

MULTIAXIALGELEGE

Hochleistungstextilien für die Bauindustrie

Dr.-Ing. Thomas Bischoff,
SAERTEX Wagener GmbH & Co. KG, Saerbeck
Dipl.-Ing. Thomas Friedrich,
Novacret AG, Zürich

1 Einleitung

Textilien werden schon lange nicht mehr nur zur Bekleidung des Menschen oder als Haus- und Heimtextilien verwendet. Die als technische Textilien bezeichneten Textilstrukturen, z.B. Trägermaterialien für Planen, Geotextilien oder PKW-Innenraumverkleidungen haben in den letzten Jahrzehnten an Bedeutung gewonnen. Die hohen und ständig im Wandel begriffenen Anforderungen an technische Textilien sind dadurch begründet, dass sich immer neue Anwendungsgebiete erschließen und die Qualitätsanforderungen an die Textilien stetig wachsen.

Zu den technischen Textilien gehören u. a. die Verstärkungstextilien, die speziell in den letzten zwei Jahrzehnten ihren Marktanteil vergrößern konnten [1]. Als Verstärkungstextil werden solche Textilien verstanden, die in einem ein- oder mehrkomponentigen Werkstoff in erster Linie für die Aufnahme von spezifischen, das Bauteil angreifende Lasten sorgen. Die am weitesten verbreiteten Faserverbundwerkstoffe sind die Faserverbundkunst-

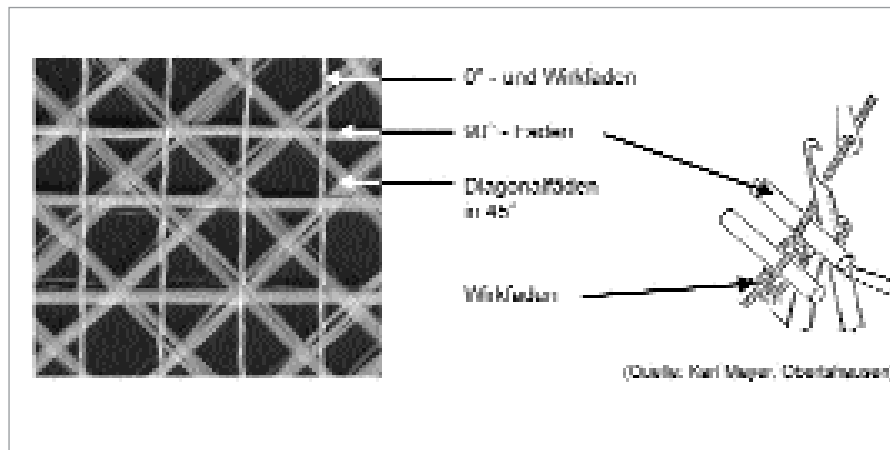


Abb. 2: Prinzipieller Aufbau eines verwirkten Multiaxialgeleges

stoffe (FVK). Der für die Verstärkung der Kunststoffe am häufigsten genutzte Fasertyp ist die Glasfaser, die für unterschiedliche Anforderungen in verschiedenen Arten und Aufmachungsformen am Markt erhältlich ist. Neben den Glasfasern wächst der Einsatz von Carbonfasern, die eine Reihe von herausragenden Eigenschaften besitzen. Für die Verstärkung von FVK werden heute nach wie vor häufig Gewebe eingesetzt. Dies hat mehrere Gründe. Zunächst besitzen Gewebe viele Eigenschaften, die für die Verstärkung von FVK gewünscht sind. Gewebe bestehen aus Verstärkungsfäden, den Kett- und Schussgarnen, die im Winkel von 90° zueinander angeordnet sind. Die

Flächengewichte der Kett- und Schussfadenschichten können in weiten Bereichen variiert und durch unterschiedliche Bindungen miteinander fixiert werden. Je nach Bindungstyp weisen die Verstärkungsfäden allerdings eine in der Regel unerwünschte Fadenwellung auf. Geflechte, bei denen die Garne im Textil ähnlich gewellt vorliegen, werden in der Regel nur in begrenzten Breiten hergestellt. Daher sind die Anwendungsmöglichkeiten meistens auf spezielle, eher schmale Bauteilgeometrien beschränkt. Vliese und Gewirke sowie Gestricke sind in ihrer grundlegenden Form aufgrund ihrer kaum gestreckten Fadenausrichtung für die Kraftaufnahme in Verbundwerkstoffen wenig geeignet.

Die Gelegetechnik ermöglicht die Herstellung von Verstärkungstextilien mit herausragenden, auf die unterschiedlichen Problemstellungen spezifisch optimierbaren Eigenschaften. Solche Multiaxialgelege, auch Non Crimp Fabrics (NCF) genannt, haben in den letzten Jahren vor allem bei der Verstärkung von Verbundkunststoffen aber auch bei der Bewehrung von zementgebundenen Matrices in der Bauindustrie Anwendung gefunden.

