

Rationelle Herstellung von Composites-Profilen aus dreidimensionalen Bandgeweben

Autor(en): **Müller, J. / Zulliger, A. / Dorn, M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mittex : die Fachzeitschrift für textile Garn- und Flächenherstellung im deutschsprachigen Europa**

Band (Jahr): **101 (1994)**

Heft 3

PDF erstellt am: **21.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-677890>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Technische Textilien

Wie bereits in verschiedenen Ausgaben der *mittex* veröffentlicht wurde, findet vom 15. bis 17. Juni 1994 in Frankfurt das 6. internationale Tectextil-Symposium statt, das von der Messe Frankfurt organisiert wird. Im Vorfeld dieser Veranstaltung widmen wir uns diesem im Textilsektor zunehmend an Bedeutung gewinnenden Thema mit den Veröffentlichungen «Rationelle Herstellung von Composites-Profilen aus dreidimensionalen Band-

geweben» und «Geotextilien – Vom Baufliz zum High-Tech-Baustoff» von Schweizer Autoren. Gleichzeitig berichten wir über die Veranstaltung «Technische Textilien aus Ketten- und Nähgewirken», die am 15. April an der Schweizerischen Textil-, Bekleidungs- und Modefachschule stattfand. Die Redaktion hofft damit, dieses Thema den SVT-Mitgliedern und allen interessierten Lesern etwas näher bringen zu können.

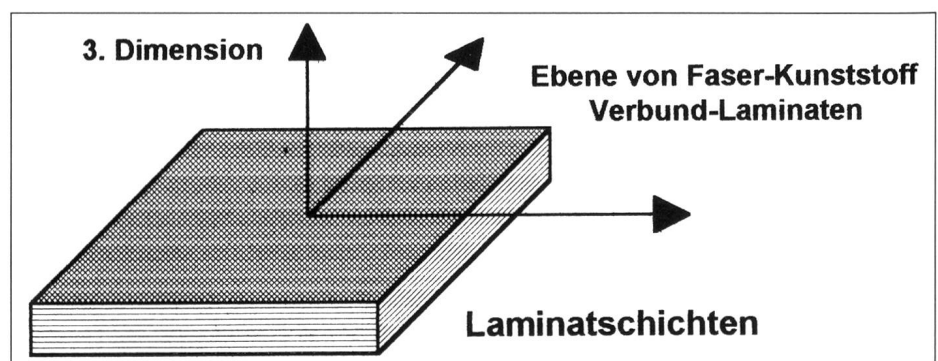
Rationelle Herstellung von Composites-Profilen aus dreidimensionalen Bandgeweben

Allgemeine oder technische Faser-Kunststoff-Verbunde sind u.a. im Bau-sektor, bei der Automobilindustrie und im Maschinenbau weit verbreitet und werden dort angewendet, wo niedriges Gewicht und kostengünstige Herstellung Priorität haben. Die sogenannten Hochleistungs-Faserkunststoff-Verbunde oder englisch Advanced Composites wie beispielsweise glas- und kohlenstoffaserverstärkte Kunststoffe mit hohen Gehalten an Endlosfasern und gerichteten Eigenschaften werden vielfach dort angewendet, wo niedriges Gewicht und zugleich hohe mechanische Eigenschaften gefordert werden. Fasern werden in verschiedenen Herstellungsverfahren mit Kunststoff imprägniert und zu Bauteilen oder Komponenten geformt. Die Anwendung dieser Gruppe der Faser-Kunststoff-verbunde ist jedoch fast ausschliesslich auf den Flugzeugbau und den Sport begrenzt. Die Gründe dafür liegen hauptsächlich in zwei Problemgebieten:

Zwei Hauptproblemgebiete von Hochleistungs-Kunststoff-Verbunden

Kosten durch Herstellungsvorbereitung (Auflege, Imprägnations-, Laminations-technik)

- begrenzte Wirtschaftlichkeit von Hochleistungs-Kunststoffverbunden
- lange Verarbeitungstaktzyklen
- niedrige mechanische Eigenschaften in der dritten Richtung



- Delamination
- Rissfortschritte
- niedrige Schlagzähigkeit

Entwicklungsprojekt zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit und weiterer Schwachpunkte von Hochleistungs-Kunststoff-verbunden

Diese Probleme können durch die Verwendung von dreidimensionalen Geweben gelöst werden. Für die Herstellung von Versteifungs- und Verstärkungsprofilen aus Faser-Kunststoff-Verbunden werden in einem Schweizer Entwicklungsprojekt des Bundes, der

HTL Brugg-Windisch, der Jakob Müller Forschung AG, Frick und Müller-Kunststoff-Technik, Birr neue Wege zur rationellen Herstellung beschritten.

