

Arboform®: Flüssiges Holz

Holz aus der Düse

Spritzgussteile aus Holz? Das aus Lignin und Holzfasern bestehende Granulat Arboform® macht's möglich: Aus „flüssigem Holz“ lassen sich Produkte mit erstaunlichen technischen Eigenschaften herstellen.

Ausgangspunkt für eine neue thermoplastische Werkstoffgruppe, ausschließlich aus nachwachsenden Rohstoffen, ist das Naturpolymer Lignin, das zu etwa 30 % in jedem Baum und jeder verholzenden Pflanze durch die Photosynthese gebildet wird. Lignin ist nach der Zellulose das am zweithäufigsten vorkommende Polymer in der Natur und bildet z. B. im Baumstamm eine dreidimensional vernetzte Gerüststruktur um die Zellulosefasern. Durch Lignin erhält das natürlich gewachsene Holz seine benötigte Druckfestigkeit, weil diese von der Zellulosefaser nicht aufgebracht werden kann. Die Zellulosefaser kann nur Zugfestigkeiten erbringen, so dass der Verbund aus Naturfasern (Zellulose) und Lignin einen Kombinationswerkstoff ergibt, der Zug- und Druckbelastungen entgegenwirken kann. Je nach quantitativer Zusammensetzung können z.B. Festigkeiten, Steifigkeiten und Wärmeformbeständigkeiten gezielt auf das Produkt eingestellt werden. Lignin ist ein Nebenprodukt der papierproduzierenden Industrie und fällt weltweit jährlich in einer Menge von etwa 50 Mio. Tonnen an. Die bisherige Verwendung von Lignin beschränkt sich zu etwa 95 % auf thermische Verwertung in Verbrennungsanlagen zur Energiegewinnung. Nur etwa 5 % des aus Holz gewonnenen Lignins findet eine stoffliche Verwendung in der Beton-, Spanplatten- oder Futtermittelindustrie.

Lignin plus Naturfasern

Mischt man Lignin mit Naturfasern aus Holz, Flachs, Hanf, Chinaschilfgras oder anderen Faserpflanzen, so erhält man eine unter Temperaturerhöhung verarbeitungsfähige Mischung, die auf herkömmlichen Kunststoffverarbeitungsanlagen wie ein auf petrochemischem Weg hergestellter Thermoplast zu Formteilen oder Platten verarbeitet werden kann. Dieser thermoplastische Werkstoff besteht somit zu 100 % aus nachwachsenden Rohstoffen und wird von der Tecnar GmbH als Granulat unter dem Markennamen „Arboform“ (lateinisch: arbor - der Baum) vertrieben.

Umweltfreundlich

Durch die Weltjahresproduktion von über 100 Mio. Tonnen Kunststoffen werden auf petrochemischem Wege kohlenstoffhaltige Verbindungen aus Erdöl ans Tageslicht gefördert, die nach ihrem Nutzungszeitraum als Kunststoffe meist durch Entsorgung in Müllverbrennungsanlagen in Form von Kohlendioxid (CO₂) in die Atmosphäre emittiert werden. Compounds auf Basis nachwachsender Rohstoffe bieten hier im Vergleich zu synthetisch auf petrochemischem Wege hergestellten Kunststoffen eine umweltverträglichere Alternative. Nach der Nutzungsphase eines Produktes aus Arboform kann dieses bedenkenlos in professionellen Müllverbrennungsanlagen thermisch entsorgt

Aus Lignin und Naturfasern: Das Arboform Granulat für Spritzguss und andere formgebende Verfahren

