

Tribologisch optimierte Kunststoff-Compounds ohne PTFE

## PFAS-frei leistungsfähig

Lassen sich tribologische Hochleistungskunststoffe auch ohne PFAS umsetzen? Dass das geht, zeigen verschiedene Materialien des Kunststoffherstellers Lehvoss. Mit diesen lassen sich Funktion, Nachhaltigkeit sowie Anwendungs- und Zukunftssicherheit erfolgreich verbinden.

In der Medizintechnik sind Fluorkunststoffe weit verbreitet, unter anderem bei Gleit-elementen für invasive Instrumente. Als Ersatz stehen jedoch bereits PFAS-freie Compounds zur Verfügung.

©Shutterstock; Svitlana Hulko



In technischen Anwendungen mit bewegten Bauteilen sind Materialien mit guten tribologischen Eigenschaften, wie einem geringen Reibwert und hohem Verschleißwiderstand, essenziell. Lange Zeit galten Fluorpolymere, insbesondere Polytetrafluorethylen (PTFE), als Schlüsselemente zur tribologischen Optimierung thermoplastischer Compounds. Diese Compounds sind gegenwärtig unverzichtbar für viele Anwendungen wie Gleitlager, Pumpen oder Linearkomponenten. Aufgrund drohender regulatorischer Beschränkungen, Umweltbedenken und wachsendem Kundenbewusstsein stehen jedoch Compounds zunehmend in der Kritik, die sogenannte per- und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS) enthalten. Unter diese Stoffgruppe fallen auch Fluorkunststoffe wie PTFE. Die Lehvoss Group hat deshalb PFAS-freie Alternativen entwickelt, mit

denen Kunden keine Kompromisse bei Leistung und Verarbeitbarkeit eingehen müssen.

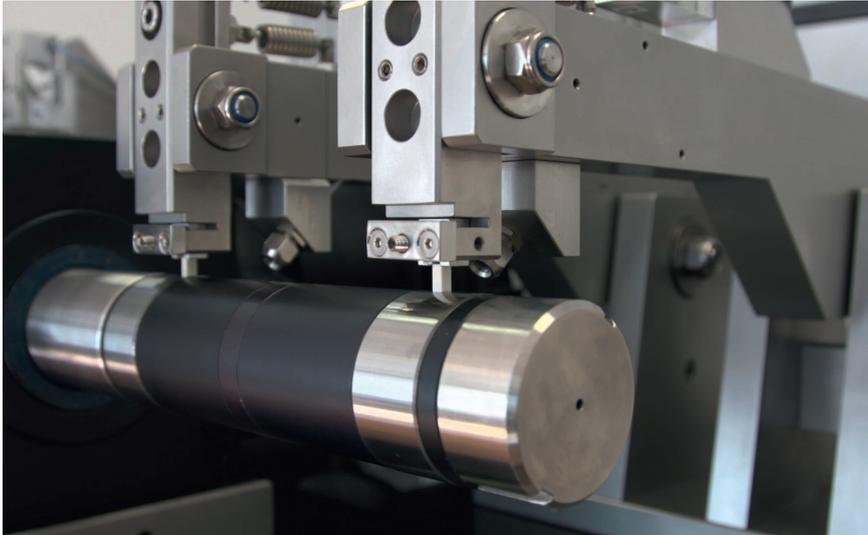
Aufgrund seiner speziellen, sehr guten Eigenschaften wird PTFE gegenwärtig sowohl eigenständig als auch in Form von Kunststoff-Compounds in tribologischen Anwendungen verwendet. Seine Fähigkeit, die Gleitreibung und den Verschleiß in tribologischen Systemen durch die Bildung eines Transferfilms signifikant zu reduzieren, führt zu einem selbstschmierenden Effekt. Die Herausforderung bei der Entwicklung PFAS-freier Compounds liegt darin, gleichwertige tribologische Effekte durch alternative Additivsysteme zu erzielen, die gleichzeitig verarbeitungsstabil und kompatibel mit der Polymermatrix sowie ökologisch unbedenklich sind.

