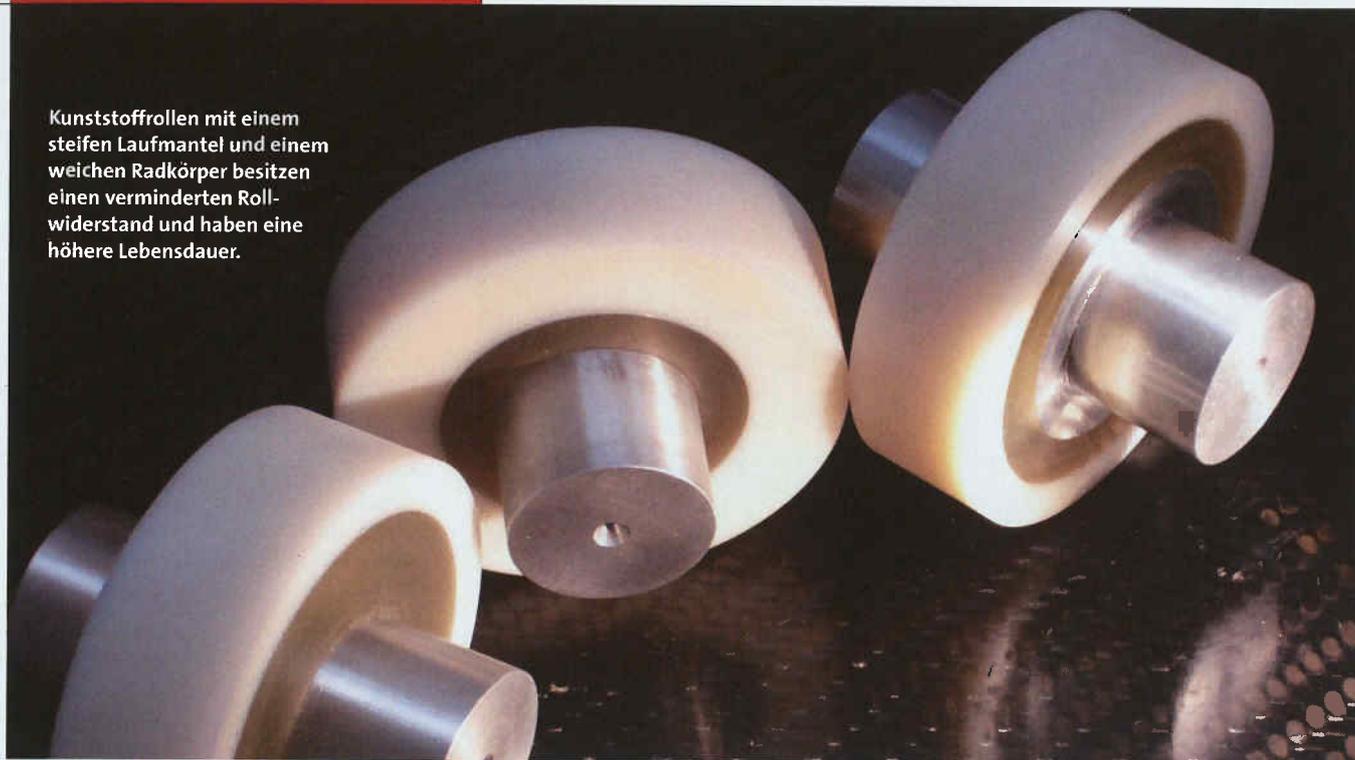


Kunststoffrollen mit einem steifen Laufmantel und einem weichen Radkörper besitzen einen verminderten Rollwiderstand und haben eine höhere Lebensdauer.



## WENN UNGLEICHE PARTNER SICH BINDEN

**MULTIMATERIALSTRUKTUREN SORGEN FÜR NEUE EIGENSCHAFTEN** Die Kombination der Vorteile unterschiedlicher Werkstoffe in einem Bauteil ermöglicht die Realisierung verbesserter oder neuer Eigenschaften. Grundsätzlich sollte bei einem Bauteil jedes Material dort eingesetzt werden, wo es sich aufgrund seiner Eigenschaften am ehesten eignet. Der Verbindungstechnik der verschiedenen Materialien kommt zusätzliche Bedeutung zu.

Das Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung (IWK) wurde vor knapp einem Jahr an der Hochschule für Technik in Rapperswil gegründet, mit dem Ziel, die laufenden Tätigkeiten in den Bereichen Werkstoff- und Kunststofftechnik zu bündeln und zu erweitern. Schwerpunkte bilden die Spritzgieß- und Faser-verbundtechnologien. Da sich viele Anforderungen an Bauteile zum Teil nicht mehr mit einem einzelnen Werkstoff erfüllen lassen, kommt den Multimaterial-

anwendungen eine immer höhere Bedeutung zu. Aus diesem Grund beschäftigt sich das Institut in seinen Projekten der anwendungsorientierten Forschung und Entwicklung (aF+E) und in Kooperation mit Partnern aus der Industrie und anderen Hochschulen mit diesen Fragestellungen.

