

## Oberflächenbehandlung für Spritzguss- und Presswerkzeuge zur Verarbeitung von NAWARO

Auf Basis nachwachsender Rohstoffe (NAWARO) wurden in den letzten Jahren thermoplastisch verarbeitbare Formmassen entwickelt, die hauptsächlich aus den Komponenten Lignin (Beiprodukt der Zellstoffindustrie) sowie aus Naturfasern bestehen. Unter nachwachsenden Rohstoffen versteht man Substanzen, die im gleichen Zeitraum von der Natur neu gebildet werden, wie sie der Mensch als Rohstoff verbraucht. Jeder Baum und jede verholzende Pflanze besteht zu etwa 30 % aus dem Polymer Lignin, durch welches das natürlich gewachsene Holz seine Festigkeit erhält. Diese neu entwickelten Werkstoffe sind dabei vollkommen frei von synthetischen, auf petrochemischem Wege hergestellten Polymeren. Da der neue Verbundwerkstoff hauptsächlich aus Komponenten eines natürlich gewachsenen Holzes besteht, hat er auch ähnliche Eigenschaften hinsichtlich Wärmeformbeständigkeit und Steifigkeit, wie natürlich gewachsenes Holz. Lignincomposites kann man somit als flüssiges Holz bezeichnen (Handelsname: z. B. ARBOFORM®). Auf der internationalen Messe für Werkzeug- und Formenbau Euromold in Frankfurt erhielt die Fa. Tecnaro im Jahr 2000 den Golden Award für den in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer ICT entwickelten Werkstoff ARBOFORM®.

Im thermoplastischen Werkstoffbereich lassen sich je nach Anwendung die synthetisch hergestellten Werkstoffe auf Erdölbasis durch Werkstoffe auf nachwachsender Rohstoffbasis substituieren. Weiterhin können neue Designentwürfe, besonders was die Gestaltung von Freiformflächen anbelangt, für den Einsatz des neuen Holzwerkstoffes zu günstigen Fertigungskosten in die Großserie übertragen werden.

Kombinationen mit Echtholz furnier ergeben temperaturbeständige Formteile, ohne eine nachträgliche Rissbildung in der Furnierdeckschicht befürchten zu müssen. Anwendungen sind komplex geformte Trägerformteile für Edelhölzfurniere im Automobilinnenraum, in der Elektronikbranche oder Möbelindustrie.

### Verfahrenstechnik

Zur Herstellung der Formteile sind herkömmliche Standardspritzgießmaschinen einsetzbar, wobei eine werkstoffgerechte Werkzeugkonstruktion unter Umständen notwendig ist (Angusslage bzw. -ausführung, Fließfronten). Die Verarbeitungstemperatur ist mit ca. 170 °C vergleichsweise niedrig, wobei auch dünne Wandstärken von bis zu 1,5 mm zu erzielen sind. Allerdings wird bei der Verarbeitung von Lignincompounds mit hohen Einspritzdrücken gearbeitet.



Granulat aus Flüssigholz

Nachfolgend die Verarbeitungshinweise für das Spritzgießen von ARBOFORM®-Granulat:

Zylindertemperaturen:

- Düse: 150 °C ... 170 °C,
- Zone 3: 140 °C ... 160 °C,
- Zone 2: 130 °C ... 150 °C,
- Zone 1: 80 °C ... 120 °C,
- Einzug: 40 °C ... 80 °C.

	Massenkunststoffe				ARBOFORM	techn. Kunststoff	Holz Buche, quer
	PE (LD, HD, LLD)	PP (unverst.)	PS	PA 66 (unverst.)			
Bruchspannung, [N/mm <sup>2</sup> ]	8 - 30	30 - 40	45 - 65	10 - 22	65	7	
Zug-E-Modul, [N/mm <sup>2</sup> ]	50 - 500	600 - 1700	1200 - 3300	1000 - 6000	2000	1500	
Bruchdehnung, [%]	100 - 900	bis 800	3 - 4	0,3 - 0,8	200		
Schlagzähigkeit, [kJ/m <sup>2</sup> ]	o. Br.	20	13 - 20	2 - 5	o. Br.		
Formbeständigkeit nach Vicat/B, [°C]	40 - 65	110 - 130	78 - 99	80 - 95	200		
lin. Ausdehnungskoeffizient [1/K]	170 - 200x10 <sup>-6</sup>	100 - 200x10 <sup>-6</sup>	70x10 <sup>-6</sup>	18 - 50x10 <sup>-6</sup>	80x10 <sup>-6</sup>	45x10 <sup>-6</sup>	

