aufgebracht. Die Folie umschließt einen Film, der aus bis zu 200 unterschiedlich dicken Schichten besteht. Das einfallende Licht bricht sich an den Grenzen der Schichten und durch die unterschiedlichen Reflexionen entsteht das Farbenspektrum. So wechseln die Hof Fassaden von Gelb nach Blau, von Rot zu Purpur, dann zu Grün und wieder zurück. Der Farbwechsel ist auch vom individuellen Betrachterstandpunkt abhängig.

Diese changierenden, farbigen Gläser wurden für das Gebäude in Almere in einer engen Zusammenarbeit zwischen den Architekten von UN STUDIO, der Wissensplattform für „Material“ innerhalb des Büros und der Firmen 3M entwickelt und werden heute von dem Unternehmen chameleon-Lab in Harlem als Standardprodukt vertrieben. Bezeichnenderweise bezieht sich das Unternehmen in seinem Namen auf das Chamäleon, das seine Hautfarbe in einem fließenden Wechsel den Farbe seiner Umgebung anpassen kann.



<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
leicht	plastisch	reagibel	flexibel	elastisch	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
belastbar	fest	transparent	porös	nachhaltig	

M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

MATERIAL

13

Faserverstärkter Kunststoff (FVK)

Nr.

Material



Die Entwicklung des Kunststoffes beginnt bereits im 19. Jahrhundert. In den 1950er und 1960er Jahren gewinnt das Material Kultstatus aufgrund seiner freien Formbarkeit und seiner farbigen Oberflächenstrukturen. Seine geringe Festigkeit erlaubt aber nur einen begrenzten Einsatz in größeren Architekturen. Erst die Verstärkung der Kunststoffmatrix mit textilen Fasern schafft den Maßstabssprung.

Die Entwicklungen hierzu erfolgten in den letzten Jahrzehnten zunächst in der Raum- und Luftfahrt, im Schiffsbau und der Automobilindustrie und seit einigen Jahren auch im Bereich der Sportgerätehersteller. Aus diesen Bereichen gelangt der faserverstärkte Kunststoff nun auch in die Architektur. Als verstärkende Fasern werden eingesetzt: Glasfasern (GVK), Kohlefasern (CVK) oder Aramidfasern (AVK) in Form von Rovings, Geweben oder Gelegen.

Die 18 Meter hohen, extrem schlanken Rohre für den GS Pavillon auf der koreanischen Expo 2012 bestanden aus kohlefaserverstärktem Kunststoff. Dieser ermöglichte es auch, die Rohre einer ständigen Bewegung auszusetzen.



<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
leicht	plastisch	reagibel	flexibel	elastisch	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
belastbar	fest	transparent	porös	nachhaltig	

M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

MATERIAL

14

Carbonfaserverstärkter Kunststoff (CFK)

Nr.

Material



Die Realisierung der Skulptur „Mae West“, die für die Fernwirkung eine gewisse Größe erforderte und das von der Künstlerin gewünschte filigrane Erscheinungsbild wären in gängigen Materialien - zum Beispiel mit Stahlrohren - nicht möglich gewesen. Erst der Einsatz von carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) in Form der 40 Meter langen Rohre für den oberen Teil ermöglichten die turmartige Skulptur. Kunststoffe weisen eine nur geringe Festigkeit auf, für ihren Einsatz in Gebäuden benötigen sie - wie der Beton - eine Armierung, um Zug- und Druckkräfte aufzunehmen. In diesem Fall wurde die Kunststoff-Matrix mit Kohlefasern verstärkt.

Entwickelt wurden die Rohre durch die Zusammenarbeit des Ingenieurbüros von Werner Sobek, Stuttgart, mit der mit Carbonfasern arbeitenden Firma Carbon-Grossbauteile. Für die Rohre wurden die Carbonfasern in einem speziellen Verfahren gewickelt, so dass der Kraftfluss den Bedingungen im Bauteil angepasst werden kann. Somit konnte das Verhältnis von Biegesteifigkeit und minimalem Baugewicht optimiert werden. Die Rohre wiegen nur 1,1 Tonne und haben eine Wandstärke von 80 cm.