Anstatt nun, wie herkömmlich Profile aus einzelnen Faser- oder Gewebelagen aufzubauen, werden sie neu aus kontinuierlichen Bandgeweben hergestellt, welche bereits mehrere Gewebe- und Faserlagen enthalten. Durch Faserorientierung in den drei räumlichen Richtungen wird die Bauteilfestigkeit erhöht.

Die Gewebe sind aus Glasfasern der Firma Vetrotex aufgebaut und werden auf Standard-Bandwebemaschinen der Firma Jakob Müller AG hergestellt. In einem ebenfalls kontinuierlichen Verfahren können sie mit Kunststoff versehen und geformt werden. Durch einen Bandtyp werden verschiedene Querschnitte ermöglicht (Bild 1). Die Bänder verfügen über Fasern in den drei Richtungen, deren Anteile können nach Bedarf optimiert werden. Die Hauptanteile liegen in Bandebene, ein geringerer Anteil in der dritten Richtung (Bild 2) für eine optimale Belastbarkeit von Profilen in Biegung oder Normalkräfte. Da aus einem Gewebiband verschiedene

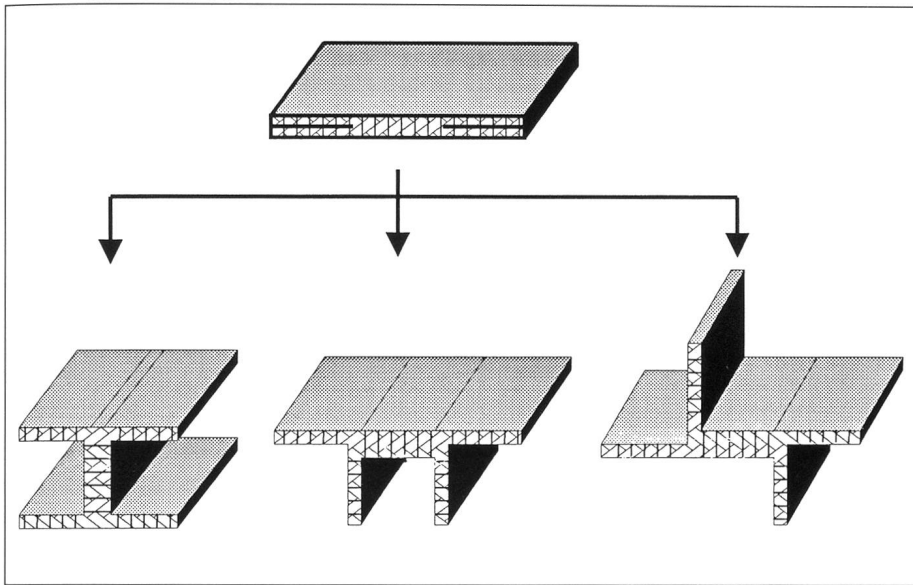


Bild 1: Mögliche Faserverbund-Profilquerschnitte aus einem 3D-Gewebeband

Profiltypen geformt werden können, wie in Bild 1 gezeigt ist, wird die Flexibilität erhöht und eine Bandstandardisierung ermöglicht, was sich seinerseits auf ihre Kosten positiv auswirkt. Aus Wirtschaftlichkeitsgründen entschied man sich in dem Projekt für Glasfasern. Dabei gewonnene Erfahrungen werden sich jedoch auch auf Kohlenstoff-Fasern anwenden lassen.