Eigenschaftsvergleich thermoplastischer und natürlicher Werkstoffe

Spezifischer Einspritzdruck:  
1000 - 1800 bar

Spezifischer Nachdruck: 500 - 1000 bar

Einspritzgeschwindigkeit:  
150 - 450 mm/s

Kühlzeiten:  
ca. 20 % höher als bei ungefüllten  
Thermoplasten.

Werkzeugtemperatur:  
20°C ... 55 °C (je nach Fließweglänge)

Schneckenausführung:  
Standard-Schnecke

Düse: offen

Sonstiges:

- Spritzgussmaschine vor der Verarbeitung mit PE-LD auf Verarbeitungstemperatur bringen,
- Material nicht länger als 0,5 Stunden unbewegt in der heißen Maschine stehen lassen,
- Spritzgussmaschine nach der Verarbeitung mit PE-LD spülen,
- Heiße Kunststoffe nicht in Verbindung mit ARBOFORM® liegen lassen, sondern gleich z. B. in Wasser abkühlen; sonst besteht Entzündungsgefahr,
- Qualmentwicklung beim Spritzen ins Freie.

Dies schränkt die Konstruktionsfreiheiten in bezug auf die Fließweglänge erheblich ein.

Dagegen zeichnet sich ARBOFORM® durch einen geringen Formschwund (max. 0,5 %) und eine hohe Maßgenauigkeit aus, wobei auch Wand-

stärkensprünge kein Problem darstellen und in der Regel keine Einfallstellen an der Oberfläche auftreten.

Wegen des geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten (max.  $50 \times 10^{-6}$ ) eignet sich ARBOFORM® optimal für einen Verbund mit Holz furnieren für Sichtoberflächen. Daraus ergeben sich Anwendungsmöglichkeiten für hochwertige Designs in der Automobil-, Elektronik-, Möbel- und Schmuckindustrie.

Nach weiteren Werkstoffoptimierungen hinsichtlich der Sprödigkeit und der Emissionen ist künftig mit einem deutlich vergrößertem Einsatzgebiet zu rechnen.

## Werkzeugtechnik

Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sind meist wasserhaltig und nicht ph-neutral. Bei Thermoplastverarbeitungsmaschinen und deren Werk-

Mechanische Eigenschaften	Norm	Einheit	Wertebereich*
Zugfestigkeit	DIN 53 455	N/mm <sup>2</sup>	10 - 22
Reißdehnung	DIN 53 455	%	0,3 - 0,8
Zug-E-Modul	DIN 53 457	N/mm <sup>2</sup>	1000 - 6000
Biege-E-Modul	EN ISO 178	N/mm <sup>2</sup>	1000 - 6000
Biegespannung	EN ISO 178	N/mm <sup>2</sup>	10 - 50
Schlagzähigkeit (Charpy)	EN ISO 179	kJ/m <sup>2</sup>	2 - 5
Härte	DIN 53 505	Shore D	50 - 80
Kugeldruckhärte	DIN 53 456	N/mm <sup>2</sup>	20 - 70
Thermische Eigenschaften	Norm	Einheit	Wertebereich*
Ausdehnungskoeffizient	DIN 53 752	1/°C	1·10E-5 - 5·10E-5
Vicat-Temperatur	DIN 53 460	°C	80
Martens-Temperatur	DIN 53462	°C	54
Wärmeleitfähigkeit	DIN 52 612	W/(m·K)	0,384
Glühdratprobe	DIN EN 60669-1	---	650°C bestanden
Elektrische Eigenschaften	Norm	Einheit	Wertebereich*
Leitfähigkeit, Oberfläche	DIN 53 482	G Ω	5
Leitfähigkeit, Durchgang	DIN 53482	G Ω	3
Sonstige Eigenschaften	Norm	Einheit	Wertebereich*
Formschwund	---	%	0,1 - 0,3
Dichte (im Formteil)	---	g/cm <sup>3</sup>	1,3 - 1,4
Wassergehalt	---	%	2 - 8
Migration versch. Elemente	DIN EN 71-3	---	bestanden
Speichel- u. Schweißbestheit	DIN 53 160	---	bestanden
Brandverhalten	DIN 4102-B2	---	bestanden