<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
leicht	plastisch	reagibel	flexibel	elastisch	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
belastbar	fest	transparent	porös	nachhaltig	

M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

MATERIAL

15

Carbonfaser

Nr.

Material



Carbonfasern sind industriell hergestellte Fasern aus kohlenstoffhaltigen Ausgangsmaterialien. Eine Kohlenstoff-Faser hat einen Durchmesser von etwa 5-9 Mikrometern (1 Mikrometer = 0,001mm). Üblicherweise werden 1.000 bis 24.000 Einzelfasern - sogenannte Filamente - zu einem Filamentengarn aufgespult.

Die Karbonseile für das Ringseildach der TU Berlin wurden aus 24.000 um einen Kern gewickelten Einzelfasern hergestellt und in Epoxidharz getränkt. Das Harz schützt zum einen die Fasern, zum anderen überträgt es die Kräfte bis in die feinsten Verästelungen der Fasern. Das Harz härtet unter Vakuum aus. Das Vakuum sorgt dafür, dass überschüssiges Harz und Luftbläschen, die sich zwischen den Fasern bilden können, herausgezogen werden.



<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
leicht	plastisch	reagibel	flexibel	elastisch	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
belastbar	fest	transparent	porös	nachhaltig	

M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

MATERIAL

16

Membran aus Glasfaser

Nr.

Material



Die Membran des Kapstädter Stadions besteht aus einem High-Tech-Textil, einem Gewebe aus Glasfasern. Es ist mit PTFE beschichtet: Poly-TetraFluorEthylen schützt das Gewebe vor Witterungseinflüssen, insbesondere Feuchtigkeit. Diese Materialkombination aus hochfestem Gewebe und schmutzresistenter Beschichtung lässt Textilien entstehen, die mindestens 25 Jahre lang halten.

Glasfasern bieten zudem enorme Zugfestigkeiten - vergleichbar mit denen von Stahl - verfügen jedoch nur über 60% des Gewichts. Nur ein fünf Zentimeter breiter Streifen des textilen Fassadenmaterials vom Stadion in Kapstadt ist in der Lage, 500 KG zu tragen.

Das offenmaschige Gewebe erlaubt von innen den Blick auf die umgebende Parklandschaft, während die Fassade von außen - unterstützt durch die Beschichtung der Membran mit silbernen Partikeln - als schimmernde Haut wahrgenommen wird, die tagsüber sensibel das dynamische Lichtspiel Kapstadts widerspiegelt. Nachts entsteht durch die Innenbeleuchtung eine Transparenz, die die Ästhetik der Konstruktion inszeniert. →



<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
leicht	plastisch	reagibel	flexibel	elastisch	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
belastbar	fest	transparent	porös	nachhaltig	

M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

MATERIAL

17

Membran aus ETFE

Nr.

Material



Ethylen-Tetrafluorethylen (ETFE) ist ein Kunststoff mit zwei besonderen Eigenschaften: Er hat ein geringes Eigengewicht und weist eine hohe Licht- und Ultraviolett-Durchlässigkeit auf. Die Folie lässt mehr Licht durch als herkömmliches Fensterglas. ETFE ist außerdem relativ unempfindlich gegenüber aggressiven Chemikalien. Außerordentlich dehnfähig, ist es bei einer Dehnung von 400 Prozent immer noch reißfest.

Aufgrund des äußerst geringen Eigengewichtes und der hohen Festigkeit des Werkstoffs lassen sich große Spannweiten erzielen und lichtdurchflutete Gebäude unterschiedlichster Form entwickeln.

Die Folien finden bislang vor allem Anwendung im Bereich der Sportstätten, zum Beispiel bei der Überdachung von Schwimmbädern wie dem Nationalen Schwimmzentrum Peking, Fußballstadien wie der Allianz Arena in München, aber auch bei Gewächshäusern (Eden Project).



