LUVOCOM®
High-performance compounds

Leistungsfähige Bauteile zu reduzierten Systemkosten.

Dank anwendungsoptimierter Polymercompounds für strukturelle Anwendungen und als Metallersatz.

LEHVOSS Group

Wir versetzen Sie in die Lage, Metalle zu ersetzen, Systemkosten zu senken und Lieferketten-Engpässe zu überwinden.

Mit unseren durch anwendungsspezifische Modifikationen maßgeschneiderten Polymercompounds sowie unserer umfassenden technischen Anwendungsberatung und -betreuung. Von der Konstruktion bis hin zur Serienproduktion. Von der Materialauswahl über die Materialentwicklung bis zur Materialherstellung.

Dafür setzen wir ein:

- Mit Verstärkungsstoffen und Additiven angereicherte Polymere.
- Unsere Kompetenz in der Werkstoffberatung, der Bauteil-/Werkzeugauslegung und der Verarbeitungsunterstützung.
- Kurze Materialentwicklungszeiten.
- Unsere Expertise in der Kunststoffphysik, der Kunststoffverarbeitung und der Bauteilgestaltung.
- Unsere Erfahrung – die wir als Geschäftsbereich Customized Polymer Materials seit 1984 als Partner der Industrie beziehungsweise aus der Entwicklung von mehr als 4.000 entwickelten Hochleistungscompounds gewonnen haben.

All das macht uns zu:

- Einem Marktführer für carbonfaserverstärkte Thermoplaste von PP bis PEEK, Compounds auf Basis von Polyaryletherketon (PAEK) mit zum Beispiel mehr als 400 verschiedenen PEEK-Compounds, Thermoplaste mit tribologischer Modifikation sowie für 3D-Druckmaterialien für die individualisierte Serienproduktion.
- Einem anerkannten Entwicklungspartner von Erstausrüstern, Systemlieferanten und Verarbeitern.
- Einem Materialentwickler, der Sie bei allen Projekten beziehungsweise Produktionsprozessen begleitet, unterstützt und vor allem weiterbringt.

Die Kompetenz des Materialentwicklers.

Umfangreiche Werkstoffauswahl.
Expertise in der Werkstoffentwicklung.
Umfassende anwendungstechnische Beratung und Betreuung.

Grundlagen

6 Was zeichnet Polymere aus?

8 Welche Polymere eignen sich am besten für Strukturanwendungen und als Metallersatz?

10 Welche Füllstoffe/Additive gibt es und welche Effekte haben sie?

12 Welche Gründe sprechen dafür, Polymere statt Metalle einzusetzen?

Anwendungsspezifische Modifizierungen

14 Polymere in tribologischen Anwendungen

15 Polymere in EMV-abschirmenden Anwendungen

15 Polymere in lebensmitteltechnischen Anwendungen

Produkt-Highlights LEHVOSS Customized Polymer Materials

16 Einleitung

18 LUVOCOM PEEK CF

19 LUVOCOM PPA CF

20 LUVOCOM PP CF

21 LUVOCOM PPA HT CF

22 LUVOCOM PEEK mit Hohlglaskugeln

23 LUVOCOM PA GF

24 LUVOCOM PA LGF

25 LUVOCOM XCF

26 LUVOCOM LFT

Gut zu wissen

28 Kein Compound ohne umfassende Qualitätskontrolle

29 Datenblattwerte – wichtig zu wissen

30 5 Fakten, die jeder Bauteildesigner wissen sollte

31 Weitere Produktlinien: LUVOCOM 3F / LUVOSINT / LUVOCOM P / LUVOTECH / LUVOTECH eco

Was zeichnet Polymere aus?

Zur Gruppe der Thermoplaste gehören die teilkristallinen und die amorphen Polymere.

Aufgrund ihrer besonders angeordneten Makromoleküle weisen teilkristalline Polymere (im Vergleich zu amorphen Polymeren):

- eine höhere Verschleißfestigkeit,
- einen niedrigeren Reibungskoeffizienten,
- eine allgemein bessere chemische Beständigkeit und
- bessere Kriech- und Ermüdungseigenschaften auf.

Amorphe Polymere hingegen weisen (gegenüber teilkristallinen Polymeren) aufgrund ihrer ungeordneten Makromoleküle:

- ein isotropes Schwindungsverhalten (das die Herstellung besonders maßgenauer Teile mit geringeren Toleranzen gewährleistet) auf und
- verfügen – in der Regel – über eine höhere Schlagfestigkeit.

Wichtig dabei zu wissen:

1. Temperaturbeständigkeit und Temperaturverhalten entscheiden mit darüber, ob sich Kunststoffteile in der Praxis bewähren. Ein Kunststoff gilt immer dann als ausreichend temperaturbeständig, wenn unter einer definierten Temperatureinwirkung und Zeitdauer sich die mechanischen Eigenschaften um nicht mehr als einen definierten Prozentsatz verändern (Prüfung des relativen Temperaturindex (RTI) und / oder Temperaturindex TI). Dies wird unter Medieneinwirkung noch verschärft und muss im Einzelfall abgeprüft werden.

2. Bei der Erwärmung von Thermoplasten kommt es zu physikalischen und chemischen Veränderungen. Die physikalischen Veränderungen sind dabei im Allgemeinen reversibel, die chemischen Veränderungen irreversibel.

3. Bei kurzzeitiger Erwärmung bewirken die reversiblen physikalischen Veränderungen eine Absenkung der mechanischen Festigkeitswerte – bei längerer Einwirkungszeit des Erwärmungsprozesses können auch irreversible chemische Veränderungen auftreten.

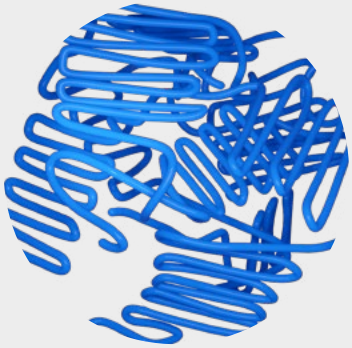
Thermoplaste

Amorph

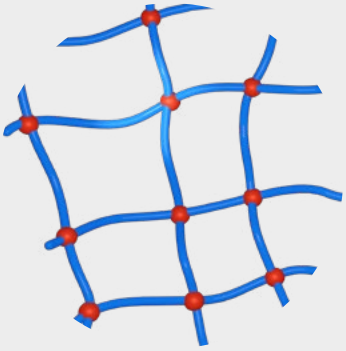
Ungeordnete Struktur

Teilkristallin

Geordnete Struktur

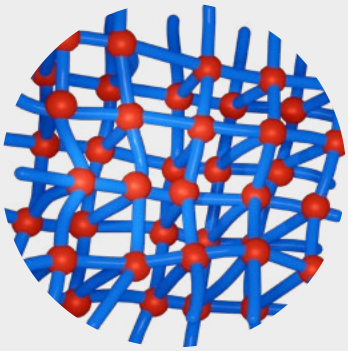


Elastomere



Weitmaschig vernetzt

Duroplaste



Engmaschig vernetzt

Welche Polymere eignen sich am besten für Strukturanwendungen und als Metallersatz?

Polyamide (PA)

Polyamide – speziell PA 6 und PA 66 – sind die am häufigsten verwendeten teilkristallinen Thermoplaste für anspruchsvolle technische Bauteile.

Sie verfügen über:

- hervorragende mechanische Eigenschaften,
- eine für zahlreiche Anwendungen ausreichende Temperaturbeständigkeit sowie
- ausgezeichnete tribologische Eigenschaften.

Zudem weisen sie eine gute chemische Beständigkeit – zum Beispiel gegenüber organischen Lösungsmitteln, Ölen und Fetten – auf. Ihre Eigenschaften werden unter anderem durch den Kristallisationsgrad sowie den Wassergehalt beeinflusst. Polyamide reagieren auf den Feuchtigkeitsgehalt der Umgebung mit reversibler Wasseraufnahme oder -abgabe. Bevor sie verarbeitet werden, müssen sie zwingend getrocknet werden.

	PA 6	PA 66
Tg (Glasübergangstemperatur)	50 – 60 °C	60 – 70 °C
Schmelztemperatur	220 °C	260 °C
max. Feuchtigkeitsaufnahme bei 50 % RF (%)	3,0	2,8
max. Feuchtigkeitsaufnahme in Wasser (%)	9,5	8,5

Polyphthalamide (PPA)

PPA umfasst eine Gruppe teilaromatischer, teilkristalliner Polymere mit einem hohen Schmelzpunkt, einer hohen Glasübergangstemperatur (von bis zu über 150 °C) sowie einer hohen Wärmebeständigkeit.

PPA verfügen über:

- eine geringe Feuchtigkeitsaufnahme von nur 0,1 bis 0,3 Prozent,
- eine im Vergleich zu Standardpolymeren bessere chemische Beständigkeit (auch gegenüber aggressiven Chemikalien),
- eine gute Beständigkeit gegenüber Kraftstoffen, Bremsflüssigkeiten, synthetischen Motor-, Getriebe- und Transformatorenölen sowie Glykol, Schwefelsäure und Streusalz,
- eine gute Zugfestigkeit, Steifigkeit und Schlagzähigkeit sowie
- einen niedrigen Reibungskoeffizienten und geringen Verschleißgrad.

Die daraus resultierenden konstanten mechanischen Eigenschaften – wie etwa ihre Dimensionsstabilität oder auch ihre hohe Kriechfestigkeit – ermöglichen die PPA-Verwendung in einem breit gefächerten Einsatzspektrum. Dazu gehören unter anderem häufig auch tribologische Anwendungen.

	PA 6T/6I
max. Feuchtigkeitsaufnahme bei 50 % RF (%)	1,8
max. Feuchtigkeitsaufnahme in Wasser (%)	7,0

Polyphenylensulfid (PPS)

PPS gibt es in zwei Varianten: mit linearen oder verzweigten Polymerketten – die sich hauptsächlich in den mechanischen Eigenschaften bemerkbar machen: Lineares PPS verfügt über eine höhere Zähigkeit und Reißdehnung als verzweigtes PPS.