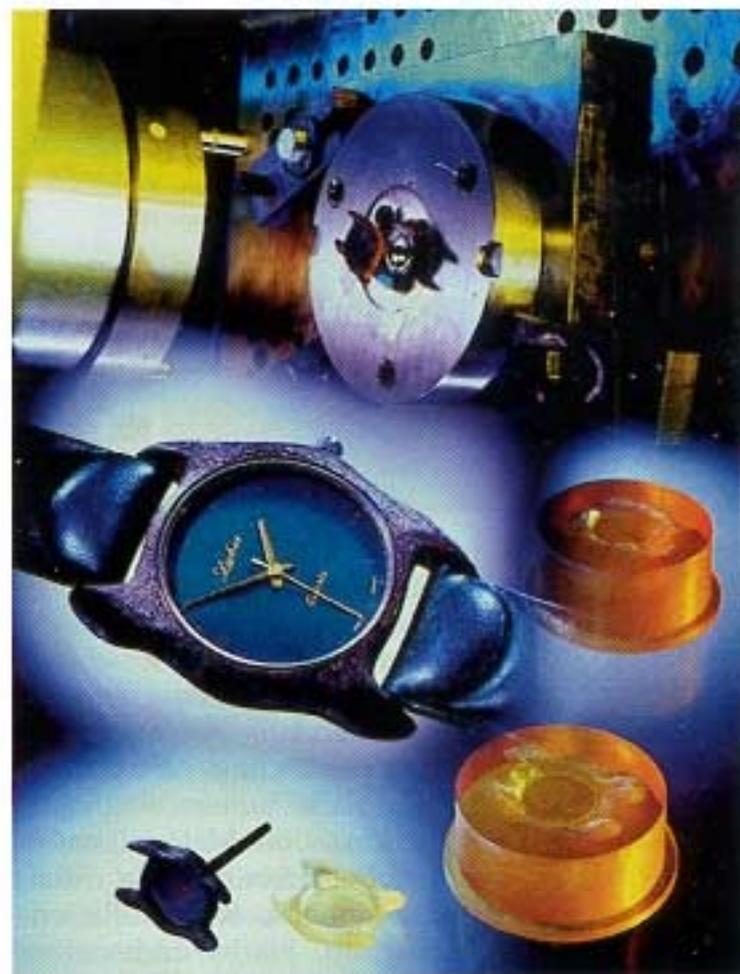
werden, da diese Compounds zu 100 % aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen. Bei der Verbrennung des Produktes emittieren nur soviel CO₂ in die Atmosphäre, wie die Pflanze zuvor durch ihr Wachstum aus der Atmosphäre entnommen hat. Darüber hinaus ist Arboform natürlich auch kompostierbar bzw. bioabbaubar.

Hochwertiger Konstruktionswerkstoff

Neben den positiven Umwelteigenschaften der nachwachsenden Rohstoffbasis hat Arboform im Gegensatz zu synthetischen Kunststoffcompounds weitere technische Vorteile als hochwertiger Konstruktionswerkstoff entweder alleine oder im Verbund mit natür-

genschaften, jedoch sind diese nicht von der Faserrichtung abhängig, sondern in alle Richtungen gleich (Tabelle 1). Im Vergleich des linearen Ausdehnungskoeffizienten von Arboform mit dem von gewachsenem Holz zeigt sich dies sehr deutlich.

Ein Beispiel aus der Praxis dokumentiert die Problematik der unterschiedlichen Dehnung von Holz und Kunststoffen: Ein Werkstoff, der im Automobilinnenraum seine Anwendung als Träger für Edelholzfurniere finden soll, muss extremen thermischen Anforderungen gerecht werden. Durch die großen Differenz des thermischen Ausdehnungskoeffizienten zwischen Holz und Kunststoffen ist es nicht möglich, Holz-furniere auf Kunststoffträger aufzubringen, die hohen thermischen Anforderungen standhalten müssen. Durch den höheren Ausdehnungskoeffizienten des Kunststoff-



Das erste Serienprodukt: Spritzgegossenes Uhrengehäuse aus Arboform

lich gewachsenem Holz. So liegt z.B. der Zug-E-Modul (Tabelle 1) über dem Bereich der Massenkunststoffe (Polyethylen, Polypropylen und Polystyrol) im Bereich der technisch anspruchsvollen Kunststoffe wie z.B. Polyamid 66. Arboform besitzt damit eine hohe Steifigkeit und ist für anspruchsvolle Anwendungen geeignet. Weil der neue Werkstoff aus Komponenten natürlich gewachsenen Holzes besteht (Lignin und Zellulosefasern) hat es auch ähnliche mechanische und thermische Ei-

ges gegenüber dem Holz. So wird dieses bei Erhöhung der Temperatur vom Kunststoffträger senkrecht zur Hauptspannungsachse aufgerissen, oder es kommt zur teilweisen Ablösung des Furniers vom Trägerformteil. Hier kann der Holzcharakter von Arboform seine technischen Vorteile ausspielen. Durch die nahezu gleichen Ausdehnungskoeffizienten zwischen Lignin-Träger und Holz-furnierdeckschicht sind Temperaturbelastungen kein Problem mehr.

