

EIN BAUSTOFF MACHT KARRIERE

Glasfaserbeton – Die Zukunft hat schon begonnen

von Dipl.-Ing. Thomas Friedrich, Novacret AG, Zürich, Schweiz

Glasfaserbeton reiht sich ein in die vielfältigen Möglichkeiten eines leistungsfähigen Baustoffs aus Zement. Ausgangsstoff ist die bekannte Mischung aus Zement, Zuschlag und Wasser, welche den Baustoff Beton ausmacht. In den Anfängen des mit Stahl bewehrten Betons sprach man gemäß dem Herkunftsland seiner Erfindung von „Beton armé“. Im deutschen Sprachgebrauch hat sich der Begriff des Stahlbetons beziehungsweise Spannbetons etabliert, wenn man von einem mit Stahl bewehrten Beton spricht.

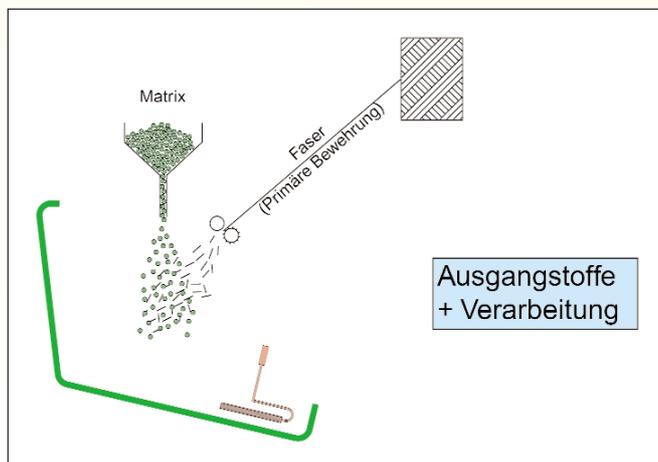
Selbst wenn der Stahl- und Spannbeton heutzutage den größten Anwendungsbereich ausmacht, entspricht dieser Begriff nicht den ganzen Möglichkeiten des Baustoffs Beton. Somit versucht man heutzutage mit dem Begriff des Konstruktionsbetons (Structural Concrete) den Möglichkeiten dieses überragenden Baustoffs gerecht zu werden. Der Begriff des Konstruktionsbetons umfasst auch andere Bewehrungsmöglichkeiten als mit schlaffen oder vorgespanntem Stahl. Dazu zählt auch die Bewehrung mit Fasern, sei es aus Stahl, Kunststoff, Glas, Karbon und weitere. Eine Besonderheit stellt der Glasfaserbeton dar, der bereits seit langem einen erfolgreichen Platz für spezielle Bauteile eingenommen hat. Interessanterweise ist seine Entstehung nicht mit der in den vergangenen Jahren aktuellen Fasereuphorie einhergegangen.

Der Glasfaserbeton (GFB) hat seinen Ursprung in der nahezu analogen Herstelltechnik eines glasfaserverstärkten Kunststoffes (GFK). Die Freude am Experimentieren hat dazu geführt, Kunststoffe durch den weltweit günstigsten und überall verfügbaren Klebstoff Zement zu ersetzen. Der Vorgehensweise war anfänglich nur ein geringer Erfolg beschieden, da die für den Kunststoff gebräuchlichen Glasfasern innerhalb der alkalischen Umgebung des Zements keine dauerhafte Wirkung entfalten konnten. Erst die Entwicklung so genannter alkaliresistenter Glasfasern ermöglichte eine dauerhafte Bewehrung innerhalb des zementgebundenen Baustoffs.

Traditioneller Glasfaserbeton – Baustoff und Verarbeitungstechnik

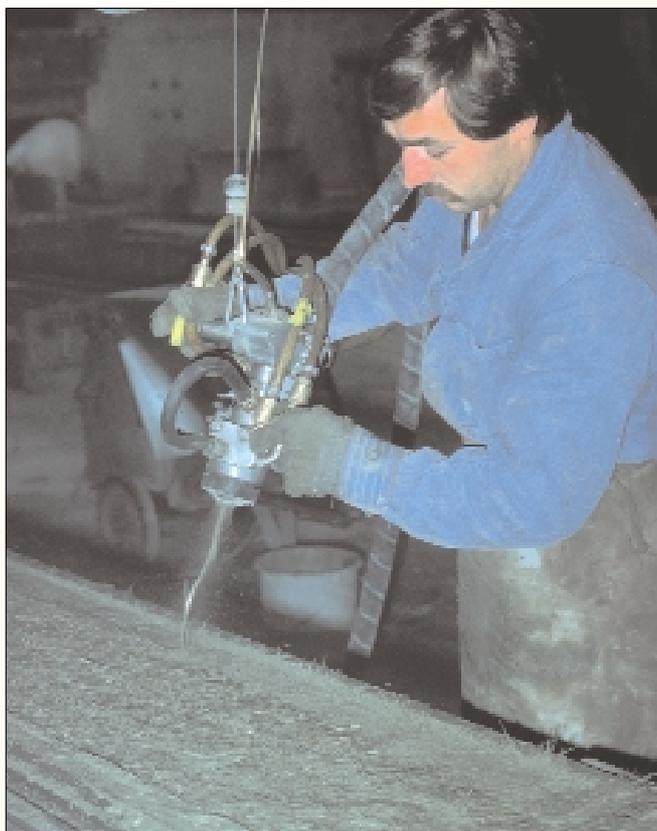
Gemäß seiner Entstehung beschreibt der Begriff des traditionellen „Glasfaserbetons“ nicht nur den mit Glasfasern bewehrten Baustoff, sondern umfasst gleichzeitig die zugehörige Verarbeitung, die Spritztechnik. Üblicherweise formuliert man vorgängig den Baustoff mit seinen geforderten Eigenschaften und entscheidet sich dann für die der Herstellung des Produktes adäquate Verarbeitungstechnik. Nicht so bei dem traditionellen Glasfaserbeton, denn hier ist der Baustoff und die Verarbeitungstechnik ein miteinander eng verknüpfter Begriff.

