

Ultramid® Structure LFX

LGF-Kunststoffe für Metall-Fans



 **BASF**

We create chemistry

HOCHLEISTUNGSPOLYAMID MIT LANGGLASFASER-VERSTÄRKUNG		4
SORTIMENT		6
HERSTELLUNG		7
FASERNETZWERK AUS LANGFASERN		8
MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN		10
Steifigkeit	10	
Festigkeit	11	
Schlagzähigkeit und Energieaufnahme	12	
Kriech- und Ermüdungsverhalten	13	
SCHWINDUNG UND VERZUG		16
LANGZEIT-HYDROLYSEBESTÄNDIGKEIT		17
OBERFLÄCHENGÜTE		18
BRANDVERHALTEN		20
SCHWEISSEN		21
KRAFTEINLEITUNG UND DIREKTVERSCHRAUBEN		22
VERARBEITUNG		24
Plastifiziereinheit	24	
Werkzeugauslegung	25	
BAUTEIL AUSLEGUNG MIT ULTRASIM®		26

Hochleistungspolyamide mit Langglasfaser-Verstärkung

Hochleistungspolyamide mit Langglasfaser-Verstärkung

Unter dem Handelsnamen Ultramid® Structure bietet BASF langglasfaser-verstärkte Polyamide an. Diese Produktgruppe eröffnet als Teil des Ultramid®-Portfolios mit ihrem spezifischen Eigenschaftsprofil neue Möglichkeiten beim Metallersatz.

Als wesentliches Unterscheidungsmerkmal zu den kurzglasfaser-verstärkten Polyamiden bilden die Ultramid® Structure-Typen im Bauteil ein 3D-Fasernetzwerk aus. So lassen sich Kunststoff-Bauteile realisieren, die unter anderem neben einer sehr hohen Steifigkeit gleichzeitig eine extrem hohe Zähigkeit aufweisen (Abb. 1) und für die vorher Metall zwingend erforderlich war.

Insgesamt zeichnen sich die Ultramid® Structure-Typen gegenüber kurzglasfaser-verstärkten Kunststoffen mit einem besonderen Eigenschaftsprofil aus:

- Sehr gute mechanische Eigenschaften insbesondere bei höheren Temperaturen
- Signifikant verbesserte Kerbschlagzähigkeit bei Raumtemperatur und -30 °C
- Sehr geringe Kriechneigung
- Reduzierte Schwindung und Verzug
- Erhöhte Dauerschwingfestigkeit
- Verbesserte Oberflächenqualität
- Hohe Energieabsorption unter schneller Krafteinwirkung (Crashverhalten)
- Geringerer Verschleiß bei der Verarbeitung und im Bauteil (z.B. Zahnräder)
- Isotropes Materialverhalten

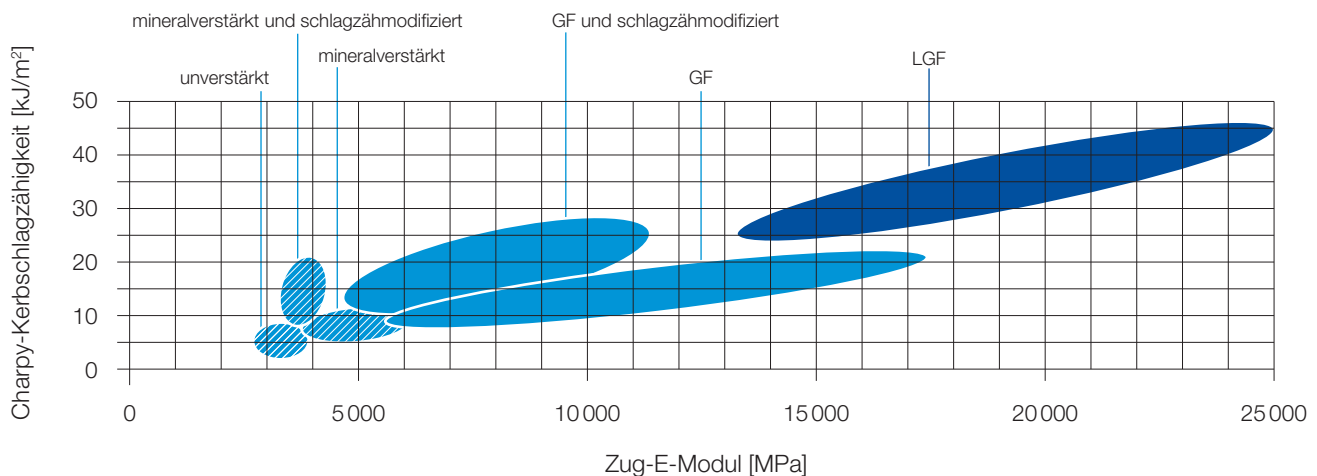


Abb. 1: Langglasfaser-verstärkte Polyamide bieten einen Vorteil im Steifigkeits-/Zähigkeitsverhältnis

Weitere, für Ultramid® typische Eigenschaften wie gute Chemikalienbeständigkeit, Witterungs- und UV-Beständigkeit sowie einfache Verarbeitung bleiben ebenso erhalten wie die physiologische Unbedenklichkeit.

Durch ihr Eigenschaftsprofil (Abb. 2) ermöglichen Ultramid® Structure-Typen die Herstellung innovativer Bauteile im anspruchsvollen Metallersatz sowie einen moderneren Leichtbau durch optimiertes Bauteildesign mit dünneren Wandstärken.

Damit sind sie besonders geeignet für Anwendungen im Maschinen- und Fahrzeugbau, im Bauwesen, in Handwerks- und Haushaltsgeräten sowie im Freizeit- und Sportbereich, z.B. in:

- Strukturbauteilen mit Anspruch an besonders hohe Steifigkeit und Zähigkeit, insbesondere bei erhöhten oder niedrigen Temperaturen
- Bauteilen mit Anforderung an Dauerbelastbarkeit
- Befestigungsteilen im Außeneinsatz
- Strukturen zur Energieabsorption

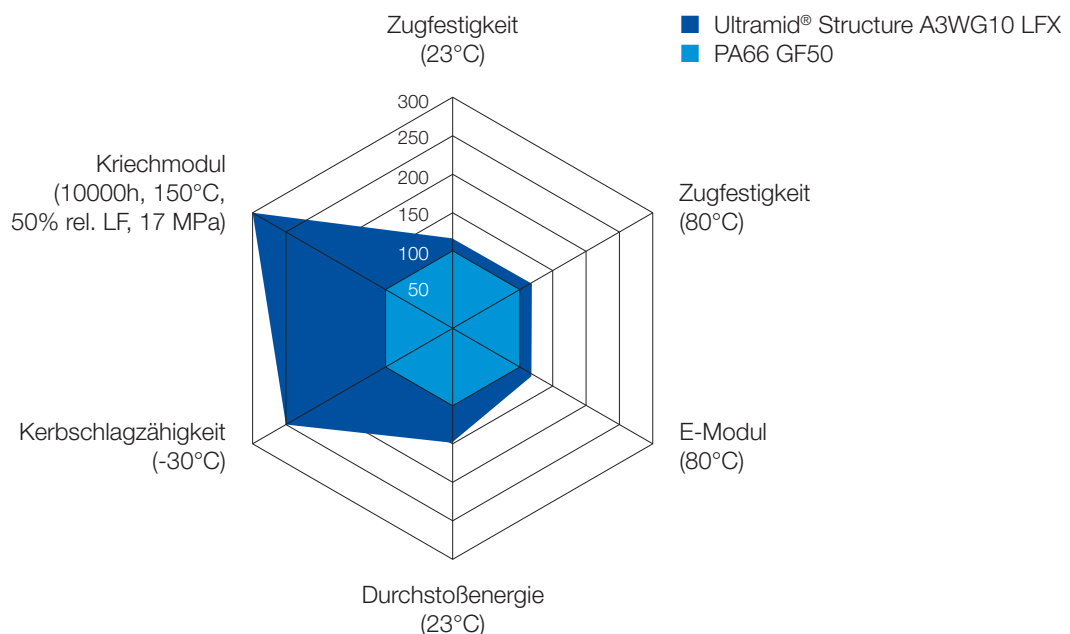


Abb. 2: Das Eigenschaftsprofil von Ultramid® Structure im Vergleich zu einem Standard-Polyamid mit Kurzglasfaser-Verstärkung (Glasfaseranteil 50 %).

Sortiment

Die Ultramid® Structure-Typen basieren auf verschiedenen Polyamid-Matrixmaterialien, die mit verschiedenen Additiven und Faserfüllgraden geliefert werden. Die Ultramid® Structure A (PA66)- und Ultramid® Structure B (PA6)-Typen zeichnen sich dabei durch besonders hohe mechanische Festigkeit, Steifigkeit, Wärmeformbeständigkeit und Beständigkeit gegen heiße Schmierstoffe sowie heißes Wasser aus.

Daraus hergestellte Teile sind dimensionsstabil und haben eine hohe Zeitstandfestigkeit. Bei den Ultramid® Structure D-Compounds handelt es sich um Spezialpolyamide, die gleich hohe mechanische Festigkeiten und Steifigkeiten sowohl im trockenen als auch im konditionierten Zustand aufweisen.