<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
leicht	plastisch	reagibel	flexibel	elastisch	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
belastbar	fest	transparent	porös	nachhaltig	

M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

MATERIAL.....

Hersteller..... MATERIAL

MATERIAL.....

chameleonLab, Haarlem
www.chameleonlab.nl
Hersteller..... MATERIAL

MATERIAL.....

Ohne diese spezielle Verbindung würden die Elemente in den ursprünglichen Verformungszustand (keine Krümmung) zurückfedern.

Die Oberlichter sind mit integrierten LEDs und Sonnenschutzvorrichtungen ausgestattet.

seele sedak GmbH & Co. KG, Gersthofen
www.seele.com
Hersteller..... MATERIAL

MATERIAL.....

Die Glaselemente sind an der Unterseite mit einer hellgrünen, lichtundurchlässigen Beschichtung versehen, mit der beim Bruch einer Scheibe die Resttragfähigkeit gewährleistet wird. Ferner ermöglicht die lichtundurchlässige Beschichtung die an Gletschereis erinnernde Anmutung der Glasscheiben.

Hersteller..... MATERIAL

MATERIAL.....

Vector Foiltec GmbH, Bremen
www.vector-foiltec.com
Texlon HSPGmbH, Giswil
www.texlon.ch
Hersteller..... MATERIAL

MATERIAL.....

Membranen haben sich seit den ersten Entwicklungen durch Frei Otto Ende der 50er Jahre als hocheffizientes, innovatives Baumaterial etabliert, deren Faszination in der Kombination von enormer Leichtigkeit und großen Spannweiten besteht. Durch die Möglichkeit zu unterschiedlichsten Krümmungen besitzen Membranen eine vollkommen eigene Formensprache, während durch die hohe Lichtdurchlässigkeit helle und freundliche Räume entstehen. Membranen, die sich also hauchdünn spannen lassen und damit die Schwere einer Wand auflösen, sind ein Traum von Ingenieuren und Architekten seit dem 20. Jahrhundert.

Versaidag Indutex GmbH, Krefeld
www.verseidag.de
Hersteller..... MATERIAL

MATERIAL.....

SGL Group - The Carbon Company
www.sglgroup.com
Hersteller..... MATERIAL

MATERIAL.....

CGB CARBON-GROSSBAUTEILE GMBH, Wallerstein
www.carbon-grossbauteile.com
Hersteller..... MATERIAL

MATERIAL

18

Membran
Material

Neben der Membran-Dachhaut des Eisstadions in Inzell sind drei weitere Membranen zum Einsatz gekommen:

Die Dach-Fachwerkkonstruktion aus Holz und Stahl ist raumseitig mit einer Innenmembran von 22.000 Quadratmetern Gesamtfläche ausgekleidet. Sie hat die Funktion eines textilen Kälteschirms. Sie besteht aus einem einlagigen, metallisch beschichteten Silikon-Glasfaser-Gewebe. Die Zusammensetzung dieser Low-E-Membran wirkt wie ein Kälteschirm zur Vermeidung der Auskühlung der innenliegenden Holzoberflächen.

Die Verkleidung der Traufe erfolgte mit einer einlagigen PVC-PES Membrane, die einen Witterschutz für die Holzkonstruktion bietet.

Die großen Fenster-Öffnungen im Dach sind mit sehr lichtdurchlässigen, dreilagigen ETFE-Kissen verschlossen und dienen dem Eis als Wärmeschutz. Die Folge: Eine direkte Besonnung der Eisfläche wird ausgeschlossen. Bekannt geworden sind die ETFE-Kissen durch die Fassade der Münchener Allianz-Arena. →



<input checked="" type="checkbox"/>	leicht	<input checked="" type="checkbox"/>	plastisch	<input type="checkbox"/>	reagibel	<input checked="" type="checkbox"/>	flexibel	<input checked="" type="checkbox"/>	elastisch
<input type="checkbox"/>	belastbar	<input type="checkbox"/>	fest	<input checked="" type="checkbox"/>	transparent	<input type="checkbox"/>	porös	<input checked="" type="checkbox"/>	nachhaltig

M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

MATERIAL

19

Holz
Material

Die großen, konisch geformten Elemente des HygroSkin Pavillon wurden aus Birkensperrholz gefertigt, einem Material aus mehreren Lagen verleimter Birkenfurniere.