Für Entwickler und Konstrukteure stellen sich derzeit zentrale Fragen:

- Welche Alternativen gibt es zu den gegenwärtig genutzten PTFE- und PFAS-haltigen Materialien?
- Wie lassen sich mit diesen tribologischen Anforderungen in Bauteilen und Baugruppen erfüllen?
- Welche mechanischen Eigenschaften sind damit möglich?
- Wie wird die Funktion der Teile sichergestellt?
- Wie zukunftssicher sind die Alternativen?
- Wie sieht es mit der Verarbeitbarkeit und den Kosten aus?

### *Mehrstufiger Entwicklungsansatz*

Die Lehvoss Group verfolgt bei der Substitution von PFAS-haltigen Compounds und Fluorpolymeren einen mehrstufigen Entwicklungsansatz: Zunächst werden bestehende Formulierungen analysiert



**Bild 1.** Für die tribologische Werkstoffprüfung wird bei Lehvoss unter anderem das Pin-on-roll-Verfahren genutzt. © Lehvoss

und die Rolle von PTFE und anderen Fluorpolymeren exakt identifiziert – nicht nur im Hinblick auf Gleitverhalten, sondern auch auf Verarbeitung, mechanische Eigenschaften, Beständigkeiten und Systemkompatibilität. Darauf beruhend werden alternative Additivkombinationen entwickelt, etwa auf Basis von funktionellen Festschmierstoffen, Keramiken und Hochleistungspolymeren. Diese Kombinationen ermöglichen es, den tribologischen Eigenschaftsbereich von Fluorpolymeren und PTFE-haltigen Compounds zu erreichen – und teilweise sogar zu übertreffen. Beispielsweise

zeigen die PFAS-freien Luvocom-Typen von Lehvoss vergleichbare oder sogar deutlich bessere Reibwerte und Verschleißkennzahlen, selbst unter anspruchsvollen Bedingungen wie Trockenlauf, hoher Flächenpressung oder thermischer Belastung. Überprüft wird das bei dem Unternehmen mittels eigener Tribologieprüfstände, wie Pin-on-roll (**Bild 1**), SRV-Tribometer und in Bauteiltests bei Kunden.

Lehvoss bietet bereits seit 25 Jahren PFAS-freie tribologische Compounds an und hat ein umfangreiches Portfolio an PFAS-freien Hochleistungsthermoplasten

entwickelt. Basierend auf Polymermatrices, wie POM, PA, PPA, PPS, PEEK oder LCP, bieten diese Compounds maßgeschneiderte Eigenschaften für tribologische Anwendungen – von reibungsarmen Linearsystemen bis hin zu hochbelasteten Gleitlagern.

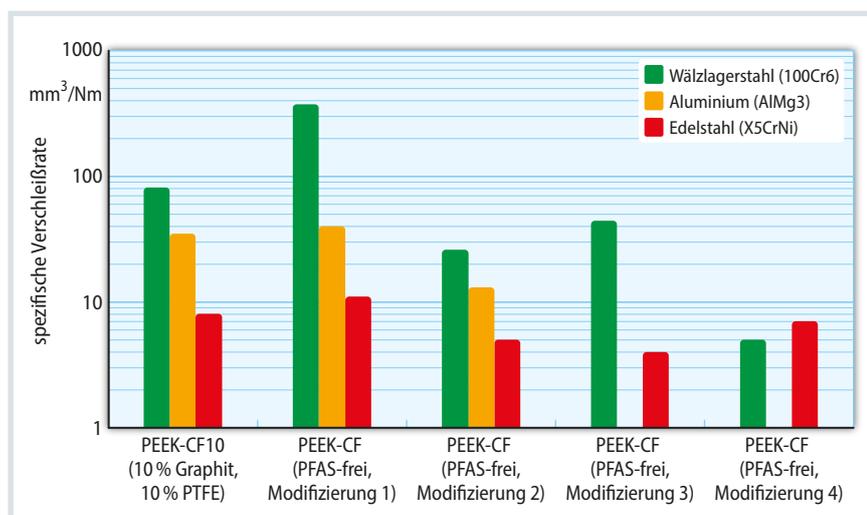
### Applikationsorientierung im Mittelpunkt