Die Ausgangsstoffe bestehen aus einem feinkörnigen Mörtel mit hohem Anteil an Zement und den alkaliresistenten Glasfasern als Kurzfasern. Um mit den kurzen Faserabschnitten (Länge ca. 25 bis 50 mm) eine ausreichende und kontinuierliche Bewehrung für das Produkt sicherzustellen, muss ein hoher Anteil davon in



(Bild 1) Einbau eines traditionellen Glasfaserbetons.

die Matrix aus Zement, Zuschlag und Wasser eingebunden werden. Das jedoch lässt sich nicht durch eine Zugabe in den Mischer zusammen mit den übrigen Ausgangsstoffen erreichen. Vielmehr muss die Matrix parallel mit einem Strom von geschnittenen Fasern in die Form gespritzt werden. Nur so ist die hohe Konzentration an Glasfasern von ca. 5 Volumen-Prozent an der Gesamt-mischung erst möglich.



(Bild 2) Manuelle Verarbeitungstechnik durch Führen des Spritzkopfes.



(Bild 3) Verdichten der einzelnen Lagen der Matrix und Glasfasern.

Spezielle Gerätschaften für die Förderung der Matrix und für die gleichzeitige Häckselung der Glasfasern sind erforderlich. Die Matrix wird über eine Pumpe dem Spritzkopf zugeführt. Das im Spritzkopf eingebaute Schneidwerkzeug zerkleinert den zugeführten Roving. Beide Ausgangsstoffe werden über Luftdruck parallel in die Schalung gespritzt. Diese Technik bedingt die manuelle Führung des Spritzkopfes.

Durch das Einbringen der Matrix und der Glasfasern in dünnen Lagen, ist eine zweidimensionale Verteilung (die optimale Bewehrung bei dünnen, plattenförmigen Bauteilen) der Glasfasern gewährleistet. Bedingt durch den schichtenförmigen Aufbau des Querschnitts muss jede Schicht entsprechend verdichtet werden.

Die einzelnen Vorgänge erfordern eine intensive manuelle Tätigkeit. Das Ergebnis ist zudem von der Fertigkeit des Spritzkopfführers abhängig. Diese Technik hat in der heutigen Zeit zwei entscheidende Nachteile, der hohe Anteil an Lohnkosten und die mit dem hohen Anteil an Glasfasern verbundenen Materialkosten. Aus diesem Grund bleibt die traditionelle Glasfaserbetontechnik heutzutage nur noch speziellen Produkten, meist solchen mit aufwändiger Geometrie vorbehalten. Dies sind nicht die Massenprodukte, sondern individuelle, mit handwerklicher Geschicklichkeit hergestellte Einzelanfertigungen. Unter diesem Aspekt hat für den traditionellen Glasfaserbeton keine Zukunft begonnen, im Gegenteil man bewegt sich mit dieser Technik im traditionellen Handwerklichen mit einer ausgeprägten Prototypenfertigung. Dennoch, es wird auch dabei verschiedene, individuell gefertigte Produkte geben. Dazu zählen dreidimensional geformte Fassadenelemente, Dekorationsbauteile und die Abbildungen von natürlichen Geometrien und Oberflächen. Ein attraktives Beispiel hierfür sind die künstlichen Kletterwände, die der natürlichen Oberfläche eines Felsens nachgebildet sind.



(Bild 4) Kletterwand mit abgebildeter Felsstruktur aus Glasfaserbeton.

Verarbeitungstechniken für Glasfaserbeton wie für Normalbeton

Die enge Verknüpfung des Baustoffs Glasfaserbeton mit der speziellen Verarbeitungstechnik des parallelen Spritzen von Matrix und Glasfasern lässt wenig Spielraum für weitere vom Normalbeton her bekannte Verarbeitungstechniken. Es muss gelingen, die Matrix separat herzustellen und die Bewehrung aus alkaliresistenten Glasfasern auf anderem Wege als durch gleichzeitiges Spritzen in das Produkt einzubauen. Dann lässt sich der Feinbeton wie der übliche zum Beispiel mit Stahl bewehrte Beton verarbeiten. Die gesamte Palette der Verarbeitungstechniken steht dann auch für den Glasfaserbeton zur Verfügung.