Im folgenden sollen Multiaxialgelege und deren Einsatzmöglichkeiten, insbesondere in der Bauindustrie, anhand von praktischen Beispielen dargestellt werden. Dabei wird ein besonderes Augenmerk auf den Einsatz von alkaliresistenten AR-Glasfasern geworfen.

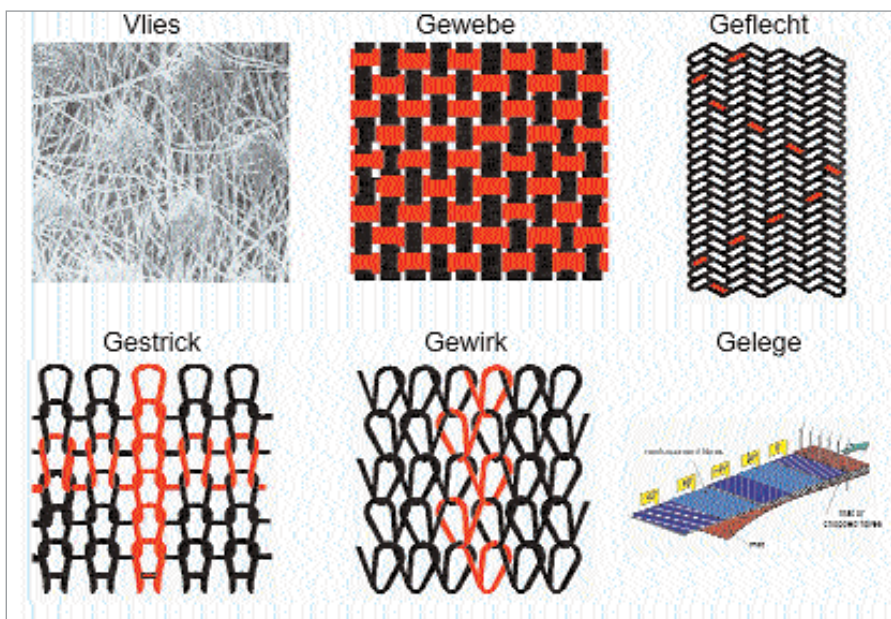


Abb. 1: Einteilung der Textilien nach Grundtypen [2]



Abb. 3: Maschine und Typisierung unterschiedlicher Gelegeaufbauten

2 Herstellung und Typen von Multiaxialgelegen

Die Skizze eines Geleges in [Abb. 1] zeigt einen möglichen Aufbau, welcher auf einer Kettenwirkmaschine mit multi-axialem Schusseintragssystem hergestellt werden kann. Typisch ist dabei, dass diese Gelege aus ein bis zu sechs

Verstärkungslagen aufgebaut werden können. Die Verstärkungsfäden, in der Regel sogenannte Rovings, werden dabei gestreckt übereinander abgelegt. Dabei können die Fäden der einzelnen Verstärkungslagen in ihrer Orientierung nahezu frei gewählt werden. In der Bauindustrie finden die Orientierungen 0°, 90°, +45° respektive -45°



Abb. 4: Multiaxialgelege in unterschiedlichen Märkten

am häufigsten Anwendung [Abb. 2]. Die Bezeichnung der Orientierung erfolgt in Relation zur Produktionsrichtung, die als 0° definiert ist. Fasermatten oder andere flächige Materialien können zusätzlich in einem Gelege integriert werden.

Je nach Einrichtung der Maschine [Abb. 3] können damit sehr unterschiedliche Strukturen mit einer geschlossenen Fläche wie in Abbildung 1 oder einer offenen Struktur wie in Abbildung 2 entstehen.

Die in Abbildung 3 dargestellte Typisierung ist von SAERTEX zur besseren Verständigung mit den Anwendern der Multiaxialgelege vorgenommen worden und hat sich in der Praxis bewährt. SAERTEX hat die Multiaxialgelege als einer der Vorreiter erfolgreich in die unterschiedlichsten Märkte [Abb. 4] eingeführt. Das stetige Wachstum der Marktanteile belegt die Vorteile, die die Struktur der Multiaxialgelege auch für Anwendungen in der Bauindustrie [2] bieten:

- Gestreckte Verstärkungsfäden ohne die gewebetypische Wellung. Dadurch resultieren bessere mechanische Eigenschaften der Verbundwerkstoffe.
- Die Anzahl und die Orientierung der Verstärkungsfädenlagen kann entsprechend den Vorgaben des Kunden gewählt werden.
- Die Struktur des Geleges kann als geschlossene Fläche oder als Gitter ausgelegt werden. Dabei sind die Flächengewichte bzw. Gitterabstände nahezu frei wählbar.
- Die Fixierung des Fadengeleges kann durch unterschiedliche Bindungstypen des Wirkfadensystems variiert werden. Dadurch kann die Fadenablage (flach/rund) und die Verformungsfähigkeit (flexibel/steif) je nach Anforderung exakt eingestellt werden.