Beide PPS:

- sind teilkristalline Hochleistungspolymere, die aus aromatischen, durch Sulfide verbundenen Molekülen bestehen,
- verfügen über eine Dauergebrauchstemperatur von 220 °C und einer Glasübergangstemperatur (Tg) von rund 90 °C,
- weisen neben der geringen Wasseraufnahme auch eine gute Dimensionsstabilität und eine inhärente Flammwidrigkeit auf,
- verfügen über gute elektrische Eigenschaften,
- sind für die meisten Flüssigkeiten und Gase hochgradig undurchlässig,
- neigen auch bei hohen Temperaturen nur geringfügig zum Kriechen,
- sind aufgrund ihrer guten Fließeigenschaften auch für lange, schmale Formteile und komplexe Werkzeug-Geometrien geeignet und
- verfügen über eine hervorragende chemische Beständigkeit gegenüber fast allen Lösungsmitteln, zahlreichen Säuren und Laugen.

Polyetherimid (PEI)

PEI ist ein amorphes Hochleistungspolymer mit hoher Durchschlagsfestigkeit. Es ist inhärent flammhemmend (mit geringer Rauchentwicklung und Rauchdichte) und verfügt über eine Gebrauchstemperatur von 170 °C (langfristig) beziehungsweise über 200 °C (kurzzeitig) sowie eine Glasübergangstemperatur (Tg) von 220 °C.

PEI zeichnet sich darüber hinaus durch:

- Beständigkeit gegenüber Alkohol, Säuren und Kohlenwasserstoff-Lösungsmitteln,
- eine gute hydrolytische Stabilität sowie
- über breite Frequenzbereiche streuende stabile elektrische Eigenschaften aus.

Polyaryletherketone (PAEK)

Zur PAEK-Familie gehören eine Reihe von teilkristallinen Hochleistungspolymeren. Zu den drei wichtigsten gehören dabei PEEK, PEKK und PEK.

Kennzeichnend für PAEK in Summe ist:

- das auf sich abwechselnden Keton- (R-CO-R) und Ethergruppen (R-O-R) basierende Molekülgerüst,
- die hohe Temperaturstabilität,
- die hohe mechanische Festigkeit,
- die hervorragende chemische Beständigkeit,
- das sehr gute Brandverhalten und nicht zuletzt
- das hohe tribologische Leistungsvermögen und
- die Dauergebrauchstemperatur im Bereich von 260 °C.

PEEK ist besonders: beständig gegen viele organische/anorganische Chemikalien, hochenergetische elektromagnetische Wellen (z. B. Gamma-/Röntgenstrahlen) und Hydrolyse (bis etwa 280 °C).

	PEEK	PEKK	PEK
Tg (Glasübergangs-temperatur)	143 °C	160 - 165 °C	152 °C
Schmelz -temperatur	343 °C	305 - 358 °C	373 °C

Welche Füllstoffe/Additive gibt es und welche Effekte haben sie?

Bei der Verwendung von Fasern als Füllstoff beziehungsweise Additiv ist es wichtig,
a) die bedarfsgerechte Fasertype auszuwählen,
b) darauf zu achten, dass sie ideal verknüpft in das Polymer eingearbeitet wird und
c) bei der Bauteilgestaltung auch auf die optimale Ausrichtung der Fasern zu achten, da dies ein entscheidender Faktor sowohl für die mechanischen als auch die tribologischen Eigenschaften ist.

Aramidfasern (AF)

Die auf aromatischem Polyamid basierenden Aramidfasern verfügen über ein geringes spezifisches Gewicht, eine erhöhte Verbundfestigkeit sowie gute mechanische und günstige tribologische Eigenschaften – vor allem in Kombination mit weichen Partnerwerkstoffen wie Aluminium oder Bronze. Ihre Festigkeit ist dagegen – senkrecht zur Längsachse – relativ gering und auch die Möglichkeiten, sie mit Polymeren zu verbinden, sind nicht optimal (bei der Verarbeitung kommt es zum Faserbruch, so dass das mechanische Niveau der mit Aramidfasern verstärkten Verbindungen nicht besonders hoch ist).

Glasfasern (GF)

Glasfasern verfügen über eine amorphe Struktur mit isotropen Eigenschaften. Sie überzeugen durch ihre hohe Zug- und Druckfestigkeit und die Steigerungsmöglichkeit der mechanischen Eigenschaften von Polymeren insbesondere bei hohen Temperaturen. Spezielle Glasfasern mit zum Beispiel Borosilikatglas beziehungsweise flachen, ovalen Fasern verbessern dabei die Widerstandsfähigkeit und die Mechanik beziehungsweise optimieren die Füllung speziell in dünnen Teilbereichen.

Glasfaserverstärkte Thermoplaste gewährleisten auch bei hohen Temperaturen eine höhere mechanische Festigkeit und bieten eine unterstützende Wirkung in der Reibfläche. Die verstärkten Werkstoffe zeichnen sich durch ein verbessertes Kriechverhalten, einen geringeren Wärmeausdehnungskoeffizienten und eine etwas verbesserte Wärmeleitfähigkeit aus.

Carbonfasern (CF)

Kennzeichnend für die hauptsächlich auf pyrolisiertem Polyacrylnitril (PAN) basierenden Carbonfasern sind:

- ihre hohe Zugfestigkeit,
- ihre thermische und elektrische Leitfähigkeit,
- ihr geringes spezifisches Gewicht sowie
- ihr negativer Wärmeausdehnungskoeffizient.

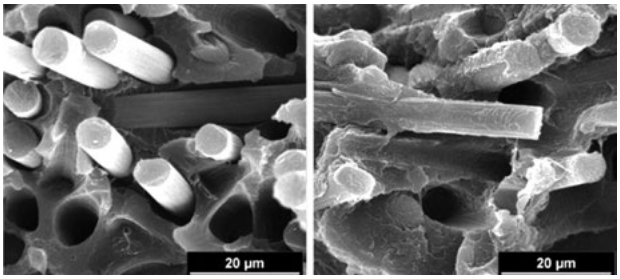
Hervorzuheben ist dabei, dass CF-verstärkte Thermoplaste:

- das höchste mechanische Festigkeitsniveau bieten,
- gute Verschleißeigenschaften, eine erhöhte Wärmeleitfähigkeit und höhere pv-Werte aufweisen,
- in der Regel auch elektrisch leitfähig sind und
- bei Verwendung von Pitchfasern zum Beispiel auch eine außergewöhnliche Dehnbarkeit gewährleisten.

Carbonfasern weisen – gegenüber Glasfasern – ein besseres Verschleißverhalten auf. Der Grund dafür ist ihre graphitähnliche Schichtgitterstruktur an der Oberfläche, die definiert gleitet und dadurch weniger verschleißt.

Compounds mit Carbonfasern – wie zum Beispiel LUVOCOM XCF **(siehe Seite 25)** – weisen eine geringe thermische Ausdehnung und eine erhöhte Wärmeleitfähigkeit auf und verfügen über:

- hohe Festigkeiten,
- sehr gute tribologischen Eigenschaften,
- elektrische Leitfähigkeit,
- Maßhaltigkeit und Langzeitmaßhaltigkeit sowie
- ein geringes Gewicht.



elektronenmikroskopische Aufnahmen von PEEK mit CF

Mineralfasern (MF)

Mit den typischerweise aus abgebauten Mineralien sortierten und meist geringfügig mit Nebenprodukten verunreinigten MF können vor allem sehr gute isotrope Eigenschaften erzielt werden, die insbesondere etwaig geforderte Druckfestigkeiten stark verbessern. Unabhängig von der Größe ist das resultierende L/D-Verhältnis wichtig, wobei ein grundsätzlich niedriges bis mittleres L/D-Verhältnis bereits vorhanden ist.

Keramikfasern

Kennzeichnend für Keramikfasern sind die Abrasivität bei der Verarbeitung sowie die hohe Zugfestigkeit (vergleichbar mit der von Glasfasern) beziehungsweise Elastizität (höher als die von Glasfasern).

Dünne Glimmerflocken

Dünne, elektrisch isolierende Glimmerflocken werden oftmals als Synergist zu weiteren Verstärkungen eingesetzt, um zum Beispiel ein besseres L/D-Verhältnis zu erzielen. Glimmerflocken selbst verfügen dabei über ein L/D-Verhältnis in X- und Y-Richtung, welches – bei richtiger Formgebung – eine hohe Isotropie ermöglicht. Sie sind in ihrer Mechanik vergleichbar mit gemahlenen Glasfasern, wobei sie gleichzeitig – aufgrund ihres nicht-abrasiven Verhaltens gegenüber Metallen – auch einen guten Ersatz für Glasfasern darstellen.

Basaltfasern (BF)

Basaltfasern verfügen über einen sehr hohen Wärmeleitwiderstand sowie elektrischen Widerstand, besitzen einen hohen Schall-absorptionsgrad und sind nicht entflammbar. Ihre erhöhte Steifigkeit macht sie mechanisch vergleichbar mit Glasfasern. Kennzeichnend ist auch ihre gute chemische Beständigkeit gegenüber Säuren und organischen Lösungsmitteln.

Stahlfasern

Stahlfasern basieren auf gezogenen Fäden aus rostfreiem Stahl. Sie zeichnen sich durch ihre niedrige Zugfestigkeit und ihr niedriges Elastizitätsmodul aus. In der Regel werden sie vor allem für hocheffiziente EMV-Compounds verwendet. Da die Filamente nicht steif genug sind, biegen sie sich während der Verarbeitung in der Regel mehrmals dauerhaft, wodurch selbst bei geringen Belastungen ein schönes, hochleitfähiges Netz entsteht. Die Verformung sowie die schlechte Haftung von Polymeren auf Stahl bewirken jedoch eine sehr geringe Verstärkungswirkung. Andererseits lassen sich hochleitfähige, aber dennoch flexible Folien herstellen.