Anwendungsgebiete im Bauwesen

Die gezeigten Profile lassen sich als Bauteilhalbzeug in Rahmenkonstruktionen anwenden, wobei hohe Kräfte aufgenommen werden müssen. Ein Beispiel sind weit verbreitete leichte Flächentragwerke aus faserverstärkten Kunststoffen wie z. B. GFK-Abdeckungen von Seilbahnstationen. Die flächigen Elemente werden dabei durch integrierte Profile versteift und verstärkt. Die Abdeckung ist hohen Wind- und Schneekräften ausgesetzt. Die Konstruktion aus Composites bietet dabei gegenüber der Metallkonstruktion folgende enorme Vorteile:

- reduzierter Aufwand bei der Herstellung und damit geringere Bauteilkosten der gesamten Station
- schnelle Montage und Zugänglichkeit durch leichte Demontierbarkeit
- ansprechendes Äußeres, das Kundenwünschen angepasst werden kann

Schalen und Profile können in einem Arbeitsgang hergestellt und miteinander verbunden werden. Es ist aber auch ohne weiteres möglich, die beiden Komponenten getrennt herzustellen und in einem weiteren Arbeitsschritt zu verbinden. Die entwickelten Gewebebänder erlauben bei beiden Verfahren eine rationelle und schnelle Herstellung von solchen Bauteilen.

Gewichtseinsparungen im Verkehr

Weitere Anwendungsgebiete ergeben sich im Transportwesen vom öffentli-

chen Verkehr über Gütertransport bis zum PKW. Es werden derzeit enorme Anstrengungen unternommen, um die Fahrzeuggewichte bei gleichzeitiger Verbesserung von Belastbarkeit und rationaler Herstellung zu reduzieren. Ein markantes Beispiel stellt die von AUDI entwickelte Space-Frame-Konstruktion dar, in der hohe Kräfte von der Karosserie auf den Rahmen verlagert werden. Das Gewicht der heute noch in Aluminium gefertigten Profile könnte in der Zukunft durch die Anwendung von Integralbauweisen aus Composites reduziert werden.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten für solche Bauweisen ergeben sich für Eisenbahnwagen, LKWS, Transportcontainer, Autobusse und Strassenbahnen, deren Gewicht zugunsten höherer Transportkapazität reduziert werden muss.

Matrix Optionen für Hochleistungs-Faser-Kunststoffverbunde

Als Kunststoffe können bei Faser-Kunststoffverbunden allgemein sowohl Duroplaste als auch Thermoplaste angewendet werden. Duroplaste sind bei Composites dank ihres guten Kontaktes zu den Verstärkungsfasern weit verbreitet. Mit den Thermoplasten eröffnen sich neue Möglichkeiten z. B. bei der Reduktion der Zykluszeiten in der Bauteilfertigung sowie der Umformbarkeit in verschiedene Formen.

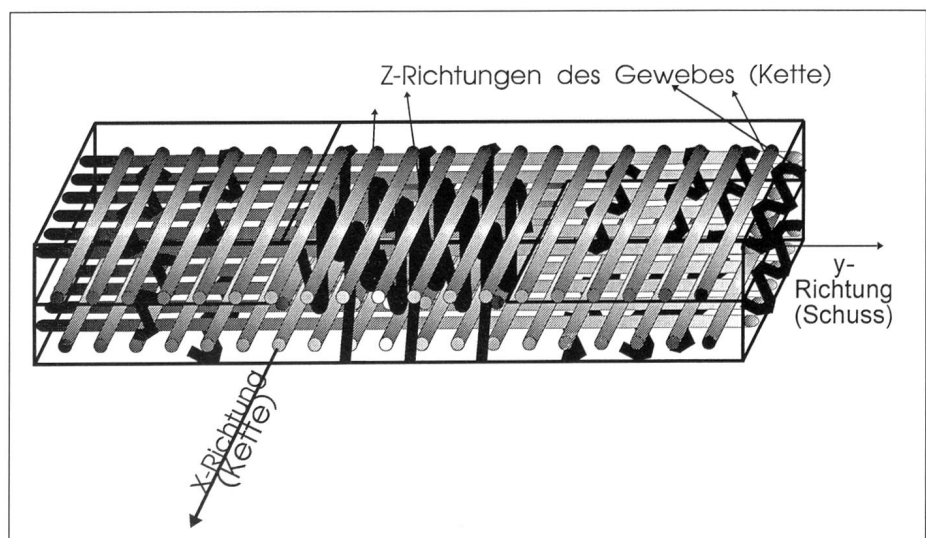


Bild 2: 3D-Gewebeband: Prinzipiskezze der Weborientierungen, Fadenlagen

Vor- und Nachteile von Duroplast- und Thermoplastmatrices in Faser-Kunststoffverbunden