3 Anwendungsbeispiele von Multiaxialgelegen

3.1 Allgemeiner Überblick

Die Erfahrungen, die SAERTEX seit seiner Gründung im Jahre 1982 in den Bereichen Mobilität, Freizeit, Energietechnik, Schifffahrt und anderen gesammelt hat, werden mittlerweile auch

DER AUFBAU DES SAERTEX®-LINERS

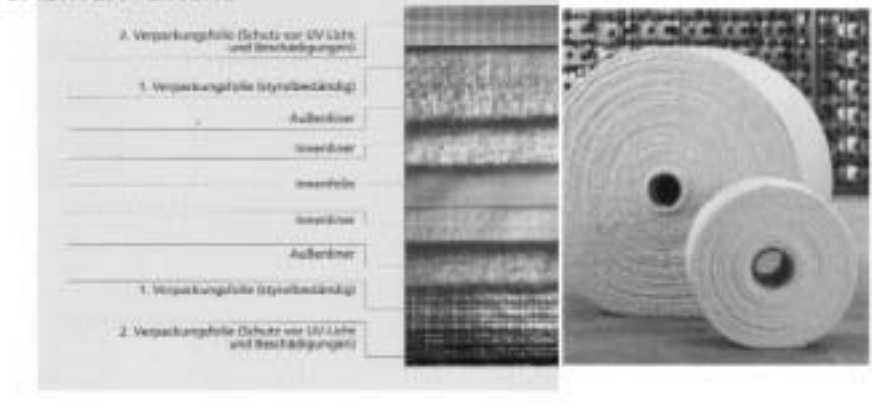


Abb. 5: Der SAERTEX®-Liner

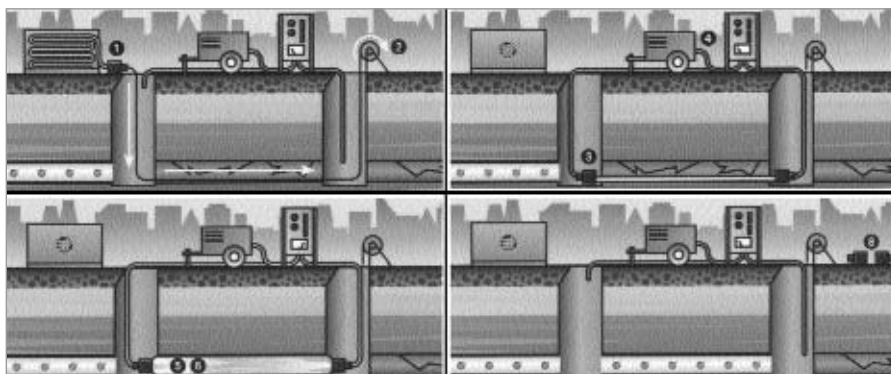


Abb. 6: Installation des SAERTEX®-Liners

seit einigen Jahren in der Bauindustrie erfolgreich genutzt. Die qualitativ hochwertigsten Produkte werden sicherlich im Bereich des Flugzeugbaus verwendet. SAERTEX ist im Flugzeugbau seit 1997 nach einer spezifischen Norm (DMS 2436) qualifiziert. Die einzigartigen Erfahrungen aus dem Flugzeugbau werden natürlich für die übrigen Produktbereiche genutzt und stellen damit die Grundlage des stetigen Wachstums von SAERTEX-Produkten in allen Märkten dar.

3.2 Erste Anwendungen in der Bauindustrie

Der erste größere Zugang der Multiaxialgelege in die Bauindustrie wurde mit dem SAERTEX®-Liner erschlossen. Daher hier zu Beginn eine etwas ausführlichere Beschreibung dieses Produktes.

Der SAERTEX®-Liner ist ein Glasfaser-Schlauch aus ECR-/Advantex-Glas, der zur grabungslosen Sanierung undichten, korrodiierter und statisch instabi-