Welche Gründe sprechen dafür, Polymere statt Metalle einzusetzen?

Eine Reihe von guten Gründen spricht dafür, statt eines Metallbauteils ein Kunststoffbauteil einzusetzen. Maßgebliche Treiber sind hier:

- Angestrebte notwendige Kostensenkungen
- Produkt-Leistungssteigerungen durch Leichtbau
- Reduzierung des CO_2-Ausstoßes durch geringeren Energiebedarf bei der Herstellung
- Verknappung und Verteuerung von Metallen aufgrund global relevanter Einflüsse (zum Beispiel in Form von Konflikten, reduzierten Transportkapazitäten oder auch geringeren Schrott-Erlösen)
- Energetische Einschränkungen, die sich bei der Verarbeitung von Leichtmetallen – insbesondere von Aluminium und Magnesium sowie deren Legierungen – unmittelbar bemerkbar machen

Speziell in puncto Produkt-Leistungssteigerung geht es dabei nicht allein um Strukturbauteile beziehungsweise mechanisch belastete Bauteile, wie sie zum Beispiel in tribologischen Anwendungen auftreten, sondern auch um die Integration beziehungsweise Verbesserung weiterer Eigenschaften. Dazu gehören zum Beispiel sowohl:

- die elektrische Leitfähigkeit als auch die Wärmeleitfähigkeit,
- die Abschirmung zum Schutz elektrischer/elektronischer Geräte und
- die Nachweisbarkeit/Detektion in der Lebensmitteltechnik.

Unter dem Gesichtspunkt der Kunststoffphysik sind in diesem Zusammenhang zusätzlich die typisch anisotropen Eigenschaften von Polymer-Compounds gegenüber Metallen anzuführen. Durch eine Funktionalisierung mit Verstärkungsstoffen – zum Beispiel in Form von Partikeln, Scheiben, Flocken oder Fasern – können diese Eigenschaften gezielt beeinflusst und somit Nachteile reduziert oder beseitigt werden.

Anwendungsbeispiel: Getriebeschaltgabeln

Getriebeschaltgabeln übertragen Schaltbewegungen – die ein Autofahrer auf die Wahlhebel ausübt – auf sogenannte Schiebemuffen. In der Regel bestehen diese Getriebeschaltgabeln dabei aus einer Vielzahl von Metallteilen. Die Kooperation zwischen dem niederländischen Konzern Royal DSM, dem deutschen Systemlieferanten CarNaTrix (ein Unternehmen der KOKI-Gruppe) und der LEHVOSS Group hat alternativ dazu eine Getriebeschaltgabel auf Basis eines mit Carbonfasern verstärkten hochleistungsfähigen PPA entwickelt.

Diese Gabelversion (siehe Abbildung) erfüllt nicht nur alle an sie gestellten Anforderungen in puncto Festigkeit, Steifigkeit (auch bei hohen Temperaturen), Ölbeständigkeit und Tribologie (aufgrund des Kontaktes mit Metall) – sie überzeugt darüber hinaus vor allem auch durch eine reduzierte Anzahl an Bauteilen, reduzierte Kosten sowie reduziertes Gewicht.

Mit dieser Entwicklung wurde die Produktlinie LUVOCOM 25 geschaffen. Dahinter stehen Compounds, die allesamt auf diesem speziell PPA basieren.

Vom Aluminiumsystem → via Simulation und Materialentwicklung → zu optimierten Getriebeschaltgabeln

Anwendungsspezifisch modifiziert. Der Einsatz von Polymer-Compounds in drei verschiedenen Bereichen:

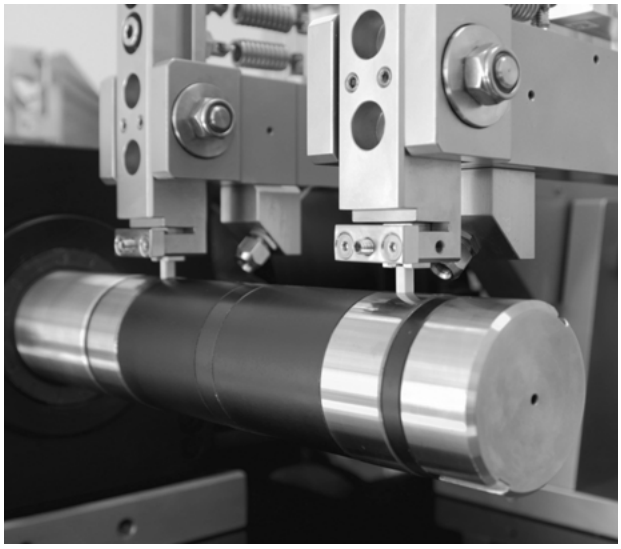
Polymere in tribologischen Anwendungen

Mit anwendungsspezifisch modifizierten Polymercompounds können Sie wartungsarme beziehungsweise wartungsfreie tribologische Systeme ohne zusätzliche Schmierung realisieren. In bereits geschmierten Baugruppen tragen die exzellenten Trockenlaufeigenschaften von Polymercompounds darüber hinaus dazu bei, die Planungssicherheit von Konstrukteuren beziehungsweise die Anwendungssicherheit von Nutzern gleichermaßen zu erhöhen.

Dazu addieren sich weitere ökonomische und technologische Vorteile wie:

- die kostengünstige Verarbeitbarkeit,
- die in vielen Fällen höhere Verschleißfestigkeit gegenüber klassischen Metall-Lösungen,
- die geringe Dichte und
- die hohe Korrosionsbeständigkeit.

Die Basis dafür bildet die Integration von Schmierstoffen und Verstärkungsmaterialien, die die Verschleiß-, Reibungs- und Einlaufeigenschaften von Polymeren – und damit des gesamten tribologischen Systems – verbessert. Tribologische Polymercompounds mit integrierten Schmierstoffen und Verstärkungsmaterialien finden schwerpunktmäßig Anwendung in bewegten Teilen wie zum Beispiel Buchsen, Gleitlagern, Zahnrädern, Rollen oder auch Gleitern. Für weitere Informationen fordern Sie bitte unser Kompendium **„Leitfaden zur Tribologie"** an.



Mit umfangreichen tribologischen Prüfmöglichkeiten, wie zum Beispiel dem Block-auf-Ring-Prüfstand (Abb.), unterstützt LEHVOSS die Entwicklung von Komponenten.

Polymere in EMV-abschirmenden Anwendungen

Mit fertig eingestellten Polymercompounds können Sie:

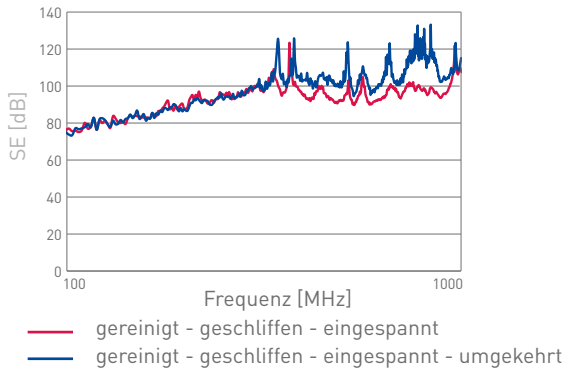
a) die Abschirmwirkung gegenüber elektromagnetsicher Strahlung verbessern,

b) das Risiko von Defekten in Formteilen wesentlich reduzieren,

c) leitfähige Beschichtungen oder Metalleinlagen ersetzen und somit schlussendlich

d) Ihre Systemkosten reduzieren.

Dies geschieht auf Basis von gebrauchsfertigen Polymercompounds, die mit leitfähigen Zusätzen/Additiven modifiziert und rheologisch für eine einfache Verarbeitung beziehungsweise für die Realisierung von dünnen Formteilwänden optimiert werden.



Abschirmwirkung für 4-mm-Formpressplatte mit LUVOCOM 1-8864/ES

Polymere in lebensmitteltechnischen Anwendungen

Der Einsatz von Polymercompounds an Stelle von Metall bei dem Design von zum Beispiel Behältern, Formen, Maschinenteilen oder auch Abstreifern, wie sie in der Lebensmittelindustrie zum Einsatz kommen, setzt Einsparungspotentiale in puncto Gewicht und somit letztendlich auch in puncto Energieverbrauch frei.

Transportbehälter aus LUVOCOM Detektierbar

Weitere Vorteile sind:

- Detektierbarkeit im Falle von Lebensmittel-Kontaminierung durch Beschädigung der Betriebsmittel.
- Konformität mit EU-Verordnung 10/2011 und Beachtung der Migrationsgrenzwerte nach EN 1186 für Materialien und Gegenstände im Lebensmittelbereich.
- Pigmentierung in zahlreichen Farbnuancen zur optischen Abgrenzung zu den Lebensmitteln.

LEHVOSS Customized Polymer Materials

Unsere Produkt-Highlights:

Die folgenden Aussagen und Tabellen beschreiben eine Auswahl spezieller Produktreihen und klassischer Modifikationen unserer LUVOCOM-Hochleistungscompounds. Allesamt Compounds, die für verschiedene Anwendungen optimiert sind und jeweils spezifische, herausragende Vorteile bieten.

In den Beschreibungen enthalten sind auch die jeweiligen Herausforderungen an die Füll- und Verstärkungsstoffe sowie die Füllgrade beziehungsweise an die Materialentwicklung/ Spezial-Compoundierung. Bereits seit den 1980er Jahren ist die Expertise in diesem Feld der Hochleistungswerkstoffe eine der Kernkompetenzen der LEHVOSS Group. Dieses Fachwissen liefert die Grundlage für Kunststoffe mit hohen Modulen, die

a) jede Leistungslücke zu Metallen schließen können,

b) zum Beispiel Aluminium in spezifischen Modulen auch übertreffen und

c) oftmals in ihrer Klasse führend sind.