Ultramid® Structure wird mit der Kennzeichnung LFX (langglasfaser-verstärkt) angeboten.

Für noch anspruchsvollere Anwendungsbedingungen ist die BASF in der einzigartigen Lage, das Ultramid® Advanced-Portfolio auf Basis von Polyphthalamid (PPA)-Polymeren mit Langfaserverstärkung anzubieten, um Kunden die Entwicklung neuer Teile für zukünftige Anwendungen zu ermöglichen:

Ultramid® Advanced T1000:

Compounds mit der höchsten Festigkeit und Steifigkeit aller Ultramid®-Typen und stabilen mechanischen Eigenschaften bis ~120 °C (trocken) und 80 °C (kond.) sowie hoher Chemikalienbeständigkeit.

Ultramid® Advanced T2000:

Ausgezeichnetes Fließverhalten, hohe Wärmeformbeständigkeit und gute E&E-Eigenschaften.

Ultramid® Advanced N:

Geringste Wasseraufnahme, höchste Glasübergangstemperatur (kond.) und ausgezeichnete Chemikalien- und Hydrolysebeständigkeit.

Ultramid® Structure A

- PA66 mit 40-60 % LGF
- Besonders hohe Steifigkeit und Energieabsorption

Ultramid® Structure B

- PA6 mit 40-60 % LGF
- Hohe Steifigkeit, hohe Schlagzähigkeit und gute Oberflächenqualität

Ultramid® Structure D

- Spezialpolymere mit 40-60 % LGF
- Sehr hohe Steifigkeit, Dimensionsstabilität und besonders gute Oberflächenqualität

Ultramid® Advanced T1000 LFX

- PA6T/6I mit 50 % LGF
- Hohe Steifigkeit und Festigkeit bis zu 120 °C
- Hohe chemische Beständigkeit und geringe Wasseraufnahme

Ultramid® Advanced T2000 LFX

- PA6T/66 mit 50 % LGF
- Hohe HDT und gutes E&E-Verhalten
- Hohe Fließfähigkeit und Dimensionsstabilität

Ultramid® Advanced N LFX

- PA9T mit 50 % LGF
- Hohe Glasübergangstemperatur, hohe Zähigkeit und geringe Wasseraufnahme
- Hohe Chemikalien- und Hydrolysebeständigkeit
- Keine Blasenbildung beim Reflow-Löten

Tabelle 1: Übersicht über Produktportfolio: Ultramid® Structure LFX und Ultramid® Advanced LFX

Herstellung

Ultramid® Structure-Typen werden in einem speziellen Pultrusionsverfahren hergestellt. Dabei werden endlose Glasfaser-Rovings aufgefächert und dann in der Imprägniereinheit, dem Herzstück des Verfahrens, mit einer geschmolzenen, bereits vollständig additvierten Polyamidschmelze benetzt. Das spezielle Design der Imprägniereinheit ermöglicht dabei, dass die Glasstränge nicht als kompaktes Bündel ummantelt werden, sondern jedes Filament einzeln (Abb. 3).

Im weiteren Verlauf des Prozesses werden die benetzten Glasfaser-Rovings zu kreisrunden Polyamidsträngen geformt und schließlich im letzten Schritt granuliert. Das Ergebnis des Pultrusionsverfahrens sind Granulatkörner, dessen Glasfasern die exakt gleiche Länge wie das Granulat aufweisen.

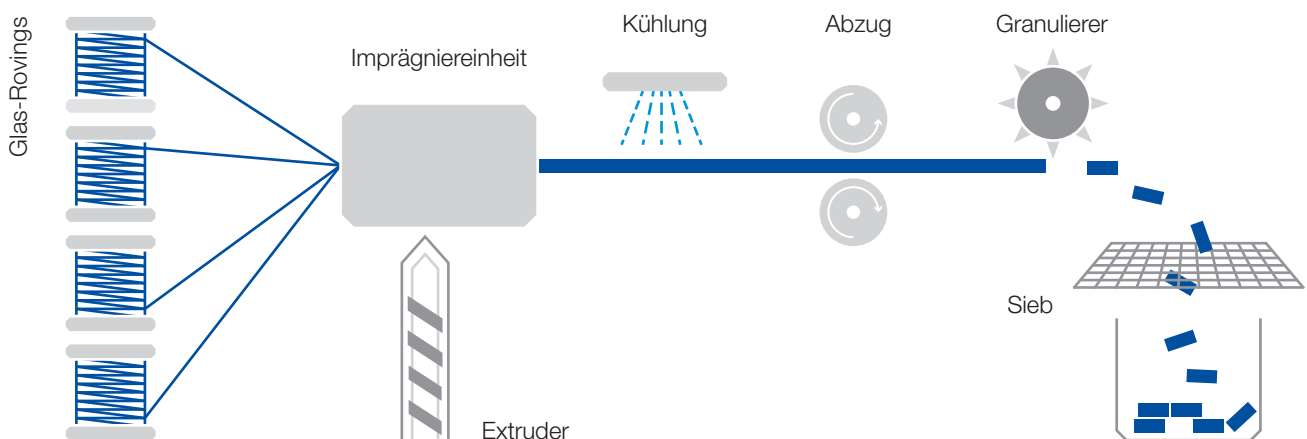


Abb. 3: Schematische Darstellung des Pultrusionsprozesses zur Herstellung von Ultramid® Structure.

Fasernetzwerk aus Langfasern

Beim Spritzguss von Ultramid® Structure entsteht in der Werkzeugkavität, wie bei vergleichbaren kurzglasfaser-verstärkten Polyamiden, ein dreischichtiger Aufbau der einzelnen Faserebenen. In Fließrichtung bildet sich eine höher orientierte Randschicht mit einer senkrecht dazu orientierten Kernschicht aus. Im Unterschied zu kurzglasfaser-verstärkten Polyamiden entsteht jedoch mit den Ultramid® Structure-Typen aufgrund der langen Fasern und der damit verbundenen geänderten Faserorientierung im Feststoff ein deutlich isotropes Bauteil.

Als weiterer wichtiger Unterschied zu kurzglasfaser-verstärkten Polyamiden bilden die langen Glasfasern im Ultramid® Structure während des Spritzgussprozesses im Bauteil ein dreidimensionales Fasernetzwerk aus.

Dieses bildet das Faserskelett und bleibt selbst beim Veraschen des Kunststoffes erhalten (Abb. 4). Über dieses Grundgerüst können induzierte Spannungen direkt von Faser zu Faser übertragen werden. So werden temperatur- und feuchtigkeitsabhängige Eigenschaftsänderungen signifikant verringert. Des Weiteren nähert sich das Kriechverhalten und die Energieaufnahme von Ultramid® Structure an Metalle an, ohne dabei die klassischen Vorteile eines Kunststoffes zu verlieren.

Im Vergleich zu entsprechendem Kurzfasergarnat verleiht die dreidimensionale Langglasfaserstruktur von Ultramid® Structure einem Bauteil bessere Eigenschaften bei gleicher Temperatur oder identische Eigenschaftswerte bei etwa 20 °C höherer Temperatur.



Abb. 4: Zahnrad aus Ultramid® Structure D3EG10 LFX vor und nach dem Veraschen.



Mechanische Eigenschaften

Durch ihre Länge und die räumliche Überschneidung im dreidimensionalen Faserskelett schaffen die langen Glasfasern eine verstärkende Struktur, die in der Lage ist, mehr Last über die Fasern abzutragen. Dies äußert sich in Form der im Folgenden beschriebenen werkstofflichen Vorteile.

Steifigkeit

Die Ultramid® Structure-Typen zeigen gegenüber entsprechenden kurzglasfaser-verstärkten Polyamiden ein lineareres Verhalten beim Zugversuch und ein größeres elastisches Formänderungsvermögen. Beide Werkstoffe weisen bis zur Glasübergangstemperatur annähernd gleiche Werte auf. Oberhalb dieser Temperatur zeigen die Ultramid® Structure-Typen jedoch 20 % – 30 % höhere E-Modulwerte. Somit sind Bauteile auf Basis von Ultramid® Structure weniger nachgiebig und lassen eine höhere reversible Formänderungen zu (Abb. 5).

Das Ultramid® Structure-Portfolio umfasst auch Typen mit einer besonders hohen Glasfaserverstärkung. So zeigt z.B. das Ultramid® Structure mit 60 Gew.-% Langglasfasern gegenüber der entsprechenden Type mit 50 Gew.-% Langglasfasern nochmals stark erhöhte Mechanik auf (Abb. 6).

Eine weitere Besonderheit stellen die D-Typen innerhalb des Ultramid® Structure-Portfolios dar. Hierbei handelt es sich um langglasfaser-verstärkte Spezialpolyamide, die gegenüber reinen PA66-Compounds wie z.B. Ultramid® Structure A3WG10 LFX deutlich höhere Glasübergangstemperaturen aufweisen. So besitzt Ultramid® Structure D3EG10 LFX als besonderes Merkmal nahezu gleiche mechanische Eigenschaften im trockenen und konditionierten Zustand bei Raumtemperatur. Die D-Typen sind insbesondere für den anspruchsvollen Metallersatz mit Dauergebrauchstemperaturen im Bereich bis 60 °C hervorragend geeignet (Abb. 6).