ARBOFORM® im Vergleich mit Kunststoffen und Holz

Eigenschaft	Einheit	ARBOFORM®	PE	PP unverstärkt	PS	PA 66 unverstärkt	Buche quer zur Faser	Buche parallel zur Faser
Bruchspannung	N/mm ²	15–20	8–30	30–40	45–65	65	7	90
Zug-E-Modul	N/mm ²	2000–7000	50–500	600–1700	1200–3300	2000	1500	14000
lin. Ausdehnungskoeffizient	1/K·10 ⁻⁴	10–50	170–200	70	70	60	45	–
Formschwund	%	0,1–0,3	2–3	2–3	1–3	1–3	–	–
Wärmeleitfähigkeit	W/mK	0,384	0,35–0,50	0,22	0,17	0,27	0,16	0,16

Quelle: Tecnaro **BM**
GRAFIK

gestaltung müssen werkstoffgerechte Konstruktionen berücksichtigt werden (z. B. Angußlage, Angußart). Für den Einsatz und die Anwendung in Pressen kann ein spezieller Typ bereitgestellt werden. Kurz gesagt: Arboform ist „flüssiges Holz“.

Die Autoren: Dipl.-Ing. Helmut Nägele und Jürgen Pfitzer
Tecnaro GmbH, 99817 Eisenach
Tel 0 36 91/621-320, Fax ~/621-329
E-mail: TECNARO@t-online.de
Internet: www.TECNARO.de

Tabelle 1: Zug-E-Modul höher als bei massenkunststoffen

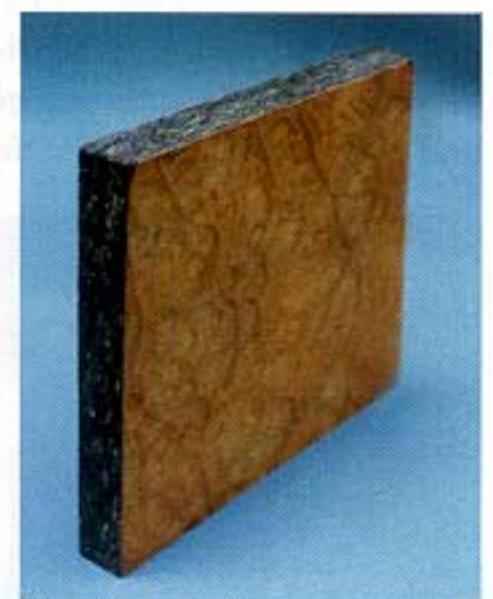
Tabelle 2a ordnet spritzgussfähiges Arboform in das Umfeld der Holzwerkstoffe ein. Aus den Quellungsversuchen zeigt sich, dass spritzgegossene Werkstücke aus Arboform nicht so wasserempfindlich sind wie Flachpress- oder MDF-Platten. Somit müssen spritzgegossene Teile aus Arboform nicht zwingend mit einem Schutzmittel gegen Wasseraufnahme behandelt werden. Am Wert für die spezifische Schnittkraft kc ist deutlich zu sehen, dass sich spritzgegossene Teile aus dem neuen Werkstoff beim Fräsen wie ein Holzwerkstoff verhalten. Es lässt sich gut zerspanen, der kc-Wert liegt im Bereich von MDF-Platten und über dem von Flachpressplat-

ten. Arboform bildet kurze Späne und kann gut bearbeitet werden. Ein Aufschmelzen der Oberfläche wie bei thermoplastischen Kunststoffen ist nicht zu beobachten. Der an der Fräskante ermittelte Rk-Wert der Kernrautiefe zeigt im Vergleich zu MDF-Platten, dass die Oberfläche fast so glatt ist wie am spritzgegossenen Teil selbst. Tabelle 2b ordnet speziell für die Verpressung entwickeltes Granulat in das Umfeld der Holzwerkstoffe ein. Dabei zeigt sich, dass der neue Werkstoff in allen gemessenen Werten über den Vergleichswerten für Flachpress- und MDF-Platten liegt. Arboform ist also ein hochwertiger, thermoplastischer Konstruktionswerkstoff für technisch

anspruchsvolle Anwendungen. Er verbindet die positiven Eigenschaften zwischen natürlich gewachsenem Holz und thermoplastisch zu verarbeitenden Kunststoffen. In Tabelle 3 sind alle bekannten Werkstoffdaten aufgelistet.