Für alle hier dargestellten Compounds beziehungsweise Werkstoffe gilt darüber hinaus: Anwendungsbezogene Materialanpassungen sind jederzeit möglich. Weitere Informationen, auch zu weiteren Produkten und Optionen aus unserem Hause, erhalten Sie selbstverständlich gerne auf **Anfrage**.

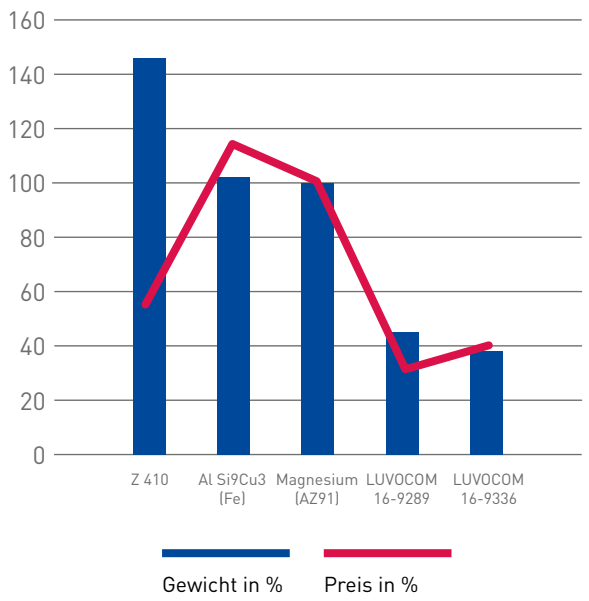
Benchmark zu Metall und Verbundwerkstoffen/Organoblechen

LUVOCOM-Hochleistungscompounds mit Carbonfasern und Glasfasern bieten – im Vergleich zu anderen verstärkten Thermoplasten:

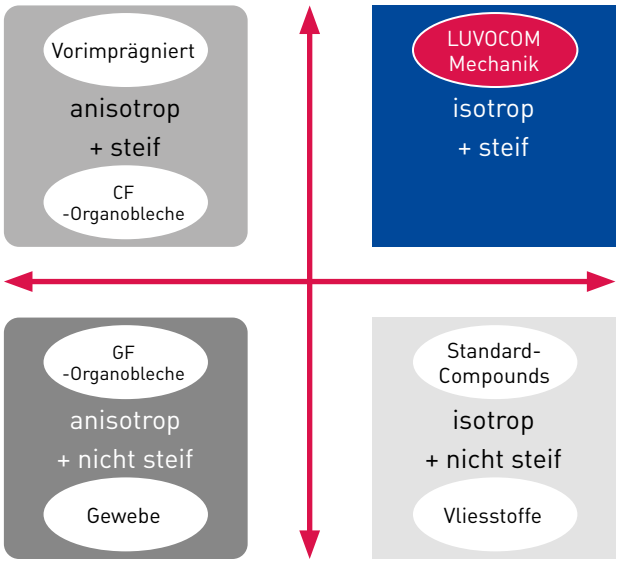
- eine Gewichtsreduzierung von bis zu 62 Prozent,
- einen E-Modul von bis zu 52 GPa,
- eine Zugfestigkeit von bis zu 425 MPa sowie
- eine Reduzierung von Systemkosten von bis zu 70 Prozent.

Sie sind darüber hinaus auch oft für den Einsatz im Sichtbereich optimiert.

Systemkosten von Metalllegierungen und LUVOCOM-Compounds auf gleichem Festigkeitsniveau
Anwendung: Strukturteile in Automobil-Instrumententafeln



Eigenschaften der verschiedenen Materialklassen
LUVOCOM-Strukturverbindungen im Vergleich



LUVOCOM PEEK CF

Highlight: Herausragender E-Modul

„Die Einbettung von Carbonfasern (CF) macht dieses PEEK-Material zu einem absoluten Hochleistungswerkstoff, das aufgrund seiner extrem hochperformanten Füllstoffe und seines maximalen Füllgrades jederzeit in der Lage ist, Aluminium in puncto spezifischem Modul zu übertreffen.

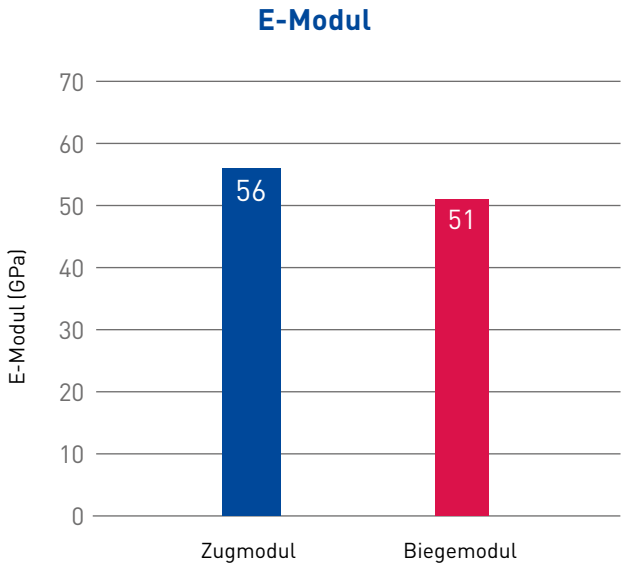
Die besonderen Herausforderungen bestehen dabei in der Verarbeitung.

Herausforderung 1:
Da extrem steife Fasern relativ leicht zu brechen sind, muss die Compoundierung hochgradig kontrolliert ablaufen. Sonst erhält man gefräste Fasern mit einem hohen Modul, die wiederum zu einem Mangel an Festigkeit führen, da die wertvollen leistungsfähigen Fasern durch übermäßiges Brechen stark abgebaut wurden.

Herausforderung 2:
Je mehr Füllstoff hinzugefügt wird, desto mehr intrinsische Scherung wird beim Compoundieren erzeugt. Das wiederum führt zu einer Verkürzung der Fasern. Eine zu geringe Scherung hingegen führt wiederum
a) zu schlecht eingebetteten Fasern,
b) zu einer schlechten Granulatqualität und birgt
c) zudem die Gefahr, dass sich die Fasern nicht vollständig aus den Bündeln lösen.

Die Kunst des Materialentwicklers besteht nun darin, ein Maximum an Modulen mit einem hohen Anteil an ausgewählten Fasern zu erzielen und dabei gleichzeitig von Charge zu Charge enge Toleranzen in der Mechanik zu erreichen."

Dr. Jan Sumfleth, Produktentwickler LEHVOSS Customized Polymer Materials



Eigenschaft	Einheit	LUVOCOM PEEK CF[1]
Dichte	g/cm³	1,52
Zugfestigkeit	MPa	294
Zugmodul	GPa	56
Dehnung	%	0,7
Biegefestigkeit	MPa	474
Biegemodul	GPa	51
Biegedehnung	%	1,1
Charpy 1eU	kJ/m²	45

[1] LUVOCOM 1105-8048

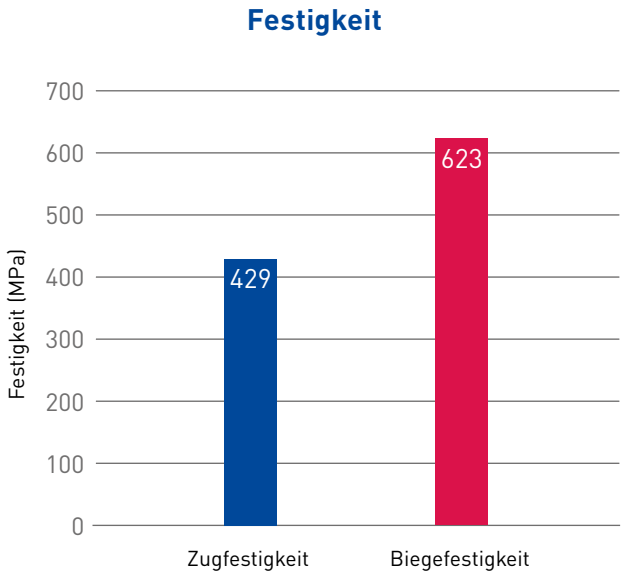
LUVOCOM PPA CF

Highlight: Höchste Festigkeit plus Modulus plus Schlagzähigkeit

„Dieser Compound kombiniert höchste Festigkeit mit Modulus und Schlagzähigkeit. Der Materialentwickler ist dabei gefordert, sowohl die Rohstoffe als auch ihre Verarbeitung so zu steuern, dass regelmäßig das Optimum – ein Maximum an möglicher Dehnung im Verhältnis zum Modul – erreicht werden kann.

Die sorgfältige Auswahl der Materialien sowie die präzise Steuerung des Prozesses erlauben es, die maximale Festigkeit zu nutzen, ohne bei den anderen Parametern Kompromisse einzugehen. Als willkommener Nebeneffekt wird dabei eine hohe Schlagzähigkeit erzeugt."

