Polyurethan

DER WERKSTOFF, SO UNENDLICH VIELFÄLTIG

Nachwuchs fördern



Zeigen Sie, was Sie können beim FSK Innovationspreis

Wo der Schuh drückt



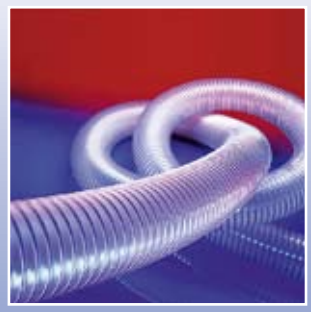
PUR spielt eine große Rolle beim Sport. Entwickler forschen am perfekten „Auftritt“

Wasserdicht verpackt



Kabel und Stecker isoliert mit PUR















PURes Recycling



99% aller PUR-Arten sind recycelbar

Bauteilproduktion



PUR ist der optimale Werkstoff für Designer und Konstrukteure

PUR-Netzwerk



Wie finde ich eigentlich den richtigen Lieferanten ...?



Wussten Sie…?



Der FSK Vorstand v.l.n.r.: Manfred Werner, Gerhard Hinzsch, Dr. Michael Begemann, Ina Knoke-Strunk , Dr. Thomas Mack, Michael Gierlichs, FSK-Vorsitzender: Albrecht Manderscheid, stellvertretender Vorsitzender: Klaus Pontius, Martin Dietrich, Lutz Ohmstede und FSK Geschäftsführer: Dr. Hans-W. Schloz. Ralf Schmidt (nicht auf dem Bild)

Lieber Leser,

ob als Einkäufer von Bauteilen, als Designer, als Student, als Dozent, als Entwickler oder als Verantwortlicher in anderen Bereichen der Industrie und Produktion kann man unmöglich die ganze Vielfalt der Werkstoffe bis ins Detail überblicken. Schon allein bei der in den letzten Jahrzehnten gewachsenen enormen Vielfalt an Kunststoffen kann keiner alle Eigenschaften und Vorteile aller Kunststoffe und deren vielfältige Ausprägungen kennen. Wichtig ist es aber zu wissen, wo man dieses Wissen erhalten kann bzw. wo man Rat bekommt. Der Fachverband Schaumkunststoffe und Polyurethane FSK e.V. ist eine solche Plattform, der diese Möglichkeit bietet. Ein Baustein hierfür ist unser FSK Magazin Polyurethane, das einen ersten Überblick über den Werkstoff Polyurethan (PUR) und seine fast unendlichen Möglichkeiten bietet. Über den FSK erhalten Sie Rat, finden den richtigen Hersteller oder werden gegebenenfalls an Kollegen in der Kunststoffindustrie vermittelt, damit Sie den geeigneten Lieferanten oder Produzenten finden. Mit Polyurethan liefert unsere Branche nicht nur Standardprodukte, sondern vor allem Lösungen für ganz individuelle Ideen und neue Produkte. Das macht den Vorteil und die Vielfältigkeit von Polyurethanen aus.

Kennen Sie schon die vielfältigen Eigenschaften dieses faszinierenden Werkstoffes?

Dann blättern und lesen Sie doch einfach dieses Magazin durch und schauen Sie sich einige beispielhafte Anwendungen an. Wenn Sie tiefer einsteigen möchten, können Sie dies über Workshops, Seminare oder Fachtagungen des FSK tun oder den Kontakt zu entsprechenden Lieferanten – vom Rohstofflieferanten über Formulierer-/Systemhäuser, Maschinenlieferanten bis zu Herstellern von PUR-Teilen und Dienstleistern. Auch für Fragen oder Anregungen sind wir jederzeit dankbar und offen.

Nun aber viel Freude beim Lesen!

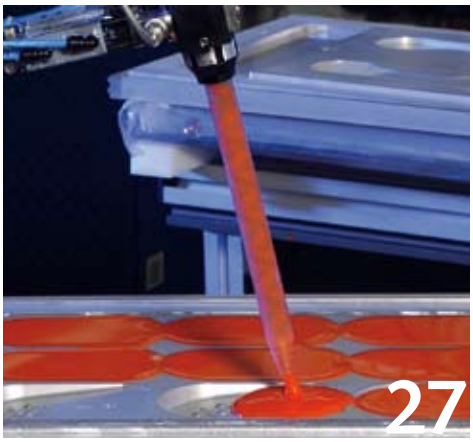
Ihr FSK-Redaktionsteam

Fachverband Schaumkunststoffe e. V.
Am Hauptbahnhof 10
60329 Frankfurt/Main









EDITORIAL 1

INHALT 2–3

PUR-ENTSTEHUNG
Wie entsteht ein Polyurethanschaum? 4-7

PUR-NETZWERK
Schaumkunststoffe und Polyurethane mit unbegrenzten Möglichkeiten 8-9

PUR-BAUTEILE
Polyurethan – der Werkstoff für Designer und Konstrukteure 10-11

AUTOMOBIL
Einblicke in die Hinterschäumtechnologie 12

SPORT UND FREIZEIT
Wo die Entwickler der Schuh drückt 14-15

MÖBEL UND ISOLIERUNG
PUR: Vielseitigkeit nutzen 16

ISOLIERUNG
Polyurethan-Elastomere zur Schwingungsisolierung 18-19

OBERFLÄCHENTECHNIK
Mehrkomponententechnik: Neue Einsatzfelder für die Zukunft 20-21
Premiumoberflächen im Automobil-Interieur 22-23
Glänzendes Verfahren 24
Funktionalisierte Oberflächen mittels Nanopartikel 26

ORTHOPÄDIE
Polyurethan-Gele: Meisterhafte Eigenschaften 27-29

SCHUTZ UND SICHERHEIT
Sicherheit mit PUR auf dem Motorrad 30
Weichschaum im Maßanzug 31

MÖBEL
Symbiose von Chemie und nachwachsenden Rohstoffen 32

FÜGETECHNIK
Polyurethan als Träger für Schaumstoffklebebänder 33

DÄMMUNG
Polyurethan Weichschaumkombinationen für die Schalldämmung 34
Kühlfahrzeuge in XL brauchen PUR 35-37
„Polyurethan dämmt besser" –
wie eine Branche gemeinsam Markt macht 38-39

MODELLBAU
Platten- und Blockmaterialien aus Polyurethan 40

PUR – MASCHINEN- UND ANLAGENTECHNIK
Entwicklung unter Hochdruck 41

PUR-WERKZEUG-, ANLAGEN UND PROZESSTECHNIK
Vom Pre-Engineering bis zum fertigen Bauteil 42-45

ELEKTROTECHNIK
Kabel und Stecker wasserdicht verpackt mit PUR 46-47

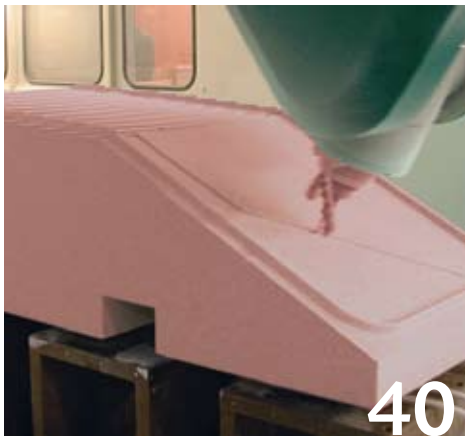
RECYCLING
„Großtechnisches Polyurethanrecycling" 48-49

AUSBILDUNG UND STUDIUM
Das Berufsbild des Kunststoffingenieurs 50-52
„Kunos coole Kunststoff-Kiste" 53
Der FSK Innovationspreis Polyurethane 54

PUR-NETZWERK
Wo und wie finden Sie den passenden Lieferanten? 55

DIE LETZTE SEITE
Impressum/Inserentenverzeichnis 56







Wie entsteht ein Polyurethanschaum?

– Grundlagen der PUR-Schaumherstellung –

In DIN 7726 findet man zum Begriff ‚Schaumstoff' folgende Definition: „Schaumstoff ist ein Werkstoff mit über die gesamte Masse verteilten Zellen (offen, geschlossen oder beides) und einer Rohdichte [...], die niedriger ist als die der Gerüstsubstanz." Hauptmerkmal von Schäumen ist demnach ganz allgemein eine zellige Struktur des Werkstoffs. Nach dieser Definition gibt es bereits in der Natur zahlreiche Beispiele für geschäumte Stoffe wie Brot, Kuchen, Bier und Knochen. In der Technik sind die Schaumkunststoffe die bekanntesten Vertreter der Schäume metallische Schäume (z.B. Aluminium), keramische Schäume und Polymerschäume. Heute lassen sich Schaumstoffe aus nahezu jedem Kunststoff herstellen. Dabei sind alle gängigen Kunststoffverarbeitungsverfahren, wie z.B. Extrusion oder Spritzgießen nutzbar.



Schäume in Natur und Technik
Grafik: IKV

Eigenschaften von Schaumstoffen

Unter den Thermoplasten haben Polystyrol (PS) und die Polyolefine (Polyethylen (PE), Polypropylen (PP)) derzeit die größte Bedeutung. Ungeachtet der unterschiedlichen Rohstoffbasis und der damit verbundenen unterschiedlichen Verarbeitungsverfahren zeichnen sich Schaumstoffe durch folgende Merkmale aus: niedrige Dichte, gute gewichtsspezifische mechanische Eigenschaften, gute mechanische sowie akustische Dämpfungseigenschaften, niedrige Wärmeleitfähigkeit, vielfältige Formgebungsmöglichkeiten, gute Bearbeitbarkeit und die Möglichkeit zur Rohstoffeinsparung. Auf Grund dieses Eigenschaftsprofils werden Schaumstoffe neben den klassischen Anwendungsgebieten wie Polsterung und Isolation zunehmend in Bereichen eingesetzt, in denen durch Gewichtseinsparung Ressourcen geschont werden sollen. Einige technische Aufgaben, wie z.B. die thermische Isolation oder mechanische und akustische Dämpfungsaufgaben sind heute ohne Schaumkunststoffe kaum mehr zufriedenstellend zu lösen.

Grundlagen der Schaumentstehung

Das Grundprinzip der Herstellung eines Schaumkunststoffes besteht darin, dass in einer fließfähigen Kunststoffmatrix ein Treibgas freigesetzt wird. Die sich bildenden Gasblasen werden durch die anschließende Erstarrung des Matrixwerkstoffs fixiert. Die Matrix muss dabei zunächst fließfähig sein, um einerseits die Entstehung von Hohlräumen zuzulassen

und andererseits einen Materialtransport im expandierenden Werkstoff zu ermöglichen. Die Fließfähigkeit kann dabei auf unterschiedlichem Weg erzielt werden. Bei Thermoplasten wird das Material auf Temperaturen oberhalb des Erweichungspunkts erwärmt und nach der Expansion in diesem Zustand durch Abkühlen der Schmelze fixiert. Bei der Verarbeitung von reaktiven Polyurethanen zu Schäumen nutzt man die niedrige Anfangsviskosität des Reaktionsgemisches, welches im Laufe der Reaktion zunächst höherviskos wird und schließlich vollständig erstarrt und so die Blasenstruktur fixiert. Weiterhin muss zum Schäumen eine Komponente vorhanden sein, die das Treibgas freisetzt. Diese Komponente wird im Allgemeinen als Treibmittel bezeichnet. Im Wesentlichen gibt es zwei Treibverfahren.

Chemisches Treibverfahren:
Reaktion des Treibmittels mit einem Reaktionspartner oder thermischer Zerfall des Treibmittels unter Bildung eines Treibgases (Backpulver).

Physikalisches Treibverfahren:
Verdampfen einer niedrigsiedenden Flüssigkeit durch Wärmezufuhr oder Entspannung einer unter Druck stehenden Treibmittel/Polymermischung (Sprudelflascheneffekt).

Beim chemischen Treibverfahren findet demnach eine chemische Umwandlung statt, während beim physikalischen Treibverfahren ein Phasenübergang (flüssig -> gasförmig) vollzogen wird. Das physikalische Treibverfahren wird daher mitunter auch als thermodynamisches Treibverfahren bezeichnet.

PUR-Verarbeitungstechnologie

Eine besondere Bedeutung kommt der Werkstofffamilie der Polyurethane (PUR) als Schaumkunststoff zu. Da es sich bei Polyurethan um einen Reaktionskunststoff handelt, läuft die Polymerbildungsreaktion erst im Formwerkzeug ab. Im Gegensatz zur Thermoplastverarbeitung, bei der der fertige Kunststoff bereits als Granulat vorliegt und „nur" aufgeschmolzen werden muss, erfolgt die Erzeugung des Kunststoffs Polyurethan vor Ort beim Verarbeiter simultan mit der Herstellung des PUR-Produkts. Im Falle des Polyurethans handelt es sich bei der Polymerbildungsreaktion um eine Polyadditionsreaktion, die erstmals 1937 von Otto Bayer beschrie-



Einige Produkte aus dem Werkstoff Polyurethan. Fotos/Grafik: IKV

ben wurde. Als Reaktionskomponenten werden niedrigviskose mehrfunktionelle Polyole und Isocyanate bzw. Poly-Isocyanate eingesetzt. Die eingesetzten Polyole besitzen als reaktionsfähige funktionelle Gruppen mindestens zwei OH-Gruppen, die Isocyanate mindestens zwei NCO-Gruppen. Die erwähnte große Vielfalt der Polyurethane ergibt sich aus der hohen Freiheit bei der chemischen Gestaltung der Ausgangskomponenten. Durch die Wahl der Anzahl der OH- und NCO-Gruppen in den Ausgangskomponenten und durch Modifizierung der Molekülstruktur lassen sich nahezu beliebige Eigenschaftsspektren erzeugen. Hinzu kommt die Möglichkeit durch Zuschlagstoffe wie Glasfasern das Eigenschaftsprofil des entstehenden Kunststoffs weiter zu variieren. Heute steht eine große Palette an Rohstoffkomponenten und Zuschlagstoffen zur Verfügung, die eine anwendungs- und eigenschaftsspezifische Formulierung des Reaktionssystems ermöglicht.

Einsatzgebiete von Polyurethan-Schaumstoffen

Als Otto Bayer um 1940 seine ersten Schaumpilze erzeugte, konnte er kaum absehen, welch vielfältige polymere Werkstoffgruppe er mit der Begründung der Polyurethanchemie schaffen würde. Heute weist der Werkstoff Polyurethan (PUR) die unterschiedlichsten Erscheinungsformen in zahlreichen alltäglichen Anwendungen auf. Dabei haben vor allem die Polyurethane in besonderer Weise zum hohen Komfort im Automobil und zu Hause beigetragen. Sitzschäume, Lenkräder, Dämpfer, Instrumententafeln, Schuhsohlen, Teppichhinterschäumungen, Kühlschrankisolierung und Matratzen sind nur einige wenige der bekannteren geschäumten Erscheinungsformen dieser Werkstoffgruppe.

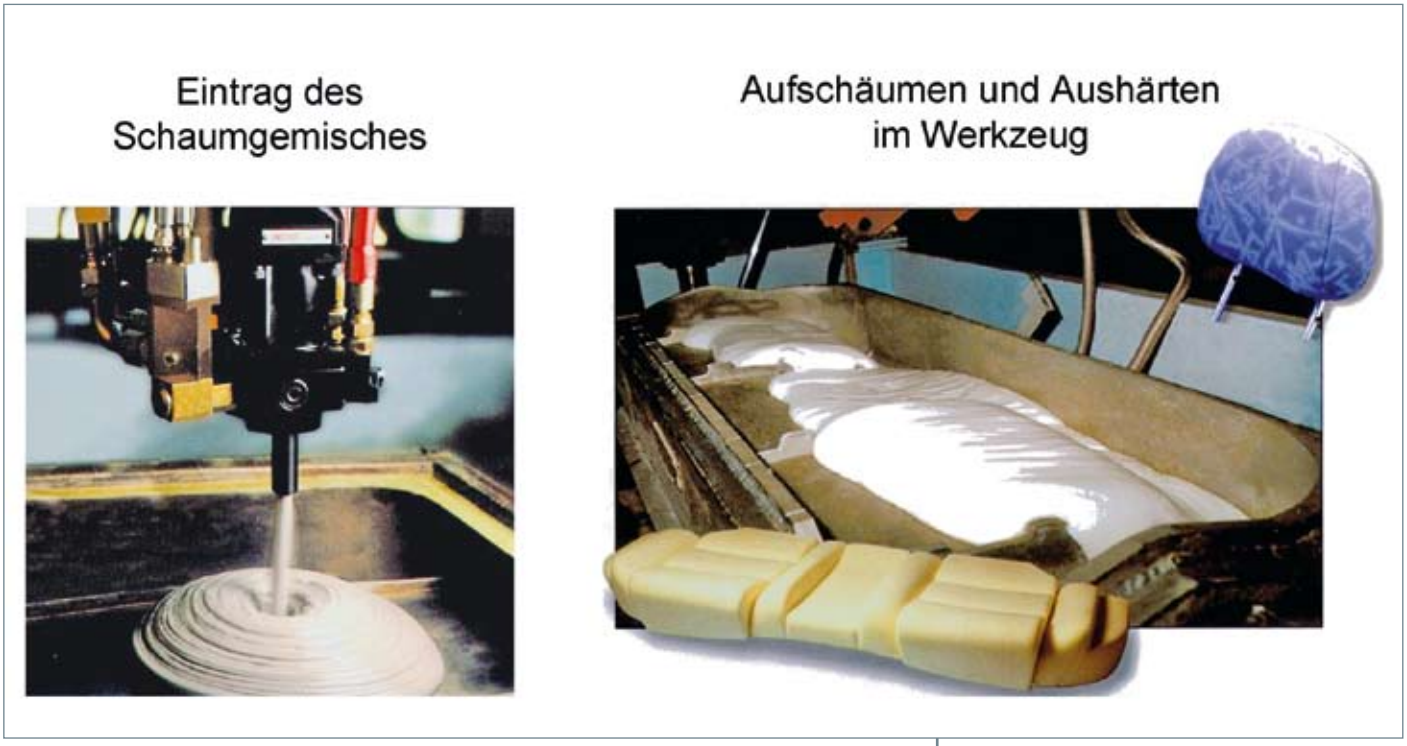
Weichschaumstoffe, bei denen in der letzten Phase des Schäumvorgangs die Zellwände aufplatzen, bestehen überwiegend aus elastischen Zellstegen. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von offenzelligen Schäumen. Einsatz finden diese Schäume hauptsächlich als Polster- und Matratzenwerkstoff sowie als Werkstoff für Sitzpolster in Automobilen und anderen Verkehrsmitteln. Darüber hinaus werden sie auch zur Schalldämmung oder als Küchenschwamm eingesetzt. Weichschaumstoffe haben mengen- und volumenmäßig den größten Marktanteil unter den Poylurethanen.





Sandwichverbundelemente aus PUR-Hartschaum Foto: Cannon

Eine typische Anwendung für **halbharte PUR-Schaumstoffe,** die sich durch ein gutes Energieaufnahmevermögen auszeichnen, sind Seitenaufprallschutzelemente in Türen sowie Energieabsorber in Stoßfängern moderner PKWs. Weiterhin sind solche Energie absorbierenden PUR-Schäume im Automobilinnenraum hinter Folien und anderen Dekormaterialen anzutreffen, wo sie die Funktionen Erhöhung der passiven Fahrzeugsicherheit und gute Haptik miteinan-



Polsterelemente im Automobil aus PUR-Weichformschaum. Fotos: Cannon

der kombinieren (z.B. Instrumententafel, Säulen- und Türinnenverkleidungen).

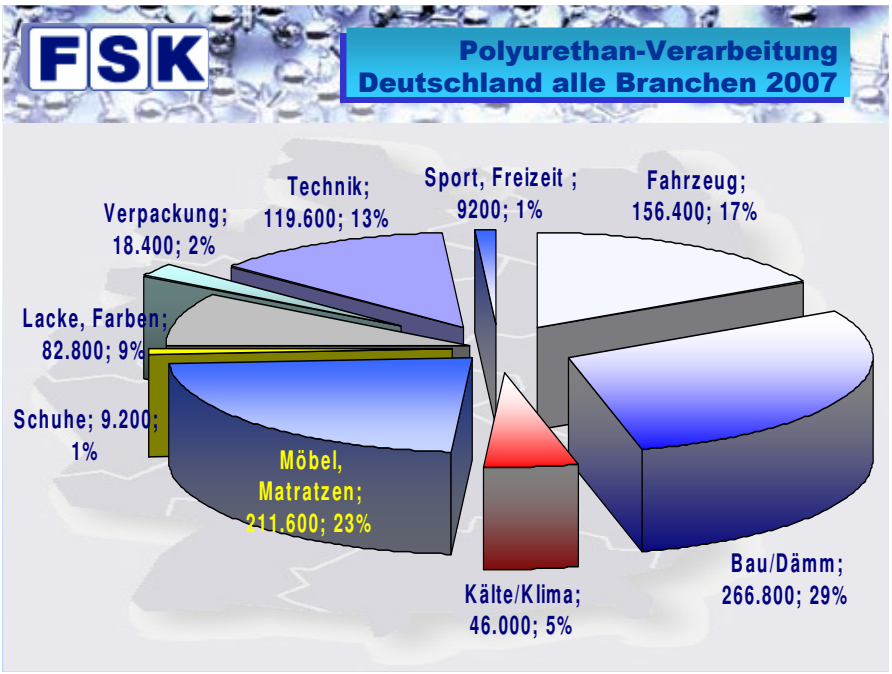
Hartschaumstoffe besitzen hingegen eine geschlossenzellige Schaumstruktur. Aufgrund ihrer hervorragenden thermischen Isolationseigenschaften sind Schwerpunkte der Anwendung dieser Schäume in der Wärme- und Kältedämmung zu finden. Im Baubereich werden sie – kaschiert mit Deckschichten aus Gips, Kunststoffen oder Metallblechen – in Form von Dämmelementen sowie als leichte Sandwichelemente für Industriehallen, Verwaltungsgebäude und Kühlhäuser verwendet. Im Transportsektor werden solche Leichtbaukonstruktionen für Aufbauten von Kühltransportern und Kühlcontainern eingesetzt. Weiterhin nutzt man die guten Dämmeigenschaften zur Isolation von Fernwärmerohren, Tanks und Pipelines sowie zur Herstellung aller Arten von Kühlmöbeln.