Die hygroskopischen Elemente allerdings sind aus Ahornholz. Ahornholz weist mit ca. 8% gegenüber anderen Holzarten einen hohen Ausdehnungskoeffizienten auf. Diese Eigenschaft des Holzes ist wichtig für das selbständige Öffnen und Schließen der Elemente. Das Ahornholz nimmt - wie jedes Holz - Feuchtigkeit aus der Luft auf und dehnt sich dadurch aus, so schließen sich die Elemente. Bei Trockenheit gibt das Holz die Feuchtigkeit wieder ab, es schrumpft, und so öffnen sich die Elemente.

Ahornholz ist ferner pilzresistent, das ist bei dem Pavillon wichtig, da das Holz an der Außenseite unbehandelt den Witterungseinflüssen ausgesetzt ist. Die hygroskopischen Elemente wirken auch als Schmuckelemente in der Mitte der einzelnen Paneelen. Ahornholz hat eine sehr gleichmäßige Maserung, was den ästhetischen Anspruch der Elemente unterstreicht.



<input type="checkbox"/>	leicht	<input type="checkbox"/>	plastisch	<input checked="" type="checkbox"/>	reagibel	<input type="checkbox"/>	flexibel	<input checked="" type="checkbox"/>	elastisch
<input type="checkbox"/>	belastbar	<input checked="" type="checkbox"/>	fest	<input type="checkbox"/>	transparent	<input type="checkbox"/>	porös	<input checked="" type="checkbox"/>	nachhaltig

M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

MATERIAL

20

Dielectric Elastomere
(Homostatic Facade System)

„Dielectric elastomers“, also nicht leitfähiges, elastisches Material ist einer der Bestandteile dieses Systems. Das elastische Material ummantelt einen polymeren, biegsamen Materialkern. Wie ein künstlicher Muskel kann sich nun das elastische Material durch unterschiedliche Licht- und Wärmeverhältnisse ausdehnen oder zusammenziehen. Das bewirkt, dass sich der polymere Kern verformt. Wenn also Sonnenlicht das Gebäude erwärmt, dehnt sich der Materialkomplex aus und verschattet das Innere. Bei wenig Sonne zieht sich das Material zusammen und lässt mehr warmes Licht ins Innere.

Inspiziert durch biologische Systeme reguliert das Fassadensystem in Reaktion auf die Umgebungstemperatur selbsttätig das Klima im Hausinneren.



<input type="checkbox"/>	leicht	<input checked="" type="checkbox"/>	plastisch	<input checked="" type="checkbox"/>	reagibel	<input type="checkbox"/>	flexibel	<input checked="" type="checkbox"/>	elastisch
<input type="checkbox"/>	belastbar	<input type="checkbox"/>	fest	<input type="checkbox"/>	transparent	<input type="checkbox"/>	porös	<input checked="" type="checkbox"/>	nachhaltig

M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

MATERIAL

21

nano Titandioxid
(Prosolve 370)

Das aus zwei Grundmodulen zusammengesetzte Fassadensystem ist mit nano Titandioxid beschichtet. Schon wenig Sonneneinstrahlung reicht aus, damit eine fotokatalytische Reaktion auf der Oberfläche der Module ausgelöst wird. Das Titandioxid wirkt als Katalysator für die Umwandlung von giftigen Stickoxiden und anderen Umweltgiften in ungefährliches Wasser, geringe Mengen Kohlendioxid und Kalziumkarbonat. Die Gestaltung der Module erzeugt gezielt Luftturbulenzen. Der Kontakt mit umzuwandelnden Stoffen und ambientem UV-Licht wird so erhöht und damit auch die Effektivität der Katalyse. In der Nähe von Schadstoffquellen platziert, können die Module zur Verbesserung der Luftqualität beitragen.