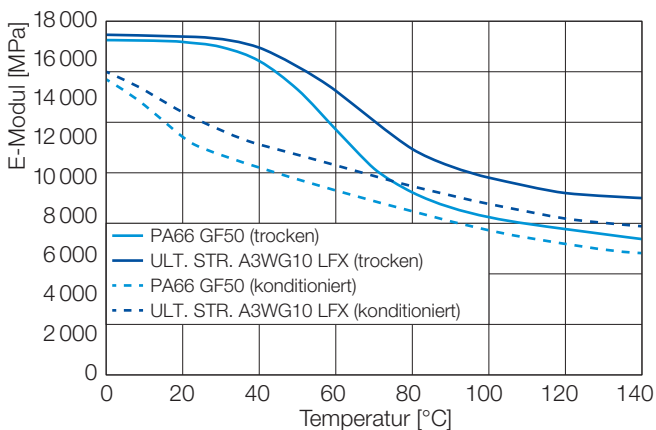


Abb. 5: Temperaturabhängiger Verlauf des E-Moduls im trockenen und konditionierten Zustand von Ultramid® Structure A3WG10 LFX im Vergleich zu einem Standard-Polyamid mit Kurzglasfaser-Verstärkung (Glasfaseranteil 50 %).

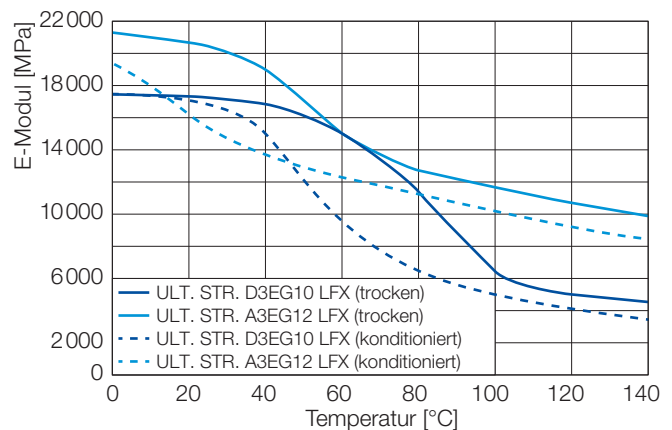


Abb. 6: Temperaturabhängiger Verlauf der E-Module von Ultramid® Structure A3EG12 LFX ungefärbt und Ultramid® Structure D3EG10 LFX im trockenen und konditionierten Zustand.



Festigkeit

Im Gegensatz zur Steifigkeit ist beim temperaturabhängigen Abfall der Festigkeit ein anderes Verhalten zu beobachten. Dieser zeigt sowohl im trockenen als auch im konditionierten Zustand bei den Ultramid® Structure-Typen den gleichen Kurvenverlauf wie bei den entsprechenden kurzglasfaser-verstärkten Materialien. Dennoch macht sich auch hier der Einfluss der Langglasfasern bei den Ultramid® Structure-Typen deutlich bemerkbar: Alle Werte der Kurve haben sich um etwa 20 % nach oben verschoben (Abb.7).

Die mechanischen Eigenschaften von Ultramid® Structure lassen demnach neue Freiheitsgrade beim Bauteildesign zu. So können aufgrund der höheren Steifigkeiten und Festigkeiten neue Bauteile für den Metallsatz hergestellt werden, die in der Lage sind, höhere Lasten aufzunehmen.

Des Weiteren können Bauteile für den Leichtbau optimiert werden, indem sie bei gleicher Lastenaufnahme deutlich geringere Wandstärken aufweisen.

Häufig sind Bauteile multiaxialen Belastungen ausgesetzt. Wegen der hohen Anisotropie kurzglasfaser-verstärkter Polyamide kann eine ausgewogene Bauteilauslegung mitunter schwierig sein. Die Ultramid® Structure-Typen zeigen demgegenüber ein isotropes Verhalten (Abb.8).

Ein weiterer Vorteil von Ultramid® Structure ist der höhere Sekantenmodul bei erhöhten Dehnungen bzw. Spannungen. Dadurch verhält sich das Material fast linearelastisch.

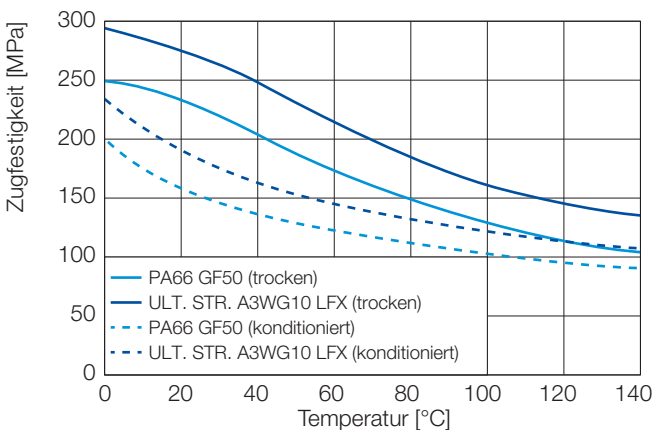


Abb. 7: Temperaturabhängiger Verlauf der Zugfestigkeiten im trockenen und konditionierten Zustand von Ultramid® Structure im Vergleich zu einem Standard-Polyamid mit Kurzglasfaser-Verstärkung (Glasfaseranteil 50 %).

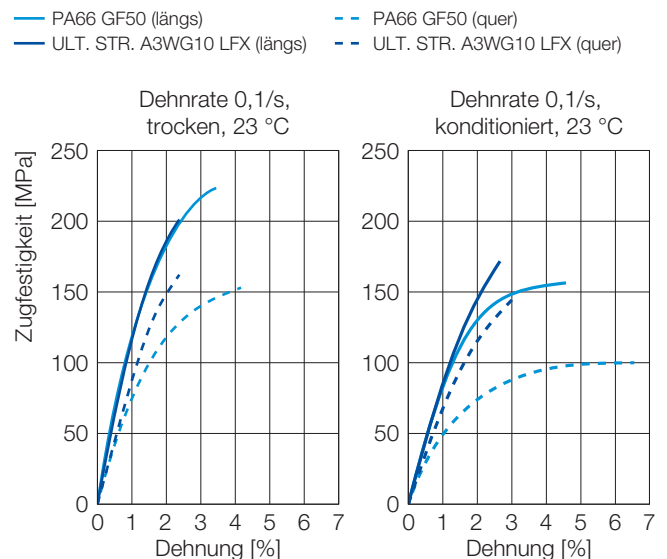


Abb. 8: Zug-Dehnungskurven längs und quer zur Faservorzugsrichtung von Ultramid® Structure im Vergleich zu einem Standard-Polyamid mit Kurzglasfaser-Verstärkung (trocken und konditioniert).

Schlagzähigkeit und Energieaufnahme

Durch die Bildung des dreidimensionalen Glasfasernetzwerkes wird bei Ultramid® Structure die Weiterleitung eines entstandenen Risses so stark erschwert, dass ein Bauteil mehr Energie absorbieren kann bevor es versagt (Abb. 9). Deshalb besitzen die langglasfaser-verstärkten Polyamide ausgezeichnete Zähigkeitswerte ohne die sonst bei schlagzähmodifizierten kurzfaserverstärkten Polyamiden beobachteten Einbußen in der Steifigkeit. Des Weiteren ist bei den Ultramid® Structure-Typen eine hervorragende Kerbschlagzähigkeit über einen sehr weiten Temperaturbereich zu beobachten. Bei Raumtemperatur sowie bei -30 °C werden annähernd gleich hohe Werte gemessen (Abb. 10), die damit gegenüber kurzglasfaser-verstärkten Polyamiden mehr als doppelt so hoch sind. Selbst speziell schlagzähmodifizierte Typen (wie PA6-I GF50) schneiden schlechter ab als die vergleichbaren Langglas-Typen. Bei Ultramid® Structure ist demnach auch bei sehr niedrigen Temperaturen keine Versprödung festzustellen.

Als Maß für die Energieaufnahme von Ultramid® Structure gilt der Durchstoßversuch. Bei dieser Testmethode zeigen die langglasfaser-verstärkten Polyamide neben einer signifikant höheren Energieabsorption auch ein duktileres Bruchverhalten der Prüfkörper im Vergleich zu Standard-Polyamiden (Abb. 11). Bei den Bruchbildern ist zu erkennen, dass die Fragmente des Durchstoßes nicht zersplittern, sondern nur umgebogen sind. Dies hat Auswirkungen im Crashfall, da immer noch ein Zusammenhalt des Bauteils existiert (Abb. 12).



Abb. 12: Duktileres Bruchbild nach erfolgtem Durchstoßversuch an einer Platte aus Ultramid® Structure A3WG10 LFX (links, Scharnierbruch) und PA66 GF50 (rechts, Splitterbruch).