Eine besondere Struktur besitzen die so genannten **Integralschäume.** Durch Wahl eines geeigneten Treibmittels und eine entsprechende Prozessführung besitzen sie im Randbereich eine nahezu zellfreie Struktur, während der Kern des Formteils aufgeschäumt ist. Dieses Sandwichprofil verleiht dem Schaum besonders gute mechanische Eigenschaften bei relativ geringem Gewicht. Flexible Integralschaumstoffe werden dabei als Kfz-Lenkrad, zur Ummantelung von Griffen und Armlehnen und als Schuhsohlenmaterial eingesetzt. Harte Integralschaumstoffe finden u.a. Verwendung als Gehäusewerkstoff für elektronische Großgeräte.
Die vorgenannten harten und auch die PUR-Integralhartschäume ermöglichen in Kombination mit Glasfasern die Herstellung leichter und gleichzeitig extrem steifer Verbundbauteile und eröffnen ein zusätzliches Leichtbaupotential. Solche Strukturelemente können z.B. mit Hilfe von textilen Fasermatten oder in Sprühverfahren, bei denen dem PUR-Sprühstrahl Schnittfasern zugeführt werden, hergestellt werden.

Quelle: Dipl.-Ing. Florian Meyer, Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV), RWTH-Aachen
www.ikv-aachen.de



Schaumkunststoffe und Polyurethane mit unbegrenzten Möglichkeiten



Schaumkunststoffe und Polyurethane stellen eine wichtige Gruppe in der Welt der Kunststoffe dar und setzen sich selbst aus verschiedenen Polymer-Rohstoffen zusammen. Sie sind zu Schaumstoffen verarbeitete Kunststoffe der verschiedensten Art. Schaumkunststoffe gibt es von weich bis hart, von offenzellig bis zum Integralschaumstoff und in verschiedenen Gewichten/Dichten. Man findet sie in Form gebrauchsfertiger Produkte wie auch als Halbfertigware für die individuelle Weiterverwendung.

Aus Polyurethanen (PUR) lassen sich Weich- und Hartschaumkunststoffe herstellen, sowie Lacke, Klebstoffe und kompakte Systeme.

PUR ist ein fast unbegrenzt einsetzbarer Kunststoff. Ob für den Prototypenbau, ob als Automobilbauteil (Sitze, Kotflügel usw.), als Dämmstoff, Gehäuseteil, Inliner-Rollen, Ski-Kern, Lack oder Klebstoff. Von geschäumt, gegossen, gesprüht bis hin zum harten glasfaserverstärkten Kunststoff – Polyurethan findet sich in allen Branchen und unzähligen Anwendungen. Wegen seiner vielseitigen Eigenschaften ist es der ideale Werkstoff für Designer.

Der Markt für Schaumkunststoffe und Polyurethane

Schaumkunststoffe haben in den letzten Jahrzehnten eine außerordentliche Entwicklung genommen. Das liegt an der enormen Vielfalt und den fast unbegrenzten Einsatzmöglichkeiten in den Branchen Fahrzeugbau, Möbel, Innenausstattung, Bauindustrie, Medizintechnik, Freizeit, Sport, Verpackung und Logistik. Der Fachverband Schaumkunststoffe und Polyurethane e.V. (FSK) beziffert die Polyurethan-Industrie in Deutschland mit rund 4,2 Mrd. EUR Umsatz. Sie macht einen Anteil von rund 5% an der gesamten deutschen Kunststoffindustrie aus und beschäftigt rund 30.000 Personen.

Weitere Marktinformationen und Marktdaten finden Sie unter www.fsk-vsv.de

Das Netzwerk für die PUR-Branche

Die Hersteller und Verarbeiter, die sich auf unterschiedliche Werkstoffe und Verarbeitungsschritte spezialisiert haben, sind im FSK in speziellen Fachgruppen und Gremien organisiert. Neben Polyurethan sind dies weitere













Werkstoffe wie Schaumkunststoffe, aus Polyethylen, Polypropylen, Polystyrol, Kautschuk, Melaminharzschaum, PVC u.v.m. Der FSK bietet eine ideale Plattform für Kontakte und Informationsaustausch vom Rohstoff/Formteil- und Maschinenlieferanten über das Systemhaus bis hin zu den verarbeitenden Unternehmen aller Größenordnungen. Mit Hilfe der FSK-Suchmaschine lassen sich beispielsweise spezielle Lieferanten und Produkte sowie Anwendungen, Rohstoffe und Ratschläge einfach und schnell finden. Dies gilt weit über die nationalen Grenzen hinaus.

Der FSK ist in erster Linie für seine Mitgliedsunternehmen tätig und setzt sich für die Interessen der Schaumkunststoff und der Polyurethan verarbeitenden Industrie ein. In einem Netzwerk europäischer und nationaler Organisationen nimmt er Einfluss auf politische Entscheidungen und Regelungswerke und informiert die Mitglieder über aktuelle Initiativen. Hier treffen sich die Verantwortlichen und die Experten der Mitgliedsunternehmen zum Dialog und zur Planung gemeinsamer Aktivitäten. Im FSK sind deshalb Unternehmen aus rund zehn Ländern organisiert. Trotz Wettbewerb gibt es viele Gemeinsamkeiten und Partnerschaften unterschiedlicher Unternehmen in der Wertschöpfungskette. Dazu gehören auch Dienstleistungen, die nicht nur den Mitgliedsunternehmen zur Verfügung stehen.

Polyurethan – der Werkstoff für Designer und Konstrukteure

Ansprechendes Design, Ergonomie, Benutzerfreundlichkeit, Wirtschaftlichkeit, schnelle und einfache Umsetzbarkeit spielen heute am Markt eine zunehmend wichtige Rolle. Der Werkstoff Polyurethan ermöglicht es, Designern und Konstrukteuren Formen und Oberflächen nahezu völlig frei zu gestalten.



Dialysegerät: bestehend aus zehn PUR-Formteilen

Polyurethan (PUR) besitzt eine Vielzahl günstiger Materialeigenschaften, welche gerade für Designer und Konstrukteure von Bedeutung sind:
Weitgehende Design- und Konstruktionsfreiheit, herausragende physikalische Eigenschaften, hohe mechanische Festigkeit, geringes Gewicht, gute Schallabsorption, hervorragende Wärmeisolation, Wanddickenunterschiede ohne den Nachteil von Einfallstellen. Dome, Versteifungsrippen, Fixierungen von Funktionsteilen im Innern können weitgehend unabhängig von der Außenkontur eingeplant werden.
Das Material Polyurethan zeichnet sich durch gute Chemikalienbeständigkeit aus. Funktionsteile wie Buchsen und Befestigungsgewinde können bereits während des Formprozesses vorgeformt oder sogar mit eingeschäumt werden. Dadurch wird der Endmontageaufwand wesentlich reduziert. Polyurethan-Formteile können mit 2K-Strukturlacken, hochglänzenden Lacken, Effektlacken und Leitlacken versehen werden. Für den Einsatz von Polyurethan (PUR) sprechen außerdem kurze Entwicklungszeiten und vergleichsweise günstige Entwicklungs- und Produktionskosten. Ein weiterer Vorteil sind geringe Werkzeugkosten. Auf Grund des im Vergleich zu anderen Kunststofftechniken geringeren Forminnendrucks bei der Herstellung von PUR-Formteilen können anstelle von Stahlformen änderungsfreundliche und schnell realisierbare Aluminiumformen verwendet werden. Bei Branchen mit geringen Stückzahlen (≤1000) wirkt sich dies in der Regel kostensenkend aus.



Röntgenfilmentwicklungsgerät: bestehend aus fünf Polyurethan-Formteilen

Quelle:
ETOL-Werk Eberhard Tripp GmbH & Co. OHG, Oppenau ***www.etol.de***



Labor-Analysegerät: bestehend aus sieben Polyurethan-Formteilen

Die Kunststofftechnik der Etol-Gruppe fertigt unter anderem Polyurethan-, Tiefzieh- und Sandwichteile, erstellt ganze Baugruppen und verfügt über eine Industrielackiererei und einen modernen Formenbau. Im Bereich Polyurethan ist Etol einer der führenden Formteilhersteller für Gehäuse und Verkleidungen jeglicher Art.

Polyurethan – was ist das?

Polyurethan ist ein Reaktivkunststoff. Er entsteht durch das Vermischen von zwei flüssigen Komponenten, Polyol und Isocyanat, in einer Hochdruckpumpendosieranlage mittels eines Mischkopfes, welcher die gemischten Komponenten im richtigen Mengenverhältnis in ein Werkzeug dosiert. Durch die chemische Reaktion im Werkzeug bildet das Rohstoffgemisch schließlich ein spannungsfreies Konstruktionsformteil. Diese Produktionsmethode nennt man RIM-Prozess, was mit dem RSG (Reaktions-Schaum-Guss) gleichzusetzen ist.

KUNSTSTOFFTECHNIK

etol®

POLYURETHANTEILE

WIR REALISIEREN IHR DESIGN.

- Entwicklung
- Konstruktion
- Produktion
- Formenbau
- Lackierung
- EMV Abschirmung
- Montage
- Flammschutz UL94V-0
- DIN EN ISO 9001:2000



etol® Kunststofftechnik
Allerheiligenstraße 12
D-77728 Oppenau
Telefon (07804) 41-0
kt@etol.de
www.etol.de

Einblicke in die Hinterschäumtechnologie

Die Sitzanlage eines Fahrzeuges ist die direkte und engste Verbindung der Passagiere mit dem Automobil. Ihr Design und Sitzkomfort tragen dazu bei, dem Fahrzeugmodell Persönlichkeit zu geben und den Passagieren Qualität zu vermitteln. Zudem spielen Sicherheit und Variabilität eine elementare Rolle. Daher werden an die Sitzsysteme höchste Ansprüche gestellt. Das Formpolster, als elementarer Bestandteil eines Sitzes, hat dabei eine zentrale Bedeutung. Ergonomie, Schwingungsdämpfung, Dauergebrauchseigenschaften und klimatischer Komfort sind wichtige Kriterien, die bei der Entwicklung eines Formpolsters für Fahrzeugsitze zum Tragen kommen.

Sitzkomfort PUR

Polyurethanschaum (PUR) hat sich bei der Entwicklung und Produktion moderner Automobile bewährt. Als Polsterwerkstoff für Fahrzeugsitze ist Polyurethan-Weichschaum wegen seiner hervorragenden physikalischen Eigenschaften und seiner flexiblen Handhabung die Nummer eins. Der



Sitzkomfort dank PUR

PUR-Formschaum findet in Sitz- und Lehnenpolstern ebenso Verwendung wie in Armlehnen, Kopfstützen und Seitenpolster/Filler. Da PUR-Schäume durch die chemische Reaktion einzelner Rohstoffkomponenten entstehen, ist deren Zusammensetzung und Kombination eine Wissenschaft für sich. Der PUR-Verarbeiter Fehrer stellt PUR-Schäume nach eigener Rezeptur her. Entscheidende Kriterien wie Rohdichte, Härte, Zellstruktur, Federungs-Charakteristik und Dämpfungseigenschaften können daher beliebig realisiert werden. Aber auch die passende Verarbeitungstechnik ist für das spätere Ergebnis ausschlaggebend.

Hinterschäumen

Viele Bauteile im Innenraum eines Fahrzeuges werden mit einem optisch und haptisch ansprechenden Dekormaterial bezogen, um ein positives Gesamtbild des Fahrzeuginnenraumes zu erzeugen. Meist geschieht dies in einem separaten Produktionsprozess. Bei der Hinterschäumtechnologie kann dies in einem Arbeitsgang geschehen. Das Oberflächenmaterial wird direkt in die Form eingebracht und an die Werkzeugkontur angelegt. Die PUR-Schaumkomponenten werden auf das Dekormaterial aufgetragen und die Form geschlossen. Im anschließenden Schäumprozess geht der PUR-Schaum mit dem Bezugsmaterial eine dauerhafte Verbindung ein, deren Ergebnis das einbaufertige Produkt ist. Mit der Hinterschäumtechnik ist es möglich, selbst schwierige Geometrien in die Realität umzusetzen. Mit dieser Technologie lassen sich Konturen, die mit den herkömmlichen Polsterverfahren nicht oder nur unbefriedigend dargestellt werden können, produzieren.



Formpolster während der Produktion



Die PUR-Anatomie eines Sportsitzes

Quelle: F.S. Fehrer Automotive GmbH, Kitzingen
www.fehrer.com

P ▲ D ▲ R

PRODUKTE DURCH RECYCLING

Damit Gelb gelb bleibt.



Nachhaltig denken, verantwortlich handeln. Und PU-Schaumdosen in die Wiederverwertung geben. Der Name PDR steht für hochwertige und nachhaltige Recyclinglösungen. Die Hauptgeschäftsfelder sind die Rückführung und das Recycling von PU-Schaumdosen sowie die Verwertung von Druckpatronen des Herstellers Hewlett Packard. Eine über 95-prozentige stoffliche Verwertung hilft, Rohstoffe zu sparen und die Umwelt zu entlasten. Das ist ökologisch und ökonomisch sinnvoll und dient der Nachhaltigkeit.

Das Rücknahmesystem für PU-Schaumdosen.
www.pdr.de



Fotos: Bayer MaterialScience

Wo die Entwickler der Schuh drückt

Wissenschaftler in aller Welt arbeiten an der optimalen Fußbekleidung für Sportler – eine wichtige Rolle spielen dabei Kunststoffe – insbesondere thermoplastisches Polyurethan (TPU). TPU deckt ein breites Spektrum an Eigenschaften ab, von sehr flexibel und weich bis steif und hart. Grund dafür ist der Aufbau des TPUs. Denn das Polymer besteht aus Hartsegmenten, die das Material steif machen, und Weichsegmenten, die wie „Federn" zwischen den Hartsegmenten liegen. Je höher der Anteil dieser „Federn" ist, umso flexibler ist das Material.

Es gibt ihn längst – den perfekten Sportschuh. Es ist der menschliche Fuß selbst, den Anatomen als ein Wunderwerk des Knochenbaus verehren, das durch nichts zu verbessern sei. Auf einer minimalen Fläche von knapp 100 Quadratzentimetern hält er unseren Körper aufrecht – in einem perfekt austarierten Zusammenspiel von Knochen, Muskeln, Bändern und Nerven. Daher lautet die Gretchenfrage der modernen Sportschuhentwicklung: Sollen die Entwicklungsingenieure der Hersteller die menschliche Anatomie übertrumpfen, oder sollten sie ihr einfach nur den Raum zukommen lassen, den die Evolution ihr zugedacht hat? „Der perfekte Sportschuh sollte die natürliche Bewegung des Fußes so wenig wie möglich einschränken", sagt Professor Gert-Peter Brüggemann, Leiter des Instituts für Biomechanik und Orthopädie an der Deutschen Sporthochschule Köln.

Es hat gedauert, bis die Wissenschaft sich zu diesem Standpunkt durchgerungen hat. Denn die Geschichte der modernen Sportschuh-Forschung begann im Grunde genommen damit, dass der Fuß als Schwachpunkt des gesamten Systems „Rennender Mensch" begriffen wurde. Das hatte allerdings nachvollziehbare Gründe. In den 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts verschwand das an Turnvater Jahn erinnernde Fitnessideal des „Trimmtrabs". Stattdessen rannte der urbane Jogger auf die Pole-Position. Kilometerfressende Langstreckenläufer, die dort liefen, wo sie lebten – auf den Straßen der Metropolen. Die Hersteller von Sportschuhen erkannten die Herausforderung sofort: Untrainierte, womöglich sogar übergewichtige Großstadtmenschen, die ihre entwöhnten Füße auf Beton oder Asphalt knallen ließen. Das hatte die Evolution so nicht vorgesehen. Die Lösung hieß Dämpfung. Dämpfende Materialien, in der Regel aufgeschäumte Kunststoffe, bildeten fortan die Mittelsohle. Doch die Veränderung der Konstruktion machte den Schuh insgesamt höher und deshalb den Fuß selbst instabiler. Die Folge: Bänderverletzungen waren bei Joggern an der Tagesordnung. Die Entwickler suchten nach einem

Ausweg und verbreiterten die Sohle. Doch – anders als gedacht – verstärkte sich der Effekt noch. Professor Brüggemann: „Der Fuß wird beim Laufen zunächst mit der Außenseite aufgesetzt. Weil die Sohle verbreitert wurde, kam es beim Aufsetzen zu einer Hebelwirkung, die den Fuß noch stärker nach innen abknickte." Wieder musste gegengesteuert werden, diesmal auf der Innenseite. Dort setzen die Hersteller jetzt härtere Materialien ein, die das Umknicken verhindern sollen. Aktuell wird diese Konstruktion an strategisch wichtigen Stellen durch den Einbau von Dämpfungselementen mit so wohlklingenden Namen wie „Crash-Pads" noch verfeinert, und bei den Sportschuhherstellern in aller Welt tüfteln die Entwickler an weiteren möglichen Verbesserungen. Im Mittelpunkt ihrer Arbeit steht die K-Frage. K wie Kunststoff für die Sohle.

Deren Material sollte griffig, dämpfend und haltbar sein. Schon die Dauerbelastung ist nicht zu unterschätzen: Ein Läufer, der pro Woche 30 Kilometer zurücklegt und sein Schuhwerk alle sechs Monate wechselt, lässt seine Füße pro Schuh mehr als 300.000 Mal auf den Boden prallen – ein Crash mit der Wucht von jeweils rund 200 Kilogramm. Zugleich wird verlangt, dass dieser Aufprall abgefedert wird. Diese Dämpfung muss im Sommer wie im Winter funktionieren, die Sohle darf nicht versteifen. Außerdem muss das Material formbeständig bleiben, also nach dem Zusammenpressen oder Verbiegen wieder in seine alte Form zurückfinden. Das Material muss vielfältigen Anforderungen gerecht werden. Zum Glück haben Hersteller wie Bayer MaterialScience einen Kunststoff in ihrem Portfolio, der diesen Ansprüchen recht nahe kommt: thermoplastisches Polyurethan (TPU). Maßgeschneiderte TPUs werden heute auch für den dämpfenden Teil der Mittelsohle eingesetzt. So finden sich in vielen modernen Laufschuhen waben- oder trapezförmige Elemente, die aus TPU bestehen. Wenn dann andere Teile der Sohle ebenfalls aus TPU bestehen, ist die Verbindung unproblematischer. Gleiche Materialien lassen sich in der Regel besser miteinander verbinden. TPUs zeichnen sich dadurch aus, dass sie insbesondere bei Nässe eine eher geringe Rutschfestigkeit (Grip) aufweisen. Daher besteht die Laufsohle heutzutage meistens noch aus anderen Materialien.

Doch auch TPU lässt sich noch verbessern. Bayer MaterialScience arbeitet mit Hochdruck an neuen und verbesserten Materialien für Sportschuhe, schließlich ist die Sportartikelindustrie für das Unternehmen ein wichtiger Markt. Allerdings ist die Massenproduktion eine Entwicklungsrichtung, die der Wissenschaft nicht sonderlich behagt. Die Erkenntnis, dass der Fuß sich beim Laufen verwringt – „Torsion" heißt der Effekt bei den Fachleuten – hat die Industrie noch in die Massenproduktion einbauen können. Alle modernen Laufschuhe haben eine Sohle, die um eine imaginäre Längsachse beweglich ist wie die Teile einer Pontonbrücke. Eine große Herausforderung, die Professor Brüggemann noch ausgemacht hat, lässt sich so aber nicht realisieren. Der Biomechaniker wünscht sich, dass Sportschuhe auch dem Zehengrundgelenk die Beugung erlauben. Doch bei dieser Herausforderung muss die Massenproduktion passen – weil die Zehen der Menschen unterschiedlich lang sind. Deshalb ist Brüggemann sicher: „Die Zukunft des Sportschuhs liegt in seiner individuellen Anpassung."