<input type="checkbox"/>	leicht	<input type="checkbox"/>	plastisch	<input checked="" type="checkbox"/>	reagibel	<input type="checkbox"/>	flexibel	<input type="checkbox"/>	elastisch
<input type="checkbox"/>	belastbar	<input type="checkbox"/>	fest	<input type="checkbox"/>	transparent	<input type="checkbox"/>	porös	<input checked="" type="checkbox"/>	nachhaltig

M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

MATERIAL

22

Phase Chance Material
(PCM)
Material

Phase Chance Materialien sind Materialien, die große Mengen von Wärme durch den Wechsel des Aggregatzustands, zumeist von fest zu flüssig, speichern und bei einem erneuten Wechsel des Aggregatzustandes auch wieder freisetzen. Diese Materialien befinden sich ständig an der Grenze zwischen zwei Aggregatzuständen und können so thermische Energie verlustarm und mit vielen Wiederholungszyklen aufnehmen und wieder abgeben: Die Speichermedien schmelzen bei höheren Temperaturen und nehmen die Wärmeenergie auf. Sinken die Außentemperaturen, wird die Erstarrungswärme an die Umgebung abgegeben. Durch den Phasenwechsel kann ein Vielfaches mehr an Wärme gespeichert werden, als bei herkömmlichen Speichermedien

An und in Gebäuden kommen Materialien zum Einsatz, deren Schmelzpunkte im Bereich der Raumtemperaturen liegen, so zum Beispiel Paraffine oder Salzhydrate, die dann verkapselt werden. Bei den Vorhängen für das IBA Haus wurde das verkapselte PCM in einer polymeren Hülle sicher eingeschlossen (Thermocules™). →



<input checked="" type="checkbox"/>	leicht	<input type="checkbox"/>	plastisch	<input checked="" type="checkbox"/>	reagibel	<input type="checkbox"/>	flexibel	<input type="checkbox"/>	elastisch
<input checked="" type="checkbox"/>	belastbar	<input type="checkbox"/>	fest	<input type="checkbox"/>	transparent	<input type="checkbox"/>	porös	<input checked="" type="checkbox"/>	nachhaltig

M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

MATERIAL

24

Pflanzen
Material

Die Selbstbildungs-, Selbstreparatur- und Selbstoptimierungsprozesse lebender Pflanzen werden für wachsende Bauteile genutzt. Die Wachstumsregeln der Pflanzen bilden die Grundlage für Entwurf und Konstruktion des Bauwerks. Diesen neuen Ansatz bezeichnet man als „Baubotanik“. Dazu wird seit 2004 am Institut für Grundlagen Moderner Architektur (IGMA) der Universität Stuttgart geforscht. Mittels temporärer Hilfskonstruktionen werden Pflanzen mit technischen Bauteilen so verbunden, dass sie im Laufe ihres Wachstums zum einen durch „Überwallung“, sprich Verbindung mit den verbleibenden Bauteilen, zum anderen durch „Verwachsungen“ eine selbsttragende Struktur ausbilden.

„Baubotanische Tragstrukturen sind aus ingenieurwissenschaftlicher Perspektive als ‚Systeme im Werden‘ zu verstehen.“ (Hannes Schwertfeger, Bureau Baubotanik). →



<input type="checkbox"/>	leicht	<input type="checkbox"/>	plastisch	<input checked="" type="checkbox"/>	reagibel	<input checked="" type="checkbox"/>	flexibel	<input type="checkbox"/>	elastisch
<input checked="" type="checkbox"/>	belastbar	<input type="checkbox"/>	fest	<input type="checkbox"/>	transparent	<input type="checkbox"/>	porös	<input checked="" type="checkbox"/>	nachhaltig

