

## Aramid- und Glasfaser

# Hytris – Composite mit verbesserter Ökobilanz

Mit Hytris ist ein Material entwickelt worden, das universell einsetzbar und in seinen Eigenschaften variabel produzierbar ist. Ausgangspunkt sind mit Aramid umhüllte Glasfaserkerne, die miteinander zu einem Geflecht verwoben werden. Mehrere dieser unvernetzten Matten ergeben für die Bauteilproduktion ein Ausgangsmaterial, das im Vergleich mit duroplastbasierten Composites mit weniger Energieaufwand herstell- und lagerbar ist. Auch in der gesamten Ökobilanz hat es Vorteile.

Bei der Entwicklung von Hytris (hybrid triangle solution) standen mehrere Vorgaben im Lastenheft. Zum einen sollte das Material flexibel und universell einsetzbar sein und mehrere technische Anforderungen erfüllen. Ergebnis ist ein Baukastensystem für Leichtbauteile mit hohem E-Modul, guter Dämpfung, hoher Bruchdehnung, niedrigem K-Wert, hoher Schallabsorption, guter Schalldämmung, einer Hitzestabilität bis 400 °C sowie positiver Eigenschaften beim Schnitt-, Crash- und Personenschutz. Diese technischen Eigenschaften lassen sich mit dem Hytris Multilayer System gezielt kombinieren. Bild 1 fasst diese Eigenschaften zusammen.

### DER HYTRIS-FADEN

Der Faden wird aus verschiedenen Basisfilamenten hergestellt, die vorher gewaschen, vereinzelt und dann mit einem Silikonharz (weich,

hart, medium) versehen werden. Diese Schicht wird in Abhängigkeit vom Filament-Durchmesser eingestellt. Der Standard-Faden besteht aus innenliegenden Glasfilamenten (E- oder S-Glas) und aus para-Aramidfilamenten, die um den Glaskern gelegt werden, Bild 2. Die Filamente werden nicht gedreht, sondern parallel gelegt. Durch eine Düse wird dieser Faden, nachdem die Filamente mit dem Harz benetzt wurden, zusammen gepresst und getrocknet, ohne dass das Harz vernetzt wurde. Der Faden enthält jetzt zirka 75 % Glas und 15 % para-Aramid sowie 10 % Silikonharz mit Wasser als Lösungsmittel. In diesem unvernetzten Zustand ist der Faden bei Temperaturen unter 120 °C lagerfähig.

Der Hytris-Faden wird im Rundformat oder als 3- bis 7-mm-Bändchenformat hergestellt. Letzteres dient dazu, die Effizienz der Webmaschinen, speziell die des Schussapparates, zu erhöhen.



»Durch die Integration mehrerer Eigenschaften der verschiedenen Grundbausteine des Materials in einem Teil werden die Prozesskosten drastisch gesenkt.«

Faisal H.-J. Knappe ist Geschäftsführer der Entwicklungsfirma fhjkdesign in Zeil am Main.

**GEWEBE ALS ERSTE BASIS FÜR DEN AUFBAU**

Das Gewebe, Bild 3, ist ein Leinengewebe, wobei die Abstände der Kettfäden bis zu 40 mm betragen können. Kett- und Schussfäden müssen tangential übernommen werden. Ein Drehen des Fadens würde zu Prozess- und Stabilitätsproblemen führen. Der Faden wird wie ein Monofilament oder ein Bändchen verwoben. Damit das Gewebe, das aus einem unvernetzten Faden besteht, in den Abständen stabil bleibt, wird es nach dem Weben ohne Temperaturänderung leicht verpresst. Dieses Hytris-Gewebe, das aus verschiedenen Fäden bestehen kann, lässt sich im leicht verpressten, unvernetzten Zustand bei Temperaturen bis zu 120 °C lagern.