Rene Warnick, Leiter Produktentwicklung
LEHVOSS Customized Polymers Materials



Eigenschaft	Einheit	LUVOCOM PPA CF[1]
Dichte	g/cm³	1,36
Zugfestigkeit	MPa	429
Zugmodul	GPa	50
Dehnung	%	1,4
Biegefestigkeit	MPa	623
Biegemodul	GPa	39
Biegedehnung	%	2
Charpy 1eU	kJ/m²	90

[1] LUVOCOM 20-9807/XCF

LUVOCOM PP CF

Highlight: Leistungsstärkere Polyolefin-Compounds im Vergleich zu PA GF/PA CF

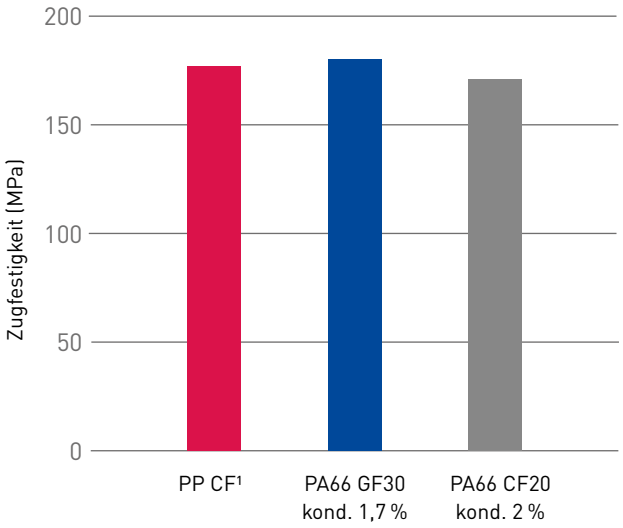
„Um bei verstärkten Kunststoffen die mechanische Leistung von Standardpolyamiden mit einer geringeren Wasseraufnahme und einem geringeren Gewicht zu kombinieren, bieten handelsübliche Compounds oftmals eine PA/PP-Mischung als Lösungsmöglichkeit an. Wir von LEHVOSS halten das für eine halbherzige Lösung und haben stattdessen ein Material entwickelt, dass zu 100 Prozent die chemische Festigkeit von reinem PP aufweist und im Vergleich zu PA/PP eine bessere Dimensionsstabilität in Bezug auf die Wasseraufnahme besitzt. Das Ergebnis ist LUVOCOM PP CF.

Ein Compound, der – gerade als carbonfasergefüllte PP-Mischung im konditionierten Zustand:

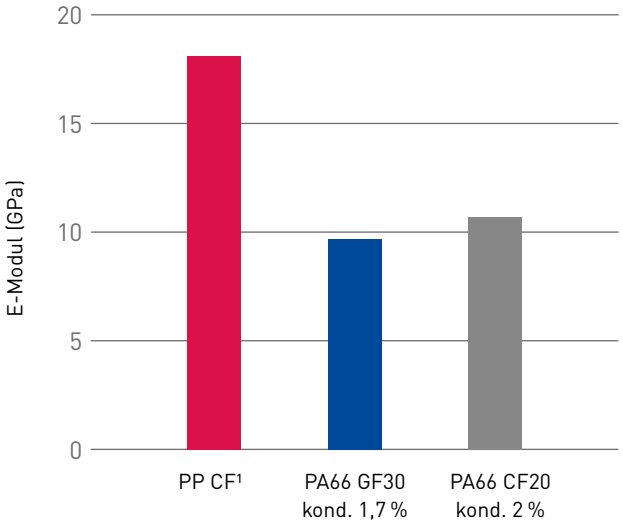
- getrockneten Polyamiden gegenüber in puncto Festigkeitswerten ebenbürtig ist,
- sie in Bezug auf E-Modularität übertrifft und
- aufgrund seiner Leichtigkeit über ein praktisch doppelt so hohes spezifisches Modul verfügt wie eine Standardlösung."

Dr. Jan Sumfleth, Produktentwickler
LEHVOSS Customized Polymer Materials

Festigkeit



E-Modul



Eigenschaft	Einheit	LUVOCOM PP CF[1]
Dichte	g/cm³	1,05
Zugfestigkeit	MPa	170
Zugmodul	GPa	18
Dehnung	%	1,8
Biegefestigkeit	MPa	240
Biegemodul	GPa	18
Biegedehnung	%	2
Charpy 1eU	kJ/m²	55

[1] LUVOCOM 60-50097

LUVOCOM PPA HT CF

Highlight: Die PEEK-CF-Alternative für starke mechanische Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen

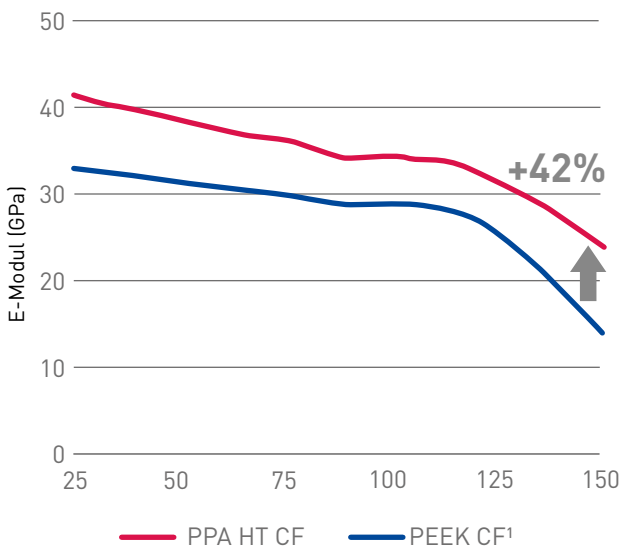
„Wer Dimensionsstabilität bei hohen Temperaturen braucht, aber aus Kostengründen keine PEEK-Compounds wählen möchte, für den bietet ein Werkstoff wie unser LUVOCOM PPA HT CF mit seiner hohen Tg eine absolut tragfähige Alternative.

Unter Verwendung der am besten geeigneten Polymertype und kombiniert mit unserer Erfahrung – sowohl bei der Auswahl der Carbonfasern als auch im Zuge der Beimischung von mineralischen Füllstoffen zwecks Verringerung von Verzug und Kosten – wurde dieser Compound bereits als Ergänzung zu Aluminium in Schaltgetrieben für Autos und Lastwagen zugelassen **(siehe Beispiel Seite 13)**. Im Vergleich dazu ist ein viel teureres PEEK mit 40 Prozent Carbonfasern bei einer maximalen Arbeitstemperatur von 150 °C bei Weitem unterlegen.

Und ja – der Compound verfügt über geringere chemische Festigkeit und eine höhere Wasseraufnahme (die durch das Füllstoffsystem weitgehend kompensiert wird). Aber wer in ein Spitzenprodukt zu einem niedrigen Preis investieren will, der kommt um die PEEK-Alternative LUVOCOM PPA HT CF, mit ihren klugen Kompromissen im Detail, nicht herum."

Rene Warnick, Leiter Produktentwicklung
LEHVOSS Customized Polymers Materials

E-Modul bei Temperaturen



Eigenschaft	Unit	LUVOCOM PPA CF²
Dichte	g/cm³	1,61
Zugfestigkeit	MPa	220
Zugmodul	GPa	41
Zugmodul @150°C	GPa	24
Dehnung	%	0,6
Biegefestigkeit	MPa	340
Biegemodul	GPa	38
Biegedehnung	%	1
Charpy 1eU	kJ/m²	20

[1] PEEK CF 40
[2] LUVOCOM 25-9901

LUVOCOM PEEK mit Hohlglaskugeln

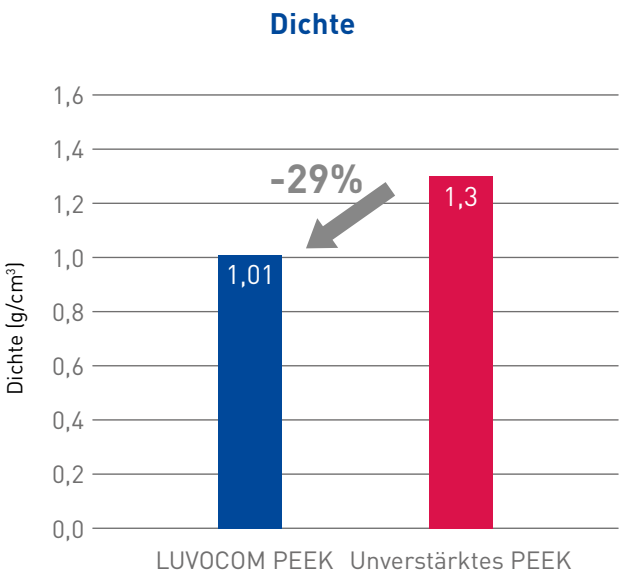
„Wer das Gewicht von Kunststoffbauteilen weiter reduzieren will, der braucht dafür vor allem einen Compound mit niedriger Dichte beziehungsweise niedrigem Gewicht. Um eine solche Gewichtsreduzierung zu erreichen, bieten sich unter anderem folgende zwei Möglichkeiten an: Der Einsatz von Treibmitteln oder der Einsatz von Hohlglaskugeln.

Treibmittel sind bekannt für ihre hohe Effizienz, machen aber eine spätere Nachbearbeitung praktisch unmöglich, da bei ihrem Einsatz immer die Gefahr besteht, dass die gesamte Porosität zusammenbricht.

Hohlglaskugeln hingegen sind kompressionsbeständig und können daher unter anderem auch für Folien verwendet werden, da eine Warmformung stets weiterhin möglich ist. Sie verlangen jedoch eine besonders vorsichtige Handhabung beziehungsweise feinfühlige Produktionseinstellungen, da sie trotz ihrer Kompressionsbeständigkeit zerdrückt werden können. Als zusammengefallene Perlen legen sie dann so mächtig an Gewicht zu (von ursprünglich weit unter 1g/cm³ auf 2,5g/cm³), dass sich die Bemühungen zur angestrebten Gewichtsreduzierung kontraproduktiv auswirken können.

Dazu addieren sich weitere Vorteile wie eine kürzere Abkühlzeit sowie auch eine steiler verlaufende Erwärmungskurve, die zum Beispiel in dünnwandigen Wärmeaustauschsystemen als Heizkörper genutzt werden könnte."

Holger Vandrich, Business Development
LEHVOSS Customized Polymer Materials



Eigenschaft	Einheit	LUVOCOM PEEK[1]	Unverstärktes LUVOCOM PEEK[2]
Dichte	g/cm³	1,01	1,30
Zugfestigkeit	MPa	75	100
Zugmodul	GPa	4,4	3,6
Dehnung	%	1,9	5
Biegefestigkeit	MPa	95	145
Biegemodul	GPa	4,3	3
Biegedehnung	%	2,2	6,5
Charpy 1eU	kJ/m²	20	60

[1] LUVOCOM 1105-50303 (mit Hohlglaskugeln)
[2] LUVOCOM1105-7685

LUVOCOM PA GF

Highlights: Schwarz. GF-verstärkt. Antistatisch. Laserschweißbar.