Ein zentraler Aspekt bei der Entwicklung PFAS-freier Werkstoffe ist die Applikationsorientierung. Die Auswahl des geeigneten Compounds erfolgt in enger Abstimmung mit den Kunden. Dabei werden die Umgebungsbedingungen wie Temperatur, Druck, Laufgeschwindigkeiten und Medien sowie die Bauteilgestaltung gleichermaßen berücksichtigt. Auf diese Weise entstehen maßgeschneiderte Werkstoffe für spezifische Konstruktionsziele – etwa die Reduktion von Kosten, die Verbesserung der Energieeffizienz und die Verlängerung von Wartungsintervallen.

Ein Beispiel dafür sind carbonfaserverstärkte PEEK-Compounds mit tribologisch aktiven Additivpaketen. Sie erzielen unter Trockenlaufbedingungen vergleichbare Reibwerte und eine höhere Verschleißbeständigkeit wie PTFE-haltige Systeme (**Bild 2**). Gleichzeitig erfüllen sie die Anforderungen an Temperaturbeständigkeit, Maßhaltigkeit und chemische Resistenz in zahlreichen Anwendungen seit vielen Jahren.

Die Lehvoss-Produktlinie umfasst PFAS-freie tribologische Werkstoffe auf Basis verschiedener Thermoplaste:

- PA (PA6, PA66, PA410, PA12, PA610), POM, PBT für Anwendungen mit mittleren Anforderungen
- PA46, PPS und PEEK für hohe bis extreme Belastungen
- zusätzliche maßgeschneiderte Compounds, abgestimmt auf Reibwert, Verschleiß, Temperaturbereich und Medienkontakt, auf Basis aller gängigen Thermoplaste und dem Einsatz von Kurz-, Langglas- oder Carbonfasern, in möglicher Kombination mit anderen Eigenschaften, wie elektrischer oder thermischer Leitfähigkeit.



**Bild 2.** Verschleiß PFAS-freier Luvocom-PEEK-Compounds mit verschiedenen metallischen Gegenlaufpartnerwerkstoffen im Vergleich zu der klassischen Rezeptur aus PEEK mit 10 % Carbonfasern, 10 % Graphit und 10 % PTFE: Die Werkstoffprüfung erfolgte mittels Pin-on-roll.

Quelle: Lehvoss; Grafik: © Hanser

### Vorteile und Anwendungsfelder

PFAS-freie tribologische Compounds bieten zahlreiche Vorteile – nicht nur im



**Bild 3.** Gleitlager aus PFAS-frei modifizierten Compounds: Die Materialalternativen kommen teilweise sogar auf bessere Werte, als ihre PFAS-haltigen Pendanten. ©Lehvoss

Hinblick auf regulatorische Konformität. Sie zeigen oft ein stabileres mechanisches Verhalten, eine bessere Recyclingfähigkeit und ermöglichen ein breiteres Spektrum an funktionalen Kombinationen. Beispielsweise lassen sich tribologische Anforderungen mit elektrischer Leitfähigkeit oder auch strukturellen Eigenschaften kombinieren.

#### *Vorteile PFAS-freier Compounds:*

- **verbesserte Langzeitstabilität:** PTFE-haltige Compounds neigen mit steigender Temperatur zu erhöhter Ausscheidung des PTFE aus der Polymermatrix.
- **höhere Designfreiheit,** da diese Compounds sich besser verarbeiten lassen.

- **einfachere Verarbeitbarkeit:** keine Korrosion von Werkzeugstählen und keine Belagsbildung auf Werkzeugoberflächen
- **bessere Kombinierbarkeit** mit elektrischer Leitfähigkeit, Flammenschutz und struktureller Verstärkung
- **bessere Recyclingfähigkeit,** da fluorpolymerfreie Systeme thermisch stabiler aufbereitet werden können.