**ZWISCHENLAGE ALS 2. KOMPONENTE**

Der Interlayer ist eine Zwischenlage, die aus durchtränktem oder beschichtetem, reinem para-Aramid-Papier oder aus Mischungen anderer Kurzschnittfasern oder Pulpen mit para-Aramid besteht, Bild 4. Die Flächengewichte des Interlayers können durch die Abmischung mit anderen Fasern erhöht werden, das heißt die Dichte steigt von 1,45 auf 1,75 g/cm<sup>3</sup> an. Das Material verliert durch diese Abmischung keine seiner werkstofflichen Eigenschaften. Auch diese Zwischenlagen werden nicht vernetzt und können unter normalen Temperaturen bedenkenlos zwischengelagert werden, so dass kein Zeitdruck zur Weiterverarbeitung entsteht. Wie bereits erwähnt, sollte auch hier die Lagertemperatur von 120 °C nicht überschritten werden. Neben den Zwischenlagen aus Papier können auch getauchte Vliese eingesetzt werden, die dann zuvor im Harz-Bad mit Zusätzen versehen werden. Auch für die Vliese gelten die vorher genannten Lagerbedingungen.

**F I C H T F E N**

Die unvernetzten Fäden dürfen wie beim Weben während des Flechtens (Braiding) nicht gedreht werden, da auch hier die Drehung zu Prozess- und Stabilitätsproblemen führt. Dieses Geflecht, Bild 5, kann, je nach Anforderung, als Schlauch oder als Flächengeflecht ausgeführt werden. Auch hier gilt für das Zwischenprodukt die oben genannte maximale Lagertemperatur.

**HYTRIS-MEHRFACHLAGEN**

Bevor die Zusammenstellung der verschiedenen beschriebenen Komponenten zu einer Hytris-Multi-Layer, Bild 6, erfolgt, werden in einer Design-Auswirkungsanalyse die Eigenschaften geplant. Dabei entstehen auch sogenannte Nebeneigenschaften. Wird zum Beispiel ein hohes E-Modul verlangt, ergeben sich bei dessen Einstellung als Nebeneigenschaften eine hohe Elektro-Durchschlagszahl, gute Vibrationsabsorption und ein niedriger KWert, das heißt eine hohe Wärmedämmung.

Nach der Planung des Aufbaus werden die verschiedenen Schichten wie in einem Baukasten zusammengestellt und anschließend wie Blech unter hohem Druck und Temperatur 3D-verformt.

Bei der Vernetzung unter hohem Druck und Temperaturen von 220 °C verbinden sich die einzelnen Schichten zu einem homogenen Material, das danach Luft- und Gasfrei ist und eine geringe Schichtdicke