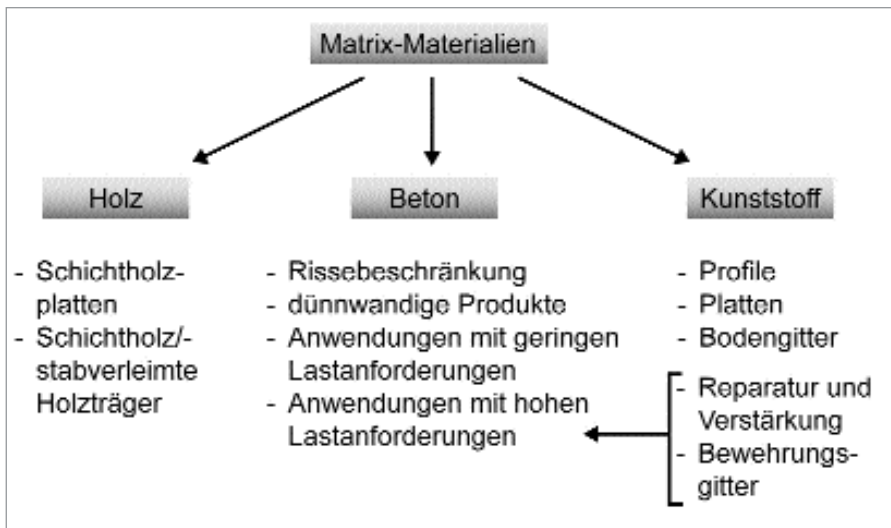


Abb. 7: Definitionen von Anwendungsbereichen



Abb. 8: Bandage aus textiler Bewehrung entlang einer Wandöffnung

ler Kanäle eingesetzt wird. **Abbildung 5** stellt den Aufbau des Schlauchs dar, der in einem weiteren Produktionschritt getränkt und als Prepreg auf die Baustelle geliefert wird.

Abbildung 6 beschreibt den Installationsvorgang des SAERTEX®-Liners.

Zunächst wird der Packer am Linerfang montiert (1). Der Einzug erfolgt mittels Seilwinde (2). Anschließend wird der zweite Packer am Linerende montiert (3). Die Verbindungsschläuche und Temperaturfühler werden zwischen den Packern und der Dampfanlage montiert (4). Die Kalibrierung des Saertex®-Liners erfolgt mit Druckluft, bis er sich optimal an die bestehende Kanalwandung angepasst hat (5). Nach der Aushärtung (6) werden die Packer und die Innenfolie entfernt. Schließlich werden die Seitenzuläufe geöffnet, und der Kanal kann wieder in Betrieb genommen werden.

4 Überblick über weitere Anwendungsmöglichkeiten in der Bauindustrie

Nach der Entwicklung des SAERTEX®-Liners hat SAERTEX weitere Bereiche in der Bauindustrie erschlossen und will diese in der Zukunft weiter ergänzen bzw. ausbauen. **Abbildung 7** stellt derzeitige und aus Sicht von SAERTEX zukünftige Anwendungsbereiche von Multiaxialgelegen als Verstärkungstextil in der Bauindustrie dar. Dabei mögen noch weitere Bereiche nicht berücksichtigt sein.



Abb. 9: In den Beton eingebettete Bewehrung entlang der Öffnung

Abbildung 7 teilt die Anwendungsbereiche in die zu verstärkenden bzw. zu bewehrenden Matrixwerkstoffe auf. Diese sind Holz, Beton und Kunststoffe. Der Einsatz von alkaliresistenten AR-Glasfasern macht im wesentlichen für die Betone Sinn. Da in diesem Beitrag vor allem auf Anwendungen unter Verwendung von AR-Glasfasern eingegangen werden soll, werden im folgenden besonders Beispiele für textilbewehr-



Abb. 10: Zementfließestrich mit Boden-einlauf – Verstärkung mit Gelege



Abb. 11: Fussbodenkonstruktion aus Holzbohlen als Untergrund für den zementösen Belag

te Betone gegeben. Doch zunächst kurze Erläuterungen zu den beiden anderen Werkstoffen.

Holz ist einer der ältesten Bauwerkstoffe und an sich schon ein Verbundwerkstoff. Die Verstärkung von Holz macht vor allem dort Sinn, wo die Steifigkeit bezogen auf das Eigengewicht zu gering ist. Die Verwendung von unidirektionalen, bidirektionalen oder multiaxialen Gelegen mit geschlossener oder gitterförmiger Struktur kann oder wird dort eingesetzt, wo große freitragende Strukturen realisiert werden sollen. Dabei werden die Gelege zwischen die einzelnen Schichten von Schichtholzplatten oder -trägern geklebt. Eine Alternative ist das äußerliche Aufbringen der Gelege. Dies macht aber in der Regel nur im Sanierungsfall oder einer nachträglichen Ertüchtigung Sinn, da ansonsten die gewünschte Holzoptik zerstört wird.

Verbundkunststoffe finden in Europa in der Bauindustrie nur selten Anwendung. Als Grund dafür wird in der Regel der im Vergleich zu Beton oder Stahlbeton hohe Preis und die zum Teil schlechten Brand- oder die unzureichenden Kenntnisse über Alterungseigenschaften genannt. Nichtsdestotrotz werden insbesondere in den USA in den letzten Jahren verstärkt Anstrengungen unternommen, Verbundwerkstoffe zum Bau von z.B. Brücken einzusetzen. Als Vorteil werden hier u.a. das geringere Gewicht und die dadurch schnelleren Montagemöglichkeiten und größeren architektonischen Freiheiten gesehen. Die genannten Probleme wer-

den durch neue Harze und zunehmende Werkstoffkenntnisse gelöst. In diesem Bereich können und werden Multiaxialgelege sowohl in Trägerprofilen als auch in plattenförmigen Bauteilen eingesetzt. Hinzu kommt die Möglichkeit gitterförmige Gelege z. B. als Bodengitter zu verwenden.

Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit Multiaxialgelege durch Kunststoff zu imprägnieren und damit Betone bzw. Betonbauteile zu sanieren, zu ertüchtigen oder zu bewehren. Die Sanierung, Ertüchtigung oder auch Erdbeben- und Bombensicherung erfolgt heute schon in großem Maße vor allem mit Textilien u.a. Multiaxialgelegen aus Carbonfasern. Aramid- und E-Glasfasern finden z.T. ebenfalls Anwendung. Dabei werden die Glasgelege in weniger beanspruchten Anwendungsfällen eingesetzt. Die hin und wieder aufkommenden Überlegungen, AR-Glasfasern zu verwenden, basieren im wesentlichen auf der Unsicherheit, ob die verwendeten Harze auf Dauer in der Lage sind, die E-Glasfasern vor Schädigungen durch alkalische Medien zu schützen.

Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung von imprägnierten Gitterstrukturen zur direkten Bewehrung von Betonbauteilen als Ergänzung oder Substitut der Stahlbewehrung. Dazu sind vor allem Gelege aus Carbonfasern geeignet, die mit Hochleistungsharzen, z.B. Epoxy, imprägniert werden. Dabei bilden solche Verbundkunststoffgitter aus Carbon eine Ergänzung der Anwendungsmöglichkeiten von Multiaxialgelegen aus AR-Glasfasern. Sie können dort Anwendung finden, wo die mechanischen Eigenschaften der AR-Glasfasern nicht mehr ausreichen, aber die Vorteile einer leichten, medienresistenten Bewehrung, die auch im oberflächennahen Bereich von Bauteilen eingesetzt werden kann, beibehält.

Die Bewehrung von Beton oder generell zementgebundenen Matrices kann mit Multiaxialgelegen aus unterschiedlichen Fasertypen ohne und mit Beschichtung oder Imprägnierung erfolgen. Die zu erzielenden Funktionen sind im wesentlichen die gleichen. Daher können im folgenden Kapitel lediglich Beispiele mit AR-Glasgelegen gegeben werden, ohne das dies die Erläuterung der Abbildung 7 beeinträchtigt. ▶



Abb. 12: Multiaxiales Gelege als untere Bewehrung des zementösen Belags

5 Anwendungen von Multiaxialgelegen aus AR-Glasfasern

Fasern für den Beton müssen alkaliresistent sein, damit ihre Wirkung dauerhaft im Beton erhalten bleibt. Oberfläche und Querschnitt dürfen nicht

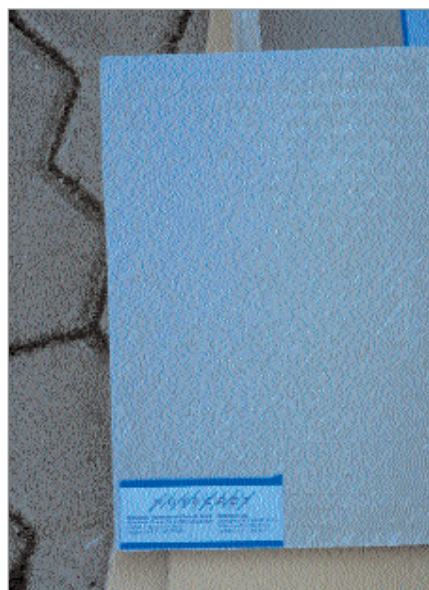


Abb. 13: Einlaminiertes Gelege in der Betonoberfläche

von dem alkalischen Milieu angegriffen werden, um schlussendlich gänzlich aufgelöst zu werden. Nicht alkaliresistente Fasern zeigen sehr rasch erste Korrosionserscheinungen an der Oberfläche, die sich fortsetzen über den Querschnitt und schlussendlich zu dessen komplette Auflösung führen. Die Forderung nach der Alkali-beständigkeit betrifft alle Fasertypen. Analog dem Einsatzgebiet der Glasfasern für den Verbundkunststoffbereich wurden anfänglich im Beton die sogenannten E-Glasfasern eingesetzt. Bald musste man jedoch erkennen, dass diese sich im Beton auflösen und somit ihre Wirkung verlieren. Diese Erfahrung gab den Anstoss zur Entwicklung einer alkaliresistenten Glasfaser. Dem Versuch, durch eine Beschichtung der textilen Bewehrung zur wirtschaftlicheren E-Glasfaser zurück zu kehren war ebenfalls keine Erfolg beschieden.

Eine Beschichtung kann wohl den freien Faserstrang vor alkalischen Angriffen schützen, im Bereich des Knotenpunkts ist jedoch eine vollständige Umhüllung aller Faserstränge nicht gegeben. Versuche an beschichteten Glasfasergittern aus E-Glas zeigen deutlich den Spannungsverlust auf und damit den Verlust der Dauerhaftigkeit.