Vorteile

- Flexibilität bei der Herstellung
- niedrige Imprägnationsviskosität

Nachteile

Duroplaste

- (lange) Aushärtungszyklen
- Lagerung
- Form nach Aushärtung endgültig

Thermoplaste

- Schlagzähigkeit
- kurze Verarbeitungszyklen
- Umformbarkeit der Bauteile
- Wärmebeständigkeit
- Hohe Imprägnationsviskosität
- Werkzeugkosten

und des Webprozesses optimiert. Vorher musste bei der Schlichte ein Kompromiss zwischen Webbarkeit und Faser-Harzbindung geschlossen werden. Anschliessend wurden Profile (*Bild 3*) mit dem RTM-Verfahren hergestellt. Daraus wurden Biegeproben geschnitten, die auf Zug- und Biegeeigenschaften geprüft wurden. Die Biegeeigenschaften sind in *Bild 4* dargestellt. Es konnte ein E-Modul von $E_t=18880$ MPa und eine Biegefestigkeit von $\sigma_B=515$ MPa gemessen werden. In dem Bild sind auch zum Vergleich die Werte von ebenen, bidirektionalen Gewebe-

Für die Zukunft versprechen besonders Faser-Kunststoff-Verbunde mit Thermoplastmatrices aufgrund der oben aufgeführten Vorteile ein hervorragendes Potential für eine Verbreitung. Aber auch bei den Duroplastharzen lassen sich noch Verbesserungen bezüglich Taktzeit und Rezyklierbarkeit erreichen, die die Anwendbarkeit und Verbreitung dieses Werkstoffs weiterhin gewährleisten.

Mögliche Verfahren zur Herstellung von Bauteilkomponenten

Es bieten sich primär einige Verfahren an, mit denen die erwähnten Faserverbundwerkstoff-Profile am kostengünstigsten hergestellt werden können. Es handelt sich dabei um

- (Handlaminieren)
- Harzinjektionsverfahren wie RTM und Vakuuminjektion (Duroplastmatrix)
- Strangziehen (Pultrusion: Duro- und Thermoplastmatrices)
- Pressen (Duro- und Thermoplastmatrices)
- Umformungs- und Verbindungstechniken (Thermoplastmatrix)

Bisher durchgeführte Arbeiten und erste Resultate des Projekts

In dem erwähnten Entwicklungsprojekt werden in einer ersten Phase Duroplaste als Matrixharze für diese Verfahren verwendet, um ihre Anwendbarkeit zu untersuchen.