Glasfaserbeton als Fünf-Stoff-System

Aus den Anfängen des Betons mit den Bestandteilen Zement, Zuschlag und Wasser ist heutzutage ein leistungsfähiger Baustoff mit einer großen Bandbreite von Variationen der Einzelbestandteile geworden. Die Erweiterung der drei Ausgangsstoffe um die beiden Komponenten Zusatzstoffe und Zusatzmittel macht den Baustoff zu dem heutigen Fünf-Stoff-System mit seiner großen Leistungsfähigkeit. Es gelingt heute unter Verwendung von verschiedenen Zusatzstoffen und neusten Zusatzmitteln den Baustoff Beton derart zu optimieren, dass er nahezu allen Anforderungen wie zum Beispiel Festigkeit, Dauerhaftigkeit und auch der Verarbeitbarkeit gerecht wird. Fasern als Zusatzstoffe übernehmen zum Beispiel wichtige Aufgaben in Bezug auf die Festigkeiten im jungen, grünen und erhärteten Zustand. Sie sind somit in der Lage, den Herstellprozess, das Erstarrungs- bzw. Erhärungsverhalten und die Endfestigkeit maßgebend zu beeinflussen.

Matrix	<ul style="list-style-type: none"> • Zement
	<ul style="list-style-type: none"> • Zugabe Wasser
	<ul style="list-style-type: none"> • Zusatzstoffe <ul style="list-style-type: none"> - Flugasche, Trass, Silica-Staub - Gesteinsmehl - Pigmente, Kunststoff (-Dispersion) - Fasern (Stahl-, Glas-, Kunststoff-)
	<ul style="list-style-type: none"> • Zusatzmittel
Korngerüst	<ul style="list-style-type: none"> • Zuschlag Gesteinskörnung

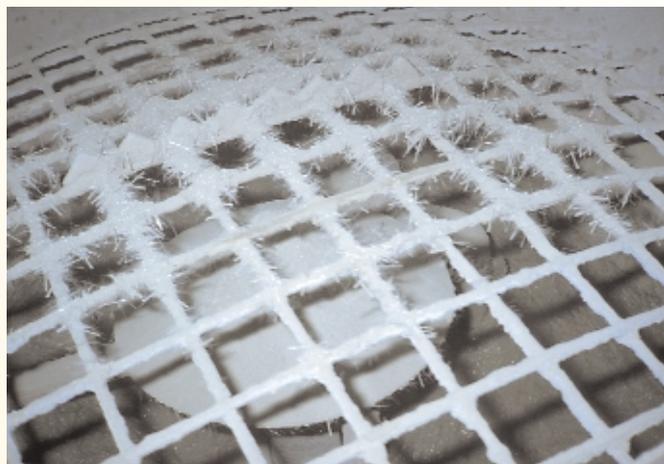
(Bild 5) Beton als 5-Stoff-System.

Weil die Fasern der trockenen Materialmischung oder dem frischen Beton direkt beigegeben werden, ist die Zugabemenge aus verarbeitungstechnischen Gründen begrenzt. Bei der Verwendung von Glasfasern lassen sich maximal bis 2.5 Vol% beigegeben. Je nach Anforderung an die Festigkeit des damit herzustellenden Produkts kann dieses Faservolumen bereits ausreichend sein. Andernfalls ist mit einer zusätzlichen Bewehrung die geforderte Festigkeit zu sichern.

Entsprechend dem Spektrum der heutigen zementgebundenen Baustoffe lassen sich nahezu für jede Anwendung Mischungen optimieren und bereits vorgemischt anliefern. Diese Vorgehensweise empfiehlt sich zwingend, wenn spezielle Mörtelsorten für gezielte Anwendungen (zum Beispiel zementgebundene Brandschutzmörtel) aus mehreren Komponenten bestehen. Vorgemischt angeliefert werden sie nur durch die Wasserzugabe in den gewünschten Frischbeton verwandelt.

Textile Bewehrung aus alkaliresistenten Glasfasern

Mit dem Verzicht auf die hohe Konzentration von AR-Glasfasern als geschnittene Fasern muss die Verstärkung der Matrix auf andere Art und Weise gesichert werden. Diesen Part übernehmen nunmehr wie bei der metallischen Bewehrung einzelne Stränge in Form von Rovings oder gar textile Flächengebilde bestehend aus Geweben bzw. Gelegen.



(Bild 6) Trockenmischung mit beigefügten AR-Glasfasern.



