

Composites – Material der Möglichkeiten

Composites sind Konstruktionsmaterialien, die in ganz verschiedenen Anwendungsbereichen eingesetzt werden. Hierbei weisen die Materialien teils ein sehr unterschiedliches Eigenschaftsbild auf. Dies wird dadurch möglich, dass es sich bei Composites um einen Kombinationswerkstoff aus mehreren Komponenten handelt, der sich, ausgerichtet auf einen bestimmten Anwendungsfall, zusammensetzen lässt. (Vgl. Abb. 1)

Stahl beispielsweise verfügt über spezifische Eigenschaften, die je nach Materialtyp festgeschrieben sind. Diese Materialeigenschaften bleiben immer gleich, egal, wie das Design des späteren Bauteils aussieht und wie die Lastpfade im späteren Bauteil verlaufen.

Composites verfügen nicht über spezifische Eigenschaften – diese werden durch die beiden Hauptbestandteile, Fasern & Matrix festgelegt. Die mechanischen Eigenschaften des späteren Bauteils unterscheiden sich je nachdem, welche Fasern und welche Fasertypen (Endlosfasern, Langfasern, Kurzfasern, textile Strukturen/Halbzeuge, usw.) zum Einsatz kommen. Daneben werden vielfach zusätzliche Materialien, wie Füllstoffe, Additive, Sandwichmaterialien, usw., eingebracht. Die Materialeigenschaften und die mechanischen Eigenschaften lassen sich also zielgerichtet anpassen. Die Grundüberlegung beim Design und der Auslegung eines Composites-Bauteils unterscheidet sich grundlegend von der Werkstoffauswahl im metallischen Bereich. Der Prozess startet nicht mit der Auswahl eines spezifischen Materials, sondern mit der Frage, welche Eigenschaften das spätere Bauteil haben soll. Entsprechend dieser Anforderung bedient man sich an den zur Verfügung stehenden Einsatzmaterialien und „designt“ sich so einen eigenen Werkstoff.

Die eingesetzten Fasern sind von zentraler Bedeutung für die späteren Bauteileigenschaften. Sie haben eine entscheidende Aufgabe innerhalb eines Composites: die Übertragung der Zug-Druck-Lasten in Faserlängsrichtung. Darüber hinaus beeinflussen sie die Festigkeit, Steifigkeit, Wärmedehnung und die Möglichkeit der Energieabsorption im späteren Bauteil. Für die Auswahl stehen verschiedenste Fasern zur Verfügung. Über 95% der heute eingesetzten Fasern sind Glasfasern. Die zweitgrößte Gruppe sind Naturfasern, gefolgt von Kohlenstofffasern. Diese Fasern unterscheiden sich hinsichtlich Mechanischer Kennwerte, Preis, Verfügbarkeit, Qualitätsniveau und Einsatzmöglichkeiten.

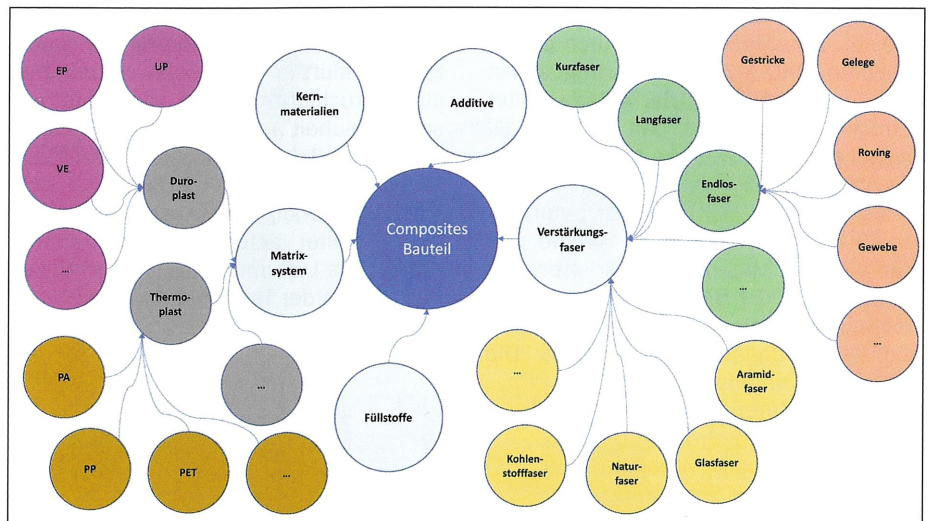


Abbildung „Composites Zusammensetzung“

Wichtig in diesem Zusammenhang ist der Hinweis, dass es nicht nur eine spezifische Glasfaser oder Kohlenstofffaser gibt, sondern sehr unterschiedliche Fasertypen innerhalb der einzelnen Bereiche. Hinsichtlich ihrer Eigenschaften unterscheiden sich Fasern teils erheblich. Die Tabelle gibt einen groben Überblick über entsprechende Standardwerte:

Der Preis eines späteren Bauteils spielt oft eine erhebliche Rolle bei der Materialentscheidung. Glasfasern sind oftmals sehr günstig und liegen im Preisbereich von oftmals 1–2 € pro Kilogramm. Kohlenstofffasern übersteigen diesen Preis um ein Vielfaches. Der Preis von Naturfasern richtet sich erstens nach dem Material, zweitens nach der Verfügbarkeit und drittens nach der Nachfrage bzw. entsprechenden Ernteergebnissen. Der Einsatz von Kohlenstofffasern beispielsweise lohnt sich finanziell oftmals nur dann, wenn man tatsächlich auf das sehr hohe Eigenschaftsniveau der Faser angewiesen ist!