Verarbeitung wie kömmlicher Spritzguss

Die Verarbeitung der Granulate kann auf herkömmlichen Spritzgussmaschinen erfolgen. Dabei müssen keine Modifikationen an der Maschine vorgenommen werden. Es können z.B. Standard-Polyolefinschnecken verwendet werden. Lediglich bei der Werkzeug-



Mit Edelholz furniert: Plattenförmige Werkstücke sind ebenfalls aus Arboform herstellbar (Fotos: Tecnaro)

Holzwerkstoffe im Vergleich zu ARBOFORM® (Spritzguss)

Eigenschaft	Einheit	ARBOFORM®	FPY, V20	MDF	OSB/3
Dicke	mm	3,5	6	6	10–18
Dickenquellung ¹⁾	%	2,4	27,7	11,7	15
Wasseraufnahme ¹⁾	%	1,66	72,8	21,8	–
Kernrautiefe Rk ²⁾	µm	3,44	–	31,96	–
spez. Schnittkraft kc ³⁾	N/mm ²	31,48	22,14	31,51	–

¹⁾Technikerarbeit J. Hauser und W. Jäger, Fachschule für Holztechnik, 2000/2001 (24h Wasserlagerung)
²⁾Heisel, U., Träger J., HOB Holzbearbeitung, im Druck, 2001
Quelle: Tecnaro **BM**
GRAFIK

Tabelle 2a: Geringere Quellung als Span- oder MDF-Platten

Holzwerkstoffe im Vergleich zu ARBOFORM® (Presse)

Eigenschaft	Einheit	ARBOFORM®	FPY, V20	MDF	OSB/3
Biegefestigkeit	N/mm ²	50	18	30	22
E-Modul	N/mm ²	8500	3000	2500	–
Querzugfestigkeit	N/mm ²	0,55	0,4	0,65	0,34
Oberflächenhärte	N/mm ²	75–140	18	50–60	–

Quelle: Tecnaro **BM**
GRAFIK

Tabelle 2b: Die Werte von pressfähigem Arboform

Eigenschaften eines Spritzguss-Prüfkörpers aus ARBOFORM®

Mechanische Eigenschaften	Norm	Einheit	Wertebereich [*]
Zugfestigkeit	DIN 53455	N/mm ²	14–22
Reißdehnung	DIN 53455	%	0,3–0,7
Zug-E-Modul	DIN 53457	N/mm ²	2000–7000
Biege-E-Modul	EN ISO 178	N/mm ²	2000–7000
Biegespannung	EN ISO 178	N/mm ²	13–42
Schlagzähigkeit (Charpy)	EN ISO 179	kJ/m ²	2–5
Härte	DIN 53505	Shore D	50–80
Kugeldruckhärte	DIN 53456	N/mm ²	75–140
Thermische Eigenschaften			
Ausdehnungskoeffizient	DIN 53752	1/°C	1·10E-5–5·10E-5
Vicat-Temperatur	DIN 53460	°C	80
Martens-Temperatur	DIN 53462	°C	54
Wärmeleitfähigkeit	DIN 53612	W/(m·K)	0,348
Glühdrahtprobe	DIN EN 60669-1	–	650 °C bestanden
Elektrische Eigenschaften			
Leitfähigkeit, Oberfläche	DIN 53482	G Ω	5
Leitfähigkeit, Durchgang	DIN 53482	G Ω	3
Sonstige Eigenschaften			
Formschwund	–	%	0,1–0,3
Dichte (im Formteil)	–	g/cm ³	1,3–1,4

Quelle: Tecnaro **BM**
GRAFIK

Tabelle 3: Alle Werkstoffdaten auf einen Blick