Die TPU-Sohle besitzt extrem gute Materialeigenschaften



Quelle: Bayer MaterialScience, Leverkusen
www.bayermaterialscience.de

PUR: Vielseitigkeit nutzen

Unbegrenzte Anwendungsmöglichkeiten für Polyurethan gibt es im Bereich der Bauteilformung: von der einzelnen Passform aus PUR bis hin zu komplexen, umschäumten Bausystemen mit einem stabilen Kern aus Aluminium, Stahl oder Schichtholz. Dabei lassen sich Form, Farbe sowie Härte- bzw. Weichegrade individuell variieren. So kommt es, dass sich PUR in vielen Gegenständen in unserer Umgebung verbirgt. Geräuschdämmende Fahrzeugverkleidungen, Formteile für Armlehnen und Kopfstützen, Schalthebelknäufe, Ummantelungen und Schläuche für Kältemittelleitungen, Griffumschäumungen für Maschinenteile, Hockersitze, Schallschutzelemente für Heizkörper sowie Zubehörteile für Monitore sind nur ein kleiner Ausschnitt aus den vielfältigen Einsatzgebieten dieses Werkstoffes. Eine besonders wichtige Bedeutung kommt PUR bei der Gestaltung ergonomischer Arbeitsplatzsysteme zu.



Sitzflächen und Rückenlehnen von diesen Arbeitsstühlen sind aus dauerelastischem Polyurethan-Integralschaum. Sie eignen sich besonders für den Einsatz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung, da sie pflegeleicht und robust sind
Fotos: Schaffer PurFormTechnik

PUR erleichtert die Arbeit

Rund 80.000 Stunden unseres Lebens verbringen wir am Arbeitsplatz. Dabei kann die Gesundheit durch langes Stehen und Sitzen stark strapaziert werden. Abhilfe schaffen ergonomisch gestaltete Arbeitsplätze. Arbeitsstühle und Steharbeitshilfen werden durch den Einsatz von Polyurethan-Integralschaum robust, pflegeleicht und vielseitig einsetzbar. Durch das dauerelastische Material von Sitzfläche und Rückenlehne sowie durch variable Einstellmöglichkeiten passen sie sich perfekt dem jeweiligen Nutzer an. Die Belastung von Bandscheiben und Wirbelsäule beim Sitzen bzw. Rücken- und Knieprobleme, verursacht durch langes Stehen, werden nachweislich reduziert. Auch langes Stehen und Arbeiten auf hartem Untergrund kann zu Gesundheitsschäden führen. Ein Bodenmatten-System aus PUR mildert die Belastung von Gelenken und Rückgrat um bis zu 60 Prozent. Zudem sorgt der rutschfeste Bodenbelag für mehr Sicherheit. Dank der Verwendung von Polyurethan sind die Matten resistent gegenüber Ölen, Lösungsmitteln und vielen Chemikalien, kälte-, wärme- und schallisolierend.

PUR isoliert

PUR-Matten können aber auch optimal zur Schwingungsisolierung und Körperschallentkopplung eingesetzt werden. Als flächige Bahnenware bieten sie eine druck- und schubbelastete Federung im Hochbau und in der Industrie genauso wie im Schienen-, Straßen-, Tunnel- und Brückenbau. Dabei eignen sie sich sowohl als Aktivisolator, der unmittelbar am Schwingungserreger wirkt, als auch als Passivisolator am zu schützenden Objekt. Beispielsweise können stark vibrierende Maschinen oder Motoren darauf gelagert werden (Aktivisolierung), genauso wie empfindliche Messgeräte, um sie vor Erschütterungen zu schützten (Passivisolierung). Werden die PUR-Matten unter Straßenbahntrassen verlegt, reduzieren sie Schall und Schwingungen vorbeifahrender Züge. Sollen Häuser vor Erschütterungen geschützt werden, kann ihr Fundament über PUR-Bahnen betoniert werden. Dichte und Dämpfungseigenschaften des verwendeten Kunststoffes werden dabei speziell auf die jeweilige Anwendung abgestimmt.



Die flächige PUR-Bahnenware ist als druck- und schubbelastete Federung vielseitig einsetzbar: im Hochbau und in der Industrie genauso wie im Schienen-, Straßen-, Tunnel- und Brückenbau

Quelle: Schaffer PurForm Technik, Diepholz
www.schaffer-pft.de

Schaffer
PurFormTechnik GmbH & Co. KG



Wir schaffen Lösungen in PUR.

Schaffer PurFormTechnik ist der Spezialist für Formteile aus Polyurethan.

Schaffer PurFormTechnik steht für die Entwicklung, Herstellung und den Vertrieb verschiedenster Produkte aus dem flexiblen und langlebigen Kunststoff Polyurethan (PUR). Aus Qualitätsrohstoffen entstehen hier **innovative Rezepturen für unterschiedlichste Anwendungsbereiche, die den Werkstoff Polyurethan in seiner Vielseitigkeit ausschöpfen.**

www.schaffer-pft.de

Schaffer
PurFormTechnik GmbH & Co. KG
Porschestraße 1
49356 Diepholz
Telefon 05441.5954-0
Telefax 05441.5954-24
info@schaffer-pft.de

Dipointegral

Passgenaue Form-lösungen aus weichem Integralschaum – für unzählige Anwendungs-bereiche.





Dipoelast

Matten und Bauteile zur Schwingungsisolierung und Körperschall-entkopplung im Hochbau und Schienenverkehr.

active working

Ergonomische Arbeitsplatzsysteme für Industrie und Gewerbe, Handel und Dienstleistung.



Polyurethan-Elastomere zur Schwingungsisolierung

Polyurethane zeichnen sich durch ihre vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten aus. Die elastischen Eigenschaften stehen dabei bei vielen Anwendungen im Vordergrund. Bekannt sind hier vor allem die Anwendungen in Form von Schaumstoffen im Sitzbereich wie z.B. in Fahrzeugsitzen oder auch im Möbelbereich. Diese elastischen Eigenschaften können aber auch in anderen Anwendungen zum Einsatz kommen und sich auf ganz unterschiedliche Weise auswirken. Die Fa. Getzner Werkstoffe aus Bürs in Österreich erzeugt zellige Polyurethanelastomere als elastische Komponente für Anwendungen in der Schwingungsisolierung. Neben industriellen Anwendungen werden diese Produkte vornehmlich im Baubereich und als elastische Komponente im Eisenbahnoberbau eingesetzt.



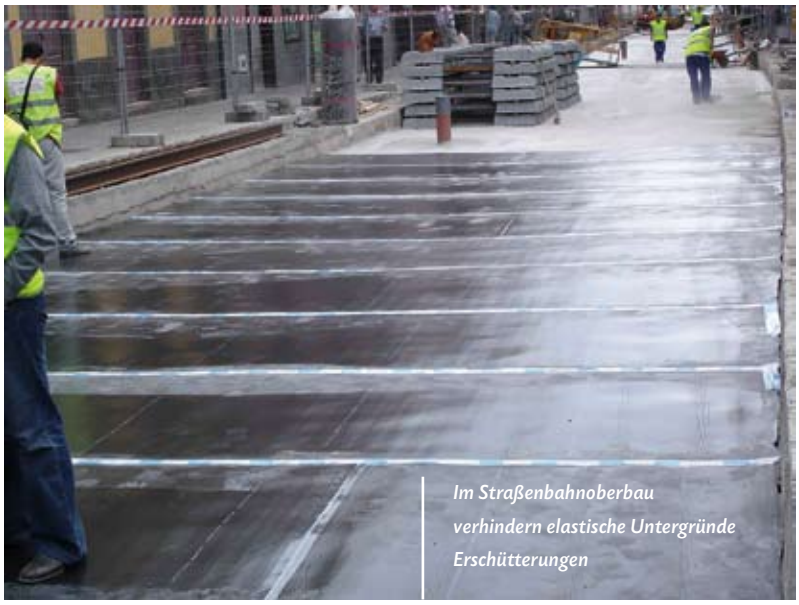
Unterschottermatten auf einer Hochgeschwindigkeitsstrecke

Innerstädtische schienengebundene Verkehrswege helfen den Individualverkehr zu minimieren. Nachteilig dabei ist, dass die Schienenfahrzeuge beim Befahren des Gleiskörpers Schwingungen in den Untergrund einleiten und diese Vibrationen in angrenzenden Gebäuden in Form von Erschütterungen und daraus entstehendem so genannten sekundärem Luftschall sowohl spürbar als auch hörbar sind und damit die Lebensqualität der Bewohner im Extremfall sehr einschränken. Durch den Einbau von elastischen Komponenten im Bereich des Eisenbahnfahrweges kann diese Beeinträchtigung minimiert oder fast gänzlich reduziert werden. Je nach Bauform der Gleisanlagen gibt es unterschiedlich wirksame Lösungen. Bei Strecken mit Schotteroberbau kann durch den Einbau von sog. Unterschottermatten, hierbei handelt es sich um elastische Matten, die zwischen Tunnelsohle und dem Gleisschotter eingebaut werden, die Schwingungsübertragung erheblich reduziert werden.

In Bereichen mit klassischem Straßenbahnoberbau kann durch die elastische Lagerung der Gleistragplatte die Erschütterungsbelästigung reduziert werden, so dass im dicht besiedelten innerstädtischen Bereich diese störenden Schwingungsemissionen praktisch verschwinden. Man bezeichnet derartige Lösungen als leichte Masse-Feder-Systeme.

Nicht zu erschüttern

Für hochsensible Bereiche sind besonders wirksame Maßnahmen zur Schwingungsisolierung vorzusehen. Hier stellen schwere Masse-Feder-Systeme die wirksamste Lösung dar. Dabei werden, wie der Name sagt,

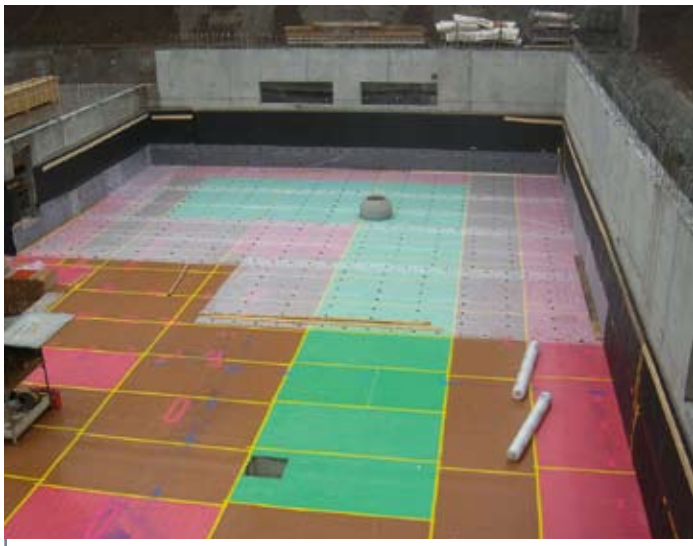


Im Straßenbahnoberbau verhindern elastische Untergründe Erschütterungen

große Betonmassen auf elastische Lager gestellt und darauf dann der Gleiskörper montiert.
Neben diesen vibrationsdämmenden Maßnahmen benötigt der Eisenbahnoberbau auch elastische Komponenten, um die erforderliche Elastizität des Oberbaues zu erhalten. Bei Oberbauformen wie der „Festen Fahrbahn", wie sie im Bereich der Hochgeschwindigkeitsstrecke Köln-Frankfurt zum Einsatz gelangt ist, werden elastische Schienenbefestigungen eingebaut.

Schützender Teppich

Neben diesen Maßnahmen am Gleiskörper können Erschütterungen, die durch den Eisenbahnverkehr verursacht werden, auch am zu schützenden Objekt vorgenommen werden. Es ist heute durchaus üblich, das gesamte Gebäude auf den elastischen Sylomer- oder Sylodynprodukten zu lagern, um damit die störenden Erschütterungen vom Gebäude fernzuhalten. Als weitere störende Lärm- bzw. Vibrationsquellen sind die gesamten haustechnischen Anlagen anzusehen. Auch hier können elastische Produkte als Problemlösungen dienen. Durch akustische Trennung der Maschinen (Pumpen, Lüftungsanlagen, etc.) vom Bauwerk werden diese störenden Geräusche bzw. Vibrationen abgeschirmt.



Dieses Gebäude steht auf elastischen Lagern, um Erschütterungen abzufangen *Fotos: Getzner*

Quelle: Getzner Werkstoffe GmbH, Bürs/ Österreich, www.getzner.com

Industrieanwendung mit sylomer®



Getzner ist die Nummer 1 in der Isolierung von Schwingungen und Vibrationen mittels ausgereifter PUR-Werkstoffe. Die Kombination von Know-how und umfangreichen Dienstleistungen macht uns zu einem begehrten Entwicklungspartner für Industrielösungen. Fordern Sie uns – wir sind bereit.

www.getzner.com

ricqueboura.at

getzner
the good vibrations company

Mehrkomponententechnik: Neue Einsatzfelder für die Zukunft

Kunststoffe sind ein äußerst vielfältiges Material, dessen Einsatzspektrum sich schon seit Jahrzehnten kontinuierlich erweitert. Hinter dieser Entwicklung stehen vor allem zwei treibende Kräfte: erstens die größeren Freiheitsgrade bei der Einstellung von Werkstoffeigenschaften gegenüber konventionellen Materialien wie etwa Metallen und zweitens das hohe Potenzial bei der Optimierung der Herstellkosten. Ein prominentes Beispiel ist die Mehrkomponententechnik. Zwar umfasst sie sehr komplexe Verfahren, bietet dafür aber Einsparpotenziale. Diese entstehen, weil sich die Zahl der Bauteile verringert, was die Kosten für Fertigung und Montage senkt. Mehrere Kunststoffschmelzen in einem Werkzeug zu einem Spritzgussteil zu formen, kann dabei auf unterschiedliche Weise erfolgen, etwa in Form von Verbund-, Mehrfarben-, Sandwich- oder Montagespritzgießen. Wegweisende Technologien vereinen die unterschiedlichen Verfahrenstechniken in sich. Ein Beispiel ist SkinForm, bei dem spritzgegossene Trägerbauteile mit einem weichen PUR-Gießsystem überflutet werden. So entstehen in einem Arbeitsschritt verschiedenartige, hochwertige Oberflächen, etwa auf Innenraumbauteilen für Automobile.

X-Form statt Metall-Gummi-Verbund

Ein aktuelles Beispiel für eine Mehrkomponententechnik, die mit Spritzgieß-, Extrusions- und Reaktionstechnik gleich drei Verfahren in sich vereint und dabei ein ganz neues Einsatzspektrum für Kunststoffe eröffnet, trägt den Namen X-Form. X-Form ist konzipiert für Anwendungen, in denen derzeit noch Metall-Gummi-Verbunde im Einsatz sind. Mögliche Applikationen sind Gehäusedeckel mit integrierter Dichtung oder Motorlagerungen. Das Verfahren beruht darauf, dass ein neu entwickeltes thermoplastisches Polyurethan (TPU) durch einen Reaktionsschritt während des Abkühlens zu TPU-X vernetzt



Fertigung in Drehtischtechnik ermöglicht niedrige Taktzeiten



Die Fertigungszelle: Spritzgießcompounder von KraussMaffei

Fotos: KraussMaffei

wird. Dies vollzieht sich in einem Spritzgießcompounder, der wiederum die kontinuierliche Extrusion zum gleichmäßigen Einbringen des Vernetzungsmittels in die Schmelze mit dem diskontinuierlichen Prozess des Spritzgießens in sich vereint. Als praxisnahe Applikation entwickelten die Hersteller einen Schwingungsdämpfer, ein Bauteil, das prinzipiell in Maschinenlagern oder im Fahrwerk eines Automobils zum Einsatz kommt. Der Schwingungsdämpfer besteht aus zwei Komponentenarten: erstens einem glasfaserverstärkten thermoplastischen Träger mit Hülse und zweitens aus der zwischen Träger und Hülse befindlichen gummi-elastischen Schwingungsdämpfung aus TPU-X. Hinzu kommt noch eine umlaufende elastische Dichtung, ebenfalls aus TPU-X.



Ein Verweis auf die Zukunft: Schwingungsdämpfer aus thermoplastischem Träger und gummiähnlichem TPU-X

Vorteil Zeitgewinn

Die Innovation der X-Form-Applikation ist ihre Zykluszeit von nur 60 Sekunden. Sie wird möglich durch die Herstellung der Teile in drei Arbeitstakten, die zeitgleich in der Fertigungszelle stattfinden. Im vierten Takt wird der Schwingungsdämpfer durch einen Linearroboter entnommen. Die Dämpfungsschicht des Bauteils soll starke Schwingungen aufnehmen und hat daher eine Wanddicke von 15 Millimetern. Bei einer derartigen Materialanhäufung wäre – bedingt durch die Kühlzeit – mit einer langen Taktzeit zu rechnen. Nur durch die Fertigung in Drehtischtechnik lässt sich ein Zyklus von 60 Sekunden realisieren. Im ersten Arbeitstakt entstehen Träger und Hülse aus Polyamid. Für jeden weiteren dreht sich das Werkzeug um 90 Grad. In der zweiten und dritten Station wird schichtweise die Weichkomponente mit TPU-X aufgebaut. Die vierte Station dient der Entnahme bei geschlossenem Werkzeug. Gegenüber der klassischen Elastomerverarbeitung verringert sich die Verarbeitungszeit um einen Faktor von vier bis sechs. Hervorzuheben ist, dass es sich beim X-Form-Verfahren um einen klassischen 2K-Thermoplast-Spritzgießprozess handelt. Für die Werkzeugtemperierung sind keine Heiß- und Kaltzonen erforderlich, wie man sie von Gummi-Thermoplast-Verbunden kennt. Dies vereinfacht die Prozessführung wesentlich. Das Verfahren wurde von KraussMaffei in Gemeinschaft mit der Elastrogran GmbH und der Mues Products & Moulds GmbH entwickelt.

Quelle: KraussMaffei, München
www.kraussmaffei.com



Gurtabdeckung zeigt unterschiedliche puroskin™-Schichtdicken
Foto: KraussMaffei GmbH

Premiumoberflächen im Automobil-Interieur

Die Anforderungen an hochwertige Oberflächen im Fahrzeuginnenraum unterliegen heutzutage nicht mehr nur den physikalischen und chemischen Eigenschaften, die sie laut Lastenheft erfüllen müssen, vielmehr wird eine Beurteilung der Sinneswahrnehmungen zu einem festen Beurteilungskriterium. Ausgelöst durch die Anforderungen der Automobilindustrie, die Gestaltung des Interieurs immer eleganter und edler auszurichten und mit einem hohen Anforderungsprofil an Design und Ausstattung, bei der Modellentwicklung auch so genannte „weiche" Faktoren in den Mittelpunkt zu stellen, kamen vor einiger Zeit für die Oberflächengestaltung vermehrt auch Polyurethan-Häute ins Blickfeld. Man versprach sich dadurch insbesondere eine Verbesserung der haptischen Eigenschaften und die Möglichkeit einen partiellen Softtouch-effekt zu erzielen.

SkinForm®-Technologie ohne Nachbearbeitung

Besonders geeignet für diese Entwicklung ist die neue SkinForm®-Technologie. Dabei werden in einem One-Step-Prozess ohne Nachbearbeitungsschritte die Spritzgießtechnik mit der PUR Reaktionschemie kombiniert. Es handelt sich um ein synergetisches Zusammenführen der Spritzgieß- mit der PUR-Reaktionstechnik unter Berücksichtigung aller Vorteile beider Technologien. Das Ergebnis ist eine hochwertige Premiumoberfläche auf einem Thermoplastträgerteil. Die SkinForm®-Bauteile werden auf einer Anlage in zwei aufeinander folgenden Schritten produziert und sind danach ohne weitere Nachbearbeitungsschritte montagefertig. Mit dem dazu neu entwickelten PUR-System puroskin™ können Eigenschaften erzielt werden, wie beispielsweise lederähn-

liche Haptik der Bauteiloberfläche, hohe Kratzfestigkeit und geringer Abrieb, sehr gute Haftung auf dem Spritzgussformteil (unabhängig von verwendeten Thermoplasten), Eignung für komplexe dreidimensionale Geometrien, kein Dekor- oder Narbungsverzug, Möglichkeiten der Einfärbung der Polyolkomponente in einer breiten Farbpalette, Möglichkeiten der Designfreiheit, d.h. perfekte Abbildung der Narbung oder Kaschierung von Spritzgießfehlern bzw. notwendigen Verstärkungsrippen ohne Abzeichnung auf der Hautoberfläche.

Anwendungsbeispiele

Für das neue Verfahren wurde ein aromatisches, wassergetriebenes 2K-PUR-Gießelastomersystem verwendet. Durch die Vorgabe unterschiedlicher Wanddicken konnte man mit einem gezielten Aufschäumen den partiellen Softtoucheffekt erreichen. Bei Daimler-Chrysler wird das Verfahren in Großserie eingesetzt. Seit März 2007 läuft die Serienfertigung einer modellübergreifenden Kopfstützenabdeckung in einer stabilen 3-Schicht-Produktion mit einem Ausstoß von mehreren 100.000 Teilen im Jahr.