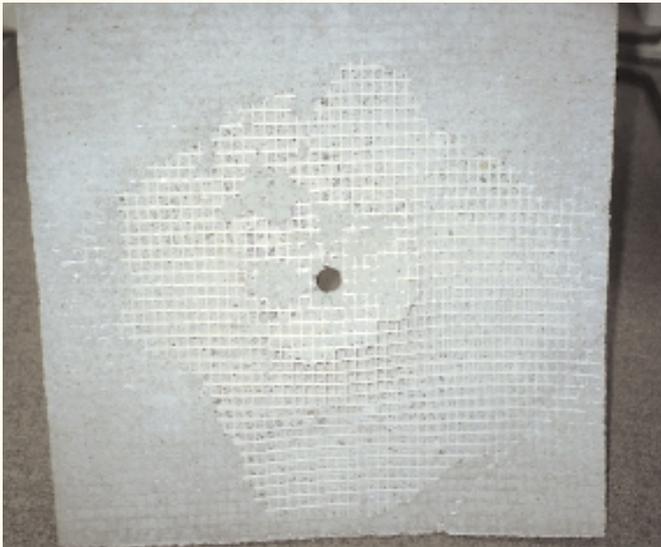
(Bild 7) Glasfaserrovinge als Bewehrungstränge innerhalb einer Platte.

Oberflächennah innerhalb des dünnen Querschnitts positioniert, übernehmen sie die dort vorhandenen Zugkräfte und bilden mit den Druckkräften des Betons ein Gleichgewicht. Durch die gerichtete und kontinuierliche Bewehrungseinlage kann den Beanspruchungen optimal entsprochen werden. Im Gegensatz zu der beim Spritzvorgang über den ganzen Querschnitt verteilten Kurzfaserbewehrung kann die in den Randfasern an optimaler Stelle positionierte textile Bewehrung auf die maximalen Zugkräfte ausgelegt werden. Die Tragwirkung einer dünnen Platte kann bereits mit einer geringen Lage aus textiler Bewehrung gesteigert werden und zu einem duktilen Bruchverhalten führen.

Damit lässt sich auch der volumenmäßige Anteil der Glasfasern in nicht unerheblichem Maße reduzieren.



(Bild 8) Textile Flächengebilde: zum Beispiel multiaxiales Gelege.



(Bild 9) Duktiler Bruchverhalten einer dünnen Betonplatte mit textiler Bewehrung.

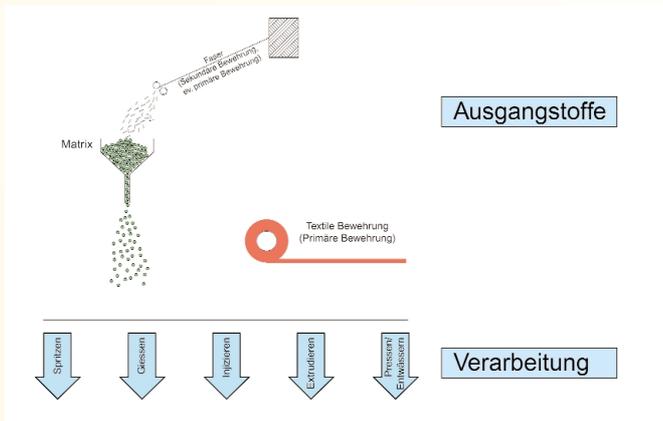
Betrachtet man den Glasfaserbeton nicht mehr nur in seiner ursprünglichen Ausprägung, sondern entkoppelt Materialherstellung und Verarbeitung, eröffnen sich unzählige Produktionsmöglichkeiten, ein entsprechendes Produkt rationell und nach industriellem Standard zu fertigen. Wie eingangs erwähnt, wird der Baustoff vorgängig entsprechend den geforderten Eigenschaften optimiert, und anschließend das Produkt mit der ihm angepassten Verarbeitungstechnik hergestellt.

Produktions- bzw. Verarbeitungstechniken für Glasfaserbeton

Mit der Entkopplung von Baustoff und zugehöriger Produktionstechnik durch die vorgenannte Vorgehensweise, wird Glasfaserbeton von der Verarbeitung her einem normalen Beton vergleichbar. Nachstehend werden einige Verarbeitungstechniken aufgezeigt, um damit exemplarisch die verschiedenen Möglichkeiten aufzuzeigen.

Spritztechnik

Selbstverständlich lässt sich ein Beton mit einer entsprechenden Dosierung an Glasfasern im Spritzverfahren direkt auftragen. Gegenüber der traditionellen Glasfaserbetontechnik wird nunmehr



(Bild 10) Verarbeitungstechniken für den zeitgemäßen Glasfaserbeton.



(Bild 11) Vorgemischte Matrix im Spritzverfahren für eine Brandschutzverkleidung.

die mit den Glasfasern durchmischte Matrix direkt mit dem Spritzkopf aufgetragen. Dabei gilt, je nach Anforderung zu entscheiden, ob der Spritzbetonauftrag allenfalls mit einer textilen Bewehrung verstärkt werden soll. Eine typische Anwendung ist die Verkleidung von brandgefährdeten Bauteilen mit einem brandsicheren Mörtel. Für Anwendungen in feuchter Umgebung wie der Außenbereich oder zum Beispiel für Tunnelbauwerke ist eine zementgebundene Materialmischung von großer Bedeutung. Speziell entwickelte Materialmischungen zum Beispiel mit Leichtfüllstoffen und mit einer Kombination von Glasfasertypen stehen als Trockenmischung zur Verfügung. Die mit Wasser angemachte Trockenmischung kann direkt mit dem Spritzkopf in einzelnen Schichten auf den zu schützenden Untergrund aufgetragen werden. Entsprechend der Zugabe von verschiedenen Typen von Glasfasern kann bereits in dicken Schichten aufgetragen werden.