Innerhalb der jeweiligen Fasergruppe stehen wiederum unterschiedliche Fasertypen zur Verfügung: Endlosfasern (Rovings), Langfasern, Kurzfasern, Preforms, ...).

Ihr volles Eigenschaftsniveau schöpfen Fasern nur dann aus, wenn sie in Endloser Form vorliegen und die Kraft ohne Unterbrechung übertragen werden kann. Die zweite wichtige Komponente innerhalb eines Composites ist der eingesetzte Kunststoff (Matrix). Die Aufgaben der Matrix sind unter anderem die Fixierung der Faser im Werkstoff, das Abstützen der Faser gegen Knicken bei Druckbelastung und die Übertragung der Lasten zwischen den Fasern. Die Matrix hat vor allem Einfluss auf Formgebung, Oberflä-

che, Medienbeständigkeit, Formbeständigkeit in der Wärme und Temperaturbeständigkeit.

Im Composites-Bereich stehen zwei grundlegende Matrixarten zur Verfügung, Thermoplaste und Duroplaste.

Thermoplaste sind schmelzbar. Die Makromoleküle lagern sich nebeneinander an, ohne eine chemische Bindung untereinander einzugehen. Es handelt sich um eine abgekühlte/gefrorene Schmelze. Thermoplaste sind somit unter Temperatureinwirkung schmelzbar und die Formgebung ist reversibel.

Als Duroplaste werden Reaktionsharze bezeichnet. Diese unterliegen einer chemischen Reaktionshärtung. Die Makromoleküle gehen eine feste, chemische Bindung untereinander ein. Im Aushärtprozess bildet sich ein 3-dimensionales makroskopisches Netzwerk. Die Produkte sind unerschmelzbar und in der Formgebung irreversibel.

Innerhalb dieser beiden Gruppen stehen erneut ganz unterschiedliche Materialien zur Verfügung. Die gängigsten Thermoplaste sind PP, PA und PP sowie technische Thermoplaste wie PEEK. Die am weitesten verbreiteten Duroplaste sind UP (ungesättigte Polyester), VE (Vinylester) oder Epoxy-Systeme.

Neben der Verarbeitbarkeit und der Möglichkeit zur schnellen Prozessführung unterscheiden sich die Systeme vor allem hinsichtlich ihrer mechanischen Eigenschaften und dem Preis.

Neben den Fasern und der Matrix findet man in vielen Bauteilen weitere Komponenten wie Füllstoffe, Additive oder Sandwichmaterialien.

Füllstoffe haben Einfluss auf chemische, thermische, mechanische, optische und elektrische Werte überwiegend von Form-

Eigenschaften	Glasfaser	C-Faser HM	C-Faser HT	Aramidfaser	Naturfaser
Dichte g/cm ³	2,5	1,8	1,8	1,4	1,4
Elastizitätsmodul MPa	73.000	500.000	240.000	72.000	10.000
Festigkeit MPa	2.400	1.750	3.600	3.000	400-1000

massen. Teilweise können sie zu einer Reduzierung des Preises führen und haben Einfluss auf Verarbeitung von Formmassen.

Additive werden oft nur zu einem sehr geringen Prozentsatz eingesetzt und dienen der Beeinflussung des Bearbeitungsprozesses. So gibt es beispielsweise Entlüfteradditive, die im Prozess das Austragen injizierter Luft unterstützen. Dispergieradditive dienen zur Reduzierung der Viskosität sowie zur homogenen, feinen Verteilung von Füllstoffen und Pigmentpartikeln.

Das Thema Flammenschutz ist speziell im Composites-Bereich von hoher Bedeutung. Hierfür werden Flammenschutzmittel eingesetzt. Ein Typisches Flammenschutzmittel, welches in vielen Anwendungen zum Einsatz kommt, ist ATH (Aluminiumtrihydrat).

In der Praxis werden vielfach so genannte Sandwichlamine eingesetzt. Hierbei handelt es sich um Bauteile, die aus Deckschichten aus Composites bestehen und mit einer Sandwichlage verklebt werden. Die mechanische Eigenschaften solcher Bauteile werden durch die Decklamine (GFK, CFK,...) bestimmt. Die Kern-/Sandwichmaterialien können zu einer Gewichtsreduzierung (mit) höherer Steifigkeit führen. Entsprechende Lamine verfügen oft über ein geringes Gewicht, eine hohe Biegesteifigkeit und gute Dämpfungseigenschaften.

Typische Kernmaterialien sind zum Beispiel Holz (Balsa, Plywood), Schaum (PVC, PUR, PE oder Honeycomb (PP, metal, aramid)).