Daneben haben sich Handgriffe für Werkzeuge der Fa. Bosch im Praxiseinsatz sehr gut bewährt. Seit Anfang 2007 wird der Arbeits- und Tragegriff des 16 kg schweren Bosch Abbruchhammers im SkinForm®-Verfahren hergestellt. Dabei konnte nicht nur die Abrieb- und Kratzfestigkeit überzeugen, sondern auch die hohe Wandstärke, mit der ein zusätzlicher Dämpfungseffekt erreicht wird, der das Arbeiten mit dem schweren Gerät angenehmer macht.



Handgriff aus puroskin™

Quelle: Rühl Puromer GmbH, Friedrichsdorf
www.ruehl-puromer.de

puroskin™
Softtoucheffekt im One Step Prozess
RÜHL PUROMER GmbH
» PUR-System für das SkinForm Verfahren - Polyurethan und Spritzguß in einem Prozess
» hervorragende Optik und Haptik, einzigartiger Softtoucheffekt
» sehr gute Haftung und Kratzfestigkeit, geringer Abrieb, UV-stabilisiert
» Interesse? www.ruehl-puromer.de
RÜHL PUROMER GmbH
Hugenottenstraße 105
D-61381 Friedrichsdorf
Telefon +49 (0)6172-733-272
Telefax +49 (0)6172-733-320
e-Mail puromer@ruehl-ag.com
Internet www.ruehl-puromer.de

Glänzendes Verfahren



Das neue Inmould Lackierverfahren für LFI-PUR Bauteile mit hochglänzenden Oberflächen

Foto: KraussMaffei

Maschinenhersteller lassen sich immer neue Verfahren zur Perfektionierung von High-tech-Produkten einfallen. Ein neues Inmould Lackierverfahren stattet LFI-PUR Bauteile (Long Fiber Injection-Prozess) mit hochglänzenden Oberflächen aus. Dabei bedeutet „Inmould", dass die Beschichtung eines Kunststoff-Formteils bereits im Werkzeug passiert. Auch dabei spielt Polyurethan eine glänzende Rolle. Eine Lackschicht wird direkt auf die Werkzeugoberfläche aufgesprüht. Mit einem Sprühmischkopf wird anschließend ein so genannter Barrier-Coat auf die Lackschicht aufgebracht, danach kann die LFI-PUR Schicht aufgetragen werden. Mit dem anschließenden Pressvorgang wird das faserverstärkte Bauteil mit hochglänzender Oberfläche fertig gestellt. Anders als bei anderen Polyurethan-Verarbeitungsmethoden werden beim LFI-PUR Verfahren die Glasfasern, die das Bauteil verstärken, bereits im Mischkopf mit PUR benetzt.

Hochfeste Bauteile mit exzellenten Oberflächen

Das neue Lackierverfahren kommt bereits bei einem indischen Hersteller, in der Serienfertigung von Motorhauben für Traktoren zum Einsatz. Um LFI-PUR-Bauteile mit hochwertigen Oberflächen auszustatten, kamen bisher vor allem tiefgezogene Folien zum Einsatz. Mit dem Inmould Lackierverfahren, das von KraussMaffei, Dow und Sonneborn & Rieck entwickelt wurde, steht jetzt eine Alternative für Anwendungen im mittleren Stückzahlenbereich oder vielen Farbvarianten zur Verfügung.

Als Anwendungsgebiete für die lackierten faserverstärkten Bauteile kommen vor allem Nutzfahrzeuge und Maschinen für die Landwirtschaft sowie Busse und LKW in Frage.

Quelle: KraussMaffei, München
www.kraussmaffei.com

Höchste Performance mit Maschinen von KraussMaffei.



Zu was greifen Sie, wenn Formteile gefragt sind, die zugleich ultraleicht und hochfest sind? Die Faserverbundtechnologie ermöglicht bei ausgezeichneter Wirtschaftlichkeit Formteile mit besten mechanischen Eigenschaften und lackierfähigen Oberflächen. Für welche Aufgabe Sie diese Technologie auch einsetzen, KraussMaffei bietet die optimale Lösung: Von Engineering bis Service liefern wir alle Leistungen, die zur Erfüllung Ihrer Fertigungsaufgabe gefordert sind, perfekt abgestimmt aus einer Hand. Und wie speziell Ihre Produktanforderungen auch sind, wir haben das richtige Verfahren für Sie – LFI, FCS, RRIM, SRIM, SCS oder RTM.

Mehr Informationen und Vorteile finden Sie unter: www.kraussmaffei.com

- › SPRITZGIESSTECHNIK
- › **REAKTIONSTECHNIK**
- › EXTRUSIONSTECHNIK

KraussMaffei Technologies GmbH ··· Telefon +49 89 8899-0
info@kraussmaffei.com ··· www.kraussmaffei.com

KraussMaffei
PEOPLE FOR PLASTICS

Funktionalisierte Oberflächen mittels Nanopartikel

Die Beschichtung von Kunststoff-Formteilen kann zur Erzeugung von farbigen, dekorativen und funktionalisierten Oberflächen dienen. Dazu kommen verschiedene Verfahren zum Einsatz, wie z.B. Folientiefziehen, Nasslackierung bzw. das wässrige und lösemittelhaltige oder das lösemittelfreie In-Mould-Coating (IMC)-System. Durch Vereinigung der Nanotechnologie als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts mit dem Kunststoff als Werkstoff des 21. Jahrhunderts können völlig neue funktionalisierte Oberflächenbeschichtungen entwickelt werden. Das heißt, dass durch die gezielte Dotierung mit Nanopartikeln spezifische Eigenschaften ausgebildet werden.



Brandversuch: Durch die Einarbeitung von nanoskaligen keramikbildenden und/oder wasserspendenden Substanzen kann das Brandverhalten der Beschichtung wesentlich verbessert werden
Foto: Panadur

Neue Oberflächeneigenschaften

Das neue Verfahren verleiht Oberflächen alltagstaugliche Eigenschaften wie fungizid, antibakteriell, brandhemmend und/oder schalldämmend, erhöhte Oberflächenhärte/Abrasivität und verbesserte mechanische Eigenschaften, elektromagnetische Abschirmung/elektrische Leitfähigkeit, erhöhte Wetter- und UV-Beständigkeit, erhöhte Chemikalienbeständigkeit sowie Steuerung der Viskosität. Als ein Beispiel für die Wirkung von Nanopartikeln steht der Brandschutz. Durch die Einarbeitung von nanoskaligen keramikbildenden und/oder wasserspendenden Substanzen kann das Brandverhalten der Beschichtung wesentlich verbessert werden (siehe Abbildung). Während einer Beflammung mit einem Gasbrenner aus 10 cm Abstand über einen Zeitraum von 120 Sekunden ist keinerlei Rauchentwicklung festzustellen. Nach Entfernen des Brenners verlischt die Probe. Rechts im Bild ist als gegensätzliches Beispiel ein brennendes Fahrzeug ohne funktionalisierte Oberfläche dargestellt.

Einsatzgebiete für das neue Verfahren, das die Panadur GmbH entwickelt hat, sind beispielsweise im Automobilsektor, in der Haushaltsgeräteindustrie, beim Bau von Nutzfahrzeugen und Landmaschinen, im Freizeit- und Caravaningbereich, in der Medizin sowie in vielen anderen Segmenten.

Das In-Mould-Coating ist ein Verfahren, mit dem die Beschichtung eines Kunststoff-Formteils bereits im Werkzeug durchgeführt wird. Dazu wird der hochreaktive Kunststoff mittels geeigneter Lackiertechnik in die Form appliziert. Danach wird in die offene oder geschlossene Form das Trägermaterial eingebracht. Nach Ablauf der Reaktionszeit wird das Formteil dem Werkzeug entnommen. Das Ergebnis ist ein Bauteil mit Finish-Oberfläche, die je nach Formbeschaffenheit hochglänzend bis matt oder strukturiert sein kann. „In-Mould-Coatings" können mit vielen Methoden der Formteilfertigung, die mit Hilfe von Spritz-, Gieß-, Press- oder Schäumverfahren Teile fertigen, kombiniert werden.

Quelle: Panadur GmbH, Halberstadt
www.panadur.de

Polyurethan-Gele: Meisterhafte Eigenschaften

Beim Übergang von hart zu flüssig können sich Gele bilden. Eingesetzt werden solche weichen Materialien überall dort, wo es bequem sein soll – in Sitz- und Schlafunterlagen, Fahrradsätteln oder im Orthopädiebereich. Ein Gel wird in der Regel als ein feindisperses System aus mindestens einer festen und einer flüssigen Phase definiert. Diese feste Phase bildet dabei ein schwammartiges, dreidimensionales Netzwerk, dessen Poren durch eine Flüssigkeit bzw. auch ein Gas ausgefüllt sind. Beide Phasen durchdringen sich dabei vollständig.



„Lookin"-Sattel der Firma Selle Royal

Angenehmes Gefühl

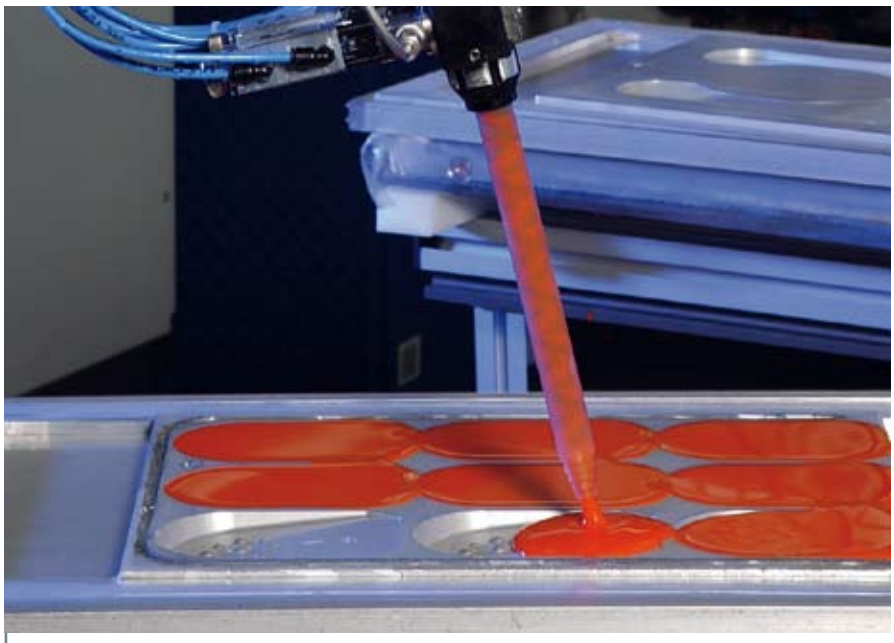
Auch aus dem Universalkunststoff Polyurethan lassen sich Gele herstellen. Sie werden nach dem oben beschriebenen Prinzip hergestellt, indem ein polymeres Netzwerk durch die übliche Umsetzung von Polyol und Isocyanat erzeugt wird. Polyurethan-Gele mit integriertem Weichmacher haben herausragende Eigenschaften wie Viskoelastizität, Glasklarheit und Lichtstabilität sowie eine traumhafte Haptik. Diese wesentlichen Eigenschaften lassen sich mit anderen Werkstoffen nicht bzw. nicht simultan realisieren. Ein Material, das diese Eigenschaften kombiniert und gleichzeitig gute mechanische Eigenschaften besitzt, hat ein hohes Innovationspotential. Davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man ein PUR-Gel in die Hand nimmt. Von einer kaum fassbaren Eigenschaft berichtete ein Produktmanager einer großen Möbelfirma. Er erzählte, dass bei der Vorstellung einer Armlehne aus Polyurethan-Gel die Mitglieder der Geschäftsführung zu lächeln begannen, sobald sie die Armlehne mit den Händen berührten.

Für langes Sitzen

Die beiden klassischen Einsatzgebiete der Polyurethan-Gele – Gelsättel und Gelliner – nutzen die Viskoelastizität des Materials aus. Diese Eigenschaft bewirkt, dass entsprechende Produkte zu einer hervorragenden d.h. gleichmäßigen Druckverteilung führen. Der Gelsattel war eine Innovation Anfang der neunziger Jahre. Er führte dazu, dass der Weltmarktführer bei den Fahrradsätteln trotz asiatischer Konkurrenz über das ganze Spektrum von Fahrradsätteln seine Marktposition halten bzw. ausbauen konnte. Neben wissenschaftlichen Untersuchungen, die den besseren Komfort des Gelsattels belegen, hört man häufig, dass insbesondere Frauen auf dem Gelsattel schlicht besser sitzen. Eine Fortführung des Konzepts ist der „Lookin" Sattel, bei dem das Komfort steigernde Gel sichtbar ist.

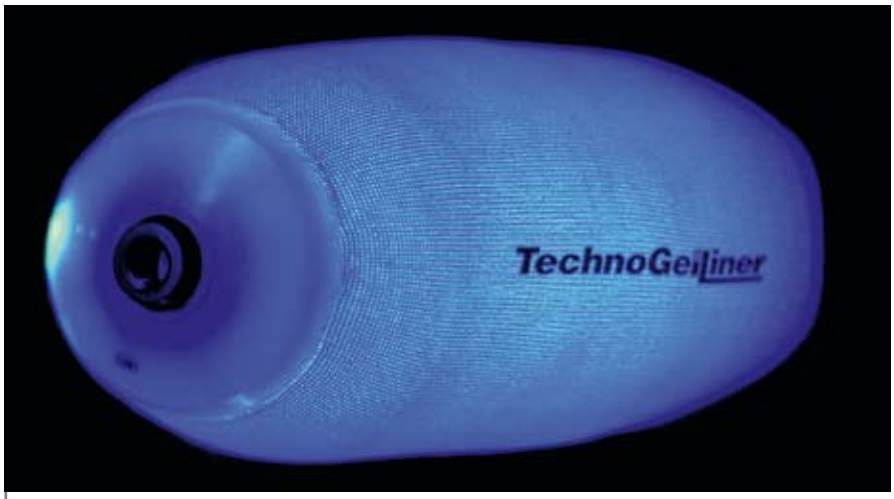
Geltype für Prothesen

Im orthopädischen Bereich lässt sich der Tragekomfort einer Prothese deutlich mit einem Polyurethan-Gel erhöhen. Der so genannte Liner ist



Produktion von Einlegesohlen

das Komfort verbessernde Bindeglied zwischen Prothese und Stumpf, insbesondere bei beinamputierten Patienten. Wieder helfen die Viskoelastizität und die damit verbundene ausgezeichnete Druckverteilung, die mit dem Gel erreicht werden kann, das Leben mit einer Prothese angenehmer zu gestalten. Das erwiesene hautfreundliche Verhalten hat darüber hinaus einen deutlichen Vorteil gegenüber vergleichbaren Wettbewerbsprodukten. Hier kommt zum Tragen, dass man ein Gel ohne Weichmacher mit Polyurethan herstellen kann. Wie häufig bei neuen Materialien, musste die Verarbeitungstechnologie dem Material angepasst werden. Polyurethan-Gel wird heute mit üblichen Zweikomponenten-Maschinen verarbeitet, wobei das Mischungsverhältnis wegen der Einschränkungen durch die Chemie im Allgemeinen zwischen 100:2 und 100:15 liegt.



Techno-Gel-Liner von Otto Bock

duziert. Erst nach der Entwicklung einer speziellen Tiefziehtechnik war es möglich, die Einlegesohle großtechnisch herzustellen. Verglichen mit Wettbewerbsprodukten wie verschiedenen geschäumten Sohlen, hat die Polyurethansohle zu allererst den wohl bedeutendsten Wettbewerbsnachteil, den es gibt: Sie ist teuer in der Herstellung. Die Marktstellung wird gesichert durch die unvergleichlich guten Eigenschaften. Die deutliche Reduktion des Maximaldrucks beim Gehen oder Laufen und die sehr lange Haltbarkeit sind die Wettbewerbsvorteile, welche zu einem stabilen Markt für dieses Produkt insbesondere bei Sicherheitsschuhen geführt haben.



Ein Beispiel für einen Stuhl, der PUR-Gel als Komfort und Designmaterial einsetzt, ist eine Studie von Capellini

PUR-Gel dämpft den Auftritt

Inzwischen haben sich neben den klassischen Anwendungen weitere Produktschienen entwickelt. Einlegesohlen in verschiedenen Varianten werden heute in Deutschland pro-

Traumhaft sitzen und liegen

Sitz- und Möbelanwendungen sind der zweite Schwerpunkt der Marketing-Aktivitäten für Polyurethan-Gele insbesondere in Italien. Auch hier stehen den technischen Vorteilen erhebliche Kostennachteile entgegen. Sitzkissen aus Polyurethan-Gel erlauben eine bessere Sitzdruckverteilung und führen zu dünneren Sitzkonstruktionen bei besserem Komfort. Kissen aus Gel müssen beschichtet werden, da die meisten Gelvarianten klebrig sind. Dies führt zu einem weiteren Arbeitsschritt, der die Herstellung von Gelkissen verteuert. Aufgrund der Komfortvorteile haben sich Sitzkissen aus Polyurethan-Gel dennoch im oberen Marktsegment der Bürostühle, insbesondere in den USA, durchsetzen können. Ein Beispiel für einen Stuhl, der PUR-Gel als Komfort und Designmaterial einsetzt, ist eine Studie von Capellini.

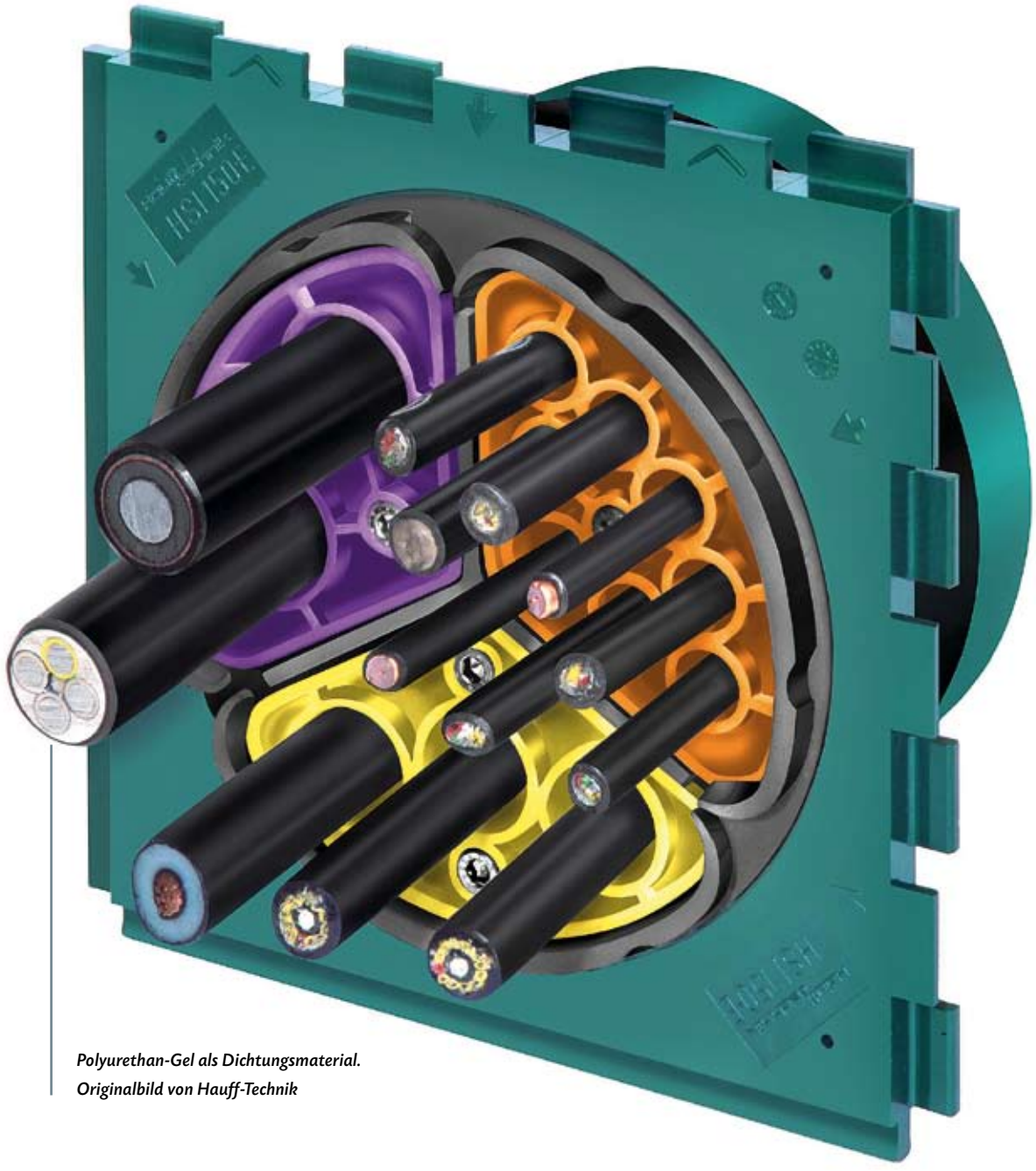
Um die Vorteile von Polyurethan-Gel nutzen zu können, ohne große Kostennachteile zu haben, kommen sowohl bei Einlegesohlen wie auch bei Sitz- und Kopfkissen Konstruktionen mit Kombinationen aus Polyurethan-

Schaumstoffen und Polyurethan-Gelen zum Einsatz. Dies führt nicht nur zu Materialeinsparungen, sondern es führt zu verfahrenstechnischen Vorteilen welche die Produktion solcher Teile kostengünstig ermöglicht. Hier zeigt sich einmal mehr die universelle Einsetzbarkeit von Polyurethanen. Neben medizinischen Kopfkissen wurden inzwischen sogar unterschiedliche Matratzendesigns aus Kombinationen von Schaumstoffen, Gelen und anderen Materialien realisiert. Dabei dienen drei Auflagen aus PUR-Gel dazu, die Entspannung der Wirbelsäule während des Schlafs zu verbessern.