Durch die Beschleunigung des Materials beim Verlassen des Spritzkopfes wird dieses beim Auftreffen auf den Untergrund bereits verdichtet. Ein nachträgliches Abziehen glättet die Oberfläche.

Gießtechnik

Traditionell wird Beton in eine Schalung gegossen. Es ist das einfachste und wirtschaftlichste Verfahren. Bei der Einzelanfertigung wird direkt in eine stationäre Schalung gegossen. Handelt es sich um ein Serienprodukt mit geforderter hoher Ausstoßmenge, wird kontinuierlich in eine Schalung gegossen. Dabei kann sich entweder die Austragsöffnung über die stationäre Schalung bewegen oder umgekehrt die Schalung in abgestimmter Geschwindigkeit entlang der Materialaustragsöffnung verfahren. Zum Einbau von Bewehrung oder sonstigen Einbauteilen wird das Material schichtenweise eingebracht.



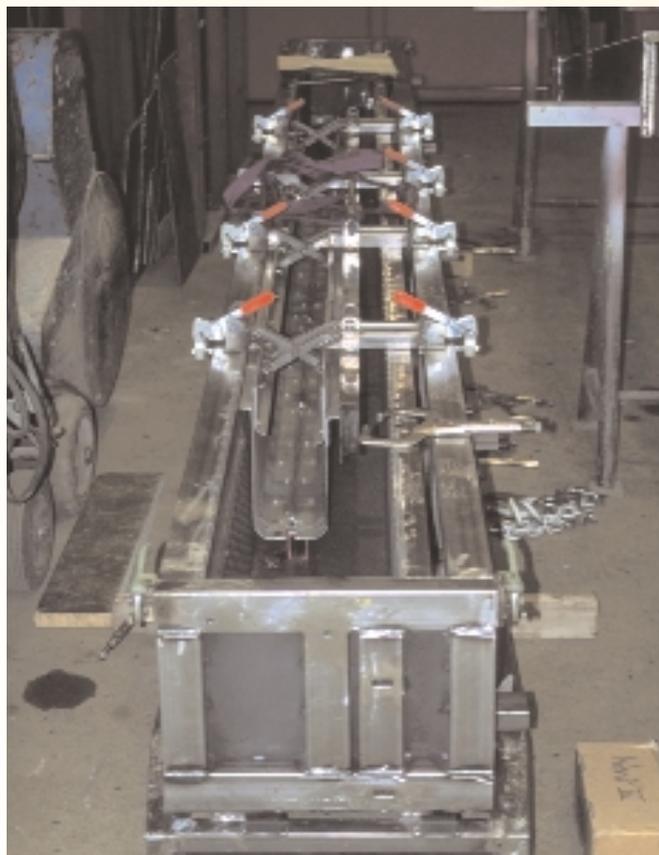
(Bild 12) Herstellen von Klimaplatten mit textiler Bewehrung und Einbauteilen im Gießverfahren.

Bei dünnen in die Schalung gegossenen Schichten kann auf ein Verdichten durch Rütteln verzichtet werden. Die neueren Generationen der Verflüssiger unterstützen ein Entlüften und gleichzeitiges Verdichten des Materials, sodass auch eine porenfrei Oberfläche herstellbar ist.

Gießen in die Schalung ist nur bei dünnen plattenförmigen Bauteilen angesagt, wo das Material in dünnen Schichten über große Flächen fließen kann. Die dünne Mörtelschicht lässt sich im frischen Zustand jedoch noch in der Ebene verformen. Diese Möglichkeit wird bei der Herstellung von Wellplatten genutzt. Die Anwendung bleibt auf dünne plattenförmige Bauteile begrenzt.

Injektionstechnik

Werden die Geometrien der Produkte aufwändiger als eine ebene Form, so wird meist eine dreidimensionale Schalung erforderlich. Bei den dünnen Wandungen kann eine derartige Form nur zuverlässig mittels einer Injektion gefüllt werden. Der Druck der Injektion ist erforderlich, um die flüssige Matrix in alle Bereiche der Form zu pressen. Mit diesem Vorgang wird die Matrix zugleich verdichtet und Luftporen auf der Oberfläche werden ausgeschlossen. Auch hier lassen sich zur Verstärkung vorgängig Glasfaserstränge oder eine textile Bewehrung zumeist in gestreckter Form in die Schalung einbauen, um von der flüssigen Matrix eingeschlossen zu werden. Aufwändige dreidimensionale Formen wie zum Beispiel ein mit den Endauflagern versehener Rollladenkasten, oder das bekannte Mauerfuß-Element „Thermur“ werden mit dieser Technik hergestellt. Nachteilig wirkt sich der aufwändige Formenbau und dessen lange Vorhaltezeit über die Erhärtungsdauer aus. Das führt zu hohen Kapitalkosten bei den Investitionen.



(Bild 13) Dreidimensionale Schalungsform für einen tragenden Rollladenkasten.