„Die Verwendung von antistatischen Kunststoffen für Gehäuse ist nicht ungewöhnlich und auch die Verwendung von faserverstärkten Kunststoffen ist heute (fast) schon Standard. Knifflig wird es für die meisten Anbieter immer dann, wenn das Gehäuse mittels Laserschweißen zusammengesetzt werden soll.

Voraussetzung dafür ist nämlich eine ausreichende Lasertransparenz. Nur so kann der Strahl durch die obere Abdeckung hindurchgehen und vom Unterteil im Fügebereich absorbiert werden; nur so entsteht genügend Wärme um die Fügeteile zu verschmelzen und die geforderte Schweißnahtqualität zu gewährleisten. Und das trotz des Intensitätsverlustes, den der Strahl sowohl durch die Verzerrung der Glasfaser als auch durch die Abschattung des Antistatikums erfährt.

Wenn die gesamte Baugruppe dann auch noch schwarz sein soll, ist dies in der Regel nicht möglich, da die Pigmente der meisten Farbstoffe im relevanten Wellenlängenbereich nicht ausreichend transparent sind.

Mit einem Compound auf PA-GF-Basis haben wir jedoch ein Einfärbungskonzept entwickelt, das nicht nur eine hohe Transparenz ab 700 nm ermöglicht, sondern auch die Möglichkeit bietet, die Färbung nach Wunsch zu variieren beziehungsweise zu gestalten. Diese Technologie kann auch auf Hochtemperaturkunststoffe wie PPS und PEEK für Spritzgussartikel angewendet werden."

Holger Vandrich, Business Development
LEHVOSS Customized Polymer Materials

Probe Nr.	Probe Dicke [mm]	Oberfläche spezifischer Widerstand [Ω]	Licht-durchlässigkeit* [%]
1	1,5	10^8	20,7
2	1,5	10^8	21

*Wellenlänge: 940 nm

Eigenschaft	Unit	LUVOCOM PA GF[1]
Dichte	g/cm^3	1,39
Zugfestigkeit	MPa	163
Zugmodul	GPa	9
Dehnung	%	3,7
Biegefestigkeit	MPa	240
Biegemodul	GPa	7
Biegedehnung	%	4,8
Charpy 1eU	kJ/m^2	80
Isolationswiderstand R25	Ω	10^{8-11}

[1] LUVOCOM 3-9814/BK

LUVOCOM PA LGF

Highlight: Ein Compound der LFT-Produktlinie mit höchster Schlagzähigkeit

„Aufgrund der größeren Faserlänge bei ordnungsgemäß spritzgegossenen Artikeln sind die einzelnen Filamente innerhalb des Formteils verschlungen. Im Falle eines Stoß-Ereignisses verhindert dies, dass die Rissausbreitung ungehindert voranschreitet.

Bei Standard-Kurzglas-Materialien findet die Kraft ihren Weg zwischen den einzelnen Filamenten hindurch und verursacht einen sauberen Bruch. Lange Fasern lassen sich in einer vergleichsweise weichen thermoplastischen Matrix nur schwer gewaltsam brechen, so dass sie aufgrund der Verflechtung auch dann noch eine Verstärkung darstellen, wenn die Matrix lokal bereits zerstört ist, was zu einer sehr vorteilhaften Stoßfestigkeit bei hohen Geschwindigkeiten führt.

Um die Durchstoßfestigkeit auf ein Maximum zu optimieren, modifizieren wir zusätzlich die Polymermatrix, um höhere Scherkräfte zwischen Matrix und Fasern vor der Delaminierung zu ermöglichen. Die Schlag- beziehungsweise Durchstoßenergie wird innerhalb der Polymermatrix dispergiert. Dies ermöglicht eine insgesamt längere Dehnung, bevor sich überhaupt ein Riss bildet.

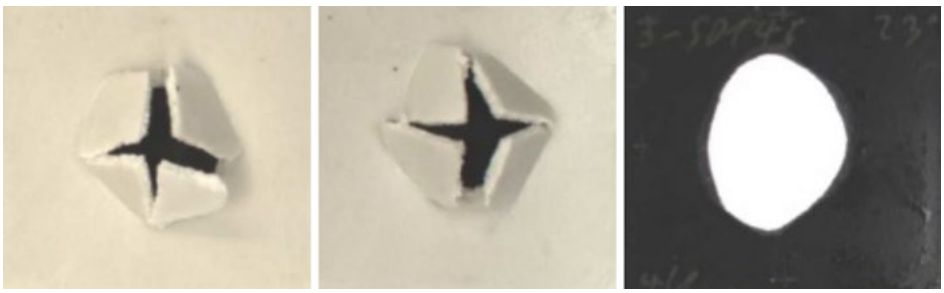
Eric Folz, Business Development LFT
LEHVOSS Customized Polymer Materials

n=10	V-Auftreff m/s	V-Mittel m/s	Ve m/s	Fm N	EM J	Im mm	Ep J	Ip mm
x	4,54	4,47	4,42	1478,7	6,8	7,2	8,1	8,3

- Maximale Kraft Fm [N]
- Verformung bei maximaler Kraft Im [mm]
- Energie bis zur Maximalkraft Em [J]
- Einstichverformung Ip [mm]
- Durchstoßenergie Ep [J]

Eigenschaft	Einheit	LUVOCOM PA LGF[1]
Dichte	g/cm^3	1,31
Zugfestigkeit	MPa	185
Zugelastizität	GPa	10
Dehnung	%	3
Biegefestigkeit	MPa	255
Biegemodul	GPa	9
Biegedehnung	%	4
Charpy 1eU	kJ/m^2	100
Charpy 1eA	kJ/m^2	40

[1]LUVOCOM 1-8867/LGF/HI



Eindringprüfung nach ISO 6603 mit Platten (60x60x2 mm).
Die Bilder auf der linken Seite zeigen Prüfplatten aus LUVOCOM 1-8867/LGF/HI, mit gebrochenen Teilen, die noch mit dem Hauptkörper verbunden sind, was für ein duktiles Materialverhalten steht. Das Bild rechts zeigt eine schwarze Prüfplakette aus einem Standard-PA LGF mit Penetration ohne verbundene Teile. Ein typisches Ergebnis für ein sprödes Material.

LUVOCOM XCF

Highlight: Einzigartige Extraleistung

„Mit dieser Produktlinie bieten wir die weltweit führenden thermoplastischen Carbonfaser-Compounds an. Die Extra-Carbonfaser-Technologie (XCF) bietet Zugfestigkeiten von bis zu 425 MPa, ein Zug-Elastizitätsmodul von bis zu 52 GPa (bei gleichzeitig hoher Schlagzähigkeit), Gewichtseinsparungen von bis zu 30 Prozent und mehr Designfreiheit durch geringere Füllstoffgehalte.

Die Werkstoffe weisen zudem eine geringe Wärmeausdehnung, eine verbesserte Wärmeleitfähigkeit und eine hohe Dimensionsstabilität auf. Damit eröffnen sie noch mehr Möglichkeiten, Metalle und Verbundwerkstoffe (CFK und GFK) in Bauteilen zu ersetzen, die besonders hohen mechanischen Anforderungen ausgesetzt sind, um so a) Gewicht und b) Kosten zu reduzieren.

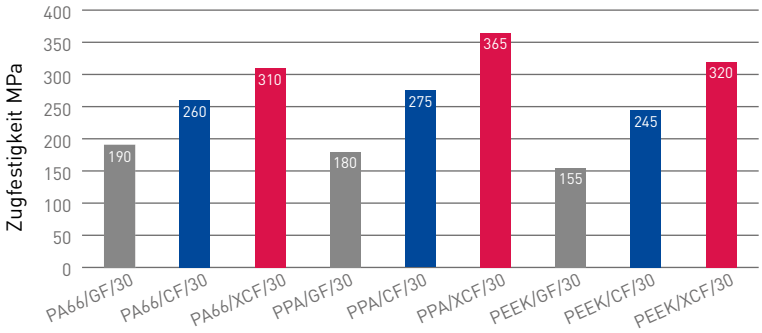
XCF-Compounds lassen sich dabei in konventionellen Spritzgießverfahren verarbeiten, ohne dass spezielle Maschinen oder Techniken erforderlich sind.

Eine weiterer Ansatz ist die Substitution von Kunststoffen mit Kurz- und Langglas-Faserverstärkung – besonders in Anwendungen, bei denen eine zusätzliche Gewichtseinsparung erforderlich ist. Gute Beispiele für solche Anwendungen sind Hubelemente mit Hochleistungsmotoren oder elektrische Antriebssysteme.

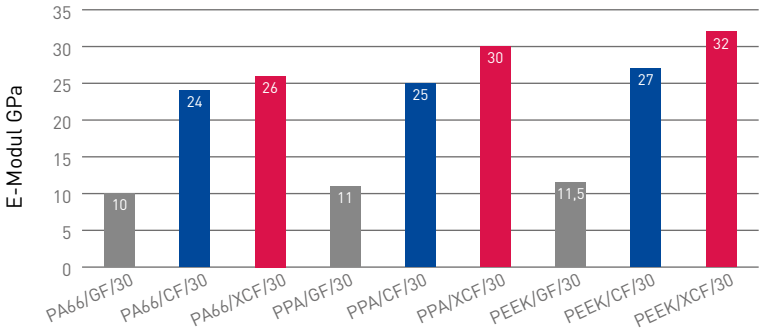
Typische Anwendungen für XCF- Compounds sind:

- schnell bewegte Bauteile im Maschinen- und Apparatebau (zum Beispiel Fadenführer, Pumpenräder, Zahnräder, Nocken und Pleuelstangen),
- Luft- und Abgasmanagementsysteme, Vakuumpumpen, Lenkungen und Antriebsstränge im Automobilbau,
- Gepäckträger und Strukturelemente in der Luftfahrt sowie
- Skibindungen und Skiroller im Sport- und Freizeitbereich."