Sanfte Dichtung

Ein Schwerpunkt der Entwicklungstätigkeit bei Polyurethan Gelen liegt heutzutage auf technischen Produkten. Ein Beispiel dafür sind Gele als Außenabdichtung bei Kabeldurchführungen. Das Gel wirkt als Dichtungsmittel und dichtet dank seiner hohen Flexibilität sanft ab. Der Werkstoff passt sich perfekt, zuverlässig und langlebig jeder Kabelkontur an. Die Fließfähigkeit des Gels wird bei diesem Verfahren ausgenutzt. Auch verschiedene Elektrokabel lassen sich durch das Gel einfach durch Außenwände führen. Das Gel befindet sich unter den farbigen Kunststoffelementen und dichtet seitlich ab. Auch im Bereich der Medizintechnik wird an weiteren Anwendungen gearbeitet.

Quelle: Otto Bock, Duderstadt
www.ottobock.de



Polyurethan-Gel als Dichtungsmaterial.
Originalbild von Hauff-Technik



Sicherheit mit PUR auf dem Motorrad

Die Sicherheit im Auto ist durch Airbag, Deformationszone und Gurtsysteme sicherlich um ein Vielfaches einfacher zu gewährleisten als bei Motorradfahrern. Letztere müssen in Gefahrensituationen vollstes Vertrauen einzig und allein in ihre Schutzkleidung haben, eine große Knautschzone rettet hier leider nicht – oder doch? Motorradfahrer setzen deshalb in punkto Sicherheit auf Hightech-Materialien: Viskoelastische Halbhartschaumsysteme können als Motorradprotektoren wirken.

Das Prinzip zur Vermeidung von ernsthaften Verletzungen bei Unfällen ist Medizinern, Unfallforschern und Materialwissenschaftlern längst klar: Die Energie, die bei einem Zusammenprall freigesetzt wird, muss durch vorgelagerte Systeme absorbiert werden. Nur noch ein geringer Teil der Schlagenergie darf an den zu schützenden Körper gelangen. Was nun im Auto durch die Knautschzone erreicht wird – nämlich die Umwandlung von Bewegungsenergie in Verformungsarbeit, verteilt über einen möglichst langen Zeitraum, – übernehmen im Zweiradbereich viskoelastische PUR-Materialien. Durch die intensive Zusammenarbeit des Markgröninger Protektorenherstellers SaS-Tec und der Zelu-Chemie, sind inzwischen ausgeklügelte Sicherheitssysteme entstanden, deren Materialeigenschaften im Einklang mit Form und Gestalt sind.

Während die ersten Protektoren-Generationen aus steifen Materialien bestanden, die bei einem Sturz irreversibel verformt wurden, oder gar gebrochen sind, setzen die viskoelastischen Polyurethan-Schaumkomponenten aus Murr mit ihrer Flexibilität und ihren enorm hohen Schlagenergieabsorptionswerten neue Maßstäbe. Der PUR Halbhartschaumprotektor schmiegt sich optimal um die zu schützenden Körperteile und bleibt so auch im Ernstfall an Ort und Stelle. Um nun aus einem Knochenbruch höchstens eine ordentliche Prellung zu machen, dürfen bei einem Sturz vor allem keine Kraftspitzen auftreten. Die Energie soll nicht unmittelbar weitergegeben werden. Eine verminderte Kraft, verteilt auf einen verzögerten Zeitraum, lässt dem Körper die Möglichkeit zur Reaktion. Je nach Einsatzort (Rücken- oder Gelenkprotektor) werden Restkraftwerte von ca. 4 bis 12 kN gemessen (Grenzwert: 35 kN). Zu deren Bestimmung nach CE Norm wird ein 5000 g Gewicht aus 100 cm Höhe auf den Protektorprüfling beschleunigt, der auf einem mit Kraftmesssensor ausgestatteten Normkörper befestigt ist.

Quelle: Zelu-Chemie, Murr
www.zelu.de

Weichschaum im Maßanzug

Eine neue Kombination aus viskoelastischem Schaumstoff beschichtet mit einem Polyurethan-Sprühelastomer kann Matratzen, Kissen und Fahrradsättel nicht nur weicher machen. Sie sind auch gegen Feuchtigkeit geschützt.



So genannte Memory-Schaumstoffe reagieren auf Gewicht und Wärme und passen sich dem Körper individuell an

Foto: Bayer MaterialScience

Wasserfeste Schäume

Das Leben ist tagsüber oft hart genug, da mag der Mensch nachts gerne auf einer Matratze ruhen, auf der Körper und Geist optimal entspannen und damit regenerieren können. So genannte Memory-Schaumstoffe, die auf Gewicht und Wärme reagieren und sich dem Körper individuell anpassen, werden diesem Anspruch gerecht. Diese viskoelastischen Schaumstoffe, die derzeit hauptsächlich in Kopfkissen und Matratzen eingesetzt werden, sind dabei, weitere Anwendungsbereiche zu erobern. Neu ist die Kombination aus Memory-Schaumstoff und einem Polyurethan-Sprühelastomer zu einem viskoelastischen Produkt mit einer besonders stabilen und wasserfesten Oberfläche.

Das Kombinationsprodukt ist vor allem bei Herstellern von Medizinprodukten sehr gefragt als Werkstoff für Matratzen, in die keine Feuchtigkeit eindringen kann. Um das zu bewirken, hat man in der Vergangenheit Schaumstoff nachträglich in wasserdichte Hüllen aus Polyvinylchlorid (PVC) verpackt. Doch dieser Kunststoff hat große Nachteile: Er wird mit der Zeit spröde. Außerdem enthält er jede Menge Weichmacher, denn nur mit deren Hilfe wird er annähernd so weich wie viskoelastische (VE-)Schaumstoffe.

Flexibler Produktionsprozess

Zur Produktion des langlebigen Schaumstoff-Sprühhaut-Verbunds genügt es, das Elastomer in eine offene Form zu geben. Das gelingt am besten mit Hilfe eines Sprühroboters. Ist die Sprühhaut appliziert, wird ein flüssiges Polyurethan-Rohstoff-Gemisch in die Form eingetragen. Das Ergebnis der darauf folgenden Schäumreaktion ist ein Memory-Schaumstoff mit optimaler Porengröße. Alternativ kann auch mit elastischen Varianten einer anderen Produktpalette hinterschäumt werden. In jedem Fall resultiert aus dieser Reaktion ein Schaumstoff-Elastomer-Verbund, in dem der Kern gegen Luft und Feuchtigkeit abgeschirmt ist und der jede Bewegung mitmacht. In diesen Herstellungsprozess lässt sich auch eine zweite Beschichtung (In-Mold-Coating) integrieren, die den Produkten zusätzlich dauerhafte Farbe verleiht. Dazu wird als erstes die In-Mold-Beschichtung rund 0,1 Millimeter dick auf die vorgewärmte Form aufgetragen, damit die farbbeständige Oberfläche garantiert ist. Dann folgt das zweikomponentige Rohstoffgemisch, das bei ausgefallenen geometrischen Schäumformen sogar problemlos auf senkrechte Wände aufgesprüht werden kann, ohne dass Tropfenbildung das Ergebnis beeinträchtigt.

Keine Tropfenbildung

Die spezielle thixotrope Einstellung des Materials verhindert das Ablaufen an steilen Werkzeugfronten – selbst bei einer Dicke von mehreren Millimetern. Dadurch können die Endprodukte auch komplexe Geometrien einnehmen. Den zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten sind keine Grenzen gesetzt, zum Beispiel als bequeme und wasserdichte Sitzkissen für Sportstadien.

Quelle: Bayer Material Science, Leverkusen
www.bayermaterialscience.de

Symbiose von Chemie und nachwachsenden Rohstoffen

Durch die Verwendung eines neuartigen Katalysators kann das natürliche Rizinus- alias Verenda-Öl erstmalig als Rohstoff für die Herstellung emissionsarmer Weichschaumpolyole eingesetzt werden – beispielsweise für Matratzen. Das neuartige Polyol reduziert den Einsatz fossiler Energieträger und schafft einen natürlichen Schlafkomfort.



Aus der im Samen von Ricinus Communis enthaltenen Rizinolsäure wird Lupranol BALANCE 50 hergestellt und z.B. in Matratzen verwendet
Fotos: Elastogran

Was ist Verenda-Öl?

Verenda-Öl wird aus dem Samen des Wunderbaumes gewonnen. Es ist ein zähflüssiges, durchsichtiges, geruch- und geschmackloses Öl, das auch als Rizinus-Öl bekannt ist. Ricinus Communis ist eine in den Tropen und Subtropen beheimatete Pflanze. In Europa wächst sie als Zierstrauch in Gärten und Parkanlagen. Der Samen enthält einen hohen Anteil dünnflüssiger Rizinolsäure. Dieses Öl wird seit Jahrtausenden zu Heilzwecken eingesetzt. Die Inhaltsstoffe der Samen können heutzutage auch als technische Öle, Lösungsmittel, Lacke Hydraulikflüssigkeiten oder in Kosmetika verwendet werden.

Vom Verenda-Öl zum Polyol

Verenda-Öl eignet sich auch als Starter für die Herstellung von Polyolen. Das Triglycerid der Ricinolsäure weist die gleiche Funktionalität – drei Hydroxylgruppen pro Molekül – auf wie die bisher verwendeten Ausgangsrohstoffe zur Weichschaumproduktion. Der Anteil des Öls, das für die Herstellung von Matratzen benötigt wird, ist relativ hoch. So beinhaltet ein 10 kg schwerer Matratzenkern durchschnittlich 2,2 kg Verenda-Öl. Bisherige Versuche, Rohstoffe aus der Natur wie Raps-, Sonnenblumen- oder Olivenöl für die Herstellung von Polyetherolen einzusetzen, waren vor allem an den Geruchs- und Emissionswerten gescheitert. Mit einem Anteil von 31 Prozent Verenda-Öl am Gesamtgewicht im Polyol ist den Entwicklern bei Elastogran eine Verknüpfung von chemischer Produktion und dem Einsatz nachwachsender Rohstoffe gelungen.

Das neuartige Polyol reduziert den Einsatz fossiler Energieträger und schafft einen natürlichen Schlafkomfort



Quelle: Elastogran, Lemförde
www.elastogran.de

Polyurethan als Träger für Schaumstoffklebebänder



Klebebänder aus PUR-Schaumstoffen halten Temperaturen bis zu 170°C stand

Klebebänder mit Trägermaterial aus Polyurethan werden zur Verklebung verschiedenster Materialien mit hohen Anforderungen an die Belastbarkeit oder für den Einsatz unter speziellen Bedingungen eingesetzt. Die Firma Mayser aus Lindenberg produziert Polyurethan-Schaumstoffe mit exakt definierbaren Produktmerkmalen in engen Toleranzen für die Industriezweige Automobil, Maschinenbau, Bau, Elektro und Elektronikindustrie sowie medizintechnische Anwendungen.

Produktmerkmale wie eine hohe Spalt- und Scherfestigkeit, Temperaturbeständigkeit, variable Härte, gutes Rückstellverhalten und enge Dickentoleranz sind immer dann wichtig, wenn Materialien mit unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten oder verschiedenartigen Oberflächen miteinander verbunden werden und dabei hohe Anforderungen an die Belastbarkeit bestehen. Einsatzgebiete sind z.B. die Verklebung von Spiegeln und Schildern oder in der Bauindustrie als Montagehilfe zur Befestigung von Glasfassadenplatten.

Besondere Ansprüche an die Genauigkeit des Trägermaterials bestehen bei der Verklebung von Druckklischees im Flexodruckverfahren. Die hierfür erforderlichen Montagebänder werden auch auf Basis spezieller PU-Schaumträger mit engen Dickentoleranzen hergestellt.

Temperaturbeständigkeiten bis kurzfristig 170°C sind wichtiges Merkmal für den Einsatz selbstklebender Produkte im Maschinenbau.

Anwendungen im Automobilbereich erfordern spezielle Produkteigenschaften, welche mit geschlossenzelligen Polyurethan-Streichschäumen realisiert werden: Hohe Spalt- und Scherfestigkeit und gute Hydrolysebeständigkeit sind relevant für Anwendungen wie z.B. die Verklebung von Auswuchtgewichten oder die Befestigung von Zierelementen. Die physikalischen Eigenschaften der Streichschäume können auf die jeweilige Anwendung exakt eingestellt werden. Ein weiterer Vorteil ist die geringe Mindestproduktionsmenge zur Realisierung von Nischenprodukten.

Quelle: Mayser GmbH & Co. KG
www.mayser.de



Weichschaumkombinationen aus Polyurethan



Die diversen Produkte zur Dämmung und Dichtung wurden anwendungsbezogen entwickelt

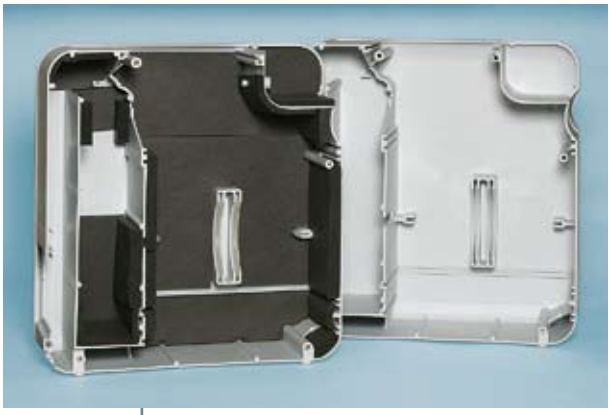
PUR eignet sich besonders gut zur Dämpfung von unerwünschten Nebengeräuschen, etwa bei Hausgeräten oder Maschinenverkleidungen. Mit Hilfe von hochabsorbierenden Spezialschäumen hat das Unternehmen Hanno diverse anwendungsbezogene Schalldämmprodukte entwickelt.

Kapselwirkung abhängig vom Absorber

Beispielsweise können Gehäuse und Kapselflächen durch Spezialschäume gedämmt werden. Die auftretende Schallenergie wird direkt am Entstehungsort absorbiert. Dadurch werden Lärmemissionen weitgehend eingeschränkt. Der Spezialschaum wirkt auf den Materialien stabilisierend, versteifend und gewichtserhöhend. Körperschallausbreitung kann so wirksam verhindert werden. Gängige Anwendungsgebiete sind zum Beispiel Garagentore, Fassadenelemente, Stahlmöbel, Fensterbänke, Badewannen und Spülbecken, Aufzugskabinen, Klimaanlagen, Hausgeräte, Maschinenverkleidungen und der Automobilbau. Höchste Wirksamkeit wird durch unterschiedliche Materialkombinationen und verschiedene Oberflächenstrukturen erreicht. Solche speziellen Platten bieten sich für unterschiedliche Frequenzsspektren an.

Lärmprobleme müssen individuell behandelt werden

Ein Absauggerät der Medizintechnik wurde im Labor von Hanno eingehend auf Luft- und Körperschall im Betrieb untersucht. Nach Erstellen der Diagnose wurde ein passender Auskleidungssatz für das Gerät entwickelt. Das ausgewählte Material besteht aus selbstklebenden Platten verschiedener Materialkombinationen, wobei eine hervorragend klebende, körperschalldämmende Schwerschicht für hohe Energieverluste des Schalls sorgt. Die nächste Schicht, ein spezieller Polyurethanschaum, sorgt für die frequenzabhängige Luftschallabsorbtion. Eine hauchdünne, mikroporöse PU-Schicht schützt den Schaum vor Öl- und Feuchtigkeitsspritzern. Das Ergebnis ist eine Schallreduzierung um 12 dB(A), was in diesem Fall einer Lautheitshalbierung entspricht.



Beispiel für eine Maschinenkapselung zur Schalldämmung in einem medizinischen Gerät

Quelle: Hanno Werk GmbH & Co.KG, Laatzen
www.hanno.com

Kühlfahrzeuge in XL brauchen PUR

Heutzutage haben führende Hersteller von Nutzfahrzeugen mindestens 30 verschiedene Modelle im Produktionsprogramm, wobei jedes Fahrzeug einen anderen speziellen Zweck erfüllt, um die jeweils höchste logistische Effektivität sicher zu stellen. Zur Optimierung der Effektivität beim Transport von z.B. Tiefkühlgut sollen immer mehr Güter mit immer weniger Treibstoff transportiert werden. Dazu muss die höchste Isolierleistung bei niedrigstem Gewicht und Platzbedarf erreicht werden, um das vorgeschriebene Maximal-Volumen und Netto-Tonnage der Fahrzeuge einzuhalten. Das effizienteste Isoliermaterial für diese Anwendung ist Polyurethanschaum. Das Verfahren, Schaumrohstoffe unmittelbar in der gewünschten Kavität expandieren zu lassen, ist flexibler, als das anderer Dämmstoffe, und seine Isoliereigenschaften sind höher als die aller anderen Materialien.

PUR schützt und kühlt

Instabile Ladungen oder scharfkantige Gegenstände können in steilen Kurven oder bei plötzlichem starken Bremsen gegen die Wand des LKWs schlagen. Eine stabile, mit Polyurethanschaum gefüllte Wand absorbiert nahezu den ganzen Schlag und verhindert Beschädigungen an den Seitenwänden und am Transportgut. Ein isoliertes Sandwichpaneel bietet außerdem Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung, auch ohne Kühlanlage. So können auch empfindliche Güter wohlbehalten durch heiße Länder transportiert werden. Aus diesem Grund wächst die Nachfrage nach PU Isolationspaneelen für Kühlfahrzeuge in fast allen Kontinenten.

Spezialfabrik für Paneelen

Allerdings erfordert deren Herstellung viel Erfahrung, Geschick und die entsprechenden Maschinen. Die Kühlfahrzeugaufbauten sind sehr durchdacht konstruiert, das Design sieht eine direkte Integration aller relevanten Installationsteile im geschäumten Paneel vor. Daher müssen die notwendigen Aussparungen mit größter Aufmerksamkeit in die Innenwand geschnitten und sämtliche Einlegeteile präzise befestigt werden. Diese Konstruktionsmerkmale und Besonderheiten bei der Vormontage haben Einfluss auf die Schäumtechnologie. Im Jahr 2007 wurde eine komplette Fabrik zur Herstellung extra großer Paneele bei einem führenden deutschen Hersteller in Betrieb genommen. Die Konfiguration der gesamten Fertigungsanlage wurde entscheidend von diesen Faktoren






Ihr Spezialist für Baufugenabdichtung und Schalldämpfung

- Technischer Schallschutz im Automobil- und Maschinenbau
- Produkte zur Verbesserung der Raumakustik
- Elektrisch leitfähige und antistatische Schäume für die Elektronik- und Verpackungsindustrie

Dichtbänder und Dichtstoffe für:

- Anschlussfugen im Hochbau (z.B. Fenster, Türen, Fassaden)
- Industrielle Dichtungen im Automobilbau

Hanno Werk GmbH & Co. KG
Hanno-Ring 5 · D-30880 Laatzen
Telefon 0049(0)5102/7000-0
Fax 0049(0)5102/7000-10
E-mail: info@hanno.com
Internet: www.hanno.com

HANNO
Dicht- und Dämmsysteme



Zwei Mischköpfe mit hoher Austragsleistung schießen gleichzeitig in ein hohles Kunststoffrohr, das den Schaum über die gesamte Paneellänge verteilt

Fotos: Cannon

beeinflusst und erforderte das Know-how von einem erfahrenen PUR-Maschinenhersteller.

Die Produkte

Das Produktionsprogramm umfasst Wechselaufbauten bzw. Wechselbrücken für LKW und Bahn. Der Kofferbau besteht aus Sandwichpaneelen mit einem geschäumten Kern aus Polyurethan-Hartschaum. Es werden sowohl geschlossene Koffer mit Seiten- und Hecktüren, als auch offene Pritschen mit Bord- und Heckwänden sowie Seitenklappen hergestellt. Ein Wechselkoffer besteht aus mehreren Isolierpaneelen in verschiedenen Dicken und Beschaffenheiten. Die Deckschichten bestehen überwiegend aus vorlackierten metallischen oder nicht metallischen Materialien und Gel beschichtetem GPR (Composite Glass Reinforced Plastic). Die hohe Dichte und die schlagfeste metallische Deckschicht bieten eine gute Isolierfähigkeit und Alterungsbeständigkeit. Alle wichtigen Qualitätsmerkmale werden erfüllt: Haltbarkeit, geringe Wartungskosten und Langzeit-Rostschutz.