M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

MATERIAL

25

Pflanzen
Material

Die Selbstbildungs-, Selbstreparatur- und Selbstoptimierungsprozesse lebender Pflanzen werden für wachsende Bauteile genutzt. Die Wachstumsregeln der Pflanzen bilden die Grundlage für Entwurf und Konstruktion des Bauwerks. Diesen neuen Ansatz bezeichnet man als „Baubotanik“. Dazu wird seit 2004 am Institut für Grundlagen Moderner Architektur (IGMA) der Universität Stuttgart geforscht. Mittels temporärer Hilfskonstruktionen werden Pflanzen mit technischen Bauteilen so verbunden, dass sie im Laufe ihres Wachstums zum einen durch „Überwallung“, sprich Verbindung mit den verbleibenden Bauteilen, zum anderen durch „Verwachsungen“ eine selbsttragende Struktur ausbilden.

„Baubotanische Tragstrukturen sind aus ingenieurwissenschaftlicher Perspektive als ‚Systeme im Werden‘ zu verstehen.“ (Hannes Schwertfeger, Bureau Baubotanik). →



<input type="checkbox"/>	leicht	<input type="checkbox"/>	plastisch	<input checked="" type="checkbox"/>	reagibel	<input checked="" type="checkbox"/>	flexibel	<input type="checkbox"/>	elastisch
<input checked="" type="checkbox"/>	belastbar	<input type="checkbox"/>	fest	<input type="checkbox"/>	transparent	<input type="checkbox"/>	porös	<input checked="" type="checkbox"/>	nachhaltig

M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

MATERIAL

26

Organische Photovoltaik
Material

Die bisher gängigen Solarzellen basieren auf Silizium. Dieses ist unbegrenzt verfügbar. Problematischer hinsichtlich der Materialökonomie, des Ressourcenverbrauchs und der Umweltverträglichkeit sind allerdings die weiteren Materialien wie Indium, Gallium, Tellur und Selen, die bei den herkömmlichen Solarzellen gebraucht werden. Ferner wird für die Herstellung der Solarzellen sehr viel Energie verbraucht. Zukunftsweisender verspricht die sogenannte organische Solartechnologie (OPV) zu sein. Diese Verfahren sind sehr viel umweltschonender, und die Produkte sind recycelbar.

Die organische Photovoltaik basiert auf Farbstoffen. Sie macht sich die pflanzliche Photosynthese zu eigen, umso Strom zu erzeugen. Mit Hilfe des Chlorophylls, dem grünen Farbstoff, speichern Pflanzen Sonnenenergie und setzen einen chemischen Prozess in Gang, bei dem Kohlendioxid und Wasser in Zucker und Sauerstoff umgewandelt werden. Die lichtsammelnden Moleküle des Chlorophylls sind in den Zellen der Blattpflanzen in Größen von Nanometern bis Mikrometern angeordnet.



<input checked="" type="checkbox"/>	leicht	<input type="checkbox"/>	plastisch	<input checked="" type="checkbox"/>	reagibel	<input checked="" type="checkbox"/>	flexibel	<input type="checkbox"/>	elastisch
<input checked="" type="checkbox"/>	belastbar	<input type="checkbox"/>	fest	<input type="checkbox"/>	transparent	<input type="checkbox"/>	porös	<input checked="" type="checkbox"/>	nachhaltig

M:AI

Eigenschaften

MATERIAL



MATERIAL.....

Elegant Embellishments, Berlin
www.elegantembellishments.net

Hersteller

MATERIAL.....



MATERIAL.....

Decker Yeadon LLC
www.deckeryeadon.com

Hersteller

MATERIAL.....



MATERIAL.....

Institut für Computerbasiertes Entwerfen,
Universität Stuttgart
www.icd.uni-stuttgart.de

Materialforschung

MATERIAL.....



MATERIAL.....