Einsatzgebiete finden sich im Caravan-Bereich, bei Nutzfahrzeugen, im Bootsbau und bei Windkraftflügeln.

Die Materialauswahl hängt zu einem wesentlichen Teil auch davon ab, welches Bauteil angestrebt wird. Nicht alle Bauteile lassen sich mit jedem beliebigen Herstellungsprozess fertigen. Je nach Verfahren zeigen sich zahlreiche Möglichkeiten und Einschränkungen.

Hier sind unter anderem folgende Überlegungen anzustellen:

Wie komplex ist die Geometrie?

Welche Stückzahl wird angestrebt?

Wie teuer ist mein späteres Bauteil?

Welche Materialien kommen zum Einsatz?

Für die Verarbeitung von Composites stehen unterschiedliche Verarbeitungsverfahren (teilweise mit Sonderverfahren oder Verfahrensvariationen) zur Verfügung:

Handlaminieren/Faserspritzen, RTM / Injektionsverfahren, Pressen (Nass-, Kalt-, Warmpressen, SMC, Organobleche,...), Pultrusion, Wickelverfahren, Schleuderverfahren, Kontinuierliches Laminieren, Autoklavverfahren / Halbzeuge, Spritzgießen, Umformen, etc.

Die Möglichkeiten reichen von Prototypenfertigung und geringen Stückzahlen (Handlaminieren/Faserspritzen), über mittlere Serien (RTM/Infusion), Großserienfertigung (Pressen) bis hin zur Endlosfertigung (Pultrusion, kontinuierliches Laminieren). Die Investitionskosten der Anlagentechnik variieren enorm von der günstigen, handwerklichen Fertigung (Handlaminieren), über eher geringe Investitionen (RTM) bis hin zur vollautomatisierten Fertigung (SMC/BMC(LFT/Organobleche)). Verfahren wie das Autoklav-Verfahren rechnen sich oft nur für sehr teure und hochspezialisierte Bauteile aus dem Rennsport und der Luftfahrt.

Die Fertigung komplexer Bauteile, etwa mit Hinterschnitten, ist nicht mit allen Verfahren gleichermaßen möglich. Insgesamt zeigt diese kurze Betrachtung, dass die Auswahl und der Entscheidungsprozess zur Herstellung eines Composites-Bauteils äußerst komplex sein kann. Genauso vielfältig sind aber auch die sich ergebenden Möglichkeiten!

Insbesondere für die Herstellung eines Composites-Bauteils ist nicht mit allen Verfahren gleichermaßen möglich.

Insgesamt zeigt diese kurze Betrachtung, dass die Auswahl und der Entscheidungsprozess zur Herstellung eines Composites-Bauteils äußerst komplex sein kann. Genauso vielfältig sind aber auch die sich ergebenden Möglichkeiten!

Autor:

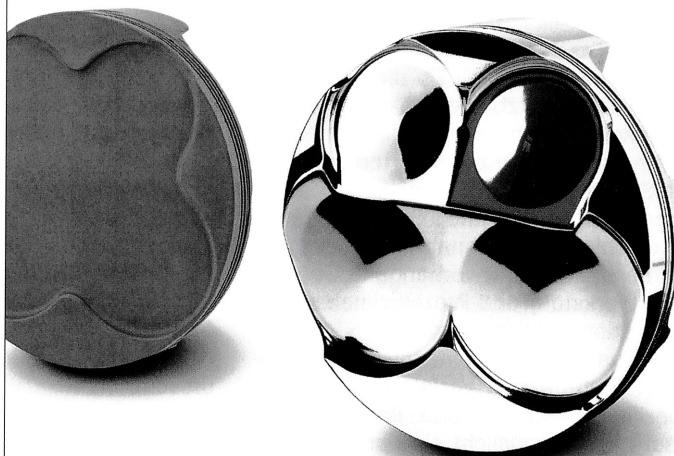
Volker Mathes

**WALTHER
TROWAL!**

BEWÄHRT IN DER KÖNIGSKLASSE.

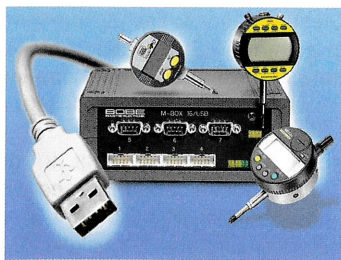
Starten Sie mit unserer Gleitschleiftechnik
von der Pole-Position.

walther-trowal.com



WE IMPROVE SURFACES!

Die M-Box als USB-Interface für die Qualitätssicherung



- Mit bis zu zwölf Eingängen (je nach Typ)
- Stromversorgung über die USB-Schnittstelle
- über einen Treiber eine virtuelle serielle Schnittstelle
- Fusstasteranschluss
- USB-Kabel & Treiber im Lieferumfang enthalten
- Verschiedene Messmittel unter einen Hut

BOBE Industrie-Elektronik

Sylbacher Str. 3, D-32791 Lage, Tel. 052 32/9 51 08-0, Fax 052 32/6 44 94
eMail: info@bobe-i-e.de, Internet: www.bobe-i-e.de