Zuerst wurden Bänder bezüglich der Faseranteile in den drei Richtungen

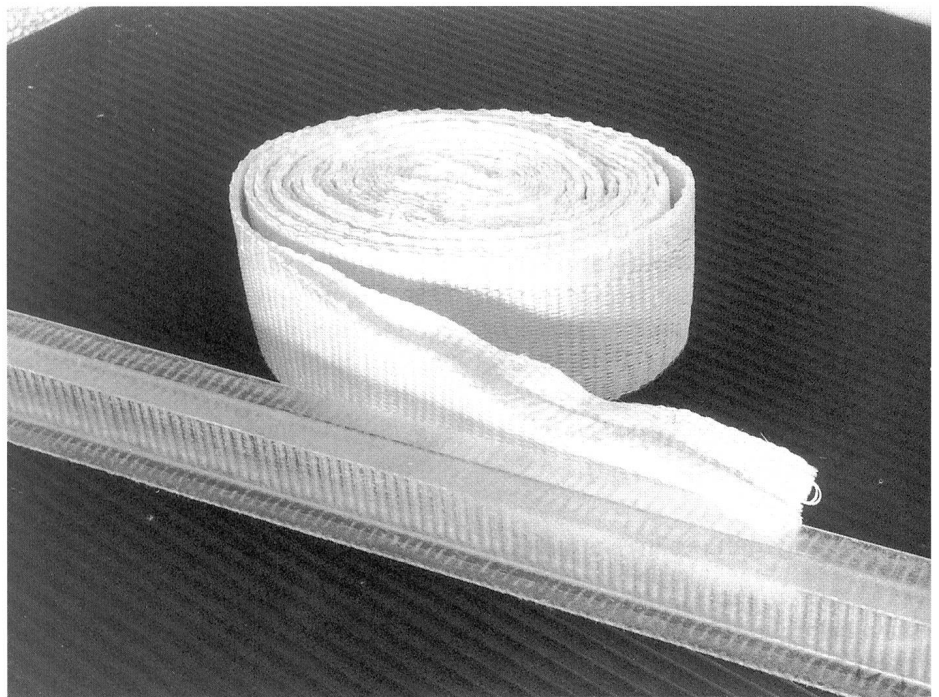


Bild 3: Biegebalken aus 3D-Glasfaser-Gewebe-Band mit Epoxi-Matrix

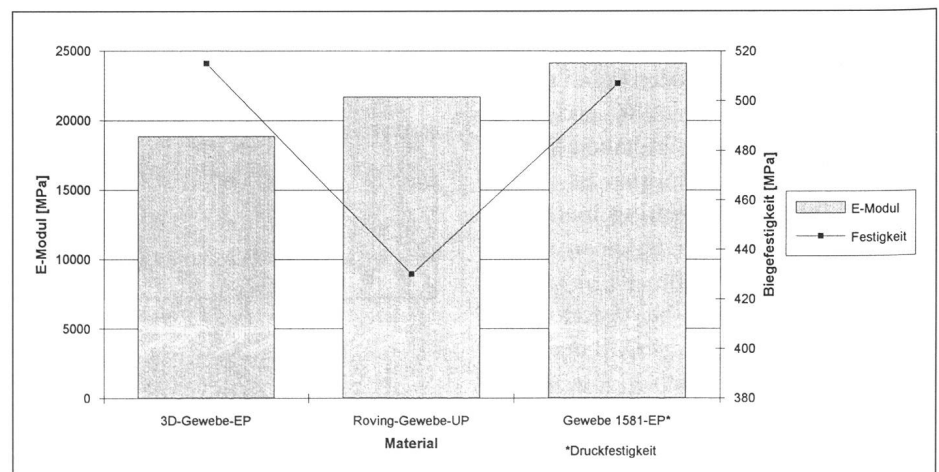


Bild 4: Biegeeigenschaften von Gewebe-GFK

GFK mit UP und EP-Matrices dargestellt. Man kann konstatieren, dass die Eigenschaften des GFK mit dem 3D-Gewebeband durchaus mit denen der anderen Verstärkungsarten konkurrieren können.

Weitere Schritte in dem Entwicklungsprojekt

Weitere Versuche werden sich mit der Verbesserung des Herstellungsprozesses, weiteren Belastungsversuchen von Profilen und Proben sowie dem Kostenvergleich von Profilen hergestellt aus konventionellen Geweben und dem 3D-Gewebe-Band mit Duroplastmatrices befassen.

Danach werden Herstellungsmethoden von Profilen mit *Thermoplastmatrix* untersucht, wobei die oben erwähnten Verfahren im Vordergrund stehen werden. Eine Variante zur Herstellung von versteiften Platten mit diesen Werkstoffen ist in *Bild 5* dargestellt. Standardprofile können in einem kontinuierlichen Verfahren wie Strangziehen oder Pressen hergestellt und anschliessend geformt und mit einem Panel verbunden werden.

Solche Herstellungsvarianten können die Wirtschaftlichkeit von Hoch-Leistungs-Kunststoffverbunden verbessern und ihren Teil zur Verbreitung dieses Materialtyps auch in der Maschinen-, Bau- und Automobilindustrie beitragen, die

dadurch in die Lage versetzt wird, leichte und hochbelastbare Bauteile in grossen Stückzahlen einzusetzen.

Dr. J. Müller; A. Zulliger (HTL-Brugg-Windisch); M. Dorn (Jakob Müller AG).