### Bessere Kontaktmechanik mit 2-K-Laufrollen

Kunststoffrollen mit einem Laufmantel aus weichem Elastomer oder Thermoplastischen Elastomer (TPE) zeichnen sich durch hohe Laufruhe und weiche Verformungscharakteristik aus. Nachteilig sind jedoch der hohe Rollwiderstand und der Verschleiß im Vergleich zur herkömmlichen Lösung aus POM. Eine 2-K-Lösung mit einem Laufmantel höherer Steifigkeit und einem weichen Radkörper vermeidet diese Nachteile.

In einem aF+E-Projekt wurde das Kontaktverhalten zylindrischer

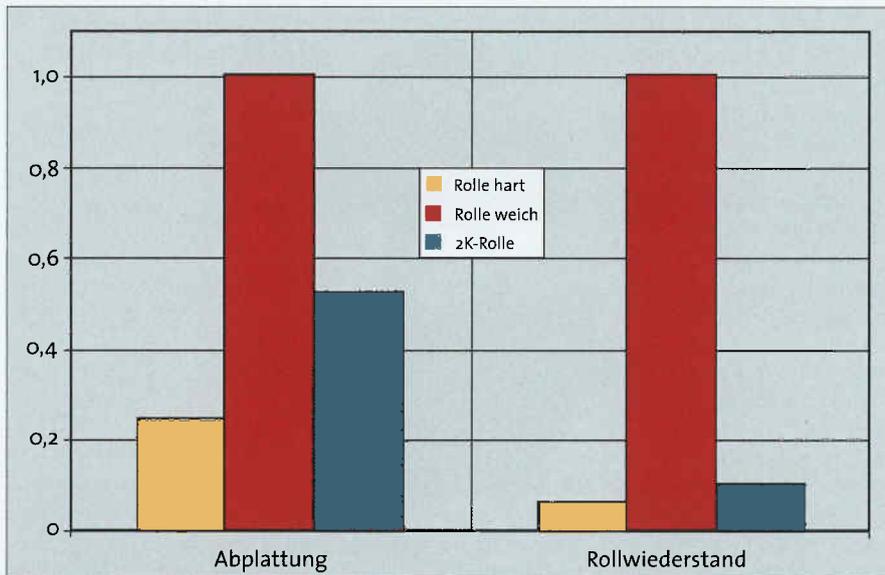
2-K-Laufrollen untersucht, um Grundlagen für die ingenieurmäßige Auslegung zu erarbeiten. Für die Rollenabplattung, die im Wesentlichen den Rollwiderstand bestimmt, konnten Berechnungsformeln mit den Rollenabmessungen und Elastizitätsmodulen beider Komponenten als relevante Parameter entwickelt werden. Durch gezielte Wahl dieser Parameter kann die Rollensteifigkeit in einem weiten Bereich an die jeweiligen Anforderungen angepasst werden. Für den maximalen Kontaktdruck und die Abmessungen der Kontaktfläche am Laufmantel liefern die bekannten Formeln aus der Hertzschen Theorie gute Resultate. Vergleichende FEM-Simulationen zeigten, dass der Rollwiderstand von 2-K-Rollen mit POM-Laufmantel und TPU-Radkörper kaum höher ist als bei Massivrollen aus POM, hingegen rund zehnmal geringer als bei einer Massivrolle aus TPU. Damit eröffnen sich solchen Rollen vielversprechende Anwendungsperspektiven.

### Autoren

Prof. Dr.-Ing. Frank Ehrig, Leiter des Instituts für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung (IWK), Rapperswil, Schweiz, fehrig@hsr.ch; Prof. Dr. sc. techn. Markus Henne, stellvertretender Institutsleiter IWK, mhenne@hsr.ch; Prof. Dipl.-Ing. Johannes Kunz, Institutspartner IWK, jkunz@hsr.ch

## Verbindung verschiedener Materialien

Untersuchungen am IWK zum Hinterspritzen von Metallfolien beschäftigen sich mit der Verbindung in der Grenzfläche zwischen Metallfolie und Kunststoff. Die Haftung muss zu einem ausreichenden Wert erzielen und zum anderen Korrosionsangriffen durch die Umgebungsmedien standhalten. Im Rahmen der Untersuchungen werden hierzu verschiedene Haftvermittler auf die Folien aufgebracht, diese hinterspritzt und die Bauteile im Rollenschälversuch getestet. Als Ergebnis erhält man einen Vergleich der verschiedenen Haftvermittler in Abhängigkeit der Parameter aus dem Kaschier- und Spritzgießprozess.