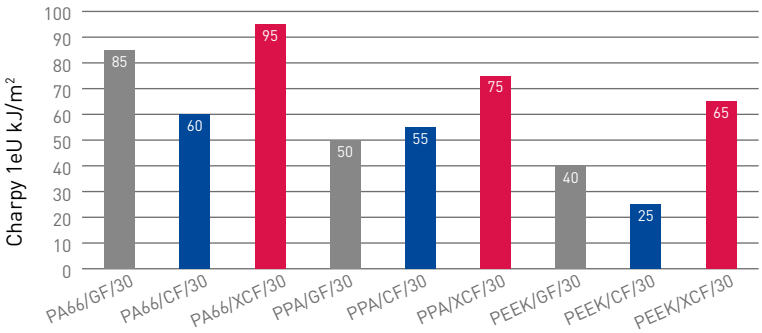
Dr. Jan Sumfleth, Produktentwickler LEHVOSS Customized Polymer Materials



Vergleich der Zugfestigkeit von glas- und kohlefaserverstärkten Polymeren
LUVOCOM XCF bis zu 100 Prozent stärker als GF-Compounds und 33 Prozent stärker als klassische CF-Compounds



E-Modul-Vergleich von glas- und kohlefaserverstärkten Polymeren
LUVOCOM XCF bis zu 178 Prozent steifer als GF-Compounds und 20 Prozent steifer als klassische CF-Compounds



Vergleich der Schlagzähigkeit von glas- und kohlefaserverstärkten Polymeren
LUVOCOM XCF bis zu 60 Prozent zäher als GF-Compounds und 160 Prozent zäher als klassische CF-Compounds

LUVOCOM LFT

Highlight: maßgeschneiderte Langfaser-Thermoplaste

„LFT grenzen sich in einer Reihe von Parametern beziehungsweise Leistungsmerkmalen von ihren ‚Geschwistern', den kurzfaserverstärkten Thermoplasten/ Short Fiber Thermoplastics (sFT) ab:

- Wenn beispielsweise eine hohe Relaxationsbeständigkeit (Kriechfestigkeit) gefordert ist, können LFT die technische Lücke gegenüber sFT schließen.
- LFT sind weniger kritisch, wenn Bauteile mit dicken Wänden oder großen Wanddickensprüngen realisiert werden sollen. Das Risiko von Lunkern und Einfallstellen ist im Vergleich zu sFT deutlich geringer. Dies kann vor allem bei großen Formteilen, die dem ursprünglichen Metalldesign direkt folgen sollen, ein Vorteil sein.
- Das Füllverhalten von LFT ist im Vergleich zu sFT generell günstiger, da der Fülldruck und der Nachdruck besser durch die Schmelze geleitet werden. Insbesondere bei großen Wanddickenunterschieden im Bauteil und vor allem bei dünneren Wänden ist ein signifikanter Faserabbau nicht zu erwarten.
- Im Allgemeinen weisen LFT-Bauteile eine geringere Anisotropie gegenüber sFT auf.
- Darüber hinaus weisen LFT eine Schlagzähigkeit auf, die mit handelsüblichen sFT nicht erreicht werden kann (Ausnahme: LUVOCOM XCF).

Setzt man LUVOCOM LFT in Relation zu Metall, dann fallen vor allem die Unterschiede in puncto Kosten und CO_2-Belastung und nicht zuletzt technische Eigenschaften ins Gewicht:

- Der vergleichsweisen kurzen Lebensdauer von Druckgießwerkzeugen, ihren relativ hohen Kosten für die Werkzeugregeneration und den Energiekosten für hohe Verarbeitungstemperaturen stehen seitens der LFT die deutlich längeren Werkzeug-Standzeiten, der in der Regel geringere Verschleiß im Werkzeug, die in der Regel deutlich geringeren Verarbeitungstemperaturen und die daraus resultierende, in Summe günstigere Energiebilanz entgegen.
- Je nach gewähltem Polymer, Fasertyp und Faseranteil im LFT sind die mechanischen Grundfestigkeiten zum Teil deutlich höher als die von konventionellem Druckguss und vielen Leichtmetall-Umformlegierungen. In vielen Fällen können sogar spezielle hochfeste Metalllösungen durch Kunststoffe ersetzt werden.
- Sowohl in puncto Korrosionsbeständigkeit – zum Beispiel gegenüber Seewasser, Säuren und Laugen – als auch bei Anwendungen mit Chemikalienkontakt – insbesondere in Kombination mit Hitze und hohen Belastungen – werden oftmals sogar hochlegierte Edelstähle ersetzt, um dauerhafte und kostengünstige Lösungen zu schaffen.

Das alles gilt natürlich nur, wenn durch eine geeignete Bauteil- und Werkzeugauslegung, einen optimierten Spritzgießprozess und natürlich die richtige Ausstattung der Spritzgießmaschine ausreichend lange Fasern in das Bauteil transportiert werden. Der erste Schritt ist daher immer die Auswahl des auf die Anwendung zugeschnittenen LUVOCOM LFT mit dem richtigen Polymer, den geeigneten Fasern und dem richtigen Fasergehalt.

Und so beeindruckend das auch alles ist, so muss man auch klar sagen, dass LFT-Werkstoffe auch ihre Besonderheiten haben. Sie formen Bindenähte anders als sFT und auch die Bindenahtfestigkeiten sind bei LFT geringer – das muss immer bei der Konstruktion eines Bauteils berücksichtigt werden.

Die Besonderheiten von LFT auf den Punkt gebracht:

- Anspruchsvoller in der Verarbeitung (zum Beispiel Formvorbereitung, teilweise Schneckendesign)
- Teilweise geringere Bindenahtfestigkeit
- Anspruchsvoller in der Compoundierung

Die Stärken von LFT auf den Punkt gebracht:

- Weniger Kriechen
- Bessere Oberflächenqualität
- Gute Färbbarkeit
- Weniger Verzug und höhere Dimensionsstabilität
- Isotropie
- Geringere Schwindung
- Besseres Ermüdungsverhalten
- Höhere Schlagzähigkeit (insbesondere bei niedrigen Temperaturen)
- Bessere Abschirmung (mit CF oder Stahlfasern)
- Geringere Lunkerbildung
- Designfreiheit (Variation der Wandstärke)
- Bessere Füllleistung (Nachdruck, dünne Wände)"

Eric Folz, Business Development LFT
LEHVOSS Customized Polymer Materials

Veraschung von LFT-Bauteilen

Durch die richtige Gestaltung von Anguss und Bauteil sowie der sorgfältigen Verarbeitung ist das Bauteil mit einem sehr gut entwickelten Fasernetzwerk ausgestattet. Die Grundgeometrie des Artikels ist noch als Faserstruktur zu erkennen.

Bauteil mit unzureichender Faserlängenverteilung (Tendenz zu sehr kurzen Fasern, bedingt durch massive Faserschädigung. Im vorliegenden Fall verursachte ein Zusatzstoff eine Art Hautbildung).

Kein Compound ohne umfassende Qualitätskontrolle

Für die Qualitätsprüfung im Wareneingang, für die Entwicklung von Produkten und für die Prozessüberwachung steht uns ein breites Spektrum an Prüf- und Analysemethoden zur Verfügung. So können wir die eingesetzten Rohstoffe detailliert überprüfen und jede Produktcharge guten Gewissens mit einem Prüfzertifikat ausliefern.

Die langfristig gleichbleibend hohe Premiumqualität unserer Materialien wird dabei durch unser umfassendes Qualitätsmanagementsystem gewährleistet. Es umfasst alle relevanten Dienstleistungen in den Bereichen:

- Rohstoffprüfung und -verifizierung,
- Rohstofflieferanten,
- Chargenprüfung und
- Produktion.

Unsere Zertifizierung nach ISO 9001: gibt Ihnen Investitionssicherheit und versetzt Sie stets in die Lage Kosten zu sparen: von der Wareneingangskontrolle über die Entwicklung bis hin zur eigenen Qualitätssicherung.

Neben den

a) genormten mechanischen Prüfungen durch unsere kalibrierten Universalprüfmaschinen (der Grundlage für die Werkszeugnisse nach DIN EN 10204 3.1) und

b) chemischen und physikalischen Prüfverfahren (wie der Karl-Fischer-Titration oder der Dichtebestimmung mittels Helium-Pyknometer) verfügt unser eigenes Labor zusätzlich über zahlreiche weitere Methoden, Verfahren, Möglichkeiten und Testgeräte. Dazu gehören:

- Thermogravimetrische Analysen (TGA),
- Differential-Scanning-Kalorimetrie (DSC),
- Thermomechanische Analysen (TMA),
- Tribologische Tests (einschließlich „Block auf Ring"),
- Hochdruck-Kapillar-Rheometer,
- pVT-Messungen,
- MFR-/MVR-Messungen,
- die Bestimmung der Fließstrecke/Viskositätszahl,
- die Bestimmung der Partikelgrößenverteilung mittels Laserbeugung,
- das FT-IR-Spektrometer,
- Hot-Disk-Wärmeleitmessung,
- die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit,
- das CIELAB-System und
- die Brandprüfkammer.

Datenblattwerte – wichtig zu wissen:

1. Die Faserorientierung

Datenblatteigenschaften für faserverstärkte Compounds zeigen – gemessen über einen Campus-Prüfstab – in den äußeren Bereichen einer Probe immer eine Überlagerung von längs orientierten Fasern, während die Fasern im Kernbereich quer orientiert sind. Dies ist bei der Verwendung von Standardproben wie Campus unvermeidlich, da diese im Querschnitt 4x10 mm^2 groß sind, während sich ein ausgeprägter Kernbereich erst ab einer Dicke von >1,5 mm bildet. Obwohl dies insgesamt ein recht realistisches Szenario ist, sollte man sich darüber im Klaren sein, dass insbesondere bei stark verstärkten Materialien das Aspektverhältnis der Leistung sehr bedeutend sein kann.