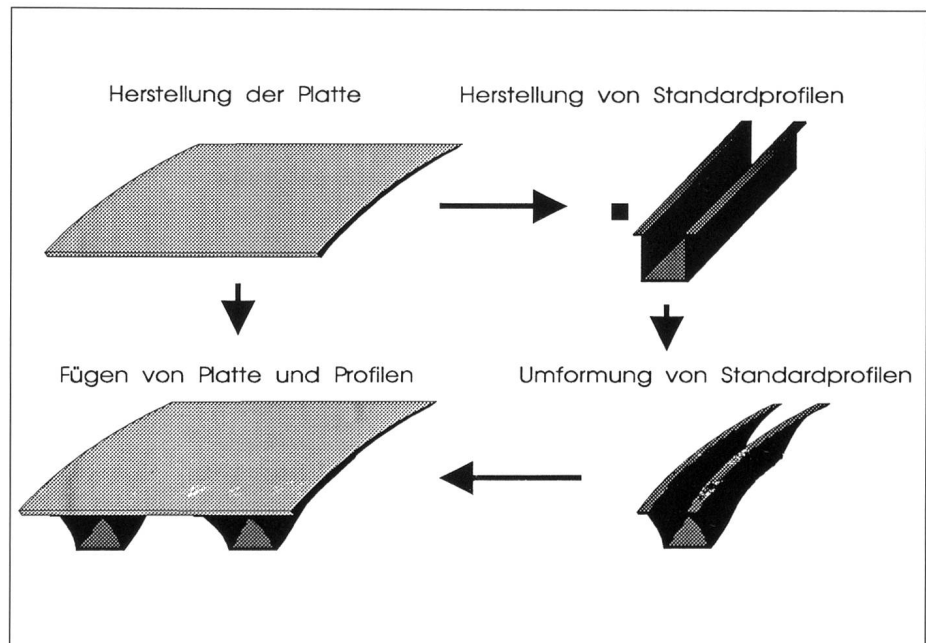


Bild 5: Herstellung eines versteiften Panels aus modernen Faser-Thermoplastverbunden mit Umform- und Füge-technik

GEOTEXTILIEN

Vom Baufilz zum High-Tech-Baustoff

Vor zwanzig Jahren gab es noch nicht einmal den Begriff «Geotextilien» und heute sind diese Produkte im Strassen-, Bahn-, Erd-, und Wasserbau kaum mehr wegzudenken. Sie erfüllen wichtige Funktionen des Trennens, Filterns, Drainierens, Armierens und Verstär-

kens, sowie des Schützens. Geotextilien ersetzen in vielen Fällen mineralische Baustoffe wie Sand und Kies, die immer schwerer zu beschaffen sind und oft von weit her auf die Baustelle transportiert werden müssen.

Markt

Die Schweiz gehört mit ca. 1 m² «pro Kopf der Bevölkerung» zu den Spitzenverbrauchern an Geotextilien, was einer Fläche von ca. 6 Mio. m² entspricht. Für Nordamerika und Westeuropa liegen die Zahlen bei je ca. 300 Mio. m². Der Anteil der Vliesstoffe beträgt dabei 75–80% in Nordamerika und 85–90% in Westeuropa. Der Rest sind Gewebe,

Geogitter sowie Sonderstrukturen für Spezialanwendungen. Insbesondere der asiatische Markt zeigt heute ein starkes Wachstum, während in Nordamerika und Europa rezessionsbedingt eine Stagnation festzustellen ist.

Geschichte

Bereits die alten Römer setzten für den Bau ihrer Wege in sumpfigem Gelände Tannenreisig ein, damit die Pflastersteine nicht im Morast versanken. Dieses Tannenreisig hatte die wichtige Funktion einer Trenn-, Filter- und Verstärkungslage. Diese Technik fand über die Jahrhunderte ihre Anwendung und ist auch heute noch vielerorts bei Forst- und Güterwegen anzutreffen. Holz verrottet aber im Laufe der Jahre und verliert dabei seine Wirkung. Der Wunsch nach beständigen Ersatzstoffen war da.

Ende der sechziger Jahre bestand die Möglichkeit, auf grossen Anlagen

**Das Grossereignis für Textiler
und Textilmaschinenbauer**

ITMA'95

vom 17. bis 26. Oktober 1995

in Mailand