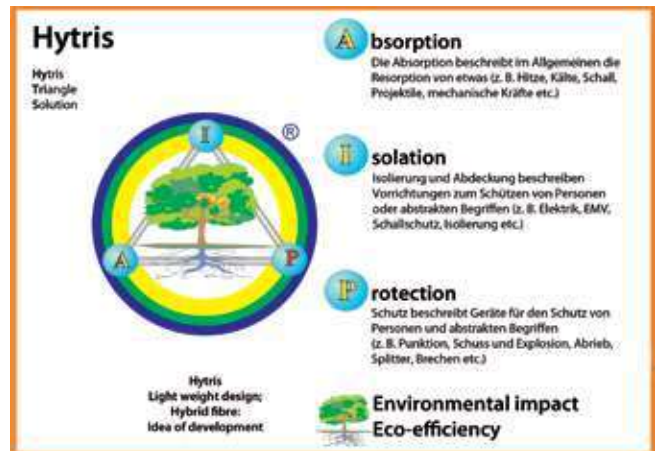


BILD 1 Hytris und seine Eigenschaften



BILD 2 Faden und Aufbauschema

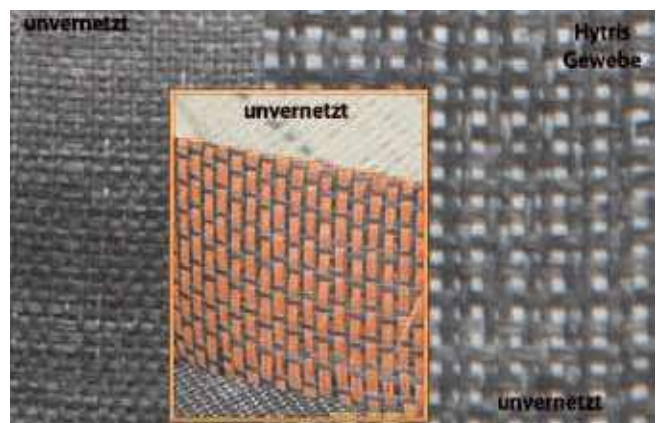


BILD 3 Gewebelagen-Beispiele

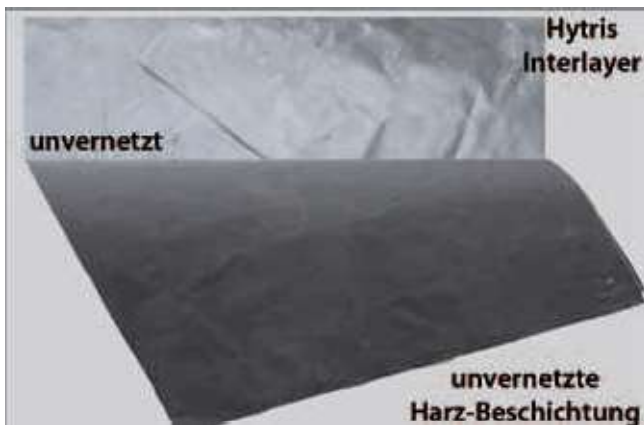


BILD 4 Hytris-Zwischenlagen

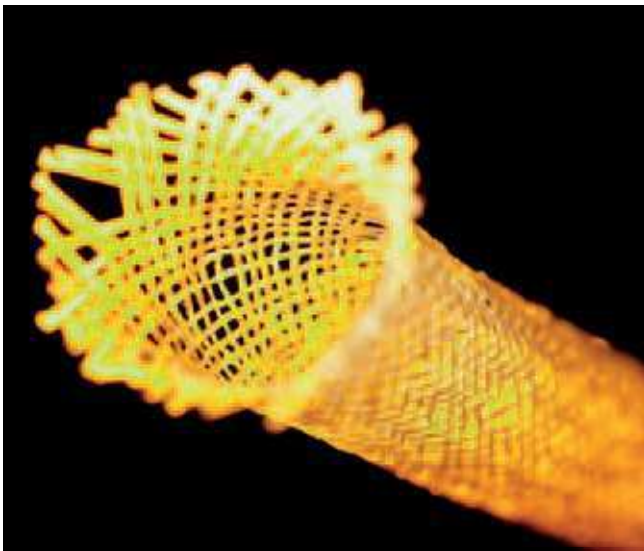


BILD 5 Geflecht (Schlauchbeispiel)



BILD 6 Hytris Leichtbaubeispiel mit Gitterstatikschemata

aufweist. Zum Beispiel ergeben zwei Gewebeschichten und ein Interlayer eine Dicke von zirka 0,35 mm und ein Gesamtgewicht von rund 103 g/m<sup>2</sup>. Nach der Vernetzung kann das Material nicht mehr verformt werden und ist bis zu 400 °C Dauertemperatur formbeständig und behält die Eigenschaften bis zirka 380 °C Dauertemperatur bei. Der Unterschied im Produktionsablauf ist bei der Herstellung von Bauteilen nach diesem Verfahren deutlich vereinfacht, da im Gegensatz zur Herstellung der meisten Composite-Bauteile kein Harz in der Produktion eingesetzt wird. Dieses befindet sich bereits auf den Vorprodukten/Halbzeugen.

#### PROZESSTECHNOLOGIE

Durch den unvernetzten Aufbau ergibt sich ein geringerer Aufwand in der Prozesstechnologie, der außer einer Kostenreduzierung auch eine größere Kontrolle erlaubt. Durch die Integration mehrerer Leistungen oder Eigenschaften der verschiedenen Grundbausteine des Materials in einem Teil werden die Prozesskosten drastisch gesenkt. Im besten Fall können diese auf ein Drittel reduziert werden. Umweltgifte fallen in diesem Prozess nicht an, da das eingesetzte Harz auf Wasserbasis beruht. Hierdurch kann auf eine aufwändige Absaugung während des Verpressens verzichtet werden, da nur Wasserdampf entsteht. Das Verfahren lässt sich gut standardisieren und ist gut berechenbar. Es erlaubt eine Energieeinsparung von 44 bis 66%. Durch den verkürzten Prozessablauf ergibt sich automatisch eine positive Umweltbilanz, die dadurch noch verbessert wird, dass Produktionsfehlerquellen und damit Ausschuss minimiert werden. Durch die Integration mehrerer Leistungen oder Eigenschaften in einem Bauteil werden die Prozesszeiten teilweise gedrittelt. Ebenso sinken dadurch die Kosten.