Extrusionstechnik

Um den kapitalintensiven Formenbau zu reduzieren, aber dennoch nicht auf eine teilweise aufwändige Geometrie für die Produkte zu verzichten, hat sich die Extrusionstechnik für linienförmige Bauteile mit aufwändigem Querschnitt etabliert. Der erdfeuchte Beton lässt sich unter hohem Druck durch ein vorgegebenes Formstück pressen und behält dank seiner erdfeuchten Konsistenz



(Bild 14) Fensterbänke aus Glasfaserbeton nach dem Extrusionsverfahren.



(Bild 15) Ausparungskasten.

das einmal geformte Querschnittsprofil auch nach dem Verlassen der Presse bei. Das geformte Profil bedarf keiner weiteren Schalung bzw. Unterstützung, sondern kann auf vorbereiteten Unterlagen erhärten, ohne dass die Geometrie sich verändert. Diese Technik ist äußerst wirksam für linienförmige Bauteile mit gleichmäßigem Profil. Auch Rohre und lineare Hohlkörper zählen dazu. Eine klassische Anwendung sind zum Beispiel Fensterbänke mit entsprechendem Querschnittsprofil.

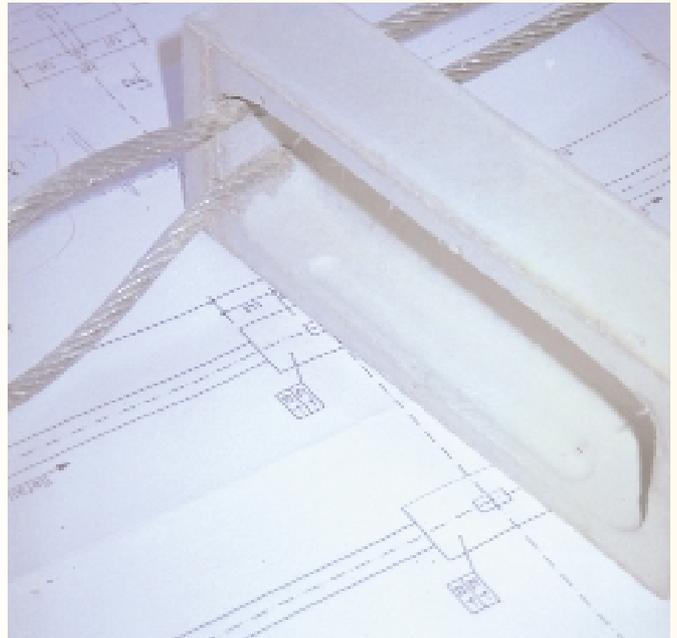
Diese Technik ersetzt die dank dem aufwändigen Schalungspark kostenintensive Injektionstechnik. Sie bleibt jedoch auf einfache Geometrien beschränkt.

Technik des Pressens und Entwässerns

Um die Nachteile beider vorgenannten Verfahren zu überwinden und die jeweiligen Vorteile zu nutzen, stellt das Verfahren des kombinierten Pressens und Entwässerns eine interessante Weiterentwicklung dar. Dabei werden die Vorteile der Injektionstechnik mit einer nahezu beliebigen dreidimensionalen Geometrie vollständig genutzt. Die Vorzüge des erdfuchten Betons aus der Extrusionstechnik werden für das raschmöglichste Entschalen genutzt. Damit kann mit einem einzigen Formwerkzeug ein hoher Ausstoß an Produkten erreicht werden.

Das Formwerkzeug ist so konzipiert, dass eine flüssige Materialmischung in eine geschlossene Form injiziert wird. Die Vorzüge der Injektion bei dünnwandigen, dreidimensionalen Bauteilen wurden vorgängig beschrieben. Die einzelnen Flächen des Formwerkzeugs sind so ausgebildet, dass die dünne Wandung durch einen gleichmäßigen Druck verdichtet und zugleich entwässert wird. Damit wird die Überführung des flüssigen Betons in eine erdfuchte Matrix erreicht. Von dieser wiederum ist von der Extrusionstechnik her bekannt, dass sie ihre einmal gebildete Form auch ohne weitere Unterstützung beibehält. Das Entschalen und Freisetzen des geformten Produkts kann somit unmittelbar erfolgen.

Diese Technik erlaubt die serienmäßige Produktion von beliebig geformten Bauteilen aus Glasfaserbeton, ohne große Investitionen in einen Formenpark aber dennoch mit einer hohen Ausstoßmenge.