Für den Anwendungsbereich „Beton“ ergeben sich mehrere Möglichkeiten, eine textile Bewehrung erfolgreich einzusetzen. Dabei kann diese sowohl der Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit dienen als auch die eigentliche Tragfähigkeit sicherstellen. Letzteres wird der Fall sein bei dünnen und somit gering beanspruchten Konstruktionen, wo eine metallische Bewehrung wegen des geforderten Korrosionsschutzes überhaupt nicht möglich ist. Zudem kann bei sehr gering beanspruchten Bauteilen mit den üblichen Abmessungen eine textile Bewehrung u.U. ebenfalls bereits den geforderten Widerstand gewährleisten.

Eine Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit wird i.d.R. immer erreicht, da eine oberflächennah verlegte textile Bewehrung die Rissbreiten und die Rissabstände sehr klein hält. Diese Eigenschaften werden heutzutage vermehrt verlangt im Hinblick auf das Aussehen der Bauteile und auch in Bezug auf den Korrosionsschutz, wenn eine metallische Bewehrung eingesetzt wird. Einige Beispiele sollen diesen Sachverhalt verdeutlichen.



Abb. 14: Multiaxiales Gelege zur Verstärkung eines dünnwandigen Körpers

5.1 Anwendungen zur Rissbeschränkung

Betonkonstruktionen sind immer sehr rissanfällig in den Eckbereichen von Aussparungen. Meist geht direkt von der Ecke der Riss aus, somit innerhalb des noch unbewehrten Bereiches der Überdeckung. Selbst die in den Lehrbüchern und Richtlinien geforderte zusätzliche Stahlbewehrung entlang der Aussparung kann den Riss i.d.R. nicht verhindern, sondern ihn nur in der Auswirkung reduzieren. Es liegt somit nahe, den Riss direkt an dem Ort seiner Entstehung, der Oberfläche zu verhindern. Nur eine textile Bewehrung lässt sich direkt an der Oberfläche einbauen, da ein Korrosionsschutz nicht erforderlich ist. Eine typische Anwendung stellen die Fensteröffnungen innerhalb von Betonwänden dar. Die rechteckige Öffnung bietet mit ihren vier Eckbereichen entsprechend viele Angriffsbereiche. Somit empfiehlt sich i.d.R. die vollständige Einfassung der Öffnung mit einer textilen Bewehrung [Abb. 8]. Eine Bandage, geformt aus einem schmalen Streifen eines multiaxialen Geleges lässt sich um die Schalung der Aussparung wickeln. Anfang und Ende sollten sich überlappen und sind an der Schalung zu befestigen. Die feine Betonmatrix umhüllt die Gitterstruktur und sorgt somit für eine Einbettung des Geleges, und damit für die Einleitung von Zugkräften, welche innerhalb der einspringenden Ecke entstehen [Abb. 9].

Eine nahezu analoge Anwendung ist bei den Öffnungen durch Bodenabläufen innerhalb einer Fussbodenkonstruk-



Abb. 15: Beanspruchungen der Platte durch den Montagezustand

tionen gegeben. Die i.d.R. kleinen Ausparungen innerhalb der dünnen Belagsschicht sind jedoch bereits ausreichend für die Entstehung der Risse von den Eckbereichen aus. Es empfiehlt sich bei den i.d.R. dünnen und unbewehrten Estrichkonstruktionen einzelne Streifen eines Geleges um die Öffnungen herum anzuordnen [Abb. 10]. Ebenso wird man vorgehen bei den einspringenden Eckbereichen innerhalb der Bodenkonstruktion. Das Gelege wird oberflächennah in den Belag bzw. Estrich eingearbeitet, und allenfalls mit einer dünnen Mörtelschicht abgedeckt. Mit dem Einbau eines Fliessestrichs gestaltet sich der oberflächennahe Einbau des Geleges besonders effizient, indem das Gelege auf der Oberfläche ausgelegt wird, und mit der Schwabbelstange in die fließfähige Oberfläche eingearbeitet wird.

Eine Rissebeschränkung ist auch dann gefragt, wenn Dichtigkeit verlangt wird. Entweder werden die Risse vollständig verhindert, oder die Rissöffnung bleibt so klein, dass ein Eindringen von Flüssigkeiten verhindert werden kann. Insbesondere hier bietet sich eine textile Bewehrung an, die aufgrund der feinen Faserstränge einen kurzen Rissabstand erzwingt, und damit wiederum kleine Rissweiten nach sich zieht.

Hohe Anforderungen an die Dichtigkeit wurden an die Belagskonstruktion eines Viehstalles gestellt. Der Bauherr hatte aus dem Bruchholz seines eigenen Waldes in Eigenarbeit einen Stall vollständig aus Holz gezimmert. Aus-

ser Wand und Dach wurde auch die Bodenkonstruktion in Holz erstellt [Abb. 11]. Auf die tragenden Balken über der bestehenden Jauchegrube wurde ein Belag aus Holzbohlen ausgelegt. Der neue Stall wurde zweckmässigerweise direkt über der Jauchgrube errichtet, um den Kuhmist über einzelne Öffnungen direkt nach unten zu befördern.