Der Maschinenpark

Das erforderliche Gesamtkonzept umfasst die Lieferung des Herzstücks des Systems (Tanklager, Vormischeinheiten, Schäummaschinen und die Paneelpressen) plus das komplette Layout für die neue Fertigungshalle mit fast 20.000 m² sowie die Auslegung der Profilierung der Deckschichten. Auch die Mitwirkung bei der Produktentwicklung und Optimierung des Herstellprozesses gehört zu den Leistungen des Ausrüsters. Zum Einsatz kommen Hochdruckmaschinen mit großen Austragsleistungen, die die geforderten Materialmengen in kurzer Zeit austragen können, in verschiedenen Baugrößen und Spezialausführungen für den Einsatz von explosiven Treibmitteln. Die Schäumanforderungen sind je nach Paneeltyp verschieden: Seitenwand- und Dachpaneele werden in die offene Form, die Paneele für Stirnwände und Türen in die geschlossene Form geschäumt. Davon ist die Wahl des jeweiligen Mischkopfes abhängig. Der gesamte Produktionsablauf erfolgt vollautomatisch. Die großen Paneelpressen arbeiten nach dem Shuttle-Prinzip mit insgesamt vier motorisch angetriebenen Pressenplatten und sind für die Schauminjektion in die geschlossene Presse konfiguriert. Für jede Seitenwand, das Dach, das Bodenpaneel und für die Türen bzw. die Stirnwand wird jeweils eine Presse benötigt. Sind die geschäumten Pa-

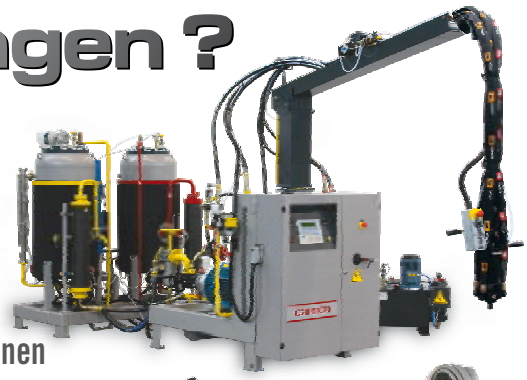


Vier große Cannon Hochdruck-Dosiermaschinen sind auf einer Bühne oberhalb der Pressen aufgebaut

neele bereit zur Entformung, öffnet die Presse und die vier Pressenplatten wechseln ihre Position. Die Arbeitstische mit ausgehärteten Paneelen fahren hinaus, die zwei vorbereiteten fahren zum Schäumen in die Presse hinein. Pneumatische Handlingsysteme legen die Paneele auf elektrisch angetriebenen Rollenbahnen ab. Von hier aus geht die Reise in die Montagehalle, wo die Paneele gelagert und unter Einbeziehung verschiedener Zubehörteile (Scharniere, Leuchten, mechanische Teile, etc.) zu fertigen Fahrzeugaufbauten komplettiert werden.

Quelle: Cannon Deutschland GmbH, Hanau
www.cannon-deutschland.de

Maschinen und Anlagen für PUR Anwendungen ? Vertrauen Sie dem Marktführer !







Hochdruck- und Niederdruck-Dosiermaschinen
Patentierte, hoch effiziente Mischköpfe
Schlüsselfertige Komplettanlagen zur Produktion
von Fahrzeugteilen, Kühlschränken und Paneelen

cannon Deutschland

Kundenspezifische Problemlösungen
Technischer Service

CANNON Deutschland GmbH
Moselstrasse 27 - D-63452 Hanau
www.cannon-deutschland.de

Tel: +49 06181 9003 70
Fax: +49 06181 9003 799
marketing@cannon-deutschland.de

„Polyurethan dämmt besser“ – wie eine Branche gemeinsam Markt macht



Hochwertige Dämmstoffe helfen beim Energiesparen

Sport, Freizeit, Wohnen und Bauen – Polyurethan ist aus dem heutigen Alltag nicht mehr wegzudenken. Bei der Dämmung von Gebäuden ermöglichen Polyurethane besonders wirtschaftliche und energieeffiziente Lösungen. Angesichts der Alleinstellung von Polyurethan-Dämmstoffen (PUR/PIR) hinsichtlich der Dämmleistung und der vielen anwendungstechnischen Vorteilen ist es erstaunlich, dass diese Hochleistungsdämmstoffe nicht noch mehr im Bauwesen verwendet werden.

Dabei wächst der Bedarf an hocheffizienten Dämmstoffen vor dem Hintergrund steigender Energiepreise und dem „Zwang“ zum energiesparenden Bauen.

Von etwa 38 Millionen Wohnungen in Deutschland sind rund zwei Drittel energetisch nicht auf dem neuesten Stand. Energieeinsparung ist somit die größte noch zu erschließende Energiequelle. Das Verhältnis der am deutschen Markt gängigsten Dämmstoffgruppen untereinander ist über viele Jahre nahezu gleich geblieben. Der Anteil von Polyurethan liegt bei rund 5 %.

Polyurethan-Hartschaum dämmt besser, ist aber bei vielen Bauherren unbekannt

Die Leistung eines Dämmstoffes erkennt man an seiner Wärmeleitfähigkeitsstufe (WLS). Diese wird als dreistellige Zahl z. B. WLS 024 angegeben. Je niedriger der Wert, desto besser die Wärmedämmfähigkeit des Dämmstoffes. Ein Vergleich der Dämmleistungen zeigt: Polyurethan-Dämmstoffe der WLS 024 dämmen um zwei Drittel besser als Dämmstoffe der WLS 040. Polyurethan-Dämmplatten im Flachdach weisen z.B. eine hohe Druckfestigkeit und Widerstandsfestigkeit gegen wiederholte Belastungen auf. Während Architekten und Planer Polyurethan-Dämmstoffe bereits kennen, kann man dieses Wissen bei privaten oder gewerblichen Bauherren nicht voraussetzen. Der IVPU – Industrieverband Polyurethan-Hartschaum e. V. ist die firmenübergreifende Plattform einer Kampagne, die sich an Bauherren (Neubauer und Renovierer) und Energieberater richtet. Die Kampagne „Polyurethan dämmt besser“ beruht auf einer als „ingredient branding“ bezeichneten Strategie.

„Ingredient Branding“ als Marketingstrategie

„Ingredient Branding“ weist auf den Umstand hin, dass ein hochwertiges Endprodukt seine hohe Qualität vor allem den erstklassigen Komponenten/Rohstoffen verdankt, aus denen es hergestellt wird. Polyurethan-Hartschaum (PUR/PIR) ist ein hochwertiger Dämmstoff aus erstklassigen Rohstoffen mit einer einzigartigen Dämmleistung.

1. Die Kollektivmarke „Polyurethan dämmt besser“ stellt das Alleinstellungsmerkmal – die herausragende Dämmleistung – in den Mittelpunkt. Die Marke dient als

firmen- und produktübergreifendes Signet für Hochleistungsdämmstoffe aus Polyurethan über mehrere Wertschöpfungsstufen, vom Rohstoff bis zum fertigen Gebäude. Gleichzeitig ist die Kollektivmarke, für sich betrachtet, schon eine Aussage: „... dämmt besser" ist die einfache, zentrale Botschaft, die sich wie ein roter Faden durch die Kampagne zieht.

2. Pull-Effekt bei Bauherren erzielen: Dämmstoffhersteller treten mit Bauherren, die letztendlich die Kaufentscheidung fällen, nur mittelbar in Kontakt. Um den Handel und das Bauhandwerk bei ihren Verkaufsaktivitäten zu unterstützen, sprechen die Marketingmaßnahmen der Kampagne den potenziellen Bauherren direkt an, um einen Nachfragesog („Pull-Effekt") zu erzielen.

3. Website www.daemmt-besser.de: Für den Bauherren steht das Gebäude mit seinen Funktionen im Vordergrund: ein ansprechendes Äußeres, eine schöne Terrasse, vielleicht ein Hobbykeller. Der Baustoff ist nur Mittel zum Zweck. Ganz anders sind die Interessen von Energieberatern. Sie suchen konkrete Lösungen zur Beratung ihrer Kunden und sind an weiteren Informationen interessiert. Die Website www.daemmt-besser.de bietet für Bauherren und Renovierer einen echten Mehrwert: eine Fülle an Informationen, umfangreiche Serviceangebote wie z.B. kostenloser Online-Energiespar-Check und kostenlose Fördermittelrecherche und direkten Zugriff auf Polyurethan-Bezugsquellen.

4. Die „Polyurethan-News" für Energieberater kommunizieren regelmäßig aktuelle Fachinformationen, verbunden mit Produktinformationen der IVPU-Mitglieder und Serviceangeboten. Vorteil der Verknüpfung zwischen Newsletter und Endverbraucherwebsite ist, dass der Energieberater direkten Zugriff auf Informationen und Materialien hat, die er bei der Beratung seiner Kunden verwenden kann.



„Maßgeschneiderte" Dämmstoffe aus Polyurethan-Hartschaum *Fotos: IVPU*

Polyurethan maßgeschneidert

Die Rohstoff-Rezeptur für Polyurethan, abgestimmt auf die vorgesehene Verwendung, entscheidet über das Eigenschaftsprofil des Endproduktes. Auf diese Weise können „maßgeschneiderte" Dämmstoffe (PUR/PIR) hergestellt werden, die für den jeweiligen Einsatzzweck – sei es im Dach, in der Wand oder im Fußboden – optimal geeignet sind. Hochleistungsdämmstoffe aus Polyurethan, oft auch als PUR/PIR-Hartschaum bezeichnet, sind in den Wärmeleitfähigkeitsstufen 024, 028 und 030 erhältlich. Da Polyurethane zur Familie der Duroplaste gehören, schmelzen sie auch bei hohen Temperaturen nicht und bleiben form- und dimensionsstabil. Sie sind druckfest, langlebig, Wasser abweisend und gegenüber fast allen Bauchemikalien beständig. Werkmäßig hergestellte Wärmedämmprodukte aus Polyurethan-Hartschaum sind europaweit genormt (DIN EN 13165).

Die IVPU Publikation „Wärmedämmstoffe aus Polyurethan-Hartschaum: Herstellung, Anwendung, Eigenschaften" kann kostenlos beim IVPU bestellt werden.

Kontakt:

IVPU – Industrieverband Polyurethan-Hartschaum e. V., Fax 0711 / 294902

E-Mail: info@daemmt-besser.de

Quelle: Dipl.-Ing. Tobias Schellenberger, Geschäftsführer des IVPU Industrieverband Polyurethan-Hartschaum e.V.
www.daemmt-besser.de

Platten- und Blockmaterialien aus Polyurethan



Für den Modell- und Prototypenbau werden seit vielen Jahren Plattenwerkstoffe und Blockmaterialien aus Polyurethan eingesetzt

Für den Modell- und Prototypenbau werden seit vielen Jahren Plattenwerkstoffe und Blockmaterialien aus Polyurethan eingesetzt. Diese Platten gibt es in verschiedenen Dichten und Abmessungen, immer auf den jeweiligen Einsatzzweck angepasst.

Die leichteren Materialien werden vorwiegend für Anschauungs-, Styling-, Architektur-, Test- und Laminiermodelle eingesetzt. Die Werkstoffe mit mittleren und höheren Dichten kommen z.B. als Datenkontroll- und Gießereimodelle aber auch als Thermoplasttiefziehwerkzeuge, Lehren, Kernseelen sowie Umformwerkzeuge zum Einsatz. Diese Materialtypen eignen sich beispielsweise für Versuchs- und Vorserienproduktionen sowie den Prototypenbau. Sie werden u.a. von der Firma Miele für den Bau von Werkzeugen für die Blechumformung eingesetzt. Je nach Werkzeuggeometrie und Umformmaterial können 100 bis zu 3000 Blechteile produziert werden.



Ein Beispiel für den Einsatz in Versuchs- und Vorserienproduktionen sowie den Prototypenbau ist der Bau von Werkzeugen für die Blechumformung bei Miele
Fotos: OBO-Werke

Der Einsatz von Polyurethan Modellbauplatten bietet folgende Vorteile: kürzere Bearbeitungszeiten; hohe Änderungsfreundlichkeit und dadurch Kostenersparnis, sehr gute Gleiteigenschaften; leichte schnelle und werkzeugschonende Bearbeitung bei geringer Staubbildung; hohe Kantenfestigkeit; homogene glatte in sich geschlossene Oberfläche. Außerdem werden Beschädigungen der Blechoberfläche durch das Werkzeug vermieden.

Quelle:
OBO-Werke GmbH & Co. KG, Stadthagen
www.obo-werke.de

Entwicklung unter Hochdruck



MultiFlex Basic, eine Blockschaumanlage zur Produktion von großen und langen Schaumstoffblöcken

Es ist nicht die eine, spezielle Eigenschaft, die für die weltweite Erfolgsgeschichte von Polyurethan (PUR) verantwortlich ist. PUR-Erzeugnisse bieten so viele Eigenschaften wie Zustandsformen und damit nahezu unbegrenzte Möglichkeiten für den Verarbeiter. Heute sind die Kunststoffe längst zum festen Bestandteil in vielen Bereichen des modernen Lebens geworden. Bereits in den fünfziger Jahren konnte Karl Hennecke das erste System zur Hochdruckvermischung der PUR-Komponenten Polyol und Isocyanat entwickeln – der Grundstein für hohe Produktqualität und effiziente Rohstoffnutzung.
Heute entwickeln Unternehmen wie die Hennecke GmbH, Hochdruck-Anlagentechnik für verschiedenste Anwendungsbereiche, um das Potential des universell einsetzbaren Kunststoffes auch in Zukunft voll auszuschöpfen:

- Hochdruck-Dosiermaschinen für vielfältige Anwendungen bilden die Basis bei der Verarbeitung einer Vielzahl von PUR-Anwendungen. Je nach Anlagenkonfiguration und eingesetztem Mischkopf erlauben moderne Dosiermaschinen die Herstellung aller Arten von Hart- und Weichschäumen wie auch Integralschäumen. Aktuelle Neu- und Weiterentwicklungen können auch besonders kleine Austragsmengen präzise dosieren. Mit einer Austragsleistung von fünf g/s bis zu maximal 130 g/s je Komponente lassen sich beispielsweise hochwertige PUR-Komponenten im Automobilinnenraum realisieren.
- Blockschaum-Anlagen werden eingesetzt, um extrem große und lange Schaumstoffblöcke herzustellen. Einsatz finden die Schaumblöcke dort, wo polsternde und dämmende Eigenschaften in Kombination mit geringem Gewicht eine Rolle spielen. Eine Blockschaumproduktion unter Einsatz der Hochdrucktechnik ermöglicht eine hohe Materialausbeute bei gleichzeitig geringerem Rohstoffeinsatz.
- Sandwichpanel-Anlagen ermöglichen die Produktion von extrem leichten Dach- und Fassaden-Elementen, welche einfach und schnell montiert werden können. Sie bestehen aus zwei dünnen Deckblechen und garantieren durch den Kern aus Polyurethan eine hervorragende Isolation.
- PUR-CSM Sprühanlagen eignen sich für unterschiedlichste Applikationen. Mit der modernen Sprühtechnik können leichte und zugleich belastbare PUR-Produkte mit Glas- oder Naturfaserverstärkung hergestellt werden – auch in Form von Sandwich-Konstruktionen.
- Formschaum-Anlagen kommen hauptsächlich in der Fahrzeugindustrie zum Einsatz. Stationäre, Rundtisch- oder Ovalanlagen verarbeiten jedes Jahr mehr als eine Million Tonnen PUR-Rohstoffe zu Sitzen, Lehnen, Lenkrädern oder ganzen Armaturenträgern. Moderne Maschinenkonzepte erlauben die Produktion von vielfältigen Produkten in beliebigen Stückzahlen auf einer einzigen Anlage.
- Kühlmöbel-Anlagen finden bei der Dämmung von Kühlschrankgehäusen ihren Einsatz. Dabei ist nicht nur der letztendliche Nutzen ökologisch – moderne Anlagen können die Kühlmöbel durch den Einsatz von Pentan als Treibmittel ohne ozonschädigendes FCKW produzieren.

Die Hennecke GmbH entwickelt und konstruiert seit mehr als sechs Jahrzehnten hochwertige Maschinen und -Anlagentechnik zur Verarbeitung von Polyurethan unter Einsatz der Hochdrucktechnik. Dank intensiver Forschungs- und Entwicklungsarbeit kann Hennecke innovative Technologien anbieten, die sich an den Bedürfnissen des Marktes orientieren. Das Unternehmen hat weltweit rund 400 Mitarbeiter sowie Produktionsstätten in Deutschland, den USA, Japan und China.

Quelle: Hennecke GmbH, Sankt Augustin
www.hennecke.com

Vom Pre-Engineering bis zum fertigen Bauteil

Bauteile aus Polyurethan sind in allen Bereichen des Alltags zu finden. Sei es als Isolationsmaterial bei Kühlmöbeln oder Gebäuden, in Polstermöbeln genauso wie in Sportartikeln oder als Dämpfungselemente in Fahrwerken. Ein besonders vielseitiger Anwendungsbereich für Polyurethan ist der Fahrzeugbau. Insbesondere für Cockpitanwendungen wie Instrumententafeln, Mittelkonsolen, Handschuhkastendeckel und Airbaglösungen kommt dieser äußerst vielseitige Werkstoff zum Einsatz. Auch bei nahezu allen weiteren Innenraumbauteilen wie zum Beispiel Tür- und Seitenverkleidungen, Armauflagen, Sitz- und Rückenlehnenverkleidungen, Verkleidungen der A, B und C-Säulen, Sonnenblenden und auch bei Lenkrädern kommt PUR zur Anwendung. Bei Exterieur-Anwendungen werden Produktionstechnologien für die Fertigung von Spoilern, Schwellern, Stoßfängern, Dachmodulen oder auch Glasumschäumungen benötigt. Bodengruppen, Kofferraumverkleidungen, Dachhimmel und Motorraumisolationen, die der Geräuschdämmung im Fahrzeug dienen, sind ebenfalls typische Anwendungsbereiche für PUR.

Für die Herstellung derartiger Produkte werden auf die Kundenbedürfnisse zugeschnittene Fertigungslösungen benötigt. Dabei steckt das größte Entwicklungs- und Einsparpotential im Beherrschen des Gesamtprozesses, in dem das exakte Zusammenspiel von Werkzeug- und Anlagentechnik inklusive der Misch- und Dosiertechnik bis hin zu Montage- und Automatisierungslösungen einen entscheidenden Mehrwert für den Anwender bringt. Dieser Service beginnt bei der fertigungsgerechten Bauteilauslegung und zieht sich durch die gesamte Wertschöpfungskette bis hin zu endmontierten einbaufertigen Bauteilen.



Instrumententafel-Schäumwerkzeug in Werkzeugträger

Optimierte Werkzeugtechnik

Ein großer Teil der oben genannten Bauteile ist nach dem „Sandwich"-Prinzip aufgebaut und besteht aus drei Hauptkomponenten. Eine genarbte Haut oder Folie bildet die sichtbare Oberfläche, die für die Optik und einen Teil der Haptik verantwortlich ist. Derartige Häute werden in der Regel durch Verfahren wie Slush- oder Sprühtechnik oder durch Thermoformen hergestellt. Die ausreichende Stabilität liefert der unten liegende so genannte Träger. Zwischen Haut und Träger befindet sich der Polyurethan-Schaum, der den Bauteilen die weiche Haptik verleiht. Je nach gewünschter Härte und anderen Eigenschaften steht eine große Bandbreite an Schaumsystemen zur Verfügung, die entweder ins offene oder geschlossene Schäumwerkzeug eingetragen werden.

Um hochwertige, hinterschäumte Komponenten wie z.B. Instrumententafeln herzustellen, ist es notwendig, die Auslegung des Bauteils frühzeitig so zu definieren, dass der Schäumprozess optimal unterstützt wird. Mit Hilfe von Analysesystemen wie der Kollisions- oder Schaum-

stärkenanalyse wird sichergestellt, dass Haut und Trägerteil im Schäumprozess ohne Materialbeeinträchtigung und mit einer definierten Verteilung der Schaumstärke zusammengebracht werden. Entscheidende Bedeutung bei Schäumwerkzeugen haben die Dichtungen. Sie gewährleisten in der Füll- bzw. Expansionsphase eine ausreichende Entlüftung der Kavität(en) zwischen Haut und Träger. Dichtungen sollen unkontrollierte Schaumleckagen verlässlich verhindern und sind nach Abschluss des Einschäumens wichtig für den Druckaufbau im Schaum. Hier kommen unterschiedliche Systeme wie schaltbare oder auch starre Dichtungen zum Einsatz. Die Dichtungskonzeption ist bauteilabhängig und hat einen großen Einfluss auf den Gesamt-Materialverbrauch sowohl für das Hautmaterial, als auch den eingebrachten Schaum und das Grundträgermaterial. Durch eine entsprechend optimierte Lage oder eine Kombination unterschiedlicher Dichtungen sind Materialeinsparungen von bis zu 20 Prozent möglich. Zusätzlich können auch Nachfolgeprozesse wie Stanz- und Schnittoperationen positiv beeinflusst oder sogar vermieden werden.