#### PRODUKTION

Durch die problemlose Lagerung der Vorprodukte des Baukastensystems, die einfache Zusammenstellung und das Zusammenfügen der Vorprodukte zu einem Endprodukt sowie die Standardisierung der Abläufe lassen sich erhebliche Kosten einsparen. Die gute Berechenbarkeit und die Kostenreduzierung durch weniger Bauteile wirken sich ebenfalls positiv auf die Ökobilanz aus. Das Energieeinsparungspotenzial liegt hier bei 34 bis 66%.

#### RECYCLING

Hytris ist zu 100 % recyclingfähig, es wird am Ende der Nutzungsphase gemahlen und anschließend zu 100 % in einem Interlayer wiederverwertet. Je mehr von diesem Material im Umlauf ist, umso günstiger werden auch die Interlayer und damit das Gesamtprodukt.

#### GESAMTKOSTEN

Die Gesamtkosten im Einkauf reduzieren sich um 33 bis 66 %, da für fünf bis zehn Eigenschaften nicht eine entsprechende Zahl an Komponenten zugekauft und nur ein Teil bearbeitet werden müssen.

#### UMWELTBILASTUNG

Das Konzept hat geringe Auswirkungen auf Boden, Luft, Wasser und bedingt einen nur geringen Ressourcenverbrauch. Aus der Umwelt-

---

gesetzgebung werden nur wenige Bereiche tangiert, so dass eine beschleunigte Genehmigung zu erwarten ist. Die Akzeptanz des Verfahrens am Produktionsstandort ist darüber hinaus wegen der geringen Belastungen der Umgebung groß.

#### VERGLEICH ZUR HERSTELLUNG VON CFK UND GFK

Bei einem CFK-Bauteil, dessen Gesamtkosten sich auf 100 Euro belaufen, entfallen jeweils die Hälfte der Aufwendungen auf Material und Herstellung. Mit der Nutzung von Hytris im selben Bauteil müssten für Herstellung etwa 15 Euro und für das Material 25 Euro veranschlagt werden. In Bezug auf K-Wert, Dämpfung, Seitenstabilität, Bruchdehnung und Crashesicherheit werden mit Hytris die Eigenschaften des CFK-Bauteils dabei übertroffen.

Bei einem 65 Euro teuren GFK-Bauteil müssen für Material zirka 15 und für die Herstellung 50 Euro angesetzt werden. Die Kosten von Hytris wären beim selben Bauteil im Material mit zirka 25 und bei den Herstellkosten mit 15 Euro zu beziffern, wobei die Eigenschaften des GFK-Bauteils in Bezug auf K-Wert, Dämpfung, Seitenstabilität, Bruchdehnung, Crashesicherheit und Gewicht ebenfalls unterlegen sind.

Der Vergleich kann noch extremer ausfallen, wenn u. a. mit dem Aufwand für Transport und Lagerung der Vormaterialien die kompletten Umweltaspekte und die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen eingerechnet werden.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Das Hytris-Baukastensystem ist ein gutes Beispiel für Nachhaltigkeit. Das Verfahren basiert zu 80 % auf Mineralien, ermöglicht leichte Bauteile, reduziert den Ölverbrauch, verbessert die Ökologische Bilanz, vereinigt verschiedene Eigenschaften in einem Produkt (Akustik- und Lärminderung, Hohe Festigkeit, Temperatur- Hitze- und Chemikalienbeständigkeit) und ermöglicht ein weitreichendes Recycling.

Unter dem Aspekt, dass künftig jeder Produzent darauf achten muss, seinen „CO<sub>2</sub>-Fußabdruck“ zu minimieren, steht eine Lösung zur Verfügung, die alle Schritte vom Rohstoff bis zur Wiederverwertung umfasst, wobei in der gesamten Prozesskette Einsparungen durch Standardisierung, verbesserter/vereinfachter Prozesstechnologie, geringere Zykluszeiten und Gewichtsreduktion möglich sind. Da das Material in einer Anwendung mindestens drei technische Eigenschaften mit hohen Leistungsdaten vereint, wird die Produktion kostengünstig und prozesssicher. Im Vergleich zur Herstellung von anderen Leichtbauteilen können bis zu 70 % Kosten eingespart werden. ●

---

#### Der Autor:

FAISAI H.-J. KNAPPE ist Geschäftsführer der Entwicklungsfirma fhjkdesign in Zeil am Main.

---