Nach der Fertigstellung der Holzkonstruktion stellte sich die Frage nach einem dichten Belag über der Bohlenkonstruktion, da es darum ging, ein Durchfaulen des Holz durch die ständige Durchfeuchtung zu vermeiden. Der aufzubringende Belag sollte nicht allzu stark auftragen, da Höhe und zugleich Gewicht einzusparen waren. Zudem sollte der Belag ausreichend widerstandsfähig sein gegenüber den üblichen Einwirkungen aus Last und gegenüber den chemischen Einwirkungen aus den Fäkalien des Viehs. Mehrere Möglichkeiten einer zusätzlichen Abdichtung des Holzbodens wurden untersucht. Schlussendlich hat man sich für einen dünnen Zementbelag entschieden. Die Holzkonstruktion wurde zuerst mit einer Folie abgedeckt, auf die ein multiaxiales Gelege ausgelegt wurde [Abb. 12]. Der dünne Zementestrich wurde auf das Gelege aufgebracht und verdichtet. Dem Zementmörtel wurden zusätzlich kurze Glasfasern beigemischt, um den gestellten Anforderungen gerecht wurden. Die Kurzfasern steigern die Festigkeiten, erhöhen den Abriebwiderstand und reduzieren die Eindringtiefe.

5.2 Dünnwandige Bauteile

Für einige Baukonstruktionen werden aufgrund diverser Randbedingungen dünne Bauteile bzw. Bauelemente gefordert. Die Verstärkung dieser Elemente kann nur über eine textile Bewehrung erfolgen, da für eine metallische Bewehrung innerhalb der dünnen Abmessungen kein Korrosionsschutz gegeben ist. Analog den Konstruktionen aus glasfaserverstärktem Kunststoff dient das oberflächennahe Bewehrungsgitter in entsprechender Stärke aufgetragen der Bauteilverstärkung. Entscheidend ist, in welcher Weise die Glasfaserverstärkung in die Mörteloberfläche eingebettet werden kann, um dann wie eine Verstärkungslamelle zu wirken. In Bezug auf diese Anforderungen ist diejenige Technik sehr effizient, die den Beton durch Auspressen verdichtet und zugleich entwässert [3].

Die feinen Zementpartikel umhüllen die einzelnen Stränge des auf die Schalung verlegten Geleges und stellen somit den optimalen Verbund zum restlichen Querschnitt her. Dank diesem Verfahren wird das Gelege direkt in die Oberfläche einlaminiert [Abb. 13].

Diese Technik lässt sich nicht nur bei ebenen Platten, sondern auch bei beliebig geformten dünnwandigen Baukörpern anwenden. Die dünnen Wände aus Beton für einen Kasten lassen sich für höchste Beanspruchungen mit einem aussen liegenden Gelege verstärken [Abb. 14].



Abb. 16: Auslegen der textilen Bewehrung auf der frischen Betonoberfläche

5.3 Betonbauteile mit geringsten Beanspruchungen

Stahlbetonbauteile in den üblichen Dimensionen weisen oftmals und am Querschnitt gesehen nur auf einer Seite eine sehr geringe Beanspruchung auf, die mit einem entsprechenden Widerstand abgedeckt werden muss. Der geforderte Widerstand ist i.d.R. zu gering, um mit einer gängigen Stahlbe-

wehrung abgedeckt zu werden, aber zu gross, um nur mit der Betonzugkraft alleine aufgenommen zu werden. Der Aufwand für den Einbau der geringen Stahlbewehrung auf Abstandhalter ist ausserordentlich gross. In diesen genannten Fällen bietet sich die Ausführung mit einer textilen Bewehrung an. So entspricht der Zugwiderstand z.B. eines multiaxialen Geleges mit einem Flächengewicht von ca. 250 g/m² bereits einer Stahlmatte mit einem Querschnitt von ca. 80 mm²/m in beide Richtungen. Eine Stahlmatte mit einem derart niedrigen Stahlquerschnitt ist am Markt nicht verfügbar, und wenn dann nur schwerlich einzu-

bauen. Die Alternative mit einer textilen Bewehrung ist weitaus effizienter, indem sie entweder direkt auf die Schalung oder auf die frische Betonoberfläche verlegt wird.

Zwei typische Anwendungen vermitteln die mit einer textilen Bewehrung erzielbaren Möglichkeiten.

Die im Fertigteilwerk auf langen Bahnen hergestellten Massivplatten erfordern im Endzustand als Einfeldplatten eine entsprechende untere Stahlbewehrung. Während des Transportzustandes und zum Zeitpunkt des Abhebens der Platte aus der Schalung [Abb. 15] werden geringfügige Beanspruchungen an der Oberseite erzeugt. Die gemäss der Lage der Verankerungen erzeugten Biegemomente sind i.d.R. so gering, dass sie mit einer textilen Bewehrung abgedeckt werden können. Vom Fertigungsablauf her wird die Platte mit der unten eingebauten Stahlbewehrung betoniert und an der Oberseite abgezogen. In die frische Betonoberfläche werden die Bahnen der textilen Bewehrung verlegt und in den frischen Beton eingedrückt [Abb. 16]. Der Verbund der textilen Bewehrung über die oberseitige Feinmatrix mit dem Betonquerschnitt ist für die Krafteinleitung ausreichend.