2. Der Verbundwerkstoff

Die vom Verbundwerkstoff abhängigen Eigenschaften wie Kriech- und Relaxationsverhalten sollten unbedingt berücksichtigt werden.

3. Der Probekörper

Die Herstellungsbedingungen des Probekörpers, seine Nachbearbeitung sowie das Konditionieren spielen bei der Prüfung ebenfalls eine wichtige Rolle:

- Teilkristalline Proben weisen eine geringere Steifigkeit und eine etwas höhere Dehnung auf, wenn sie nicht vollständig kristallisiert sind – dies kann zu abweichenden Festigkeitsmessungen führen.
- Auch wenn die Probe vollständig kristallisiert ist, kann die Aushärtung eine durch das Herstellungsverfahren eingebrachte innere Restspannung freisetzen. Da diese die Spannung aus der Prüfung selbst überlagern würde, ist dies eine Untersuchung wert.
- Auch die Aufnahme von Feuchtigkeit kann aufgrund von Quellung und anderen Wechselwirkungen mit dem Polymer zu abweichenden Ergebnissen führen.

4. Werte sind keine Materialspezifikation

Die Werte in Datenblättern stellen keine Materialspezifikation dar – sie sind „nur“ als Richtwert gedacht. Ein Bauteilkonstrukteur muss daher unbedingt eine Reihe von Sicherheitsfaktoren berücksichtigen, wie sie im nachfolgenden Kapitel dargestellt werden.

5 Fakten, die jeder Bauteildesigner wissen sollte:

Fakt 1:

Es ist wichtig zu verstehen, dass ein Compound genau das ist: ein Material, das aus der Mischung verschiedener Rohstoffe mit spezifischen Eigenschaften entstanden ist. Ein Verbund von mehreren Werkstoffen. Eine Reduzierung auf den singulären Begriff „Materialeigenschaft" ist in diesem Zusammenhang von daher schon irreführend.

Fakt 2:

Im Gegensatz zu Metallen sind Kunststofflösungen typischerweise anisotrop in Bezug auf alle Eigenschaften. Der Grund dafür ist die Funktionalisierung der thermoplastischen Polymere mit Füllstoffen. Wären diese Füllstoffteilchen ideale Kugeln – wovon praktisch alle weit entfernt sind – , würde die Isotropie erhalten bleiben. Der Kugelform am nächsten kommen dabei Partikel – ihre Ausdehnungen sind in allen drei Richtungen ähnlich (x=y=z). Scheiben oder Flocken haben mindestens zwei ähnliche Maße (x=y>z), während Fasern (x>>y=z) am anisotropsten sind. Alle diese Füllstoffe fördern also – je nach Ausrichtung – von Natur aus die anisotropen Effekte, die durch das Herstellungsverfahren im Teil erzeugt werden.

Fakt 3:

Die Extrusion von Halbzeugen führt zu einer mäßigen Anisotropie, das Spritzgießen erzeugt standardmäßig die höchste Anisotropie und das Formpressen führt zu den insgesamt isotropsten Eigenschaften. Unterschiede in der Verarbeitung beeinflussen dabei das Ergebnis und wirken auf alle Eigenschaften ein, die sich einen Perkolationseffekt zunutze machen. Das gilt auch für isotrope Füllstoffsysteme.

Fakt 4:

Es ist bekannt, dass

a) die durch den Spritzgießprozess verursachte Schwindung durch verschiedene Parameter beeinflusst werden kann,

b) das alle daraus resultierenden Maßnahmen die Dichte der Polymerketten und der festen Füllstoffe variieren, was wiederum

c) zu einer Verschiebung der Eigenschaften führt (jedenfalls wenn man den Partikelabstand in einem bestimmten System verändert). Daraus folgt: Die Daten auf einem Datenblatt beziehen sich spezifisch immer nur auf die Probe (einschließlich des Herstellungsverfahrens), an der sie getestet wurden.

Fakt 5:

Wenn Kunststoffe Feuchtigkeit aus der Umgebung aufnehmen (und das tun die meisten – auch wenn es nur wenig Feuchtigkeit ist), kann dies zu einer Veränderung der Eigenschaften führen. In der Regel sind sich die Fachleute heutzutage über die dadurch verursachte typische Verschiebung im Klaren, da es sich um ein seit Jahrzehnten bekanntes Verhalten handelt. Was dagegen nicht so bekannt ist, ist die Tatsache, dass thermische Effekte auch andere Eigenschaften als „nur" mechanische Eigenschaften verändern können.

In der Regel wird diese Herausforderung von Anwendungsspezialisten überwunden, die in der Lage sind, den Haupteinfluss der Verarbeitung und des Designs vorherzusehen, um so einen angemessenen Ausgleich zwischen den Anforderungen der Anwendung und den Datenblattwerten zu bestimmen.

Die Möglichkeit, eine Standardzusammensetzung auf die spezifischen Anforderungen des Kundenprozesses abzustimmen, um eine optimale Leistung des Artikels zu ermöglichen, ist eine unserer Kernkompetenzen.

Eine weitere Kernkompetenz ist die Möglichkeit, eine Vielzahl von analytischen Tests durchzuführen. Mit der Zielsetzung, herauszufinden, ob ein Teil aufgrund mangelnder Festigkeit oder mangelnder Dehnung (etwa wegen eines zu hohen Moduls) gebrochen ist; oder ob es sich um eine reine Bindenaht-Ursache oder etwa um eine unzureichende Füllung (zum Beispiel aufgrund eines zu zähflüssigen Materials) handelt.

Dazu nutzen wir eine Simulationssoftware wie zum Beispiel DIGIMAT. Auf Basis eines realistischen Materialmodells, welches die Daten des Polymers mit denen des Füllstoffs überlagert, erhalten wir so einen optimalen Einblick in die Leistung verschiedener Bereiche eines Artikels. In Kombination mit einer weiteren Schmelzfluss-Simulations-Software können wir die Füllung der Kavität – beziehungsweise die lokale Faser-/Füllstoffausrichtung im Bauteildesign – vorhersagen und so die Auswirkungen der Anisotropie im endgültigen Design vollständig erfassen.

Für jede Anwendung und jedes Verarbeitungsverfahren die passend abgestimmte Produktlinie:

Zu unserer Produktlinie LUVOCOM kommen noch fünf weitere Produktlinien – die wir Ihnen der Vollständigkeit halber an dieser Stelle noch kurz vorstellen möchten – dazu:

- LUVOCOM 3F: Compounds speziell für additive Verfahren wie die Schmelzfilament- beziehungsweise die Schmelzgranulat-Fertigung.
- LUVOSINT: Compounds speziell für die additive Fertigung per Pulverbettschmelzung.
- LUVOCOM P: Thermoplastische Compounds für die Pulverbeschichtung im Bereich Tribologie und Korrosionsschutz.
- LUVOTECH: Technische Compounds für die Verarbeitungstechnologien Spritzgießen, Extrusion und Formpressen.
- LUVOTECH eco: Gebrauchsfertige Compounds mit einer verbesserten Ökobilanz, die sowohl im Spritzgießen als auch in der Extrusion und im Formpressen eingesetzt werden können.

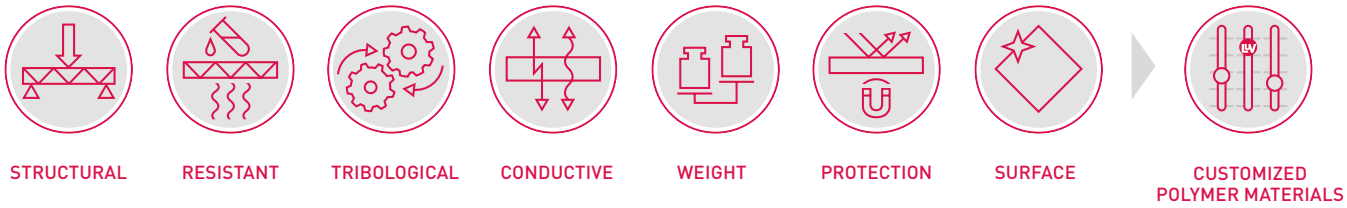
Unsere technische Anwendungsberatung und -betreuung „greift" auch hier. Von der Konstruktion bis hin zur Serienproduktion. Von der Materialauswahl über die Material-entwicklung bis zur Materialherstellung.

Europa und Zentrale
Lehmann&Voss&Co. KG
Alsterufer 19
20354 Hamburg
Tel +49 40 44 197 412
Fax +49 40 44 198 250
E-mail luvocom@lehvoss.de

Nordamerika
LEHVOSS North America, LLC
185 South Broad Street
Pawcatuck, CT 06379
USA
Tel +1 855 681 3226
Fax +1 860 495 2047
E-mail info@lehvoss.com

Asien
LEHVOSS (Shanghai) Chemical Co., Ltd.
Unit 4805 Maxdo Centre
8 Xingyi Road, Changning District
Shanghai 200336
China
Tel +86 21 6278 5186
E-mail info@lehvoss.cn

Unsere Materialkompetenzen



Weitere Informationen unter **www.luvocom.com**

Alle Empfehlungen für die Verwendung der Materialien des Verkäufers erfolgen nach bestem Wissen und beruhen auf früheren Versuchen und Erfahrungen des Verkäufers, die als zuverlässig angesehen werden; der Verkäufer übernimmt jedoch keine Garantie für die zu erzielenden Ergebnisse, und alle derartigen Empfehlungen sind – auch im Hinblick auf den Schutz von Rechten Dritter – unverbindlich, stellen keine Zusicherung dar und berühren in keiner Weise die Verpflichtung des Käufers, die Waren des Verkäufers im Hinblick auf ihre Eignung für die Zwecke des Käufers zu untersuchen und/oder zu testen. Die Angaben des Verkäufers sind in keiner Weise als Zusicherung von Eigenschaften oder Verwendungsdauer zu verstehen, es sei denn, sie werden ausdrücklich als Zusicherung gegeben.

07/2022

LEHVOSS Group