

## VERFAHRENTWICKLUNG HYBRIDGELEGESTRUKTUREN

Projektleiter: Dipl.-Ing. Jan Grünert

Laufzeit: 06/08 – 09/10

### Ausgangssituation

Faserverbundwerkstoffe erhalten im Leichtbau einen immer höheren Stellenwert. Die Möglichkeit zur Reduzierung der Bauteilmasse bei weitestgehend vergleichbaren bzw. verbesserten Materialeigenschaften ist auf Grund der sehr guten spezifischen mechanischen Eigenschaften der Faserverbundwerkstoffe für viele Anwendungen, vor allem im Maschinen- und Fahrzeugbau, von großem Interesse. Weitere Vorteile der Faserverbundwerkstoffe ergeben sich aus der Nutzung der Anisotropie der Werkstoffe sowie der möglichen Funktionsintegration und Integralbauweise von Faserverbundbauteilen. Das höchste Leichtbaupotential bieten dabei unidirektional verlegte Faserstrukturen.

Im Faserverbundwerkstoff nehmen die Verstärkungsfasern die angreifenden Kräfte auf, während das Matrixmaterial die Schubkräfte zwischen den Fasern überträgt, die Fasern in ihrer Lage fixiert und gleichzeitig schützt. Die Fasern sind im Werkstoff so ausgerichtet, dass sie im späteren Bauteil die auftretenden Belastungen entsprechend aufnehmen. Als Matrixsysteme für endlosfaserverstärkte Faserverbundwerkstoffe kommen überwiegend duroplastische Kunststoffe zum Einsatz.

Thermoplastische Matrixsysteme sind vorwiegend als kurz- bzw. langfaserverstärkte Formmassen bzw. glasmattenverstärkte Thermoplaste bekannt. Insbesondere Faserverbunde aus Glasfasern und Polypropylen ermöglichen die Herstellung preiswerter Faserverbundbauteile und stehen daher bei den Anwendungsentwicklungen im Vordergrund. Innerhalb der Herstellungstechnologien thermoplastischer Faserhalbzeuge sind zwei Hauptrichtungen abgrenzbar, zum einen die Herstellung von plattenförmigen Halbzeugen durch direkte Schmelzimpregnierung der Fasern mit dem Matrixmaterial und zum anderen das Mischen der beiden Aus-

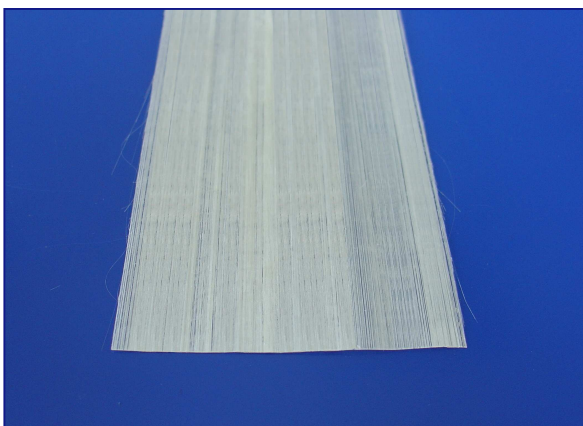


Abb. 1 Unidirektionaler Hybridwerkstoff

gangsphasen Verstärkungsfasern und Matrixmaterial und deren Weiterverarbeitung mit Mittel der Textiltechnik zu einem textilen Halbzeug und im Weiteren durch Aufschmelzen der Polymerfasern im Textil und Verpressen der Struktur in einer Heizpresse zu plattenförmigen Halbzeugen bzw. direkt zum Faserverbundbauteil.

### Forschungsziel

Ziel des FuE-Projektes war die Entwicklung einer Verfahrenskette zur Herstellung eines mehrschichtig aufgebauten, in seiner Lagenanordnung und Ausrichtung multidirektional vorkonfektionierten thermoplastischen Hybridhalbzeuges. In den Einzellagen sind die Glasfasermultifilamente unidirektional parallel ausgerichtet, zwischen thermoplastischen Folien als Matrix mittels Hybrid-Technologie eingebracht, fixiert und geschützt für den weiteren Verarbeitungsprozess. Aus einem einschichtig unidirektional verstärkten, quasi endlos Hybridmaterial wird ein mehrschichtig vorkonfektioniertes Hybridhalbzeug aufgebaut. Durch die Variation des Lagenaufbaus entsteht ein vorkonfektioniertes d. h. ein dem Anwendungsfall entsprechend belastungsgerechtes quasi endloses Hybridhalbzeug, welches durch die Herstellungstechnologie soweit vorfixiert ist, dass eine Weiterverarbeitung und Handhabung von Zuschnitten gewährleistet ist.

### Forschungsergebnis

Als Verstärkungsfasern werden E-Glasfasern verwendet. E-Glas bietet bei günstigen Marktpreisen ein mittleres Eigenschaftsniveau und wird wegen seiner Zusammensetzung und Säureresistenz überwiegend für die Verstärkung von Kunststoffen eingesetzt. Als Matrixmaterial kommt Polypropylen zum Einsatz. Polypropylen ist ein teilkristalliner Thermoplast, der schmelzbar, formbar und löslich ist. Die hohe Eigenschaftsvielfalt des Polypropylens wird u. a. durch den Ordnungszustand, Art und Grad der Verzweigung der Molekülketten sowie die thermischen Zustands- und Umwandlungsbereiche bestimmt.