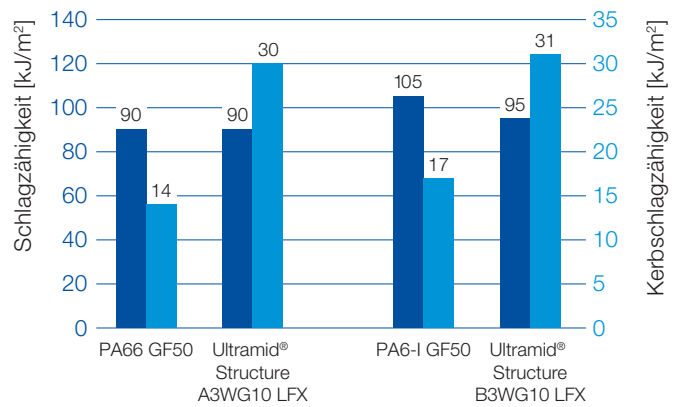


Abb. 9: Schlagzähigkeit bei Raumtemperatur von Ultramid® Structure im Vergleich zu kurzglasfaser-verstärkten Polyamiden.

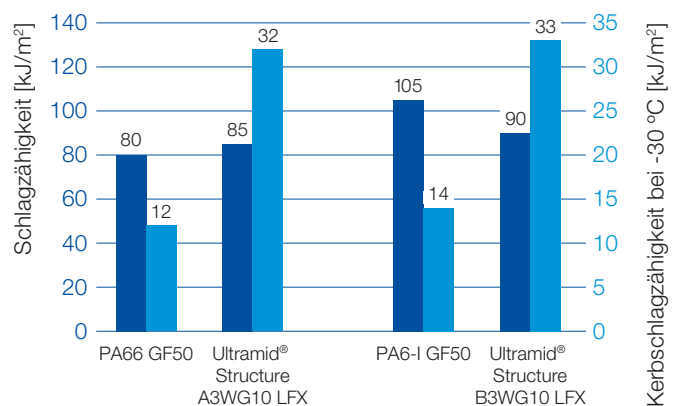


Abb. 10: Schlagzähigkeit bei minus 30 °C von Ultramid® Structure im Vergleich zu kurzglasfaser-verstärkten Polyamiden.

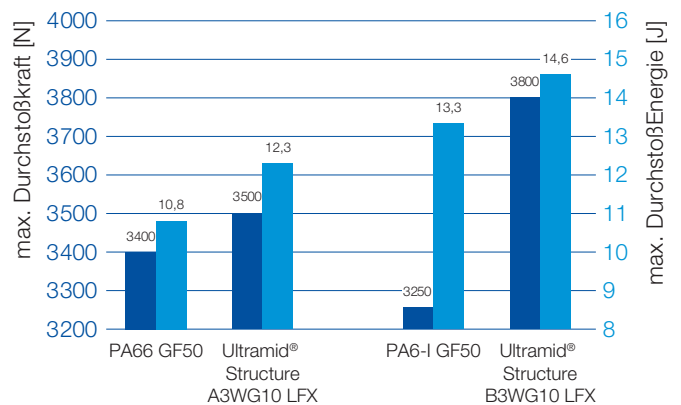


Abb. 11: Durchstoßkraft und -energie bei Raumtemperatur von Ultramid® Structure im Vergleich zu kurzglasfaser-verstärkten Polyamiden.

Kriech- und Ermüdungsverhalten

Das Leistungsvermögen von Ultramid® Structure zeigt sich unter dauerhaft statischer und dynamischer Belastung. Bauteile aus Ultramid® Structure kriechen weniger und zeigen ein deutlich besseres Ermüdungsverhalten als Bauteile aus kurzglasfaser-verstärktem Polyamid. Dies kommt insbesondere bei erhöhten Temperaturen und bei Feuchtigkeit zum Tragen.

Im Vergleich mit entsprechenden Kurzglasfaser-Typen zeigen die Ultramid® Structure-Materialien eine deutlich geringere Neigung zur Verformung durch Kriechen. Ursache hierfür ist das dreidimensionale Fasernetzwerk, in dem sich die einzelnen Fasern gegenseitig stützen. Somit muss für die gleiche Verformung deutlich mehr Kraft aufgewendet werden bzw. ist bei gleicher Kraftwirkung eine geringere Verformung die Folge (Abb. 13).

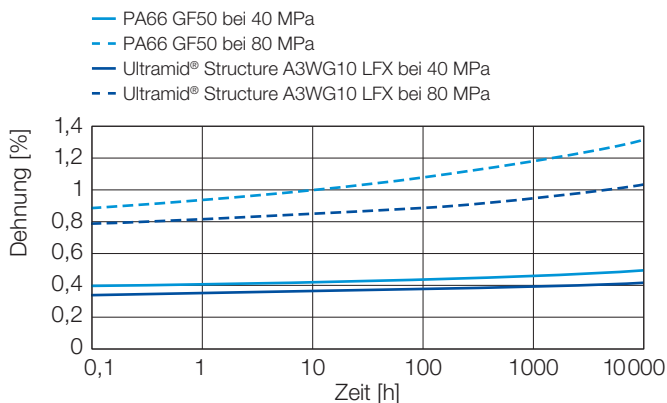


Abb. 13: Kriechverhalten bei verschieden stark einwirkenden Spannungen im konditionierten Zustand (23 °C, 50 % rel.-LF) von Ultramid® Structure im Vergleich zu kurzglasfaser-verstärktem Polyamid.

Der Dauerschwingversuch (Abb. 14) zeigt, dass Ultramid® Structure eine bis zu 100fach höhere Schwingspielzahl im Vergleich zu einem Polyamid mit Kurzglasfaser-Verstärkung erreicht (wechselnde Belastung, R=-1, f=5 Hz, Normklima [23 °C, 50 % rel.-LF]).

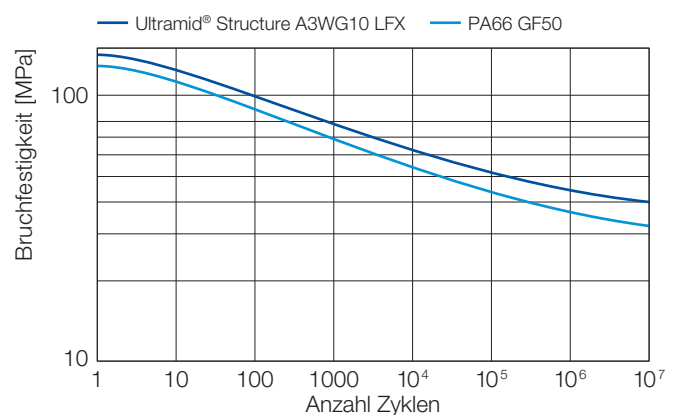


Abb. 14: Ermüdungsverhalten im konditionierten Zustand (23 °C, 50 % rel.-LF) von Ultramid® Structure im Vergleich zu kurzglasfaser-verstärktem Polyamid.

WÄRMIFORMBESTÄNDIG

METALLERSATZ

HOHE

HOHE KERBSCHLAGZÄ

DIREKTVERSCHRAUBUNG

LANGGLAS

NEUE FREIHEITSGRADE BEIM BAUTEILDESIGN

GUTE MECHANISCHE EIGENSCH

MASCHINEN- UND FAHRZEUGBAU

EINFACHE VERARBEITUNG

HANDWE

REDUZIERTER VERZUG

HOHE ENERGIEABSOR

ANWENDUNG IN HOCHBELASTETEN BAUTEILEN

GUTE VERSCHWEISSEIGENSCHAFT

GARTENWERKZEUGGRIFF

GUTE CHEMIKALIENBESTÄNDIGKEIT



GUTE KRIECHFESTIGKEIT

NABEN IN LÜFTERRÄDERN

STEIFIGKEIT UND FESTIGKEITZÄHIGKEIT

FREIZEIT- UND SPORTBEREICH

LEISTUNGSFÄHIGKEIT

LEICHTBAU

FASER-VERSTÄRKT

BAUTEIL AUSLEGUNG MIT ULTRASIM®

BAUWESEN

STABILITÄT BEI HOHER TEMPERATUR

ERHÖHTE DAUERSCHWINGFESTIGKEIT

WERKS- UND HAUSHALTSGERÄTE

SKIBINDUNGEN

REZEPTION

REDUZIERTE SCHWINDUNG

KAFFEEMASCHINENGRIF

VERSCHLEISSARME VERARBEITUNG

VERBESSERTE OBERFLÄCHENQUALITÄT

STREIFEN

HYDROLYSEBESTÄNDIG



Schwindung und Verzug

Neben der Verbesserung der mechanischen Eigenschaften bewirkt das dreidimensionale Faserskelett auch eine reduzierte Verarbeitungsschwindung und somit einen geringeren Verzug. Da Langglasfasern in spritzgegossenen Bauteilen weniger stark orientiert sind als entsprechende Kurzglasfasern, ergeben sich insgesamt weniger richtungsabhängige Eigenschaften der Bauteile. Für die Verarbeitungsschwindung bedeutet dies eine starke Abnahme quer zur Fließ-

richtung, während entlang der Fließrichtung ein leichter Anstieg zu beobachten ist (Abb. 15). Generell sind die Schwindung und der Verzug während der Verarbeitung abhängig von der Nachdruckphase und der Werkzeugtemperatur. Bei gleichen Verarbeitungsbedingungen sind immer die Gesamtschwindung und der Verzug der Ultramid® Structure-Typen gegenüber entsprechenden Kurzglasfaser-Produkten deutlich reduziert (Abb. 16).