Effiziente Anlagenkonfiguration

Für die Zusammenführung von Werkzeugträgern, Misch- und Dosiermaschinen inklusive der gesamten Peripherie zu kompletten Produktionsanlagen gibt es unterschiedliche Lösungsansätze. Stationäranlagen, bei denen die Werkzeugträger am Boden aufgestellt werden, können als Einplatz- oder Mehrplatzanlagen ausgeführt werden. Sie eignen sich insbesondere für schwankende Stückzahlen und eine große Variantenvielfalt der zu fertigenden Komponenten. Sie zeichnen sich durch vergleichsweise geringen Investitionsaufwand sowie verhältnismäßig geringen Platzbedarf aus.

Für das flexible Verfahren der Werkzeugträger in die für die Produktion erforderlichen Arbeitsstationen kommen Mobilanlagen in Form von Rundtischen oder schienengebundenen Systemen wie Palettenförderern, Ovalförderern oder Überkopffördererern zum Einsatz. Rundtischanlagen bieten sich für planbare, konstante Stückzahlen mit wenigen Varianten an, können aber auch mit Stationäranlagen kombiniert werden, um die Vorteile beider Konzepte in einer Gesamtanlage zu bündeln.
Mit Überkopffördersystemen vermeidet man Hindernisse am Boden, ermöglicht freien Zugang zur gesamten Produktionsanlage und kann den Anlageninnenraum in das Fertigungskonzept einbinden. Das ergonomische Positionieren von Werkzeugen wird deutlich vereinfacht. Fördermittel und Formenträger können



PURe Track Überkopffördersystem mit integrierten Werkzeugträgern

verkettet oder individuell gesteuert werden. Dabei sind unterschiedliche Verfahrgeschwindigkeiten leicht realisierbar. Ein weiterer Vorteil ist der hohe Nutzungsgrad durch die Möglichkeit, unterschiedliche Produkte mit unterschiedlichsten Stückzahlen auf einer Anlage zu fertigen. Ausschleusstationen ermöglichen einen Online-Werkzeugwechsel oder eine Online-Werkzeugreinigung ohne Zykluszeitverluste. Da die Anlagen mit Querförderern, Kurven, Weichen und Parallelgleisen frei gestaltet werden können, sind minimale Platzbedarfe möglich. Es sind sämtliche bekannte Formenträgerfunktionen realisierbar. Bei allen Anlagenkonzepten stehen individuelle und schlüsselfertige Produktionslösungen mit höchster Verfügbarkeit für den PUR Verarbeiter im Vordergrund.

Abgestimmte Misch- und Dosiertechnik

Bei der Polyurethanverarbeitung kommt es auf die richtige Mischung an. Dabei kommen sowohl Pumpendosiermaschinen für ungefüllte PUR-Komponenten zum Einsatz als auch so genannte Kolbendosiermaschinen für gefüllte und/oder abrasive PUR-Materialien. Ist nur eine der PUR-Komponenten (Polyol) mit Füllstoffen beladen, können für bestimmte Anwendungsfälle Hybriddosiermaschinen zum Einsatz kommen: eine Kombination von Pumpen- und Kolbendosierung. Moderne Misch- und Dosiermaschinen zeichnen sich durch eine modulare und kompakte Bauweise bei extrem guter Zugänglichkeit für Wartungs- und Einstellarbeiten aus. Dabei sind sämtliche Maschinenkomponenten auf einem gemeinsamen Maschinenrahmen montiert. So sind die Maschinen nicht nur robust und zuverlässig, sondern vor allem schnell und problemlos zu installieren und dank der integrierten Gabelstapleraufnahmen auch zu verlegen. Alle Bedien- und Serviceelemente sollten zentral auf einer Seite der Maschine angeordnet sein. Im Ergebnis entsteht dann eine klare, unverbaute Strukturierung der Maschinen mit bester Zugänglichkeit zu allen Komponenten. Wartungsintensive Komponenten sollten weitestgehend ausgeklammert werden. Erfolgt zudem die Verlegung der Pneumatik- und Elektroinstallation verdeckt in Kanälen oder im Maschinenrahmen, verhindert man Beschädigungen und reduziert somit Instandhaltungsaufwendungen.



PURe Line Hybriddosiermaschine
Fotos: Frimo



PURe Line Sprühkopf im Handy-Format

eine gute Zugänglichkeit auch in enge Kavitäten und Hinterschnittbereiche bei komplexen Bauteilgeometrien. Die exzellente Vermischung der Komponenten unter Hochdruck, die individuelle Abstimmung von Länge und Winkel der Sprühlanzen auf die Formengeometrie sowie spezielle Düsen sorgen dafür, dass hochwertige und fehlerfreie Sprühbilder sicher und reproduzierbar erreicht werden. Sowohl aromatische als auch UV-stabile aliphatische Polyurethansysteme können verarbeitet werden. Dabei sind die Sprühköpfe nahezu selbstreinigend. Die Auslegung erfolgt bauteilabhängig mit variablen Durchsatzleistungen z.B. von 10 bis 120 Gramm pro Sekunde.

PUR Sprühen – eine zukunftsweisende Technologie

Für unterschiedlichste Anwendungen, vorwiegend jedoch für das Sprühen von Oberflächen aus PUR werden PUR-Sprühmaschinen und spezielle Sprühköpfe benötigt. Zu den Anwendungsgebieten gehören u.a. Instrumententafeln, Türseitenverkleidungen, Sitze für Motorräder, Traktoren oder Motorschlitten und auch Komponenten für die Medizintechnik. Eine besondere Herausforderung gerade beim Sprühen von Polyurethan ist die gleichmäßige oder im Bedarfsfall auch die reproduzierbar ungleichmäßige Schichtdickenverteilung von der Bauteilmitte bis hin zu den Randausläufern. Die präzise Programmierung ermöglicht ein optimal abgestimmtes Zusammenwirken zwischen Sprühanlage und patentiertem Sprühkopf. Sprühköpfe der neuesten Generation zeichnen sich durch ihre Kompaktheit aus und sind dabei nicht größer als ein modernes Mobiltelefon. Damit ergibt sich ein äußerst geringer Aufbau am Roboter und somit

Alles aus einer Hand

Angefangen bei einer ersten Beratung bereits in der Designphase über ein Pre-Engineering mit Bauteilbewertungen, Machbarkeitsanalysen und Simulationen über die komplette Werkzeugauslegung und -konstruktion bis hin zur Lieferung von Werkzeugträgern, Werkzeugen und kompletten Anlagen stehen dem PUR-Verarbeiter alle Instrumentarien für eine erfolgreiche Umsetzung seiner Bauteilideen aus PUR zur Verfügung. Idealerweise kann ein Kunde diese Kompetenz inklusive umfassender Serviceleistungen aus einer Hand erhalten.

Quelle: Dipl.-Ing. Jens-Jürgen Härtel, Geschäftsleiter Bereich PU Machinery & Equipment innerhalb der FRIMO Unternehmensgruppe, FRIMO Lotte GmbH, Lotte
www.frimo.com



Kabel und Stecker wasserdicht verpackt mit PUR

Die rasanten Entwicklungen in der Elektrotechnik und Elektronik haben uns in den letzten Jahren praktisch unbegrenzte Möglichkeiten beschert. Nicht nur im kommunikativen Bereich und in der Unterhaltungselektronik, sondern auch im Bereich der Prozesssicherheit und Parameterüberwachung in Fahrzeugen und industriell genutzten Maschinen fast aller Industriezweige. Bei diesem Mehrfachen an Kabeln, Steckern und Kontakten, vor allem bei mobilen Geräten, muss die Funktionssicherheit auch bei widrigen Umständen gewährleistet sein. Das heißt, die feinen Steckerkontakte müssen vor Oxidation durch Umwelteinflüsse geschützt werden.

Hohe Ansprüche

Kabel, vor allem in mobilen Geräten, sind großen Schwingungen und Vibrationen ausgesetzt und müssen vor dem Durchscheuern geschützt werden. Durch die immer kompaktere, platzsparende Bauweise müssen zudem enge Radien und Zwischenräume für die Durchführung der Kabel genützt werden. Das heißt, die Form der Kabel hat sich den räumlichen Gegebenheiten anzupassen und nicht umgekehrt. Für die einfachere Montage von ganzen Kabelbäumen ist eine bestimmte Formstabilität der Kabel gefordert, damit die Leitungen und Litzen nicht „durchhängen". Ein Kabel, welches im Motorenraum eines PKWs eingesetzt wird, muss z.B. Temperaturen von bis zu 130°C aushalten, ohne Veränderung seiner physikalischen Eigenschaften. Kabel in bewegten Teilen, z.B. in der Durchführung einer Autotüre, werden tausende Male auf Biegung beansprucht und müssen dauerhaft vor Litzenbruch geschützt werden. Das Material muss also vieles auf einmal leisten: Abdichtung, Temperaturresistenz, Formgebung, Formstabilität, Scheuer- und Abrasionsschutz und elektrische Isolation.

Vorteile von PUR

Was bisher mit verschieden Werkstoffen unterschiedlich gut gelöst wurde, kann heute durch ein und denselben Werkstoff ersetzt werden. Anstelle von Gummi- und Nitriltüllen, PVC- oder Polyamid-Ummantelungen, PP-Wellschläuchen oder Polyamid Ummantelungen, PP Wellschläuchen und Hotmelt Steckervergussmassen setzen immer mehr Unternehmen Polyurethan ein. Warum? Weil dieser Werkstoff mehrere der geforderten Funktionen in einem Schritt erfüllt. Das in die Form einströmende Gemisch ist niedrigviskos und der Forminnendruck ist sehr gering. Das heißt, die Formkosten sind deutlich niedriger als diejenigen beim Spritzgießen. Die Polymerisation des Gemisches, d.h. die chemische Reaktion der beiden Komponenten, findet in der Form statt. Zudem kann die Geschwindigkeit dieser Reaktion über Aktivatoren zeitgesteuert werden. Das bringt in puncto Prozessoptimierung und Verkürzung der Entformzeiten deutliche Vorteile gegenüber den bisher eingesetzten Technologien.



Das Innenleben der Netzteile für Mobiltelefone, Rasierapparate, Laptops usw. muss nicht mehr mit zwei verschweißten Thermoplast Halbschalen eingekapselt sein, sondern kann vollumfänglich mit PUR umgossen werden
Foto: Bayer MaterialScience

Anwendungsbeispiele

Heutige PKWs sind praktisch ausnahmslos mit Klimaanlagen versehen. Das heißt, es entstehen enorme Temperaturunterschiede zwischen Fahrgastzelle (22°C) und Motorenraum (80°C und mehr), die Kondenswasser entstehen lassen. Diverse Kabel müssen vom Motorenraum durch die Blech-Schottwand (Firewall) in die Fahrgastzelle (z.B. zum Armaturenbrett) geführt werden. Dies ist ein

beträchtliches Bündel von Einzellitzen. Wird dieses Bündel lediglich außen abgedichtet, kann den Litzen entlang durch die Zwischenräume Kondenswasser in die gepressten Kontaktplatten gelangen und dort zu Oxidation führen. Das Resultat: Ungeliebte Kriechströme und praktisch irreparable Funktionsstörungen. Werden die Kabelbündel mit PUR vergossen, ist der Übergang vom Motorenraum in die Fahrgastzelle luft- und wasserdicht abgedichtet – auch zwischen den Litzen. Eine besonders knifflige Aufgabe stellte sich bei der Gestaltung eines Kabelsatzes. Hier konnte sowohl die stabile Formgebung, die Abdichtung der Steckerkontakte und zugleich die Einbindung von Metall – und Kunststoff-Befestigungselementen durch das Umschäumen mit PUR gelöst werden.

Auch bei Geräten für den täglichen Gebrauch ist PUR im Vormarsch. Das Innenleben der Netzteile für Mobiltelefone, Rasierapparate, Laptops usw. muss nicht mehr mit zwei verschweißten Thermoplast Halbschalen eingekapselt sein, sondern kann vollumfänglich mit PUR umgossen werden. Zur Fertigung der Netzteile wird das flüssige PUR-Gemisch mit geringer Einströmgeschwindigkeit in eine geschlossene Form injiziert, in die zuvor die elektronischen Baugruppen des Produkts eingelegt wurden. Durch die geringe Viskosität des Materials werden diese Bauteile rasch und vollständig lunkerfrei umgossen, auch feine Lücken werden zuverlässig ausgefüllt. Durch die gute Haftung, die Polyurethane zu vielen Materialien aufbauen, entsteht innerhalb der kurzen Aushärtephase von lediglich 30 s ein massives Gehäuse, in dem die empfindlichen Bauteile später sicher und dauerhaft vor Stößen und Schlägen geschützt sind. Dadurch können sich Spulen und Kondensatoren nicht mehr lockern, wenn der Stecker einmal auf den Boden fallen sollte. Durch die gute Wärmeleitfähigkeit des flammgeschützten Werkstoffs können die so versiegelten Guss-Netzteile zudem rund 20 bis 30% kleiner ausfallen als ihre thermoplastischen Gegenstücke.



Sind Kabelbündel mit PUR vergossen, ist der Übergang vom Motorenraum in die Fahrgastzelle luft- und wasserdicht abgedichtet – auch zwischen den Litzen Foto: Riamolde

Quelle: Daniel Lüthi, Isotherm AG, CH Uetendorf
www.isotherm.ch

Polyurethan Giess- und Sprühanlagen Hochdruck-Gegenstrominjektion

ISOTHERM
Polyurethane Processing Equipment

Merkmale

- spülmittelfrei
- vor- und nachlauffrei
- voll digitalisiert
- kleinster Schuss ca. 3 g

Zum Giessen, Sprühen und Injizieren von 2K PUR Schaumsystemen und Elastomeren in offene oder geschlossene Formen oder als Coatings und Beschichtungen zum schützen, abdichten, isolieren oder verstärken.

Engineering und Anwendungstechnik



Isotherm AG Industriestrasse 6, CH-3661 Uetendorf (Switzerland)
Telefon +41 (0) 33 346 02 02, Fax +41 (0) 33 346 02 09, E-Mail isotherm@isotherm.ch, Internet www.isotherm.ch

„Großtechnisches Polyurethanrecycling“

Ein steigendes Umweltbewusstsein stellt höhere Anforderungen an die ökologischen Aspekte eines Werkstoffes. Während thermoplastische Kunststoffe wie Polypropylen, Polyethylen, PET oder PVC durch einfaches Umschmelzen direkt recycelbar sind, sind die Recyclingmöglichkeiten von Polyurethan-Schäumen aufgrund ihres duroplastischen Charakters bisher begrenzt. Lange Zeit galt Polyurethan daher als nicht bzw. schwer wiederverwertbar. Um den Einsatz des Polyurethans nicht zu gefährden, wurden zahlreiche Verfahren entwickelt, um diesen duroplastischen Kunststoff recycelbar zu machen. Neben der wenig umweltfreundlichen energetischen Verwertung (Müllverbrennung) haben sich verschiedene mechanische Verfahren zur PUR-Wiederaufbereitung etabliert.

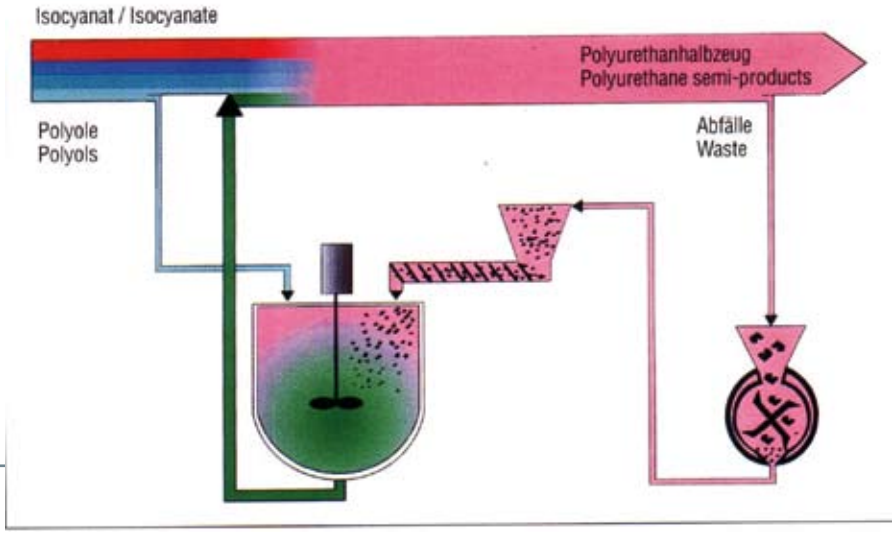


Typisches Recyclingpolyol hergestellt aus PUR-Hartintegralschaum

Während bei der Verbrennung nur ein geringer Teil der zur Herstellung benötigten Energie in Form von Wärme zurück gewonnen wird, wird beim materiellen Recycling, dem so genannten Regrind-Verfahren, das Recyclat wieder in die ursprüngliche Produktion integriert. Doch selbst wenn feinstgemahlenes PUR-Pulver wieder der Polyolkomponente zugesetzt wird, erlaubt dies auf Grund der damit zäher werdenden Viskosität nur einen Recyclatzusatz von ca. 10 %. Daher ist das einzige Recyclingverfahren, das diesen Namen auch wirklich verdient, das chemische Recycling. Es weist keine Nachteile auf und bietet als einziges Verfahren die Möglichkeit, hochwertige Polyurethanprodukte aus 100 % Recyclingpolyol herzustellen.

Drei neuartige Verfahren

Die Glykolyse ist als Verfahren zur chemischen Wiederaufbereitung von Hart- und Integralschäumen bereits



Rampf-Verfahrensschema des chemischen PUR-Recyclings



Recyclinganlage RCA 5000 mit einer Kapazität von ca. 4.500t/a
Fotos und Grafik: RAMPF

seit längerem bekannt. Zur stofflichen Wiederverwertung auch halbharter und weicher PUR-Schäume hat Rampf Ecosystems in Kooperation mit der FH Aalen drei neuartige Verfahren (partielle Glykolyse, Polyolyse, Acidolyse) entwickelt und diese auch erstmals großtechnisch angewandt. Dies geschah in einer eigens von Rampf Ecosystems entwickelten Recyclinganlage, die das Recyclat industriell nutzbar macht. Zur Herstellung des Recycling-Polyols werden die PUR-Abfälle in einer Schneidemühle auf eine Größe von etwa 2-5 cm zerkleinert. Diese werden kontinuierlich in einem drucklosen Reaktionsbehälter eingebracht, in dem sich als Vorlage bereits Prozessreagenzien – je nach Reststoffart Polyol, Glykol oder Karbonsäure sowie Katalysatoren und Deaminierungsmittel – befinden. Unter kontinuierlichem Rühren erfolgt bei Temperaturen um etwa 200 Grad Celsius eine Spaltung der PUR-Molekülketten. Nach Beendigung des Reaktionsprozesses (Dauer ca. 7 Stunden) wird das entstandene flüssige Gemisch aus Polyolen und niedermolekularen Urethanen filtriert. Filtrationsrückstände bestehen ausschließlich aus eventuell eingetragenen Fremdstoffen und können durch Verbrennung schadlos beseitigt sowie energetisch genutzt werden. Abschließend wird das hergestellte Recycling-Polyol je nach Kundenwunsch in Tanklager, IBC-Container oder Fässer abgefüllt. Das als Endprodukt vorliegende qualitativ hochwertige Recyclingpolyol kann allein oder im Gemisch mit Neupolyol zur Herstellung von PUR-Schäumen genutzt werden. Durch den nur partiellen Abbau der Polyurethane und durch den Einsatz von Polyolgrundkomponenten ist der Erhalt der ehemaligen Produkteigenschaften bei der Neuvernetzung mit Isocyanat gewährleistet.

Bei erfolgreicher Anwendung dieser innovativen Verfahren können künftig ca. 97-99% der als Reststoffe anfallenden PUR-Arten recycelt werden. Dies ist vor allem für den Bereich der Weichschäume bedeutsam, die hinsichtlich ihrer Produktionsmengen und ihres Abfallaufkommens das mit Abstand bedeutendste PUR-Produkt darstellen.

Derzeit bietet Rampf Ecosystems seinen Kunden neben einigen Standard-Recyclingpolyolen auch aromatische Polyesterpolyole auf PET-Basis sowie „natürliche" Polyole auf Rapsölbasis an. Weiter werden auf Kundenwunsch auch gebrauchsfertige Systeme auf Basis der selbst produzierten alternativen Polyole entwickelt und hergestellt. Der Verkauf maßgeschneiderter PUR-Recyclinganlagen, inkl. des dazugehörigen chemischen Know-hows, runden das Angebotsportfolio von Rampf Ecosystems ab.

Quelle:
RAMPF-Ecosystems GmbH & Co. KG, Pirmasens
www.rampf-ecosystems.de

Das Berufsbild des Kunststoffingenieurs

Der Begriff Kunststoff steht nicht nur für einen Werkstoff, sondern eine ganze Werkstoffgruppe, die ein sehr breites Eigenschaftsspektrum abdeckt. Auf Grund der fast unbegrenzten Anwendungsmöglichkeiten der Kunststoffe lässt sich kaum ein einheitliches und allgemein gültiges Berufsbild des Kunststoffingenieurs zeichnen. Die klassischen Arbeitgeber eines Kunststoffingenieurs sind die Rohstoffhersteller, die Kunststoffverarbeiter und die Maschinenhersteller. Hinzu kommen in zunehmendem Maße Beschäftigungsmöglichkeiten bei Dienstleistungsbetrieben wie z.B. Konstruktions- und Ingenieurbüros etc. So will nachfolgende Beschreibung keineswegs Anspruch auf Vollständigkeit erheben, sondern vielmehr einen ersten Eindruck von den vielfältigen Berufschancen vermitteln.