Typische Anwendungsfelder der Compounds umfassen:

- Gleitlager und Buchsen in der Automobil- und Fahrradindustrie, für Energieanlagen und im Maschinenbau
- reibungsarme Führungen in der Medizintechnik
- Förder- und Handlingelegmente in der Lebensmitteltechnik
- Bauteile in Pumpen, Ventilen und Antriebssystemen

#### *Praxisbeispiele aus typischen Einsatzgebieten*

Ein typischer Einsatzbereich sind Gleitlager in Ventiltrieben oder Aktuatoren, bei denen hohe Lebensdauer ohne Schmierung gefordert ist. In einem Praxisbeispiel wurde ein PEEK-Compound mit einem PFAS-freien Additivpaket unter Dauertestbedingungen geprüft – mit gleichbleibend niedrigem Reibwert und bei Temperaturen bis 200 °C – und für die Anwendung freigegeben (**Bild 3**). Auch in Anwendungen der Medizintechnik und Lebensmittel-

industrie zeigt sich der Vorteil der PFAS-freien Lösung. In diesen Bereichen sind regulatorische Aspekte ebenso entscheidend wie Chemikalienbeständigkeit, Reinigbarkeit und Zuverlässigkeit.

Für Konstrukteure bedeutet die PFAS-Substitution, bestehende und neue Designs auf diese Materialien abzustimmen. Dabei sind folgende Aspekte besonders relevant:

- **Werkstoffdaten und Testreihen:** Validierte tribologische Prüfungen schaffen Sicherheit bei der Auswahl.
- **Bauteilkompatibilität:** Verarbeitungsparameter und Dimensionenverhalten müssen berücksichtigt werden.
- **Zukunftssicherheit:** Bereits jetzt PFAS-frei zu konstruieren, reduziert spätere Anpassungskosten.
- **Kostensenkung:** Durch geringere spezifische Dichten, einfachere Verarbeitung und geringeren Werkzeugwartungsaufwand sinken die Kosten.

#### *Fazit: PFAS-frei wird zum neuen Standard*

Mit PFAS-freien tribologischen Compounds bietet Lehvoss eine echte und nachhaltigere Alternative zu PFAS-haltigen Varianten für die Konstruktion funktionaler Kunststoffbauteile. Nicht nur wegen dem Verzicht auf diese Stoffgruppe, sondern auch, weil Materialien auf Basis von Rezyklaten zum Einsatz kommen. Die Materialsysteme erfüllen hohe technische Anforderungen – ohne regulatorische Risiken und bieten zusätzliche Vorteile im Hinblick auf Umweltverträglichkeit, Recyclingfähigkeit und industrielle Zukunftssicherheit. Dabei handelt es sich um Materialien, die bereits seit Jahren ihre Leistungsfähigkeit und ihren Praxisnutzen unter Beweis gestellt haben.

Die Entwicklung PFAS-freier tribologischer Compounds steht exemplarisch für den Wandel hin zu nachhaltigeren und sichereren Hochleistungsmaterialien. Aufgrund des drohenden PFAS-Verbots oder zumindest kommenden Einschränkungen auf europäischer Ebene wird dieser Ansatz nicht nur technisch sinnvoll, sondern zunehmend gesetzlich erforderlich. Die Werkstoffe beweisen, dass kompromisslose Leistung auch ohne PFAS möglich ist – ein Fortschritt, der funktionale Exzellenz und Verantwortung vereint. ■

## Info

### Text

**Dr. Alexander Exner** ist seit 2020 bei der Lehvoss Group im Geschäftsbereich Compounds im Bereich Produktentwicklung tätig; alexander.exner@lehvoss.de

**Thomas Collet** leitet seit 2000 bei der Lehvoss Group das Marketing im Geschäftsbereich Compounds; thomas.collet@lehvoss.de

### Service

Weitere Informationen unter [www.lehvoss.de](http://www.lehvoss.de)