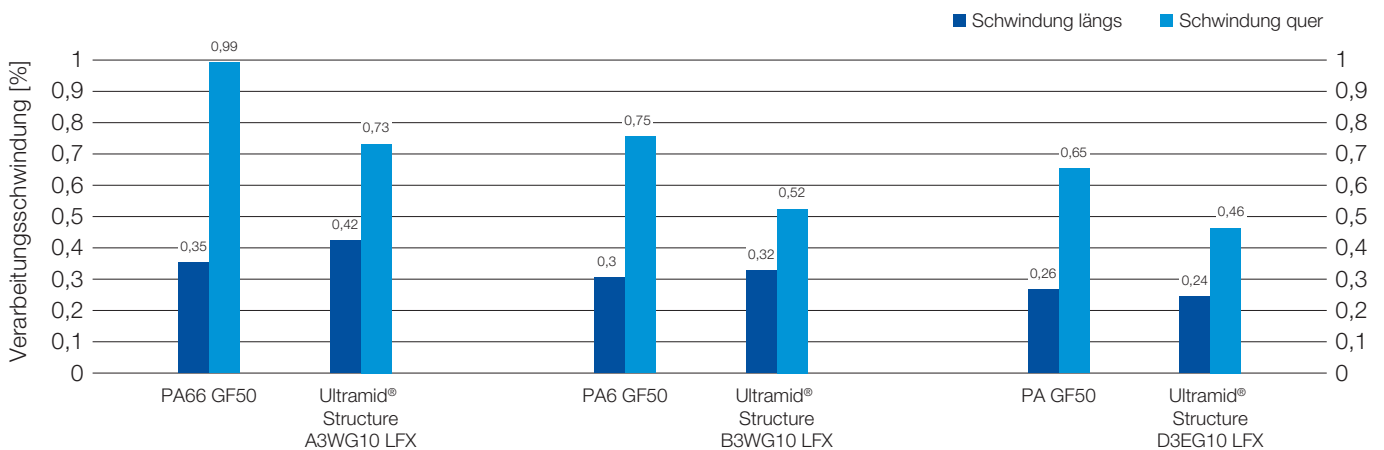


Abb. 15: Vergleich der Verarbeitungsschwindung gemäß DIN EN ISO 294 von Ultramid® Structure-Typen und entsprechenden 50 Gew.-% Kurzglasfaser verstärktem Polyamiden.

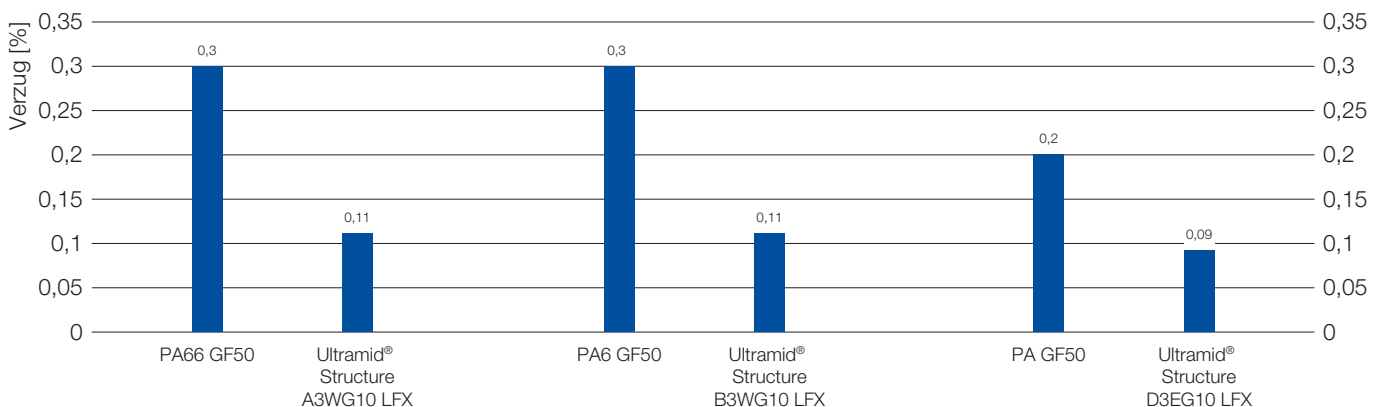


Abb. 16: Vergleich des Verzugs von Ultramid® Structure-Typen und entsprechenden 50 Gew.-% kurzglasfaser-verstärkten Polyamiden.

Langzeit-Hydrolysebeständigkeit

Ultramid® Structure zeigt eine gute Beständigkeit gegenüber Ethylenglykol, das vor allem als Frostschutzmittel eingesetzt wird. Im Automobil wird es für diesen Zweck dem Kühlwasser normalerweise im Mischungsverhältnis 50:50 zugesetzt. Dadurch kann einerseits Frostschutz bis ca. -40 °C erzielt werden, andererseits ist der Dampfdruck der Mischung niedriger als der von Wasser. Dies hat zur Folge, dass bei geringerem Überdruck Kühlmitteltemperaturen oberhalb von 100 °C möglich sind.

Typische Prüfspezifikationen der Automobilindustrie werden in Labortests simuliert: In diesen Szenarien gibt es einen Kühlmitteldurchfluss bei 2 bar Überdruck und Temperaturen von 130 °C bei 2.000 Stunden Dauer.

Im Kontakt mit Ethylenglykol-Wasser-Gemischen quillt Polyamid und wird bereits nach kurzer Kontaktzeit (etwa 48 Stunden) durch diese Quellung aufgeweicht. Danach beginnt, stark abhängig von der Temperatur, ein Abbau der Polymerketten. Dieses Verhalten findet sich im Kontakt mit allen kommerziell erhältlichen Kühlmitteln. Dafür hat BASF

bereits hydrolysestabilisierte Kurzglasfaser-Produkte mit Kennzeichnung HR (hydrolysis resistant) und HRX entwickelt, die gegenüber Standardprodukten unter den o.g. Einsatzbedingungen eine deutlich erhöhte Beständigkeit aufweisen.

Gegenüber den speziellen HR-Kurzglasfaserprodukten zeigt Ultramid® Structure A3WG10 LFX in Kühlflüssigkeit bei Lagerung in einem Glysantin®-Wassergemisch (50:50) bei 130 °C einen leicht erhöhten hydrolytischen Abbau. Ausgehend von einer gegenüber Ultramid® A3WG7 HRX höheren mechanischen Anfangsfestigkeit liegen nach einer Lagerdauer von 2.000 Stunden das LFX-Material nur geringfügig unterhalb der HRX-Endfestigkeit. Im Gegensatz zum Ultramid® A3WG7 HRX zeigen die LFX-Typen im gequollenen Zustand nahezu unveränderte Bruchdehnungen zum trockenen Zustand (Abb.17).

Die Ultramid® Structure A-Typen sind deshalb für den Einsatz im Kontakt mit Kühlmitteln geeignet.

Für noch höhere Anforderungen an die Hydrolysebeständigkeit sind sowohl Ultramid® Advanced N als auch Ultramid® Advanced T1000-Compounds geeignet.

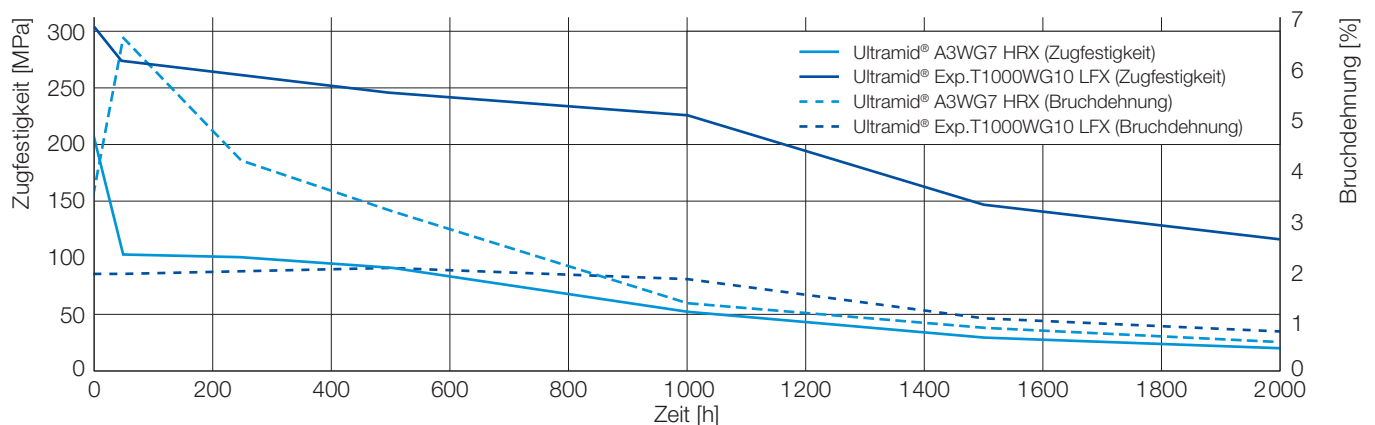


Abb. 17: Vergleich der Beständigkeit von Ultramid® Structure Exp. T1000WG10 LFX mit der hydrolysestabilisierten Kurzglasfasertypen Ultramid® A3WG7 HRX gegen Kühlflüssigkeit bei Lagerung in Glysantin®-Wassergemisch (50:50) bei 135 °C.