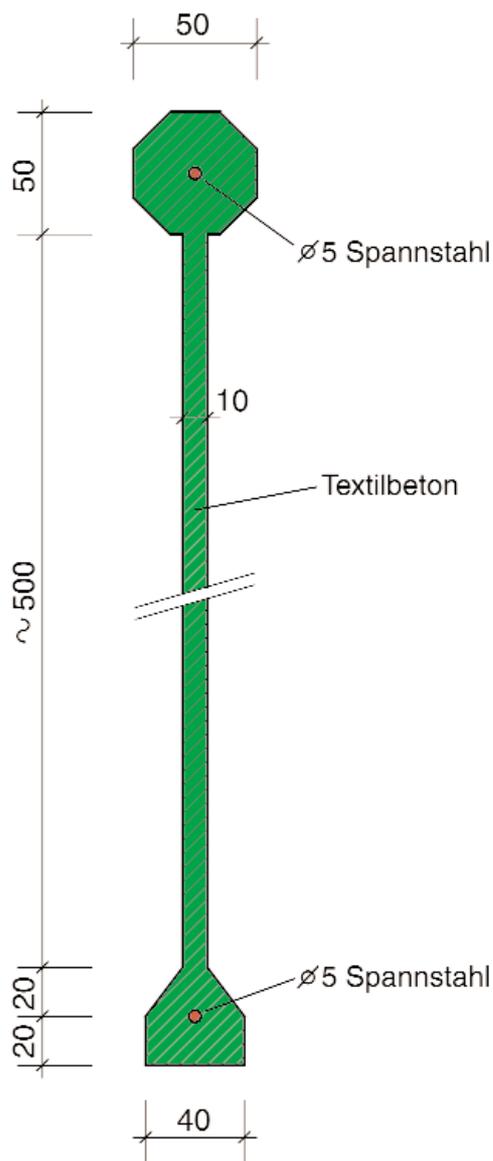
(Bild 16) Verwahrkasten für Bewehrungsanschlüsse.

Damit eignet sich das Verfahren für Massenprodukte aus Glasfaserbeton mit aufwändiger Geometrie bei geringen Herstellungskosten. Typische Produkte sind kleinformatige Elemente, die als zementgebundene Bauteile innerhalb der üblichen Betonkonstruktion kostenreduzierende Aufgaben übernehmen. Dazu zählen Abschalungen, Ausparungskörper, Verwahrkästen für Bewehrungsanschlüsse, Bauteile als integrierte Schalung wie Fensterrahmen und auch Rolladenkästen.

Zukünftige Entwicklungen

Dank der auf hohem technischen Niveau verfügbaren Zusatzstoffen und Zusatzmittel lassen sich heutzutage Materialmischungen gemäß speziellen Anforderungen entwickeln und auch herstellen. Für dünnwandige Bauteile hat sich Feinbeton mit Verstärkung aus Glasfasern in Form von Kurzfasern, Rovings oder textiler Bewehrung durchgesetzt und bewährt. Die Fülle von Verarbeitungstechniken erlaubt nahezu für jedes Produkt ein adäquates Herstellverfahren auszuwählen. Dabei geht es nicht nur um die Machbarkeit, sondern, wie gezeigt, auch um die Wirtschaftlichkeit, mit der derartige Produkte zukünftig gefertigt werden. Bei den Produkten handelt es sich in der Regel um kleinformatige Bauteile mit begrenzten Tragfähigkeiten aufgrund der dünnwandigen Querschnitte. Trotz vieler Möglichkeiten mit einem leistungsfähigem Material für Matrix und Bewehrung bleibt deren Einsatz im übrigen Konstruktionsbereich vielfach beschränkt. Demzufolge wird sich die zukünftige Entwicklung damit befassen, leistungsfähige Verbundbauteile zu entwickeln, die einerseits dünnwandig und leicht sind, und andererseits mittels einem leistungsfähigen Beton und einer Hochleistungsbewehrung zu tragfähigen Konstruktionselementen mutieren.

Dünnwandige Bauteile sind beispielsweise gefragt im Zusammenhang mit Bauteilen, die zugleich dämmende Funktionen übernehmen müssen. Als Beispiel sei der Rolladenkasten genannt. Da die Dämmung Platz beansprucht, muss der konstruktive Teil des Bauteils diesen Platz mittels Dünnwandigkeit zur Verfügung stellen. Leichte Bauteile sind nahezu immer gefragt, um das Handling zu erleichtern, Gewicht bei der Lastabtragung zu reduzieren etc.

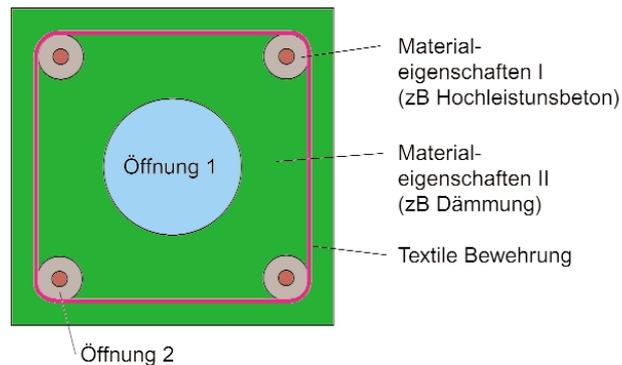


(Bild 17) Dünnwandiger Verbundquerschnitt aus Glasfaserbeton und Vorspannung.

Um dünnwandige Bauteile dennoch leistungsfähig zu machen, bietet sich an, Glasfaserbetonelemente mit der traditionellen Vorspanntechnik zu kombinieren. Die Dünnwandigkeit bleibt bereichsweise erhalten, während in Zonen, wo die Spanndrähte unterzubringen sind, ausreichende Materialstärken vorhanden sind.