**Abplattung und Rollwiderstand der z-K-Rolle im Vergleich zur Massivrolle mit hartem (POM) und weichem (TPU) Radkörper. Abformung von Strukturen im Werkzeug beim Metallfolienhinterspritzen.**

### Verbindung verschiedener Materialien von zentraler Bedeutung

Bei Materialkombinationen für faserverstärkte Kunststoffstrukturen (FVK) ist die Gestaltung der Verbindungsstellen, die oft eine Schwachstelle des Systems darstellt, von zentraler Bedeutung. Durch den Einsatz von innovativen Verbindungstechnologien entwickelt das Institut Lösungen, die den Anforderungen bei verschiedenen Materialpaarungen gerecht werden.

Ein Forschungsprojekt, welches von der Gebert RUF Stiftung finanziert wird, hat die Entwicklung und Optimierung von Krafteinleitungselementen für schalenförmige FVK zum Ziel. Um Kräfte in kontinuierlich faserverstärkte Kunststoffe einzuleiten, werden heute meist metallische Krafteinleitungselemente verwendet, welche in die Struktur eingebettet (Insert) oder auf die Struktur aufgeklebt (Onsert) werden. Die Krafteinleitungselemente weisen oft komplexe Geometrien auf und werden teilweise durch aufwendige Dreh- und Fräsprozesse aus dem vollen Material ausgearbeitet.

Mit Hilfe der Pulverspritzgieß- und Sintertechnologie wird es möglich, filigrane und technisch anspruchsvolle Verbindungs-/Krafteinleitungselemente mit geringen Toleranzen herzustellen. Dabei werden Pulvermassen (Gemisch aus Metallpulver und thermoplastischer Trägermatrix) im Spritzgussprozess zunächst geformt und anschließend durch einen Sinterprozess unterhalb der Schmelztemperatur des Metalls verdichtet.

Ziel des Projekts ist die Maximierung der einzuleitenden Kräfte durch die geometrische Optimierung der Krafteinleitungselemente sowie die Herstellung und Anwendung von typischen Prototypenbauteilen. Die Resultate werden in Form von Konstruktionsrichtlinien für eine breite Anwendung der Technologie im Zusammenhang mit kontinuierlich faserverstärkten Kunststoffen bereitgestellt.

### Kompetenzen gebündelt

Die Projektgruppe setzt sich aus drei Institutionen zusammen, welche die Kompetenzen zur erfolgreichen Bearbeitung des Projektes mitbringen: Das „Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung IWK“ bietet Voraussetzungen auf dem Gebiet der Verarbeitungsprozesse für Spritzgieß- und Harzinjektionsprozesse. Sämtliche Versuche zur MIM-Prozessentwicklung, die Herstellung der Krafteinleitungselemente und deren Weiterverarbeitung in langfaserverstärkten Kunststoffen (Composites) sowie die mechanische Prüfungen werden hier durchgeführt.

Das „Zentrum für Strukturtechnologie“ der ETH Zürich wird auf der Grundlage vorhandenen Know-hows aus seinen Untersuchungen zu festigkeitsoptimalen Krafteinleitungselementen vom Typ Onsert neu in diesem Projekt Aspekte der Anisotropie der Substratstruktur und nicht-axialer Krafteinleitung bearbeiten. Dies erfordert den Übergang von rotationssymmetrischen Analysemodellen auf komplexere dreidimensionale FEM-Modelle.

Das „Institut für Produktionstechnik und Leichtbau“ der Hochschule Ravensburg-Weingarten (HRW) in Deutschland besitzt ausgewiesene Kompetenz auf den Gebieten der Verbindungstechnologie und Prototypenentwicklung. Klebtechnische Aspekte spielen in diesem Projekt eine zentrale Rolle. Der Beitrag der HRW wird über das Landesprogramm Baden-Württemberg finanziert.

### Kunststoff-Metallverbund für dekorative Bauteile

Die Hybrid-Technologie als Verbindung von Kunststoff-Metall-Komponenten für strukturelle Anwendungen ist ein etabliertes Beispiel für die Kombination der Vorteile von Metall und Kunststoff in einem Formteil mittels Verbundkonstruktion. Auch für dekorative Anwendungen bietet sich die Kombination dieser Werkstoffe an, um eine Preis- und Gewichtsreduktion im Vergleich zu klassischen Technologien zu realisieren.

Hierzu werden Metallfolien, beispielsweise aus Edelstahl oder Aluminium mit einer Dicke bis 0,3 mm mit Kunststoff hinterspritzt. Die Metallfolien bilden die Oberfläche des Bauteils und verleihen den gewünschten Metalllook und den Cool-Touch-Effekt beim Berühren der Teile. Der Kunststoff bietet den Unterbau. Durch den Spritzgießprozess ist es möglich, Funktionen und Prozesse zu integrieren, wie das Einbringen von Schnapphaken oder Befestigungsdomen. Da die Metallfolien sehr dünn sind, können durch den Spritzdruck gleichzeitig Werkzeugoberflächenstrukturen auf die Formteilerfläche abgeformt werden. Hierdurch ergeben sich neue Designmöglichkeiten. Die im Metallfolienhinterspritzen hergestellten Bauteile stellen daher eine Alternative zu Metallfolien, verchromten oder lackierten Kunststoffbauteilen dar. ■