Oberflächengüte

Aufgrund ihrer besonderen Glasfaserverstärkung weisen die Ultramid® Structure-Typen gegenüber entsprechenden kurzglasfaser-verstärkten Polyamiden deutlich bessere Oberflächen auf. Durch die längeren Glasfasern befinden sich bei diesen Polyamiden im direkten Vergleich weniger Faserenden auf einer gleich großen Fläche. Hierdurch können während des Spritzgusses deutlich homogenere Oberflächen erzielt werden. Die Messung der Oberflächenrauigkeit beweist dies. So ist beim Ultramid® Structure A3WG10 LFX die Rautiefe R_z um etwa 10 % geringer als bei einem vergleichbaren PA66 GF50. Ebenso ist bei den Ultramid® Structure-Typen auch der Mittenrauwert R_a gegenüber entsprechenden kurzglasfaser-verstärkten Polyamiden niedriger (Abb. 18).

Aufgrund der glatteren Oberfläche weisen die Ultramid® Structure-Typen in der Glanzmessung nach DIN 67530 höhere Messwerte auf. Der verbesserte Glanz im Vergleich mit entsprechenden kurzglasfaser-verstärkten Polyamiden zeigt sich sowohl in einem Winkel von 20° als auch in einem Winkel von 60° (Abb. 19).

Für Bauteile, die eine besonders hohe Oberflächengüte aufweisen sollen, wird die Verwendung der Ultramid® Structure B-Typen wie z.B. Ultramid® Structure B3WG10 LFX empfohlen (vergl. Abb. 19 und 20).

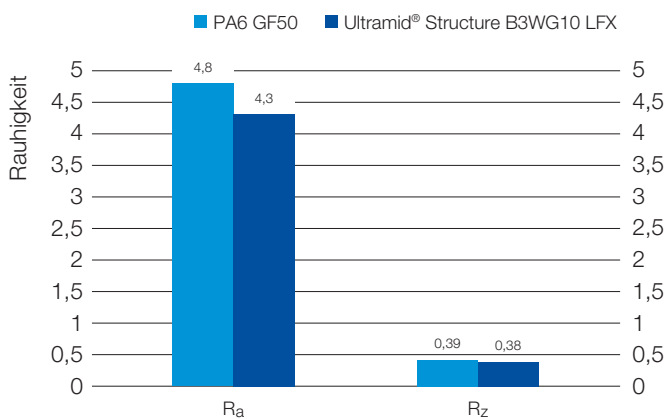


Abb. 18: Vergleich der Oberflächenrauigkeit von Ultramid® Structure-Typen und entsprechenden 50 Gew.-% kurzglasfaser-verstärkten Polyamiden.

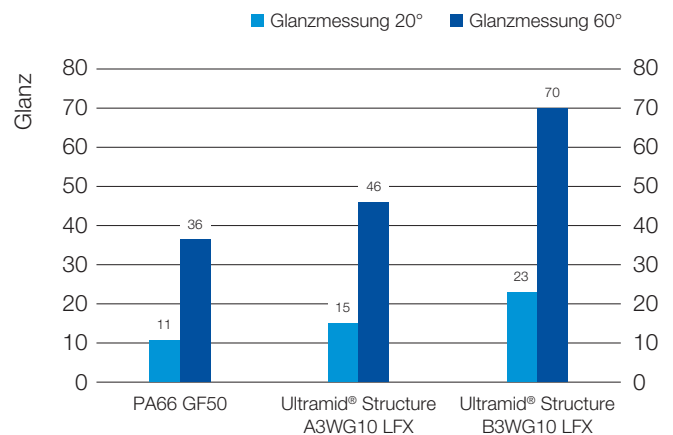


Abb. 19: Glanzwerte von Ultramid® Structure-Typen im Vergleich zu kurzglasfaser-verstärktem PA 66 GF50.



Abb. 20: Ein Staubsaugerdeckel hergestellt aus Ultramid® Structure B3WG10 LFX zeigt eine besonders hohe Oberflächengüte.

Brandverhalten

Ultramid® Structure A, B und D beginnt, sich oberhalb von 310 °C langsam zu zersetzen. Im Temperaturbereich von 450 °C bis 500 °C bilden sich brennbare Gase, die nach ihrer Zündung weiter brennen. Diese Vorgänge werden von vielen Faktoren beeinflusst, so dass, wie bei allen brennbaren festen Stoffen, kein definierter Flammpunkt angegeben werden kann. Der Einsatz von Flammenschutzadditiven soll die Entstehung von Bränden verhindern (Entzündung) bzw. im Brandfall dessen Ausbreitung minimieren (Selbstverlöschung). Als Zersetzungsprodukte bei der Verschweilung und Verbrennung entstehen im wesentlichen Kohlendioxid und Wasser, je nach Sauerstoffangebot geringe Mengen Kohlenmonoxid und neben Stickstoff in geringem Umfang stickstoffhaltige Verbindungen. Nach toxikologischen Untersuchungen sind die im Temperaturbereich bis 400 °C entstehenden Zersetzungsprodukte weniger giftig als die von Holz; bei höheren Temperaturen ist die Toxizität vergleichbar.

Generell sind Ultramid® Structure-Typen beim Brandverhalten nach UL94 als HB eingestuft. Wenn dieses Brandverhalten auch bei höheren Temperaturen über einen langen Zeitraum gewährleistet werden muss, sind Ultramid® Structure A3WG10 LFX und Ultramid® Structure B3WG10 LFX empfohlen. Beide Produkte besitzen einen relativen Temperaturindex elektrisch (RTI Elec.) von 125 °C, dokumentiert auf der jeweiligen Yellow Card von UL.

Für Anwendungen, an die besondere Flammchutzanforderungen gestellt werden, stehen speziell ausgerüstete Ultramid® Structure-Typen zur Verfügung.

Ultramid® Structure	Brandverhalten nach UL94	RTI Elec.
A3WG10 LFX SW23215	HB	125 °C
B3WG10 LFX SW23215	HB	125 °C

Tabelle 2: Brandverhalten der Ultramid® Structure Typen

Schweißen

Ultramid® Structure ist im Spritzguss gut zu verarbeiten. Im anschließenden Schweißvorgang, ein etablierter Prozess zur Herstellung komplexer Bauteile, entscheidet das Verfahren über die Leistungsfähigkeit der Serienteile und ist somit als Schlüsseltechnologie anzusehen.

Ultramid® Structure überzeugt durch Schweißnahtfestigkeiten auf sehr hohem Niveau. Beispielhaft sind hier die Resultate im Vibrationsschweißverfahren gezeigt.

Im direkten Vergleich zu einem Polyamid mit gleichem Kurzglasfaseranteil, kann bei Ultramid® Structure eine Steigerung der Schweißnahtfestigkeit von über 10 % erreicht werden. Durch die Auswahl der geeigneten Schweißparameter können Langglasfasern ihre Verstärkungswirkung in die Naht übertragen und somit die Festigkeit des Bauteils deutlich erhöhen.

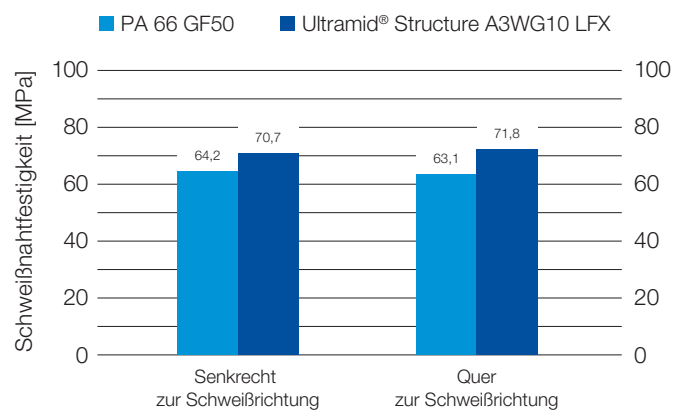


Abb. 22: Schweißnahtfestigkeit von Ultramid® Structure im Vergleich zu einem Standardpolyamid mit 50 % Kurzglasfaser-Verstärkung

Krafteinleitung und Direktverschrauben

Die Krafteinleitung definiert, wie die Leistungsfähigkeit eines Bauteils ausgenutzt wird. Eigenschaften von faserverstärkten Spritzgussteilen werden im Wesentlichen durch die Orientierung der Fasern im Bauteil bestimmt. Dies kann durch kluges Design und geschickte Lage des Anguss-Systems lastgerecht konstruiert werden.