Diese Konstruktion mit drei verschiedenen Membranen hat einen nachhaltigen Effekt: Sie sorgt für ein stabiles Innenklima mit einer sehr schnellen Eisbahn - und das bei gleichzeitiger Reduzierung von Kälte- und Wärmezufuhr und damit der Reduzierung des Strombedarfs.

Temme Obermeier GmbH
www.to-experts.com

Hersteller

PVC-PES Membran des Dachrandes: Ferrari Pre-contraint 902S2,
ETFE der Dachgauben-Kissen: Nowofol ET 6235,
Low-E-Membran: Ferrari Soltis SK20

Produkte

MATERIAL.....



MATERIAL.....

Heliatec, Dresden
www.heliatec.com
Belectric, Nürnberg
www.belectric.com

Hersteller

MATERIAL.....



MATERIAL.....

Baubotanische Bauwerke können Parks und Landschaftsräume bereichern. In der Stadt werden durch sie auf kleinsten Flächen Erholungsräume geschaffen, die auch zur Verbesserung des Klimas beitragen. „Die Baubotanik ermöglicht eine Lebensform, die unter dem gärtnerischen Einsatz unseres Körpers ein Dasein in „Naturräumen“ erlaubt, worin sich die Erfahrung moderner Technik und das Erlebnis von Natur durchdringen.“ (Gerd de Bruyn, IGMA, Stuttgart).

Institut für Grundlagen Moderner Architektur
der Universität Stuttgart
www.baubotanik.org

Materialforschung

MATERIAL.....



MATERIAL.....

Baubotanische Bauwerke können Parks und Landschaftsräume bereichern. In der Stadt werden durch sie auf kleinsten Flächen Erholungsräume geschaffen, die auch zur Verbesserung des Klimas beitragen. „Die Baubotanik ermöglicht eine Lebensform, die unter dem gärtnerischen Einsatz unseres Körpers ein Dasein in „Naturräumen“ erlaubt, worin sich die Erfahrung moderner Technik und das Erlebnis von Natur durchdringen.“ (Gerd de Bruyn, IGMA, Stuttgart).

Bureau Baubotanik, Stuttgart
www.bureau-baubotanik.de

Materialforschung

MATERIAL.....



MATERIAL.....

Textilien aus Phasenwechselmaterial wurden ursprünglich für die NASA entwickelt, um die Astronauten vor Temperaturschwankungen im Weltall zu schützen. Im Bekleidungsbereich werden sie schon vielfach verwendet und finden jetzt ihren Weg in die Architektur.

Outlast, Heidenheim
www.outlast.com

Hersteller

MATERIAL.....

MATERIAL

27

Organische Photovoltaik
Material

Die bisher gängigen Solarzellen basieren auf Silizium. Dieses ist unbegrenzt verfügbar. Problematischer hinsichtlich der Materialökonomie, des Ressourcenverbrauchs und der Umweltverträglichkeit sind allerdings die weiteren Materialien wie Indium, Gallium, Tellur und Selen, die bei den herkömmlichen Solarzellen gebraucht werden. Ferner wird für die Herstellung der Solarzellen sehr viel Energie verbraucht. Zukunftsweisender verspricht die sogenannte organische Solartechnologie (OPV) zu sein. Diese Verfahren sind sehr viel umweltschonender, und die Produkte sind recycelbar.

Die organische Photovoltaik basiert auf Farbstoffen. Sie macht sich die pflanzliche Photosynthese zu eigen, umso Strom zu erzeugen. Mit Hilfe des Chlorophylls, dem grünen Farbstoff, speichern Pflanzen Sonnenenergie und setzen einen chemischen Prozess in Gang, bei dem Kohlendioxid und Wasser in Zucker und Sauerstoff umgewandelt werden. Die lichtsammelnden Moleküle des Chlorophylls sind in den Zellen der Blattpflanzen in Größen von Nanometern bis Mikrometern angeordnet.