Der einschichtige unidirektionale Hybridwerkstoff entsteht durch das Einbringen der Verstärkungsfasern in einer parallelen, unidirektionalen Ausrichtung zwischen das Matrixmaterial in Folienform sowie die anschließende Konsolidierung der Anordnung zu einem thermoplastischen endlosfaserverstärkten Halbzeug. Bestimmend sind dabei der Fasermassegehalt sowie die Konstanz der geometrischen Abmessungen des Hybridmaterials.

## VERFAHRESENTWICKLUNG HYBRIDGELEGESTRUKTUREN

Technologische Grundlage für Ce-Preg® bildet ein Verfahren, bei dem ausgespreizte Faseroberflächen in einem kontinuierlichen Prozess unidirektional zwischen Matrixmaterial in Folienform eingebettet werden und über ein Aufschmelzen und Verpressen des Matrixmaterials zu einem thermoplastischen endlosfaserverstärkten Prepreg verarbeitet werden. Durch Variation des Faser- und Matrixwerkstoffes und des Faservolumengehaltes bietet sich die Möglichkeit, Ce-Preg®-Werkstoffe zugeschnitten für den jeweiligen Anwendungsfall herzustellen.

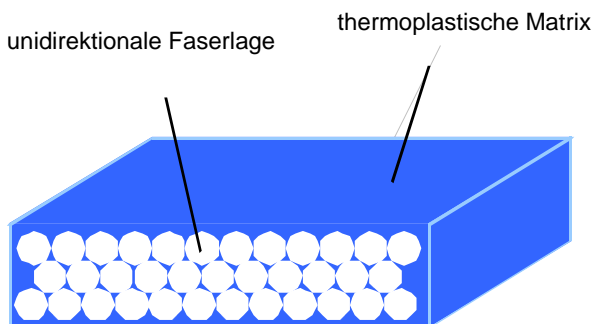


Abb. 2: Aufbau des Hybridwerkstoffes

Die thermoplastischen endlosfaserverstärkten Prepregs können entweder zu vorkonfektionierten multidirektional aufgebauten Plattenmaterialien (Organoblechen) verarbeitet werden oder direkt in Verfahren zur Bauteilherstellung einfließen.

Aus den unidirektionalen Einzelschichten werden in einem weiteren Verfahren mehrschichtige, multidirektional ausgerichtete Halbzeugverbunde hergestellt und anschließend in einer Heizpresse zu einem plattenförmigen thermoplastischen Halbzeug konsolidiert. Der Lagenaufbau des multidirektionalen Mehrschichtverbundes erfolgt zunächst in 4/1-Ausrichtung. Weitere multidirektionale Aufbauten in unterschiedlichsten Einzellaagewinkeln sind hier jedoch ebenso möglich.

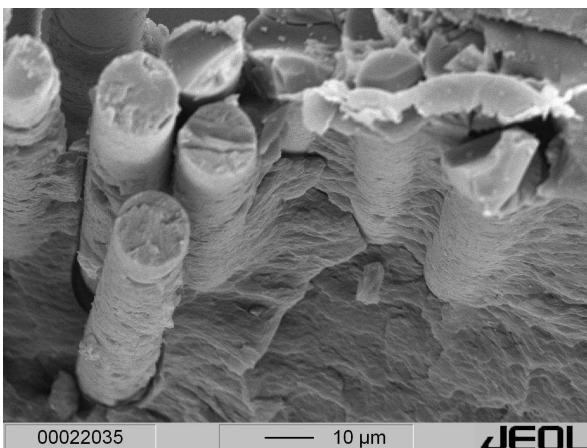


Abb. 3: REM-Aufnahme (Vergrößerung: 1000x)

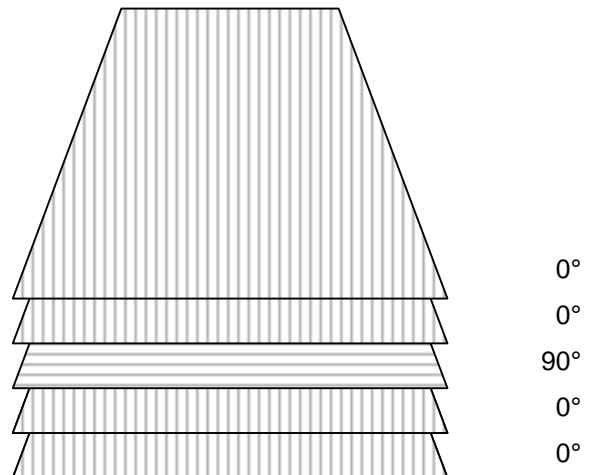


Abb. 4: Mehrschichtiger 4/1-Hybrid Aufbau

Die Einzelschichten werden untereinander thermisch fixiert, womit der Mehrschichtverbund als Gesamtstruktur handhabbar wird. Durch Weitschichten mehrerer 4/1-Grundaufbauten bzw. Einzelschichten wird dann ein entsprechendes Plattenhalbzeug definierter Stärke für Bauteilanwendungen erzielt.

### Anwendung und wirtschaftliche Bedeutung

Mit dem entwickelten Hybridmaterial sowie dem Verfahren zu dessen Herstellung ergibt sich sowohl für die Material- als auch die Bauteilhersteller ein Beitrag zur Ressourcenschonung.

Durch den Einsatz von Ce-Preg® vorwiegend im Fahrzeugbau, aber auch im Maschinenbau können bewegte Bauteilmassen verringert und energieeffiziente Lösungen angeboten werden.

Wir danken dem Sächsischen Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit für die finanzielle Unterstützung sowie dem Projektträger SAB GmbH für die Betreuung des Forschungsvorhabens 12845/2140.