Ein anderer Typ einer geringfügig beanspruchten Platte ist die Bodenplatte von Wohnhäusern. Eine durchgehende Bodenplatte hat die Lasten der Innen- und Aussenwände aufzunehmen



Abb. 17: Einarbeiten der oberen textilen Bewehrung mittels einer Glättbohle



Abb. 18: Duktilen Verhalten einer dünnen textilbewehrten Platte

und entweder über eine Direktabtragung oder über weitere Bereiche der Platte in den Boden abzuleiten. Im letzteren Fall entstehen Biegebeanspruchungen in der Platte, die in ihrer Grösse sowohl von der Steifigkeit der Platte (Plattenstärke) als auch von der Steifigkeit des Bodens abhängen. In den meisten Fällen bei den gängigen Lasten des Wohnungsbaus sind diese Beanspruchungen derart gering, dass eine geringfügige Bewehrung den geforderten Widerstand bereits liefert. Anstelle einer aufwändigen Verlegung der Bewehrung in unterer (erfordert eine Sauberkeitsschicht) und oberer Lage (nur auf entsprechenden Distanzhaltern) bietet sich als Alternative die Ausführung mit einer textilen Bewehrung an. So lässt sich beispielsweise die untere Bewehrung direkt auf einer über dem Boden ausgebreiteten Folie verlegen. Diese Vorgehensweise entspricht dem Arbeiten mit Geotextilien. Der frische Beton wird direkt auf die textile Bewehrung eingebracht. Nach dem Abziehen der Oberfläche wird wie bei der vor genannten Elementplatte das Glasfasergitter in die frische Betonoberfläche mittels einer Glättbohle eingearbeitet [Abb. 17].

5.4 Textilbewehrter Beton – ein leistungsfähiger Verbundwerkstoff

Fasern sind ausserordentlich leistungsfähig und haben sich im Bereich der Faserverbundkunststoffe ausgezeichnet bewährt. Bauteile aus Beton sind ebenfalls Verbundwerkstoffe, da das Defizit der geringen Zugfestigkeit des Betons durch ein leistungsfähigen Zug-element ausgeglichen werden muss. Als Stahl- bzw. Spannbeton hat sich dieser Verbundwerkstoff ebenfalls bewährt. Dennoch gibt es Konstruktionen bzw. Bauteile, wo die Grenzen des Stahlbetons aus verschiedenen Gründen erreicht sind. Als interessante Alternative bietet sich dann eine textile Bewehrung als Verstärkung an. Insbesondere bei den dünnen Bauteilen ermöglicht diese Bewehrung eine leistungsfähige Verstärkung und macht aus dem spröden Baustoff Beton einen duktilen Verbundwerkstoff, der grosse Verformungen erleiden kann [Abb. 18]. Bei dünnen Konstruktionen verbindet der Beton die einzelnen Lagen der Gelege zu einem Verbundquerschnitt und ermöglicht leistungsfähige Querschnittsaufbauten und daraus entspringende Konstruktionen.

Literatur

- [1] Byrne, Ch.: Technical Textiles: A model of world market prospect to 2005. 8. Internationales Techtexil-Symposium '97, Frankfurt a.M., 12.–14.05.1997, Bd: Technische Textilien – Märkte und Visionen, Frankfurt a.M. 1997, n. p.
- [2] Bischoff, Th.: Verwirkte Textilien zur Bewehrung von zementgebundenen Matrices. ISBN 3-8265-8447-3, Aachen, Shaker Verlag, 2001
- [3] Th. Friedrich: Produktionsverfahren zur seriellen Herstellung dünnwandiger dreidimensionaler Bauteile mit textiler Bewehrung; 1. Fachkolloquium der Sonderforschungsbereiche 528 + 532, RWTH Aachen, Februar 2001

Weitere Informationen:



Novacret Faserbaustoff-Technik GmbH
 Postfach 1270 – Balduinstraße 1A
 54462 Bernkastel-Kues, DEUTSCHLAND
 Tel.: +49 6531 96 82 41
 Fax: +49 6531 96 82 42
 E-Mail: info@novacret.com
 Internet: www.novacret.com

Novacret AG
 Postfach – Eisengasse 9
 8032 Zürich, SCHWEIZ
 Tel.: +41 1 266 92 51
 Fax: +41 1 266 92 61
 E-Mail: info@novacret.com
 Internet: www.novacret.com



SAERTEX Wagner GmbH & Co.KG
 Brochterbecker Damm 52
 48369 Saerbeck
 Tel.: +49 2574 902 171
 Fax: +49 2574 902 209
 E-Mail: t.bischoff@saertex.com
 Internet: www.saertex.com