Derart wird nur dort ausreichend Material zur Verfügung gestellt, wo dieses benötigt wird für die Krafteinleitung und zum Schutz der Bewehrung. Die Bewehrung kann metallisch oder auch nicht-metallisch, zum Beispiel aus Karbon bestehen. Von Vorteil ist in jedem Fall die Vorspannung der Bewehrungsstränge, um den Nutzen eines überdrückten Querschnitts bei der Tragfähigkeit voll auszuschöpfen. Gemäß den Angaben eines solchen Querschnittsaufbaus gemäß Bild 17, lassen sich auf diese Weise so genannte Sandwichquerschnitte herstellen. Konzentrierte Kraftaufnahme in den Randbereichen des Querschnitts sichert eine hohe Tragfähigkeit für die Biegebeanspruchung. Der dünne Steg aus Glasfaserbeton, bestehend aus hochfestem Beton und einer textilen Verstärkung verbindet die beiden punktförmigen Kraftzonen.

Die im Querschnitt positionierten Spanndrähte dienen während



(Bild 18) Leistungsfähige Verbundquerschnitte mit unterschiedlichen Aufgaben.

der Herstellung zugleich der Positionierung der im Steg verlaufenden textilen Bewehrung. Dank der Vorspannung ist der dünne Steg auch ohne eine Schubbewehrung in der Lage, entsprechende Schubtragfähigkeit zu entfalten. Auf diese Art und Weise entstehen neuartige, leistungsfähige Verbundquerschnitte aus Stahl und Beton, die in ihrer Tragfähigkeit einem Stahlquerschnitt nicht nachstehen.

Die Weiterentwicklung dieses Konzeptes führt zu modularen Trag-elementen. Anstelle der direkten Spannbettvorspannung inner-



(Bild 19) Positionierungsmöglichkeiten einer textilen Bewehrung.



(Bild 20) Modularer Kaminstein.

halb des Querschnitts, werden Querschnitte mit entsprechenden Öffnungen aus einem bestimmten Material hergestellt. Die Öffnungen dienen als „Hüllrohre“ für die nachträgliche Positionierung von hochfesten Zuelementen (vorgespannte Stränge) und der Verfüllung mit hochfestem Beton.

Derart entstehen wiederum hochleistungsfähige Verbundquerschnitte. Der Ausgangsquerschnitt mit den Öffnungen wird zum Beispiel aus einem Material mit Brandschutzeigenschaften hergestellt. Mit der Technik des Pressens und Entwässerns können beliebige Geometrien in Serie bei hohem Ausstoß gefertigt werden. Die Schalungselemente für die späteren Öffnungen („Hüllrohre“) können nach der Überführung der flüssigen Matrix durch das Auspressen und Entwässern in den erdfeuchten Zustand

entfernt werden, ohne dass der Querschnitt seine Form verändert. Zugleich dienen diese Platzhalter der exakten Positionierung einer textilen Bewehrung innerhalb des Querschnitts.

Durch die Ergänzung des Ausgangsquerschnitts mit den leistungsfähigen Materialien in den „Hüllrohren“ wird zum Beispiel aus einem nichttragenden Querschnitt mit Dämmeigenschaften ein tragender Querschnitt, der die Lasten über hochfeste punktförmige Zonen abträgt. Darüber hinaus kann der Ausgangsquerschnitt in leicht handhabbaren modularen Abschnitten gefertigt werden, um durch die materialmäßige Ergänzung zu einer tragfähigen und größeren Einheit zu werden.

Zusammenfassung

Der Glasfaserbeton in seiner traditionellen Ausprägung hat sich von einem Exotendasein gewandelt zu einem leistungsfähigen Baustoff. Beigetragen hat dazu eine leistungsfähige Baustofftechnologie, insbesondere mit neuartigen Zusatzstoffen und Zusatzmitteln. Ergänzt wird dies mit den Möglichkeiten einer textilen Bewehrung, die in ihrer Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit den Kurzfasern, selbst bei großem Volumen weit überlegen ist. Moderne Verarbeitungstechniken erschließen interessante Produktverfahren und generieren damit zwangsläufig neuartige Produkte. Damit erwächst dem Glasfaserbeton neuester Ausprägung ein großes Potential im Bereich vieler kleiner intelligenter Bauteile mit Rationalisierungsaufgaben beim derzeitigen Bauprozess.

Ein großes Potential ist auch vorhanden bei neuartigen Verbundbauteilen. Die aktuellen Anforderungen an die Gebäude verlangen vermehrt Bauteile mit unterschiedlichen Funktionen, die i.d.R. nicht mehr nur mit einem Baustoff allein erfüllt werden können. Die Kombination von Baustoffen mit unterschiedlichen Eigenschaften zu einem leistungsfähigen Gesamtbauteil sind gefragt. Auch hier bietet der Glasfaserbeton dank seiner verstärkenden Eigenschaften eine gute Ausgangsbasis für die Entwicklung derartiger Bauteile.

Somit kann mit Recht von einem leistungsfähigen Baustoff gesprochen werden, dessen Zukunft schon begonnen hat.

Füller