Rohstoffhersteller

Dem Kunststoffingenieur bieten sich zahlreiche interessante Einsatz- und Arbeitsfelder. Bei den Rohstoffherstellern sind dies die anwendungstechnischen Laboratorien, in denen er in Zusammenarbeit mit Chemikern neue Materialien und Materialkompositionen für bestimmte Anwendungen entwickelt, testet und anschließend Verarbeitungsrichtlinien für den Kunden erstellt. Darüber hinaus berät er die Kunden über die jeweiligen Einsatzmöglichkeiten technischer Kunststoffe und leistet Hilfestellung sowohl bei verarbeitungstechnischen als auch bei anwendungstechnischen Problemen.

Kunststoffverarbeiter

In der verarbeitenden Industrie ist der Kunststoffingenieur z.B. als Konstrukteur gefragt, der sowohl das Kunststoffteil als auch das dazu notwendige Verarbeitungswerkzeug konstruiert. Dabei beachtet er die materialspezifischen Randbedingungen, weil er gelernt hat, „kunststoffgerecht" zu konstruieren. Zunehmend werden heute in Kunststoff verarbeitenden Unternehmen vom Berufsanfänger Kenntnisse bezüglich CAD/CAE-Anwendungen vorausgesetzt. Bei vielen Kunststoff verarbeitenden Betrieben bieten sich dem Ingenieur auch Tätigkeiten in den Entwicklungsabteilungen, wo in interdisziplinären Teams innovative Verfahren zur Herstellung eines Produktes untersucht und anschließend in die Produktion eingeführt werden. Betätigt sich der Ingenieur in der Produktion selbst, übernimmt er Verantwortung für die Verfahrenstechnik, den reibungslosen Ablauf der Fertigung, die Qualität und die Einhaltung von Lieferfristen. Nicht selten gibt es gerade in mittelständischen Betrieben auch zahlreiche Berührungspunkte innerhalb der gesamten Prozesskette vom Zulieferer bis zum Endkunden.



Der Beruf des Kunststoffingenieurs ist sehr vielseitig und bietet viele Herausforderungen, zum Beispiel immer bessere Materialeigenschaften zu entwickeln
Fotos: Arburg, Rhodia, IKV

Maschinenhersteller

Ein vielseitiges Betätigungsfeld bieten die Hersteller von Kunststoffverarbeitungsmaschinen. Diese stark exportorientierte Industrie erwartet von ihren Mitarbeitern, dass sie Kenntnisse der Kunststoffverarbeitung mit einem breiten Wissen auf den Gebieten des allgemeinen Maschinenbaus verbinden. Nur so kann sie ihre führende Rolle gegenüber anderen Industrienationen behaupten.
Über diese drei Branchen hinaus bieten sich dem Kunststoffingenieur zahlreiche Betätigungsfelder innerhalb der Produktion und Entwicklung. Dort ist er beispielsweise als Produktionsleiter für den reibungslosen Ablauf der Fertigung oder als Projektleiter für die Durchführung von Projekten verantwortlich. Obwohl sich die Werkstoffgruppe Kunststoff heute fest am Markt etabliert hat und unersetzbar unser tägliches Leben mit trägt, werden fortlaufend neue Kunststoffe entwickelt, um den unterschiedlichsten Anforderungen gerecht zu werden. Insbesondere das geringe Gewicht bei kostengünstiger Verarbeitbarkeit von Kunststoffen führen dazu, dass klassische Werkstoffe zunehmend durch Kunststoffe substituiert werden. Der sparsame Umgang mit Energie und Rohstoffen gehört zu den großen Zukunftsaufgaben, zu deren Lösung Ingenieure Wesentliches beizutragen haben. Diese Ziele machen den vermehrten und technisch einfallsreichen Einsatz von Kunststoffen erforderlich.

Situation des Arbeitsmarktes

Durch die ständige Erweiterung des Einsatzgebietes von Kunststoffen gibt es einen hohen Bedarf an Kunststoffingenieuren, der derzeit von den Hochschulen nicht gedeckt werden kann. Im Jahr 2003 kamen auf jeden Absolventen der Vertiefungsrichtung Kunststofftechnik im Rahmen des Maschinenbaustudiums allein von den Mitgliedsfirmen des Instituts für Kunststoffverarbeitung (IKV) an der RWTH Aachen etwa vier Stellenangebote. Die Kunststoff verarbeitende Industrie beklagt seit langem die mangelnde Anzahl an Bewerbern. Eine grundlegende Verschiebung dieser aus studentischer Sicht erfreulichen Entwicklung ist derzeit nicht abzusehen.

Kunststofftechnik – ein Studium mit Perspektiven

Das breite Eigenschaftsbild der Kunststoffe erfordert eine spezielle Ausbildung der Ingenieure. Insofern verfolgt der Studienrichtung Kunststofftechnik im Maschinenbaustudium der RWTH Aachen (Bachelor, Master) das Ziel, angehende Ingenieure in die Lage zu versetzen, die besonderen Eigenschaften der Kunststoffe optimal zur Problemlösung überall dort einzusetzen, wo der Werkstoff Kunststoff Vorteile gegenüber anderen Materialien bietet. Hier bietet das Institut für Kunststoffverarbeitung an der RWTH Aachen (IKV) eine einmalige Ausbildung, die angehende Ingenieure mit dem nötigen Rüstzeug ausstattet, um den Anforderungen der Industrie gerecht zu werden. Die Kunststofftechnik befasst sich mit der Herstellung, der Verarbeitung und dem Einsatz von Kunststoffen. Dies betrifft sowohl die Entwicklung von Kunststoffprodukten als auch die Weiterentwicklung der Verarbeitungsverfahren. Sie konzentriert sich dabei besonders auf die Wechselwirkungen zwischen Werkstoff, Konstruktion und Herstellung bei der Realisierung innovativer Kunststoffprodukte. Das Verständnis des Werkstoffs Kunststoff bildet die Basis für das Arbeiten mit Kunststoffen. Dabei ist das Werkstoffverhalten der Kunststoffe während der Verarbeitung und auch in der Anwendung von entscheidender Bedeutung. Die genaue Kenntnis der vielfältigen Verarbeitungsverfahren ist Voraussetzung für die optimale Wahl eines Produktionsverfahrens hinsichtlich Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit.

Inhalte des Studiums

Neben den allgemeinen ingenieurwissenschaftlichen Fächern werden am IKV fachrichtungsspezifische Fächer, wie Kunststoffverarbeitung, Fügen und Umformen von Kunststoffen, Kautschuktechnologie und Werkstoffkunde der Kunststoffe, gelehrt. Über die Wahlfächer hat jeder Student die Möglichkeit, Schwerpunkte in seinem speziellen Interessengebiet oder in Hinblick auf die spätere Berufswahl zu setzen z. B. im Bereich Faserverbundwerkstoffe oder auch Werkzeuge der Kunststoffverarbeitung. Das theoretische Studium wird durch praktische Laborübungen in der Kunststoffchemie und der Kunststoffverarbeitung ergänzt. In diesen Laboren werden praxisnah und anschaulich die Grundlagen der Polymersynthese sowie der Verarbeitungstechnologien der Kunststofftechnik erläutert. Praktische Versuche, die von den Studenten selbst durchgeführt werden, vermitteln durch eigenes Erleben einen unmittelbaren Eindruck von den hervorragenden Eigenschaften der Kunststoffe.

Studentische Hilfskraft am IKV

Es gehört zum Selbstverständnis des IKV, dass eine gute ingenieurwissenschaftliche Ausbildung wesentlich mehr ist als das Büffeln von Vorlesungsskripten. Daher bietet das IKV seinen Studentinnen und Studenten die Möglichkeit, den eigenen Interessen entsprechend als studentische Hilfskraft am IKV zu arbeiten. Eingebunden in die zahlreichen weitgehend selbstständigen Arbeitsgruppen können sie so ihr theoretisches Wissen durch praktische Tätigkeiten vertiefen.

Abschluss als Bachelor/Master

Eine wichtige Rolle in der Ausbildung zum Ingenieur kommt der Bachelor- und der Masterarbeit zu. Im Rahmen einer geschlossenen Aufgabe erwirbt der Student unter Anleitung die Fähigkeit, eine technisch-wissenschaftliche Problemstellung zu analysieren und zu lösen. Die Umsetzung eines Verfahrens in die Praxis ist hierbei wichtiger Ausbildungsschritt für die spätere erfolgreiche Arbeit in der Industrie. Je nach persönlichem Interesse kann dabei zwischen theoretisch, konstruktiv oder praktisch ausgerichteten Themen gewählt wer-

den. Nähert sich das Studium dem Ende, so ist es wichtig, den richtigen Job für den Berufseinstieg zu finden. Hierbei ist die Studienbetreuung des IKV behilflich. Sie hält ständig eine größere Anzahl an Stellenangeboten bereit, die dem IKV zugehen. Wegen ihrer qualifizierten und praxisnahen Ausbildung am IKV sind unsere Absolventen besonders in der heutigen Zeit gefragter Führungsnachwuchs.

Praktika/Auslandsaufenthalte

Ein weiterer Baustein der Ausbildung am IKV sind die nationalen und internationalen Kontakte des Instituts zu Forschungspartnern und Unternehmen der Wirtschaft. Ein umfangreiches Angebot an Praktikumsstellen wird den Studierenden in der Studienbetreuung des IKV übersichtlich präsentiert. Aus diesem Angebot können interessierte Studenten ein passendes Praktikum und/oder einen Auslandsaufenthalt finden und gestalten. Das Interesse von Seiten der Industrie an Praktikanten aus dem IKV ist hoch, wie ein Statement eines Industriepartners des IKV belegt: „The internship programme of the IKV is in line with Bausch & Lomb's culture of providing an environment that is open to the expression of ideas, where diversity is valued and frankness is encouraged, and where creativity, innovation, teamwork, and receptivity to change are rewarded. (Brendan Boland, Bausch & Lomb, Ireland).

Promotion

Dem Hochschulabsolventen bietet das IKV als Zusatzqualifikation die Chance einer Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter in Lehre und Forschung mit der Promotion als Abschluss. Als Leiter einer Arbeitsgruppe koordiniert der Forschungsingenieur Projektarbeit, betreut Studien- und Diplomarbeiten, vertritt das Institut in Ausschüssen und auf Tagungen, verwaltet eigenständig seine finanziellen Mittel und führt verantwortlich die Mitarbeiter seiner Arbeitsgruppe, inhaltlich und organisatorisch. Auf diese Weise erwirbt er im Verlauf einer etwa vierjährigen Institutszeit neben fachlichen Qualifikationen grundlegende Erfahrungen in Organisation und Menschenführung, wesentliche Voraussetzungen für den späteren Einsatz als Führungskraft in der Industrie.

Fazit – Das „Aachener Modell"

Die Ausbildung am IKV ist praxisorientiert und nutzt die besonderen Möglichkeiten, die aufgrund der Nähe zur Hochschule und zur Industrie gegeben sind. Die Vermittlung von Fachwissen in Vorlesungen und Übungen an der RWTH ist dabei eine Selbstverständlichkeit, die ergänzt wird durch die unmittelbare praktische Anwendung dieses Wissens und die Vermittlung von „Soft-Skills" wie Arbeitstechniken, Zeitmanagement, Kommunikationsfähigkeit, Teamfähigkeit, Führungstechnik. Da „Soft-Skills" nicht theoretisch erlernbar sind, erhalten alle – egal ob studentischer oder wissenschaftlicher Mitarbeiter – frühzeitig eine größtmögliche Eigenverantwortung bei der selbstständigen Durchführung von Forschungsarbeiten. Dieses Ausbildungskonzept ist schon in den 1950er Jahren als „Aachener Modell" bekannt geworden. Die Erfahrung hat gezeigt, dass sich das Konzept mit seinem Bekenntnis zum Leistungsprinzip bewährt hat und damit einen problemlosen Einstieg in das industrielle Berufsleben ermöglicht – ca. 50 Prozent aller Kunststoffingenieure in Deutschland mit Universitätsabschluss, vielfach auch in leitenden Positionen in der kunststoff- und kautschukverarbeitenden Industrie, sind Absolventen des IKV.

Quelle: Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) an der RWTH Aachen ***www.ikv-aachen.de***



„Kunos coole Kunststoff-Kiste“

Unser Alltag wird von Kunststoffen geprägt – auch Kinder sind in ihrem Lebensbereich von Kunststoffen umgeben. Das Wissen über das polymere Material hinkt dagegen oft noch hinterher. Deshalb hat PlasticsEurope im Rahmen seiner Schularbeit das Primarstufenprogramm „Kunos coole Kunststoff Kiste“ aufgelegt. Es wurde in Zusammenarbeit mit Professor Gisela Lück von der Uni Bielefeld entwickelt und ist seit mehr als sieben Jahren an mittlerweile fast 8000 Schulen erfolgreich im Einsatz. Damit verfügt fast jede zweite Grundschule in Deutschland über dieses Primarstufenprogramm.



Wenn Kuno kommt ist oft auch Prominenz dabei: hier Sachsens Kultusminister Steffen Flath bei der Einführung von „Kunos cooler Kunststoff Kiste“ in Sachsen *Foto: PlasticsEurope*

Staunen und Verstehen

Gerade im Grundschulalter versetzen naturwissenschaftliche Phänomene Kinder häufig noch in ein ganz ursprüngliches Staunen. Kinder wollen ihre Welt erkunden und erfassen, Neues spielerisches entwickeln. Diese natürliche Neugier nutzt „Kuno“. Denn entwicklungs-und lernpsychologische Studien zeigen: Die Beschäftigung mit den naturwissenschaftlichen Phänomenen in frühen Jahren legt den Grundstein für ein besseres Verständnis von Technik und Naturwissenschaft im Erwachsenenalter. Mit den fünf Experimenten werden Grundschulkinder an das Thema „Kunststoffe“ herangeführt. Praktisch alle Experimente aus dieser Kiste können die Schüler selbst durchführen. Wie die Experimente genau ablaufen, wird in einem Schülerbuch erläutert. Das Buch erklärt jeden Schritt kindgerecht. Für die Lehrer gibt es ein eigenes Lehrerheft mit weiterführenden Informationen.

„Kunos coole Kunststoff Kiste“ enthält alle für die Experimente benötigten Materialien und speziellen „Werkzeuge“ in der nötigen Menge. Sind die Materialien aufgebraucht, kann ein Nachfüll-Set bestellt werden. Alle Materialien sind für Schulen kostenlos und können unter der Fax Nr. 069/251060 oder unter info.de@plasticseurope.org bestellt werden. Für Privatpersonen und Unternehmen kostet die Kiste 120 Euro und kann unter www.kunoscoolekunststoffkiste.de bestellt werden.

Quelle: PlasticsEurope, Frankfurt
www.plasticseurope.org

Der FSK Innovationspreis Polyurethane



Für Designer, Studenten, Hochschulvertreter, Einkäufer, Kaufleute und andere Interessierte bietet der FSK „Einsteiger-Seminare“ sowie Workshops an. Begleitet werden diese Veranstaltungen von Aktivitäten wie dem Innovationspreis Polyurethane. Hierfür hat der Verband in diesem Jahr 12.000 Euro bereitgestellt, um Studenten für ihre technischen und gestalterischen Ideen und Innovationen rund um den Werkstoff PUR auszuzeichnen. 4.000 Euro kann ein Student oder Hochschulabsolvent jeweils aus der Fachrichtung Design oder Verfahrenstechnik bzw. Chemie, Kunststofftechnik als ersten Preis für seine innovative Idee gewinnen.



Der zweite Preis ist mit je 1.500 Euro und der dritte Preis mit je 500 Euro dotiert. Ausgezeichnet werden neue Produkt-/Design- und Verfahrensideen aus Polyurethan. Ebenso prämiert werden Ideen zur Verfahrensoptimierung und zu Produktionstechnologien, die entweder Vorteile für das entstehende PUR-Bauteil haben oder dem Unternehmen Vorteile bringen können. Für die Durchführung der Ausschreibung hat der FSK eine Jury gebildet, die mit Fachleuten aus der Branche und Externen besetzt ist. Studenten haben dieses Jahr zusätzlich die Möglichkeit, ihr Wissen über den Werkstoff Polyurethan durch eigens hierfür vom FSK angebotene Seminare und Trainings auszubauen. Es ist dem FSK in jeder Hinsicht wichtig, Nachwuchs zu fördern und hierzu gehört auch, dass die Polyurethan verarbeitenden Unternehmen mit den Hochschulen zusammenarbeiten. Auch Themen wie Recycling und Umwelt spielen bei der Ausschreibung des Innovationspreises eine wichtige Rolle. Der Preis wird zum sechsten Mal ausgeschrieben und besteht bereits seit 1998.



Weitere Informationen unter www.fsk-vsv.de

Wo und wie finden Sie den passenden Lieferanten?

Der FSK bietet eine ideale Plattform für Kontakte vom Rohstoff-, Formteil- und Maschinenlieferanten über das Systemhaus bis hin zu den verarbeitenden Unternehmen aller Größenordnungen.

Wer einen speziellen Lieferanten oder ein bestimmtes Produkt sucht, kann dies auf den FSK-Internetseiten ganz einfach mit wenigen Klicks tun. Ob Anwendung, Rohstoff oder einen Rat, beim FSK und auf den Internetseiten steht für alle Anwendungen die richtige Lösung. Mit dem Produktassistenten können die von den FSK-Mitgliedern hinterlegten Produktdaten durchsucht werden.

Unter www.fsk-vsv.de befindet sich die Produktsuche. Es gibt zwei Möglichkeiten zur Suche:

Die Begriffsuche erfolgt systematisch über die Auswahl von Kriterien (nach Werkstoff, Anwendung und Branche) und/oder, indem man direkt einen Suchbegriff eingibt. Hier sind nicht nur die einzelnen Mitgliedsfirmen alphabetisch geordnet, sondern auch einzelne Produkte meist mit Produktbildern vorhanden.

Wenn Sie gar nicht zurechtkommen, schicken Sie uns bitte eine aussagekräftige Mail mit Ihrem Anliegen.

www.fsk-vsv.de





FSK Homepage-Suche nach Produkten und Firmen



INSERENTEN

Evonik Goldschmidt GmbH, Essen U2
ETOL-Werk Eberhard Tripp GmbH & Co. OHG, Oppenau 11
PDR Recycling GmbH & Co. KG, Thurnau 13
Schaffer PurFormTechnik GmbH & Co.KG, Diepholz 17
Getzner Werkstoffe GmbH, A-Bürs 19
Rühl Puromer GmbH, Friedrichsdorf 23
Mayser GmbH & Co. KG, Lindenberg 33
Hanno Werk GmbH & Co. KG, Laatzen 35
CANNON Deutschland GmbH, Hanau 37
FRIMO Lotte GmbH, Lotte 45
Isotherm AG, CH-Uetendorf 47
Hinzsch Schaumstofftechnik GmbH & Co. KG, Mönchweiler 52
ZELU-CHEMIE GmbH, Murr 55
sitola GmbH & Co. KG, Freudenberg 56
SONDERHOFF GmbH, Köln U3

Spezialist für Werkzeuge und Maschinenservice in der Schaumstoffindustrie

- **Bandmesser**
- **CNC - Messer**
- **Bandsägen**
- **Schneiddrähte**
- **Schleifscheiben**
- **Wartungs- und Reparaturservice für Schneidemaschinen**

Retrofit

Neue Steuerungen für alte Schneidemaschinen!

Mehr Infos unter:
www.sitola.de

sitola GmbH & Co. KG
Obere Hommeswiese 23 - 25
D-57258 Freudenberg

Tel.: +49 2734 4361 - 0
Fax.: +49 2734 4361 - 15
E-Mail: info@sitola.de

IMPRESSUM

Herausgeber ©
FSK
Am Hauptbahnhof 10
60329 Frankfurt am Main

Konzept und Redaktion
FSK Dr. Hans-W. Schloz
und Iris Woller
In Zusammenarbeit mit dem
Giesel Verlag GmbH
Dr. Jeanette Mikonauschke
Rehkamp 3
30916 Isernhagen

Gestaltung/Herstellung
Giesel Verlag GmbH

Alles zu Schaumkunststoffen und Polyurethanen

Für weiche, halbharte und harte Lösungen und Halbzeuge in vielen Branchen:





- Fahrzeug- und Schienenfahrzeugbau
- Luft- und Raumfahrt
- Bau und Handwerk
- Verpackung und Logistik
- Möbel
- Maschinenbau, Geräte, Filter- und Klebetechnik
- Freizeit und Sport
- und für viele individuelle Lösungen









- Neutrale Produktsuche
- Fachinformationen
- Firmenverzeichnis
- Kontaktmöglichkeit mit Antwortdienst
- Seminare für Studenten, Produktdesigner, Produktentwickler, Einkäufer ...











FSK

Fachverband Schaumkunststoffe und Polyurethane e.V.

Tel. +49 (0) 69 299 207-0

www.fsk-vsv.de