<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
leicht	plastisch	reagibel	flexibel	elastisch	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
belastbar	fest	transparent	porös	nachhaltig	

M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

MATERIAL

12

Carbonfaser
Material

Carbonfasern sind industriell hergestellte Fasern aus kohlenstoffhaltigen Ausgangsmaterialien. Diese werden durch eine Pyrolyse - eine chemische Spaltung organischer Verbindungen durch hohe Temperaturen (bis zu 1500 Grad) - isoliert.

Eine Carbonfaser hat einen Durchmesser von etwa 6 Tausendstel Millimetern. Üblicherweise werden 1.000 bis 24.000 Einzelfasern zu einem Garn, dem sogenannten Roving zusammengefasst. Daraus werden zumeist textile Strukturen gefertigt, so genannte Gelege. Bei den Gelegen liegen die Fasern plan übereinander und werden an den Kreuzungspunkten befestigt.

Die Carbonfasern werden überwiegend zur Herstellung von kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK = Carbonfaserverstärkter Kunststoff) benutzt. Carbongelege werden aber auch immer häufiger zur Armierung von Beton eingesetzt.

Kohlenstofffasern zeichnen durch extreme Festigkeiten bei sehr geringem Gewicht aus. Sie kommen daher vor allem in der Luft- und Raumfahrt sowie bei Sportgeräten zum Einsatz.



<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
leicht	plastisch	reagibel	flexibel	elastisch	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
belastbar	fest	transparent	porös	nachhaltig	

M:AI

Eigenschaften

MATERIAL

MATERIAL

28

Titan
Material

Benannt wurde dieses Metall nach dem griechischen Gott Titan, dem Gott der Erde mit gigantischer Kraft. Denn dieses Material weist extreme Festigkeit bei gleicher Leichtigkeit auf sowie Korrosionsbeständigkeit auf.

Bereits Ende des 18. Jahrhunderts wurde das Titan entdeckt - im Zusammenhang mit einem Oxyd. Fortan wurde daran gearbeitet, reines Titan herzustellen. Die erste kommerzielle Herstellung erfolgte 1946, 1950 startete die erste industrielle Titanproduktion in den USA.

Hauptausgangsmaterial für das Titan ist das Rutil - ein pudriges, sandiges Material, das Titanoxyd enthält und an vielen Stränden zu finden ist. Über ein chemisches Verfahren wird daraus zunächst ein Titanschwamm als Rohstoff hergestellt. Unter Vakuum wird er mit einem Lichtbogen beschossen, das reine Titan schmilzt ab. Durch Hinzulegieren von z.B. Aluminium oder Palladium können die mechanischen oder korrosiven Eigenschaften verbessert werden. →



<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
leicht	plastisch	reagibel	flexibel	elastisch	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
belastbar	fest	transparent	porös	nachhaltig	

M:AI

Eigenschaften

MATERIAL



MATERIAL

So ist Titan gefragtes Material in der Luft- und Raumfahrt, in der Offshore-Technik, beim Flugzeug- und Schiffsbau. Hochbelastete Teile des Flugzeugrumpfes oder salzwasserbeständige Propellerwellen bei Schiffen werden mit Hilfe von Titan gebaut. Aber auch in der Medizin wird Titan eingesetzt: Knochennägel, Hüftgelenkprothesen, Zahnersatz - das Material bietet biologische Kompatibilität mit dem menschlichen Körper. In der Architektur und Kunst wird Titan wegen seiner eigenen Schönheit mit eigenem Farbspiel geschätzt, außerdem ist es durch seine Korrosionsbeständigkeit unverwüstbar. Es ist in seiner reinen Form als Metall recyclebar.

Lummel GmbH & Co. KG, Karlstadt
www.lummel.de

Hersteller

MATERIAL



MATERIAL

Institut für Computerbasiertes Entwerfen,
Universität Stuttgart
www.icd.uni-stuttgart.de

Materialforschung

MATERIAL



MATERIAL

Belectric, Nürnberg
www.belectric.com

Hersteller

MATERIAL