Bei der Einleitung von Kräften in das Bauteil ist es wichtig, dass die Eigenschaften des Kunststoffteils optimal genutzt werden. Um sicherzustellen, dass entsprechende Anzugsmomente über die Lebensdauer des Bauteils konstant übertragen werden, sind in der Regel Metallinserts an den Aufnahmepunkten zu integrieren.

Ein Nachteil der Metallinserts ist jedoch der damit verbundene erhöhte konstruktive Aufwand des entsprechenden Bauteils. Darüber hinaus bedeutet die Integration von Metallinserts einen zusätzlichen Arbeitsschritt, der einen erhöhten Zeitaufwand und höhere Kosten mit sich bringt. Eine Alternative ist die Direktverschraubung mit gewindeformenden Metallschrauben, die jedoch hohe Anforderungen an die einzusetzenden Materialien stellt.

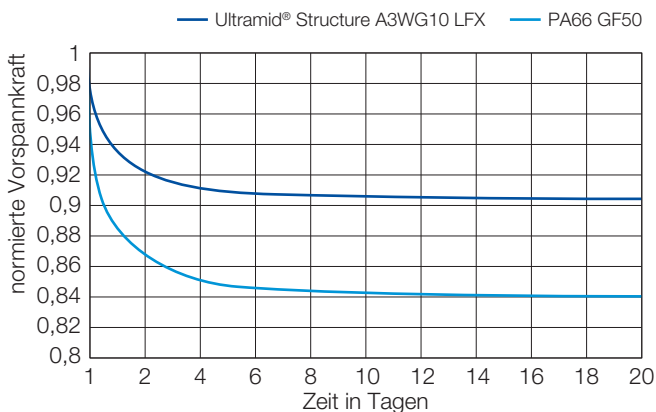


Abb. 23: Verlust der Vorspannkraft bei einer Direktverschraubung von Ultramid® Structure im Vergleich zu einem Standardpolyamid mit 50 % Kurzglasfaser-Verstärkung (bei 80 °C und 50 % relative Luftfeuchtigkeit)

Ultramid® Structure ist aufgrund seiner guten mechanischen Kennwerte, insbesondere der sehr geringen Kriechneigung, für die Direktverschraubung hervorragend geeignet. Das Material bietet somit die Möglichkeit, Herstellkosten gegenüber einem adäquaten Bauteil aus kurzglasfaserverstärktem Polyamid zu reduzieren.

Ein CT-Scan von Schraubengewinden zeigt, dass die Langglasfaserverstärkung eine sehr kompakte Oberfläche auf dem Gewinde bildet, was zu diesem Vorteil führt:

Bei der Direktverschraubung ist der zeitliche Verlauf der Vorspannkraft ein wesentliches Kriterium. Hierbei zeigt Ultramid® Structure im Vergleich mit entsprechenden kurzglasfaserverstärkten Polyamiden deutlich besseres Verhalten (Abb. 23).

Ausgehend von der gleichen Vorspannkraft fällt diese bei Ultramid® Structure deutlich weniger ab. Nach kurzem Relaxieren der Vorspannkraft zu Beginn der Verschraubung bleibt das Kraftniveau dann auf einem konstant hohen Niveau. Dieses Verhalten zeigt sich bereits bei Raumtemperatur, der Unterschied zur Vergleichstypen bei 80 °C ist noch signifikant ausgeprägt.

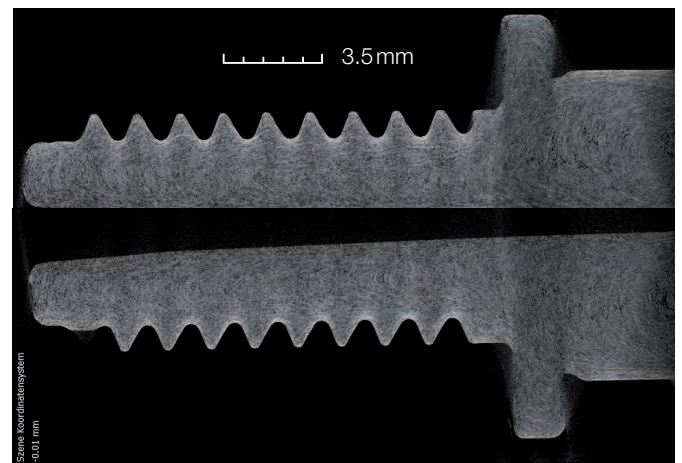
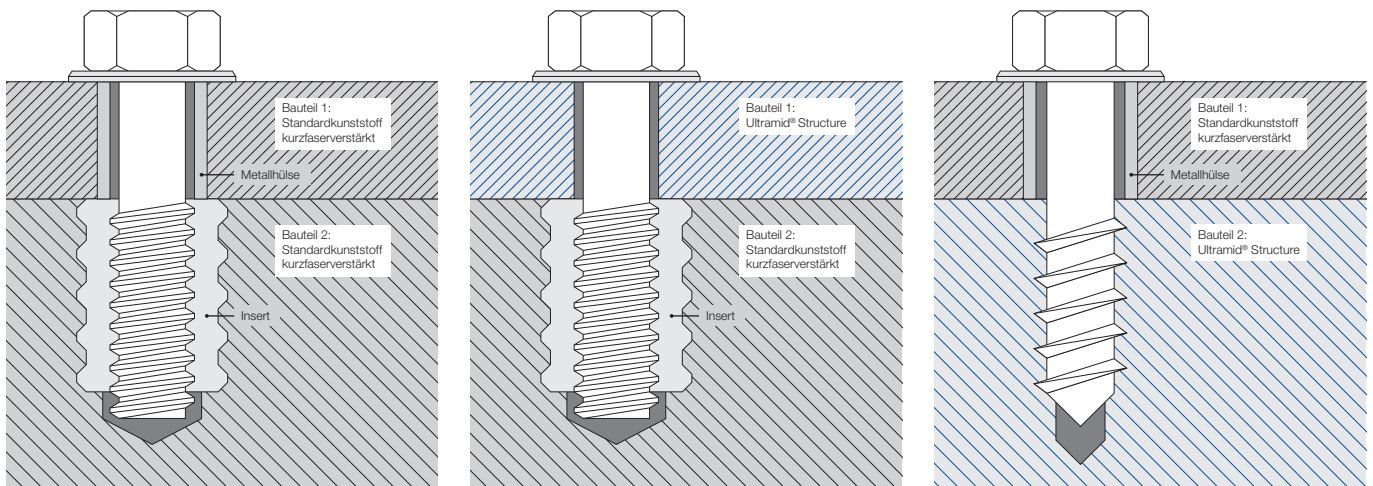


Abb. 24: CT-Scan von Schraubengewinden: Die Langglasfasern füllen die feinen Strukturen des Gewindes komplett aus. Sie werden auch auf die Oberfläche des Gewindes gepresst und bilden eine kompakte Schicht. Das erzeugt eine extrem feste Gewindeoberfläche.



Beim Einsatz von Metallinserts zur Verschraubung unterliegt der Kunststoff im Bereich des Schraubenkopfes nur geringer Spannung, da die Schraube im Wesentlichen auf der Hülse aufliegt. Ultramid® Structure bietet die Möglichkeit, vollständig auf Inserts zu verzichten. Die Krafteinleitung kann direkt durch den Kunststoff erfolgen und dauerhaft hoch übertragen werden.

Zur Auslegung einer solchen Verbindung wird empfohlen, die vorliegenden Materialkennwerte der Kriechkurven zu berücksichtigen und die maximal zulässige Spannung zu beachten.

Verarbeitung

Die Verarbeitung von Ultramid® Structure ist vergleichbar mit der entsprechender kurzglasfaser-verstärkter Polyamide. Es können herkömmliche Spritzgussmaschinen eingesetzt werden und auch bei der Werkzeugauslegung sind nur wenige zusätzliche Maßgaben zu beachten. Die Verarbeitung ist zudem verschleißarm.

Plastifiziereinheit

Ultramid® Structure lässt sich auf herkömmlichen Thermoplast-Spritzgussmaschinen verarbeiten, die mit einer Standard-Dreizonenschnecke ausgerüstet und für die Verarbeitung von glasfaser-verstärkten Polyamiden geeignet sind.

Die Praxis zeigt, dass aufgrund der optimierten Rezeptur und Granulatform mit sehr kleinen Schneckendurchmessern bis hin zu 20 mm gearbeitet werden kann, ohne dabei die Faserlänge durch den Plastifiziervorgang gravierend zu verkürzen. Die Materialfördereigenschaften sowie das Einzugverhalten von Ultramid® Structure sind mit Standard-Compounds vergleichbar.

Zu empfehlen ist stets eine offene Maschinendüse, aber auch mit geeigneten Nadelverschlussdüsen ist die Verarbeitung problemlos möglich.

Von Scher- und Mischteilen wird generell abgeraten, da eine starke Scherung eine unerwünschte Kürzung der Glasfasern verursachen kann.

Parameter wie Schneckendrehzahl, Staudruck oder Einspritzgeschwindigkeit sollten möglichst schonend gewählt sein, damit die Scherbelastung auf die Fasern weitestgehend reduziert wird. Generell weisen die Structure-Typen eine nur sehr geringe Neigung zu Faserbruch auf.