Werkstoffdaten von ARBOFORM®

zeugen kann dies, insbesondere in hohen Temperaturbereichen, zu Korrosionen führen. Um den Verschleiß an den Werkzeugen zu minimieren und um die Fließeigenschaften positiv zu beeinflussen, müssen geeignete Werkzeugwerkstoffe und Oberflächenvergütungen gefunden werden.

Die Beschädigung sowie Farbunterschiede auf der Materialoberfläche können durch Lichtmikroskopie, Mikrosonde und Elementaranalyse charakterisiert werden. Organische und metallische Reste lassen sich mit den beiden zuletzt genannten Methoden detektieren.

Zur Untersuchung der unterschiedlichen Beschichtungen (Proben von Fraunhofer IST; TiN, DLC, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SICON®, SICAN, Ti-DLC) wurden Werkzeugeinsätze in Form von Probeplatten aus



Spritzgegossene Teile aus Flüssigholz

den verschiedenen Materialien hergestellt. Diese wurden in einem hierfür konstruierten Spritzgießwerkzeug eingesetzt und nach jeweils einer Anzahl von 100 Spritzzyklen mit einer unbeschichteten Referenzprobe verglichen, wobei die Verarbeitungsparameter für alle Versuche gleich waren.

An der unbeschichteten Probeplatte waren starke Korrosionsschäden feststellbar (visuell und durch Mikrosonden-Analyse). Kleine und kleinste Beschädigungen sowie Farbunterschiede auf der Materialoberfläche waren bei der Ti-DLC und DLC-Beschichtung zu erkennen.

An den Ti-DLC und DLC-Beschichtung wurden Elementaranalysen mittels Mikrosonde durchgeführt, um die Beschädigungen genauer zu ermitteln. Organische und metallische Reste (Korrosionssubstanzen) wurden detektiert. Die Proben »Ti-DLC und DLC-Beschichtung« scheinen für den Einsatz für NAWARO's nicht geeignet. Bei den Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und TiN-Beschichtungen waren visuell keine Korrosionsschäden feststellbar, aber ein Film (möglicherweise Abbaumaterialien aus dem Verarbeitungsprozess) erkennbar. Die SICON- und SICAN-Beschichtungen scheinen für die NAWARO's empfeh-

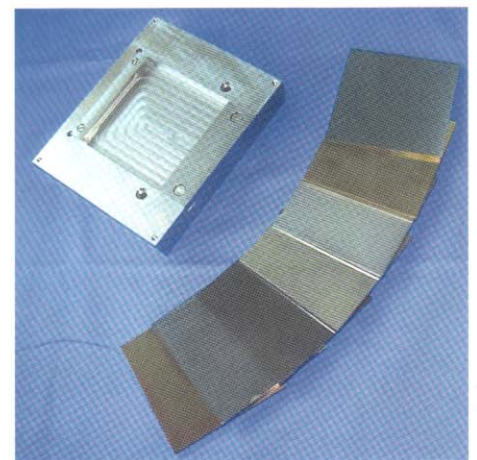
Probe	N (%)	C (%)	H (%)
Ti DLC	< 0,2	22,64	4,64
DLC	< 0,2	25,19	4,72
unbeschichtet korrodierter Werkzeugstahl	< 0,2	6,94 6,68	2,75 2,98

Ergebnisse der Elementaranalyse

lenswert. Auf der Oberfläche der oben genannten Beschichtungen waren keine Reste oder Filme erkennbar.

#### Ihre Ansprechpartnerin

Dipl.-Chem. Emilia Inone  
Telefon 07 21/46 40-4 27



Unterschiedlich beschichtete Platten und Werkzeugeinsatz zur Aufnahme