Das Temperaturprofil der Plastifiziereinheit kann analog zur Verarbeitung vergleichbarer kurzglasfaser-verstärkter Polyamid 6 und 6.6 Typen eingestellt werden. Zu empfehlen ist es jedoch, das Temperaturniveau um 10 °C bis 20 °C zu erhöhen. Die hierdurch erreichte geringere Schmelzeviskosität sorgt für ein schonenderes Aufschmelzen des Ultramid® Structure und verringert die Scherbelastung auf die Langglasfasern.

Werkzeugauslegung

Generelle Empfehlung: Bei der Verarbeitung langglasfaser-verstärkter Kunststoffe ist bei der Auslegung von Werkzeugen auf möglichst große Querschnitte und Radien zu achten. Diese Richtlinie gilt auch für die Verarbeitung von Ultramid® Structure. Die Praxis hat gezeigt, dass die optimierte Rezeptur eine Herstellung von kleineren und geometrisch kritischeren Teilen ermöglicht. Bei einer Reihe von kleinen bis kleinsten Bauteilen findet sich nach der Herstellung eine hohe Konzentration an Langglasfasern im finalen Produkt.

Das Anguss-System und der Anschnitt sind ausschlaggebend für die Herstellung von Bauteilen mit hohen mechanischen Eigenschaften. Ultramid® Structure ermöglicht die Verarbeitung mit Anschnittdurchmessern bis zu einem Durchmesser von 1 mm. Mit einem Tunnelanguss versehene Werkzeuge stellen somit kein Problem dar. Generell gilt jedoch, dass ein großer Querschnitt zu favorisieren ist.

Bei Werkzeugen mit Heißkanalsystemen empfehlen wir den Richtlinien und Vorgaben der Hersteller zu folgen. Ultramid® Structure wurde bereits mit diversen offenen Heißkanälen und Systemen mit Nadelverschluss verarbeitet, ohne nennenswerte Einbußen bei der Faserlänge festzustellen.

Ultramid® Structure bietet den Vorteil einer verschleißarmen Verarbeitung. Bei gleichem Fasergewichtsanteil enthalten langglasfaser-verstärkte Polyamide deutlich weniger freie, scharfkantige Faserenden, die für Verschleiß verantwortlich sind. Dieser Effekt kann die Standzeit der Plastifiziereinheit und des Werkzeuges deutlich erhöhen.

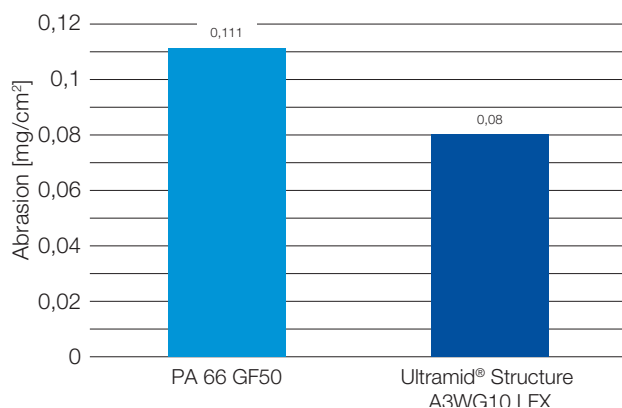


Abb. 25: Werkzeugverschleiß von Ultramid® Structure im Vergleich zu einem Standardpolyamid mit 50 % Kurzglasfaser-Verstärkung.

Bauteilauslegung mit Ultrasim®

Das BASF-Simulationsinstrument Ultrasim® wird bei der Auslegung von Bauteilen aus allen Industrien eingesetzt. Beispiele finden sich im Fahrzeug- und Maschinenbau, im Bauwesen, in Handwerks- und Haushaltsgeräten sowie in Bauteilen für den Sport- und Freizeitbereich.

Neben der präzisen Vorhersage des Bauteilverhaltens in Abhängigkeit von Herstellparametern, Faseranisotropie und Belastungsrichtung oder -geschwindigkeit lässt sich mit der mathematischen Bauteiloptimierung die bestmögliche Gestaltung unter gegebenen Bedingungen ermitteln.

BASF hat durch entsprechend angepasste Modelle das Berechnungswerkzeug soweit entwickelt, dass auch Bauteile simuliert werden können, die mit Langglasfasern verstärkt sind.

Ultrasim® stellt somit ein einzigartiges Werkzeug dar, um Bauteile von Kunden in einer sehr frühen Phase lastgerecht zu optimieren. Durch die präzisen Vorhersagen können Kosten und Zeit für Prototypen oder umfangreiche Korrekturen von Werkzeugen vermieden werden.

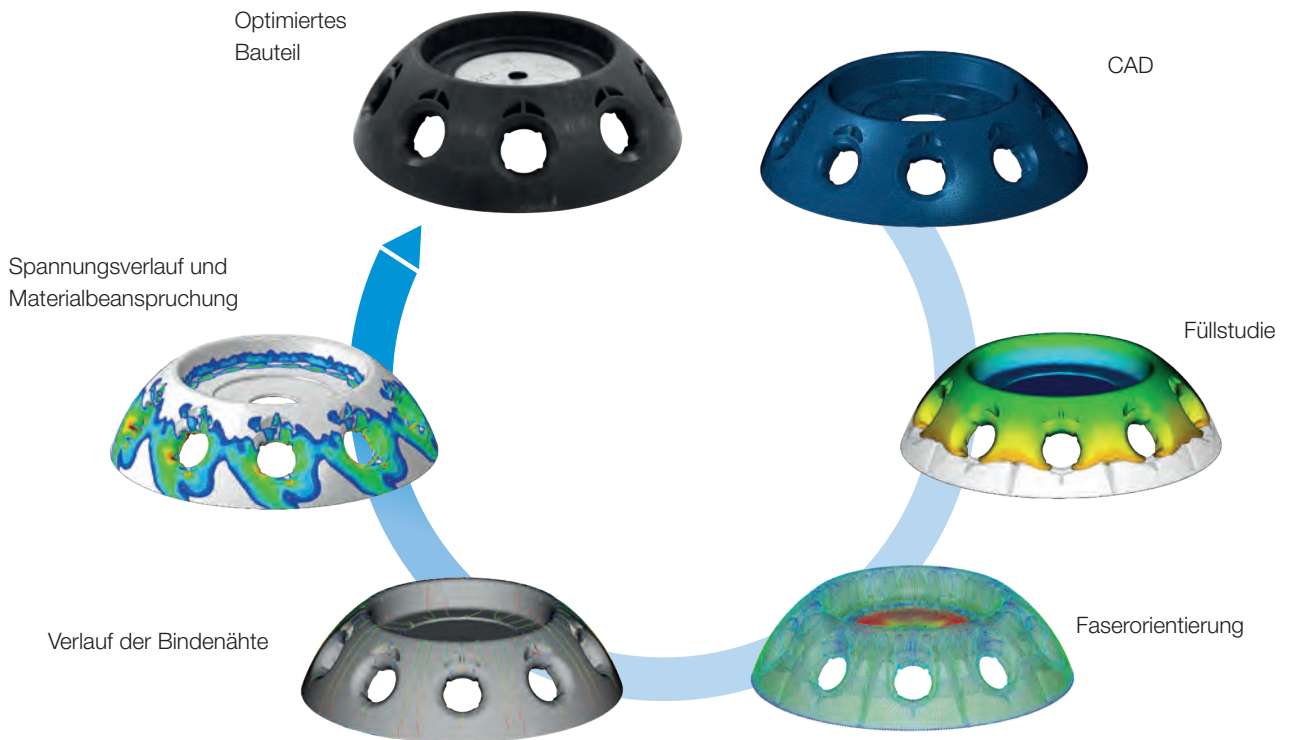


Abb. 26: Prozess der Bauteilauslegung mittels Ultrasim®



Ausgewählte Produktliteratur zu Ultramid®:

- Ultramid® - Hauptbroschüre
- Ultramid® - Sortimentsübersicht
- Ultramid®, Ultradur®, Ultraform® - Verhalten gegenüber Chemikalien

Zur Beachtung

Die Angaben in dieser Druckschrift basieren auf unseren derzeitigen Kenntnissen und Erfahrungen. Sie befreien den Verarbeiter wegen der Fülle möglicher Einflüsse bei Verarbeitung und Anwendung unseres Produktes nicht von eigenen Prüfungen und Versuchen. Eine Garantie bestimmter Eigenschaften oder die Eignung des Produktes für einen konkreten Einsatzzweck kann aus unseren Angaben nicht abgeleitet werden. Alle hierin vorliegenden Beschreibungen, Zeichnungen, Fotografien, Daten, Verhältnisse, Gewichte u. Ä. können sich ohne Vorankündigung ändern und stellen nicht die vertraglich vereinbarte Beschaffenheit des Produktes dar. Etwaige Schutzrechte sowie bestehende Gesetze und Bestimmungen sind vom Empfänger unseres Produktes in eigener Verantwortung zu beachten. (Oktober 2021)

Besuchen Sie auch unsere Internetseite:

www.plastics.basf.de

Broschürenanforderung:

plas.com@basf.com

Bei technischen Fragen zu den Produkten wenden

Sie sich bitte an den Ultra-Infopoint:

