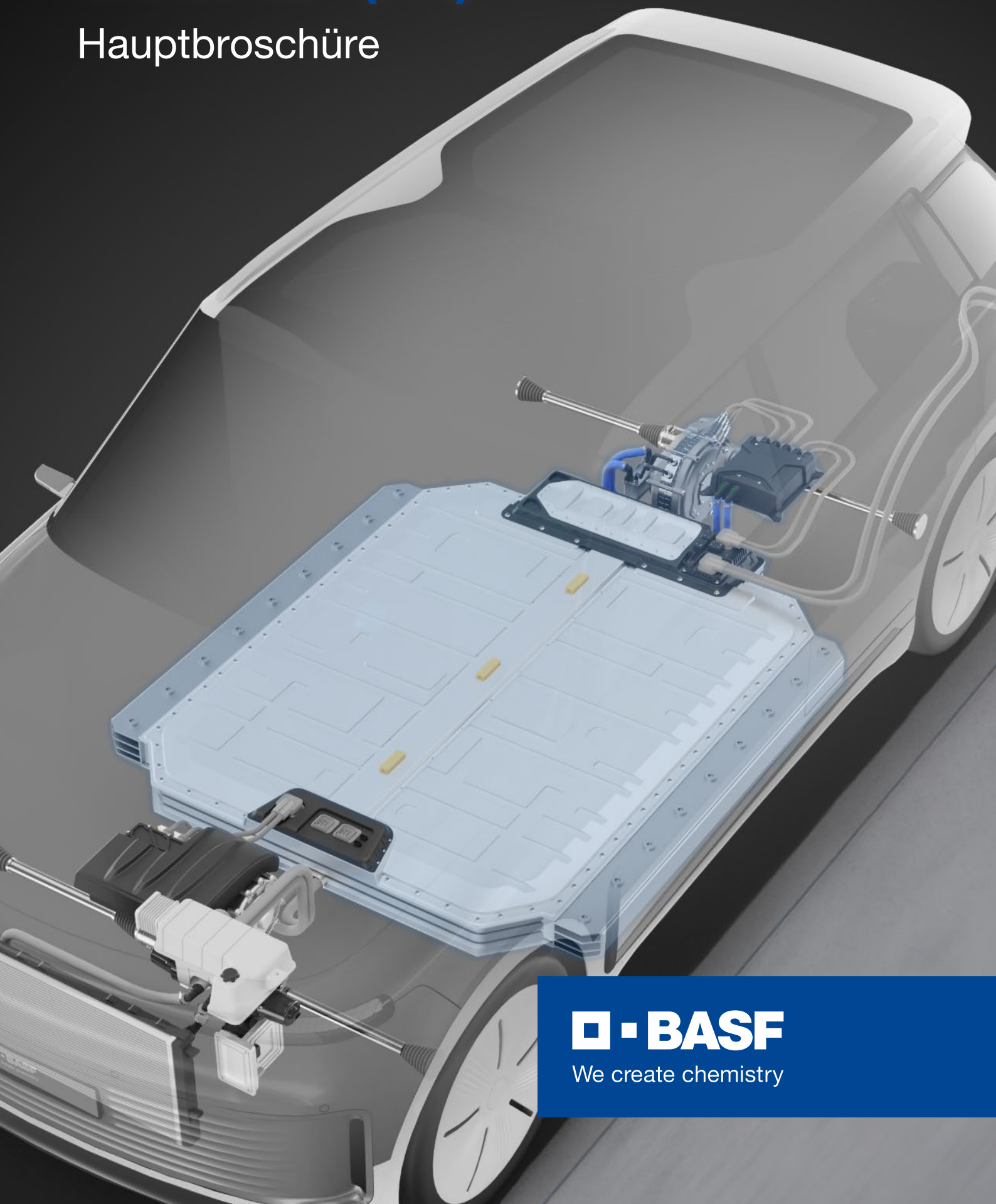


Ultramid® (PA)

Hauptbroschüre



 **BASF**

We create chemistry

Ultramid® (PA)

Die Ultramid®-Marken der BASF sind Formmassen auf der Basis von PA6, PA66 und verschiedenen Copolyamiden wie PA66/6. Auch PA610 sowie teilaromatische Polyamide gehören zum Sortiment. Des Weiteren wird das Polyamid-Sortiment durch einen polyamid-basierten Partikelschaum ergänzt: Ultramid® Expand. Die Formmassen werden unverstärkt, mit Glasfasern oder Mineralien angeboten. Ultramid® zeichnet sich durch hohe mechanische Festigkeit, Steifigkeit und thermische Beständigkeit aus. Darüber hinaus bietet Ultramid® gute Zähigkeit bei tiefen Temperaturen, günstiges Gleitreibverhalten und problemlose Verarbeitung. Auf Grund seiner hervorragenden Eigenschaften ist dieser Werkstoff in nahezu allen Bereichen der Technik für die verschiedensten Bauteile und Maschinenelemente, als hochwertiger elektrischer Isolierstoff und für viele besondere Anwendungen unentbehrlich geworden.

Ultramid® (PA)

| | | |
|--|--|-------|
| ULTRAMID® FÜR DEN AUTOMOBILBAU | | 4-5 |
| ULTRAMID® IM ELEKTRO- UND ELEKTRONIKSEKTOR | | 6-7 |
| ULTRAMID® FÜR HAUSHALTS- UND KONSUMGÜTER | | 8-9 |
| ULTRAMID® SORTIMENT | | 10-25 |
| | Sortiment | 10 |
| | Teilaromatische Polyamide (PPA) | 18 |
| | Ultramid® S Balance | 22 |
| | Ultramid® Expand | 24 |
| | Ultramid® HPP | 25 |
| DIE EIGENSCHAFTEN VON ULTRAMID® | | 26-46 |
| | Mechanische Eigenschaften | 26 |
| | Thermische Eigenschaften | 32 |
| | Wasseraufnahme und Maßhaltigkeit | 34 |
| | Elektrische Eigenschaften | 36 |
| | Halogengehalt | 38 |
| | Brandverhalten | 38 |
| | Verhalten gegenüber Chemikalien | 40 |
| | Verhalten bei Bewitterung | 46 |
| DIE VERARBEITUNG VON ULTRAMID® | | 47-65 |
| | Verarbeitungstechnische Eigenschaften | 47 |
| | Allgemeine Hinweise zur Verarbeitung | 49 |
| | Maschinen- und Werkzeugtechnik beim Spritzgießen | 50 |
| | Spritzgießverarbeitung | 53 |
| | Sonderverfahren | 59 |
| | Verbindungstechniken | 62 |
| | Spanabhebende Bearbeitung | 62 |
| | Beschriften und Beschichten | 62 |
| | Konditionieren | 64 |
| | Tempern | 65 |
| ALLGEMEINE HINWEISE | | 66-75 |
| | Sicherheitshinweise | 66 |
| | Nachhaltigkeit | 67 |
| | Lieferform und Lagerung | 69 |
| | Integriertes Managementsystem | 70 |
| | Technische Unterstützung | 70 |
| | Nomenklatur | 72 |
| | Sachverzeichnis | 74 |

Ultramid® für den Automobilbau

Der Automobilbau stellt sehr hohe Qualitäts- und Sicherheitsansprüche, wodurch auch die Anforderungen an die eingesetzten Werkstoffe stetig steigen. Ultramid®-Produkte zeichnen sich durch sehr gute thermische und chemische Beständigkeit, statische und dynamische Festigkeit, Zähigkeit und gute Dauergebrauchseigenschaften aus. Aufgrund dieser technischen Eigenschaften eignen sie sich im Besonderen für die Verwendung in verschiedensten Bauteilkomponenten im Automobil.

Neue Antriebskonzepte, die voranschreitende Elektrifizierung, als auch Trends wie das autonome Fahren, werden durch die stetige Weiterentwicklung von Ultramid®-Produkten begleitet. Dies ermöglicht die Realisierung von neuen Bauteilkomponenten.

Außerdem helfen Ultramid®-Produkte weitere Vorgaben hinsichtlich des Leichtbaus und der Wiederverwertbarkeit zu erfüllen.

Das umfangreiche Ultramid®-Produktportfolio ermöglicht den Kunden durch passgenaue Produktauswahl eine wirtschaftliche und wettbewerbsfähige Herstellung von Bauteilen und Baumodulen.

Typische Anwendungsbeispiele für Ultramid® im Fahrzeugbau:

Verbrennungsmotor und Getriebe:

Saugrohre und Ladeluftverteiler, Ladeluftendkappen, Ladeluftrohre, Zylinderkopfhauben, Motorabdeckungen, Ölwanne, Ölfiltergehäuse, Ölsensoren, Ölmodule, Kettenführungsschienen, Zahnriemenabdeckungen, Getriebesteuerungen, Sensoren, Walzlagerkäfige, Zahnräder, Befestigungsklipse

Elektrifizierter Antriebsstrang:

Batterieminutengehäuse, Endplatten, Zellhalter, Busbarhalter, Zellkontaktiersysteme, Hochvoltgehäuse, Batteriesteuergerätegehäuse, Elektromotorkomponenten, Hochvolt-Konnektoren, Ladestützen, Komponenten von Brennstoffzellen, Wasserstofftankinliner

Kühlsystem:

Kühlerendkappen, Thermostatgehäuse, Kühlwasserrohre, Kühlwasserverteiler, Lüfterräder, Lüfterzargen, Schnellkupplungen

Kraftstoffanlage:

Kraftstofffiltergehäuse, Kraftstoffleitungen, Aktivkohlefiltergehäuse, Schnellkupplungen

Fahrwerk und Motorlagerung:

Motorlager, Drehmomentstützen, Pendelstützen, Getriebebrücken, Federbeinlager, Federunterlagen

Interior:

Pedale und Pedalböcke, Hebel und Bedienelemente, Türgriffe, Sitzstrukturen

Exterior:

Strukturbauteile, Türäußengriffe, Spiegelfüße, Frontends, Crash-Absorber, Schließsysteme für Türen und Klappen

Elektrische Anlagen:

Steckverbinder, Sensoren, Steuergerätegehäuse, Sicherungskästen, Schalter, Relais, Aktuatoren und Stellantriebe, Kontakt- und Bürstenträger, Lampensockel, Kabelbinder, -schellen und -kanäle



Getriebesteuerung



Ladeluft- und Ölsaugmodul



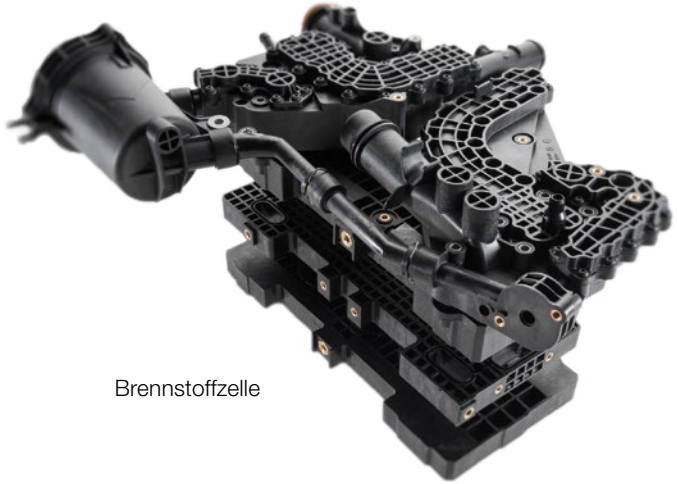
Hitzeschild



Ölwanne



Ladeluftverteiler



Brennstoffzelle

Ultramid® im Elektro- und Elektroniksektor

Die guten elektrischen Isoliereigenschaften, das günstige Gleitreibverhalten, die hervorragende mechanische Festigkeit sowie das breite Sortiment flammgeschützter Marken machen Ultramid® zu einem Werkstoff, der in nahezu allen Bereichen der industriellen Energietechnik, der Elektronik, der Hausgerätetechnik sowie im Bereich der E-Mobilität eingesetzt wird.

Energietechnik

Hochisolierende Schalterteile und Gehäuse, Reihen- und Verbindungsklemmen, Energieverteilungssysteme, Kabelkanäle und -befestigungen, Schütze und Leistungsschalter, Spulenkörper, Leitungsschutzschalter, speicherprogrammierbare Steuerungen

Elektronik

Steckverbinder, elektrische und mechanische Komponenten für IT-Geräte und Telekommunikation, Kondensatorbecher, Chip Carrier

Photovoltaik

Anschlussdosen und Steckverbinder

E-Mobilität

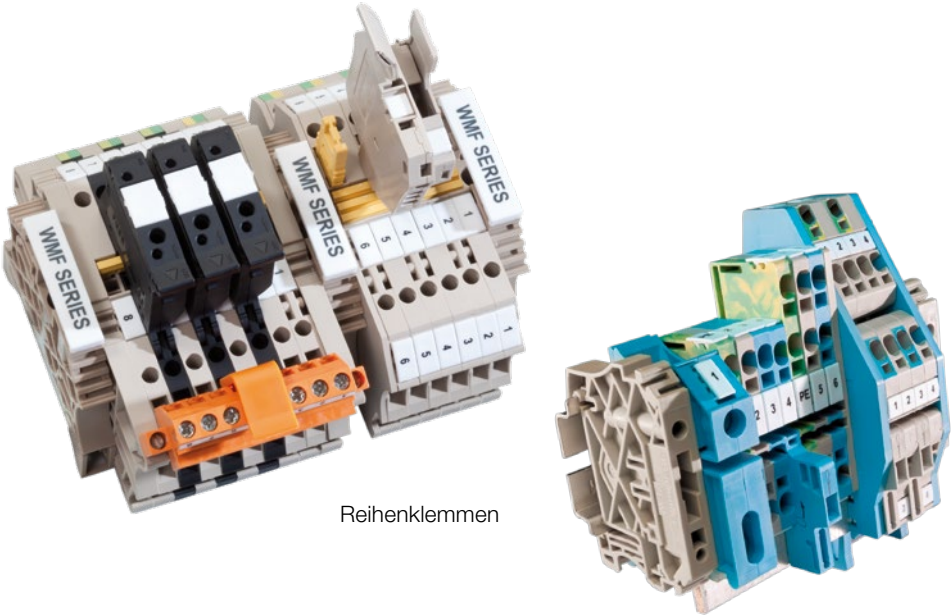
Hochvolt-Steckverbinder, elektrische Schutzvorrichtungen, Ladeeinlässe, Komponenten der Ladepistole, Strukturbauteile für private und öffentliche Ladestationen



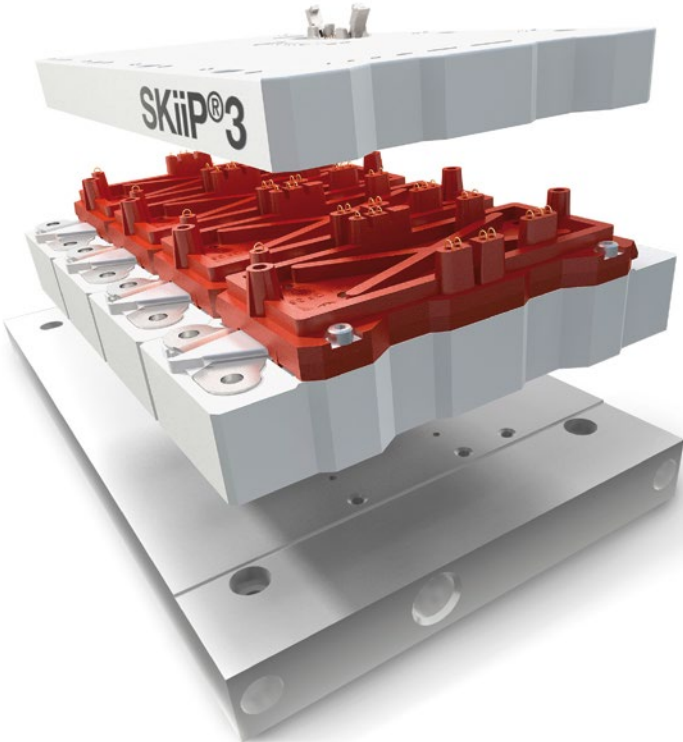
Schutzschalter



Photovoltaik-Steckverbinder



Reihenklennen



Leistungselektronik

Schaltgeräte



Ultramid® für Haushalts- und Konsumgüter

Der Schlüssel für den Erfolg von Haushalts- und Konsumgütern ist eine hervorragende Leistung, eine lange Haltbarkeit und hohe Effizienz. Die verwendeten Materialien spielen eine entscheidende Rolle für die Sicherheit des Benutzers und die Funktionsfähigkeit der finalen Anwendung. Unsere Lösungen ermöglichen eine lange, sichere und produktive Lebensdauer.

Eine hohe mechanische Belastbarkeit kombiniert mit guter Zähigkeit sowie spezielle Lösungen für ein nachhaltiges Produktdesign führen zu sehr vielfältigen Ultramid®-Anwendungen in diesem Marktsegment.

In vielen Anwendungen, wie z. B. Elektrowerkzeugen, ersetzt Ultramid® Metalle, wodurch dem Endanwender eine noch leichtere und handlichere Nutzung ermöglicht wird. Zusätzlich profitieren die finalen Artikel von der guten chemischen Beständigkeit, einer unkomplizierten Einfärbbarkeit sowie speziellen Flammschutzlösungen in unserem Ultramid® Portfolio.

Eine wichtige Grundvoraussetzung für die Haushaltsgeräte Industrie ist das Erfüllen regulatorischen Anforderungen im Trinkwasser- und Lebensmittelbereich. Hierfür werden spezielle Ultramid®-Produkte angeboten und eingesetzt.

Aufgrund der vielfältigen und zum Teil maßgeschneiderten Eigenschaften ergeben sich umfangreiche Anwendungsgebiete:

Haushaltsgüter

Gehäuse und funktionelle Komponenten für Elektrowerkzeuge, Haushalts Großgeräte (weiße Ware) wie Wasch- und Spülmaschinen, Kleingeräte, Kaffeemaschinen, Staubsauger, Haartrockner

Sanitärtechnik

Griffe, Beschläge und Fassungen, Armaturen, Lüfter, Durchlauferhitzer, Fittinge, Wasserzählergehäuse

Konsumgüter und Freizeit-Industrie

Sport- und Freizeitartikel, Skischuhe und Bindungen, Spielzeuge sowie Komponenten von Elektrofahrrädern

Möbel & Design

Design und Bürostühle, Möbelkomponenten wie Rollen und Stuhlkreuze, Beschläge, Fassungen, Dämpfer und Dübel



Designstühle



Lüfterrad

Rahmen für Bürostühle



Dübel



Skateboard



Kochbesteck

Skibindung



Ultramid® Sortiment

Sortiment

Unter dem Handelsnamen Ultramid® liefert die BASF Polyamide für die Extrusion sowie Partikelschäume. Das Sortiment umfasst PA66-Marken (Ultramid® A), PA6-Marken (Ultramid® B), teilaromatische Polyamide (Ultramid® T KR, T6000, T7000, Ultramid® Advanced N, T1000, T2000), Spezialpolyamide (Ultramid® D) und PA610 (Ultramid® S Balance) sowie Sondermarken auf der Basis von speziellen Copolyamiden. Die Herstellung erfolgt bei Ultramid® A durch Polykondensation von Hexamethyldiamin und Adipinsäure, bei Ultramid® B durch hydrolytische Polymerisation von Caprolactam. Diese Ausgangsstoffe werden aus petrochemischen Rohstoffen wie Benzol, Cyclohexan und *p*-Xylol gewonnen.

Viele Produkte des Sortiments sind mit Glasfasern oder anderen Füllstoffen verstärkt und enthalten spezielle Additive zur Verbesserung von Zähigkeit, Brandeigenschaften oder Beständigkeit gegenüber Umwelteinflüssen, um ein breites Eigenschaftsprofil zu ermöglichen. Ultramid® Advanced und Ultramid® S Balance haben darüber hinaus weitere Vorteile wie eine höhere Dimensionsstabilität oder Chemikalienbeständigkeit.

Die wichtigsten Merkmale von Ultramid® sind:

- Hohe Festigkeit und Steifigkeit
- Sehr gute Zähigkeit
- Gute Federeigenschaften
- Hervorragende chemische Beständigkeit
- Maßhaltigkeit
- Geringe Kriechneigung
- Gute Gleitreibeeigenschaften
- Einfache Verarbeitung

Basis der Ultramid®-Marken sind Polyamide, die mit verschiedenen Molekulargewichten oder Viskositäten, mit verschiedenen Additiven und mit Faser- oder Mineralverstärkung geliefert werden. Detaillierte Angaben zu den einzelnen Produkten finden sich in den Tabellen 1, 2 und 3 sowie in der Sortimentsübersicht Ultramid®.



CEE Stecker

Das Ultramid®-Sortiment umfasst folgende Produktgruppen:

Ultramid® A

ist in unverstärktem Zustand ein Werkstoff mit hoher Steifigkeit, Abriebfestigkeit, Wärmeformbeständigkeit und Härte. Es ist ein bevorzugter Werkstoff für hochbelastete und wärmebeanspruchte Teile in der Elektrotechnik, im Maschinen-, Fahrzeug- und Apparatebau.

Ultramid® B

ist in unverstärktem Zustand zähhart und ergibt Teile mit gutem Dämpfungsvermögen, die auch im trockenen Zustand und in der Kälte sehr schockfest sind. Es zeichnet sich durch eine besonders hohe Zähigkeit und eine einfache Verarbeitung aus. Unter der Bezeichnung Ultramid® sind auch transluzente Produkte erhältlich.

Ultramid® C

sind Copolyamide aus PA6- und PA66-Bausteinen, die je nach Zusammensetzung andere Schmelzpunkte bzw. eine geringere Kristallinität aufweisen.

Ultramid® D

sind Blends aus PA6 oder PA66 mit anderen Polyamiden mit maßgeschneiderten Eigenschaften. Dabei gibt es sowohl unverstärkte Typen (z. B. Ultramid® D3K) wie auch verstärkte Typen (z. B. Ultramid® Endure D3G7 SW20560).

Ultramid® S Balance

ist besonders chemikalienbeständig und zeichnet sich durch niedrige Feuchtigkeitsaufnahme aus. Bevorzugte Verwendung findet Ultramid® S Balance in Bauteilen mit Medienkontakt.



Snowboardbindung

Ultramid® T6000

ist ein Hochtemperatur Polyamid (PA66/6T) mit guten mechanischen und dielektrischen Eigenschaften, selbst in feuchtem Zustand und bei erhöhten Temperaturen. Es besitzt eine gute Einfärbbarkeit und ist ähnlich leicht zu verarbeiten wie ein Standardpolyamid, bei geringer Werkzeugkorrosion. Damit schließt es die Lücke zwischen PA66 und dem Ultramid® Advanced (PPA) Portfolio für E&E Anwendungen.

Ultramid® T7000

ist ein Blend aus PA und PPA und weist eine höhere, beständigere Steifigkeit und Festigkeit als PA66 auf. Insbesondere als Metallsatz in Strukturelementen geeignet, die Feuchtigkeit ausgesetzt sind.

Ultramid® T KR

ist dank seiner teilaromatischen Struktur ein hochsteifer Werkstoff mit hohem Schmelzpunkt, Dimensionsstabilität, hoher Chemikalienbeständigkeit sowie konstanten mechanischen Eigenschaften über einen breiten Anwendungsbereich.

Ultramid® Advanced T1000

hat eine sehr hohe, konstante Steifigkeit und Festigkeit über einen Temperaturbereich von -40°C bis über 80°C sowie Beständigkeit gegen hohe Temperaturen und aggressive Medien.

Ultramid® Advanced T2000

ist ein Polyphthalamid für gute E&E Performance mit hohem Schmelzpunkt, geringer Wasseraufnahme, guter Mechanik bei hohen Temperaturen und guter Chemikalienbeständigkeit.

Ultramid® Advanced N

zeichnet sich durch sehr geringe Wasseraufnahme, exzellente Chemikalienbeständigkeit sowie gute Mechanik bei hohen Temperaturen in konditioniertem Zustand aus.

Ultramid® Expand

ist ein Partikelschaum auf Polyamidbasis und zeichnet sich durch hervorragende Wärmeformbeständigkeit, hohe Steifigkeit in Verbindung mit einer hohen Zähigkeit aus. Zudem besitzt es eine gute Chemikalienbeständigkeit gegenüber Ölen, Treibstoffen und Schmierstoffen.

Glasfaserverstärktes Ultramid®

Diese Werkstoffe zeichnen sich durch besonders hohe mechanische Festigkeit, Härte, Steifigkeit, Wärmeformbeständigkeit und Beständigkeit gegen heiße Schmierstoffe und heißes Wasser aus. Daraus hergestellte Teile sind maßkonstant und haben eine hohe Zeitstandfestigkeit. Glasfaserverstärktes Ultramid® T KR besitzt darüber hinaus eine außerordentlich hohe Wärmeformbeständigkeit (bis 280°C).

Besondere glasfaserverstärkte Werkstoffe sind unter dem Handelsnamen Ultramid® XCD zu finden, die aufgrund ihrer Verstärkung durch Flachglasfasern besonders verzugsarm sind. Außerdem zeichnen sie sich durch eine hohe Ermüdungsfestigkeit und eine zusätzlich erhöhte Mechanik insbesondere Kerbschlagzähigkeit aus. Daneben ist unter dem Suffix XP (z. B. Ultramid® B3WG10 XP) glasfaserverstärktes Ultramid® erhältlich, das im Vergleich mit Standardprodukten deutlich erhöhte Festig- und Steifigkeiten, sowie Schlagzähigkeiten aufweist.

Zähmodifiziertes Ultramid®

Zähmodifizierte Materialien sind sowohl unverstärkt als auch mit Glasfaser- oder Mineralverstärkung erhältlich. Hierbei handelt es sich um besonders duktile Materialien, die sehr hohe Schlagzähigkeiten bei Raumtemperatur als auch bei niedrigen Temperaturen aufweisen. Ultramid® B3Z5 ist ein hochschlagzähmodifiziertes PA6 (Polyamid 6), das hervorragende Tieftemperaturschlagzähigkeit und Duktilität aufweist. Es ist zudem beständig in der kathodischen Tauchlackierung, was es ideal für Struktureinleger im Automobilbau macht.

Ultramid® mit Rezyklatanteil

Materialien mit einem Rezyklatanteil von 20% bis 50% werden durch das Suffix RC gekennzeichnet. Wir verwenden hochwertige Post-Consumer- (RC1) und Post-Industrie-Abfallquellen (RC2). Unsere RC-Produkte erreichen eine hochwertige Qualität und sind für anspruchsvolle Anwendungen geeignet, ausgenommen den Kontakt mit Lebensmitteln.

| Ultramid® | Polyamid | Chemischer Aufbau | Schmelztemperatur [°C] |
|--------------------------|----------|---|------------------------|
| Ultramid® A | 66 | Basis Hexamethyldiamin, Adipinsäure | 260 |
| Ultramid® B | 6 | Basis Caprolactam | 220 |
| Ultramid® C | 66/6 | Basis Hexamethyldiamin, Adipinsäure, Caprolactam | 242 |
| Ultramid® S Balance | 610 | Basis Hexamethyldiamin, Sebazinsäure | 222 |
| Ultramid® T | 6T/6 | Basis Hexamethyldiamin, Terephthalsäure, Caprolactam | 295 |
| Ultramid® Advanced N | 9T | Basis Nonandiamin, Terephthalsäure | 300 |
| Ultramid® Advanced T1000 | 6T/6I | Basis Hexamethyldiamin, Terephthalsäure, Isophthalsäure | 325 |
| Ultramid® Advanced T2000 | 6T/66 | Basis Hexamethyldiamin, Terephthalsäure, Adipinsäure | 310 |
| Ultramid® T6000 | 66/6T | Basis Hexamethyldiamin, Terephthalsäure | 285 |
| Ultramid® F | 6/636 | Basis Caprolactam, Hexamethyldiamin, C36 Dicarbonsäure | 196 |

Tabelle 1: Ultramid®-Basispolymere

Verstärkte und unverstärkte Marken mit Brandschutzausrüstung

Die speziell ausgerüsteten Marken Ultramid® C3U, B3UG4, B3U30G6, B3U42G6, B3U50G6, A3X2G5, A3X2G7, A3X2G10, A3U42G6, A3U44G6, T KR 4365 G5, T KR 4340 G6 und T KR 4341 G6 eignen sich besonders für elektrotechnische Bauteile mit erhöhten Brandschutzanforderungen und hoher Kriechstromfestigkeit. Werden darüber hinaus sehr gute dielektrische Eigenschaften in warmem und feuchtem Klima benötigt, dann kommen die teilaromatischen Marken Ultramid® T6340G6, Advanced T2340G6 und Advanced N3U41G6 zum Einsatz. Die Marken Ultramid® A3U44G6 DC und Advanced N3U42G6 sind speziell für Anwendungen in der e-Mobility optimiert. Bei extrem hohen Anforderungen an die Kälteschlagzähigkeit, wie z. B. in der Photovoltaik, findet das hochschlagzähmodifizierte Ultramid® A3XZG5 Verwendung. Das ebenfalls hochschlagzähmodifizierte Ultramid® A3XZC3 ESD kommt aufgrund der Verstärkung mit Kohlefasern bei Anwendungen, bei denen ein reduzierter elektrischer Oberflächenwiderstand gefordert ist, zum Einsatz.

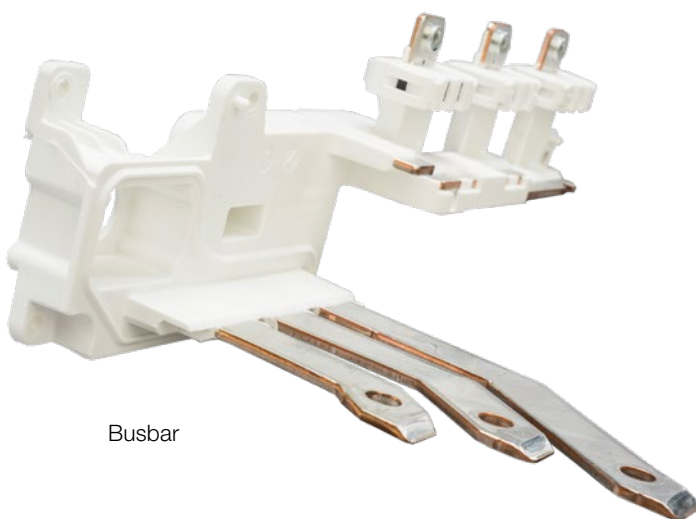
Ultramid® mit Mineral- oder Glaskugerverstärkung

Die besonderen Vorteile mineral- und auch glaskugerverstärkter Werkstoffe sind erhöhte Steifigkeit, gute Maßkonstanz, geringe Verzugsneigung, glatte optisch ansprechende Oberfläche sowie zum Teil hervorragende Metallisierbarkeit und gutes Fließvermögen.



Türgriff

Hochvoltsteckverbinder



Busbar

Schnellkupplung



| Ultramid® A | | F ¹⁾ | W ²⁾ | | |
|----------------------------------|--------------------------------|-----------------|--|---|--|
| Spritzgusstypen (unverstärkt) | A3K, A3SK | ✓ | Yellow | hohe Fließfähigkeit, schnelle Verarbeitung | |
| | A3W | | Red | | |
| | A4K | | Yellow | mittlere Viskosität, hohe Schlagzähigkeit auch im trockenen Zustand | |
| | A4H | | Orange | | |
| | A3L HP | | Orange | hoch wärmostabilisiert, hohe Fließfähigkeit, hoch schlagzäh | |
| | A3Z | | Yellow | hohe Schlagzähigkeit auch im trockenen Zustand und bei niedrigen Temperaturen | |
| | A3...Z3/Z4 | ✓ | Yellow | mittlere bis höchste Zähigkeit, schnelle Verarbeitung | |
| | Spezialprodukt | | | | |
| A3K FC Aqua® | | Yellow | mit Materialzulassungen für den Kontakt mit Trinkwasser oder Lebensmitteln | | |
| Spritzgusstypen (verstärkt) | A3E...G3/G5/G6/G7/G10 | ✓ | Yellow | gute dielektrische Eigenschaften | |
| | A3H...G2/G5/G7/G10 | | Orange | hohe Wärmealterungsbeständigkeit auch bei Kontakt mit Schmierstoffen in Verbindung mit guten dielektrischen Eigenschaften | |
| | A3W...G3/G5/G6/G7/G8/G10 | | Red | sehr hohe Wärmealterungsbeständigkeit | |
| | A3Z...G3/G6 | | Yellow | hohe Schlagzähigkeit auch im trockenen Zustand und bei niedrigen Temperaturen | |
| | A3K6 | | Yellow | glaskugelverstärkt für hohe Dimensionsstabilität, geringen Verzug und gute Oberflächenbeschaffenheit | |
| | A3WGM53 | | Red | glas- und mineralverstärkt mit mittlerer Steifigkeit und Festigkeit sowie geringem Verzug | |
| | Spezialprodukte | | | | |
| | A3E...G6/G7 FC Aqua® | | Yellow | mit Materialzulassungen für den Kontakt mit Trinkwasser oder Lebensmitteln | |
| | A3E...G6/G7 EQ | | Yellow | erfüllt die besonderen Reinheitsanforderungen für sensible Anwendungen in der Elektronikindustrie | |
| | A3EG6 LT | | Yellow | lasertransparentes, schwarzes Material für das Laserschweißen | |
| | A3WG6 LT | | Red | lasertransparentes, schwarzes Material mit sehr hoher Wärmealterungsbeständigkeit für das Laserschweißen | |
| | A3HG6 Balance | | Orange | mit verbesserter Hydrolysebeständigkeit und besonderer Spannungsrissbeständigkeit | |
| | A3HG6 HR | | Orange | mit verbesserter Hydrolysebeständigkeit | |
| | A3W...G6/G7 HRX | | Red | mit weiter verbesserter Hydrolysebeständigkeit | |
| | A3H...G6/G7 | | Red | mit weiter verbesserter Hydrolysebeständigkeit | |
| | A3HG6 WIT | | Orange | geeignet für die Verarbeitung mit Wasserinjektionstechnik (WIT) | |
| | A3W2...G6/G10 | | Blue | mit verbesserter Wärmealterungsbeständigkeit | |
| | A3W G10 HP | | Red | mit guter Fließfähigkeit und sehr hoher Wärmealterungsbeständigkeit | |
| | A3WC4 | | Red | mit Carbonfaserverstärkung für hochsteife Anwendungen | |
| | Ultramid® B | | | | |
| Spritzgusstypen (unverstärkt) | B3K | ✓ | Yellow | hohe Fließfähigkeit, schnelle Verarbeitung, hohe Schlagzähigkeit in konditioniertem Zustand | |
| | B3S | ✓ | Yellow | | |
| | B3W | | Red | mittlere Viskosität, wärmealterungsbeständig und weichgemacht | |
| | B35W | | Red | | |
| | B3L ZS | ✓ | Yellow | hohe Schlagzähigkeit auch im trockenen Zustand | |
| | B3...Z1/Z2/Z4/Z5 | | Yellow | erhöhte Zähigkeit auch im trockenen Zustand und bei sehr niedrigen Temperaturen | |
| | B4Z8 R01 | | Orange | weichgemacht, hoch schlagzähmodifiziert, extrusionsfähig | |
| | Spezialprodukte | | | | |
| B3S HP | | Yellow | optimierte Entformung für sehr kurze Zykluszeiten ohne spezielle Wärmestabilisierung | | |
| B5Z BM | | Orange | hohe Viskosität/Schmelzestabilität, hohe Schlagzähigkeit auch im trockenen Zustand, besonders bei sehr tiefen Temperaturen | | |
| Spritzgusstypen (verstärkt) | B3...G4/G6/G7/G8/G9/G10 | ✓ | Yellow | glasfaserverstärkte Produkte | |
| | B3E...G3/G4/G5/G6/G7/G8/G9/G10 | ✓ | Yellow | gute dielektrische Eigenschaften | |
| | B3E2...G3/G6/G9/G11 | ✓ | Yellow | UV-stabilisiert für verbesserte Lichtbeständigkeit, z. B. für Skibindungen oder Automobil-Innenausstattungen | |
| | B3H...G7 | | Orange | hohe Wärmealterungsbeständigkeit auch bei Kontakt mit Schmierstoffen in Verbindung mit guten dielektrischen Eigenschaften | |
| | B3W...G3/G5/G6/G7/G8/G9/G10 | | Red | hohe Wärmealterungsbeständigkeit | |
| | B3WG6 GPX | | Red | mit weiter verbesserter Wärmealterungs- und Berstdruckbeständigkeit, z. B. für den Einsatz in der Ladeluftstrecke | |
| | B3Z...G3/G6/G7/G8/G9/G10 | | Yellow | hohe Schlagzähigkeit auch im trockenen Zustand und bei niedrigen Temperaturen | |
| | B3GK24 | ✓ | Yellow | glasfaser- und glaskugelverstärkt, geringer Verzug | |
| | B3...K3/K6 | ✓ | Yellow | glaskugelverstärkt für hohe Dimensionsstabilität, geringen Verzug und gute Oberflächenbeschaffenheit | |

| Ultramid® B | | F ¹⁾ | W ²⁾ | |
|---------------------------------|-------------------------------|-----------------|--|---|
| Spritzgusstypen (verstärkt) | B3W...GM24/GM35 | | | glasfaser- und mineralverstärkt mit mittlerer bis hoher Steifigkeit und Festigkeit sowie geringem Verzug |
| | B3WGM24 HP | | | glasfaser- und mineralverstärkt mit mittlerer bis hoher Steifigkeit und Festigkeit sowie geringem Verzug, optimierte Entformung für sehr kurze Zykluszeiten |
| | B3WM8 | | | mineralverstärkt mit optimierter Oberfläche sowie geringem Verzug, z. B. für Galvanikprozesse |
| | B3M6 | | | mineralverstärkt mit mittlerer Steifigkeit und Festigkeit sowie geringem Verzug |
| | B5Z BM | | | hohe Viskosität / Schmelzestabilität, hohe Schlagzähigkeit auch im trockenen Zustand, besonders bei sehr tiefen Temperaturen |
| | Spezialprodukte | | | |
| | B3E...G4/G6/G8/G10 SI | | | verbesserte Oberfläche für exzellente Optik |
| | B3EG6...EQ/HPP/HSP | | | erfüllt die besonderen Reinheitsanforderungen für sensible Anwendungen in der Elektronikindustrie |
| | B3H...G6/G7 HR | | | mit verbesserter Hydrolysebeständigkeit |
| | B3W...G6/G7/G8/G12 High Speed | | | exzellentes Fließverhalten und sehr kurze Zykluszeiten |
| | B3WG6 GIT | | | geeignet für die Verarbeitung mit Gasinjektionstechnik (GIT) |
| B3PG6 | | | höchste Wärmealterungsbeständigkeit, metall- und halogenidfrei | |
| Ultramid® D | | | | |
| Spritzgusstypen (verstärkt) | Endure D3G7 | | | sehr hohe Wärmealterungsbeständigkeit |
| Blasformtype (verstärkt) | Endure D5G3 BM | | | höchste Wärmealterungsbeständigkeit z. B. für den Einsatz in der Ladeluftstrecke |
| Ultramid® Expand | | | | |
| Partikelschaum (unverstärkt) | D4H2925 | | | ideal für große Bauteile mit niedriger Dichte |
| | D4H3510 | | | ideal für große filigrane Bauteile mit niedriger Dichte |
| Ultramid® F | | | | |
| Spritzgusstypen (verstärkt) | F3EG10 Aqua® | | | hochsteife Spritzgusstype für Heiß- und Kaltwasseranwendungen |
| Ultramid® S | | | | |
| Spritzgusstypen (unverstärkt) | S3W Balance | | | hohe Fließfähigkeit, schnelle Verarbeitung |
| | S3Z4 Balance | | | schlagzähmodifiziert z. B. für Sport- und Freizeitanwendungen |
| | S3Z5 Balance | | | schlagzähmodifiziert z. B. für Sport- und Freizeitanwendungen, Extrusionsanwendungen |
| Spritzgusstypen (verstärkt) | S3EG6 Balance Aqua® | | | geeignet für Heiß- und Kaltwasseranwendungen |
| | S3WG6 Balance | | | sehr hohe Wärmealterungs- und Hydrolysebeständigkeit |
| | S3ZG4 BAL | | | hoch schlagzähmodifiziert für Powertools |
| Ultramid® T7000 | | | | |
| Spritzgusstypen (verstärkt) | T7300EG10 | | | hohe Steifigkeit und Festigkeit, geringe Wasseraufnahme, für Metallersatz |
| Ultramid® T KR | | | | |
| Spritzgusstypen (unverstärkt) | T KR 4350 | | | hohe Fließfähigkeit, schnelle Verarbeitung |
| Spritzgusstypen (verstärkt) | T KR 4355...G5/G7/G8/G10 | | | glasfaserverstärkte Produkte |
| | T KR 4357 G6 | | | glasfaserverstärkt und schlagzähmodifiziert |
| Spezialprodukte | | | | |
| | T KR 4355 G5 LS | | | besonders geeignet für laserbeschriftbare Teile |
| Ultramid® Advanced T1000 | | | | |
| Spritzgusstypen (verstärkt) | T1000H...G6/G7/G8/G10 | | | hohe Steifigkeit und Festigkeit bis über 80 °C und in konditioniertem Zustand, beständig gegen aggressive Medien |
| Ultramid® Advanced T2000 | | | | |
| Spritzgusstypen (verstärkt) | T2300EG6 | | | hervorragende Fließfähigkeit, hohe HDT, gute E&E Performance |
| | T2300HG6 | | | hervorragende Fließfähigkeit, hohe HDT, gute E&E Performance |
| Ultramid® Advanced N | | | | |
| Spritzgusstypen (unverstärkt) | N4H | | | dimensionsstabil und beständig, auch gegen Verschleiß und Abrieb |
| Spritzgusstypen (verstärkt) | N3HG6 | | | hohe Fließfähigkeit, für E&E-Anwendungen, JEDEC Klasse 1 |
| | N4HG7 | | | hohe Zähigkeit, besonders beständig gegen Chemikalien, für Anwendungen im Automobilbereich |
| | N4WG7 | | | hohe Zähigkeit, besonders beständig gegen Wärme und Chemikalien für Anwendungen im Automobilbereich |

Tabelle 2: Ultramid®-Sortiment ohne Flammschutztypen

1) in verschiedenen Farben verfügbar (neben schwarz und ungefärbt)

2) Grad der Wärmestabilisierung:



| | Produkt | UL 94 | RTI _{elec} d=1,5 mm | GWIT ≥ 775 GWFI ≥ 850 d = 1,5 mm | Halogenfreier Flammschutz | Symbol |
|-------------------------------------|---------------------------------|-----------|---------------------------------|--|------------------------------|--------------------------|
| Ultramid® unverstärkt | A3K R01 | V-2, 0,4 | 125 °C | + | + ¹⁾ | PA66 |
| | A3U32 | V-0, 0,25 | 130 °C | | | PA 66 |
| | C3U | V-0, 0,4 | 120 °C | + | + | PA66/6 FR(30) |
| | B3S R03 | V-2, 0,8 | 130 °C | + | + ¹⁾ | PA6 |
| Ultramid® verstärkt | A3UG5 | V-0, 0,75 | 120 °C | | + | PA66 GF25 FR(40) |
| | A3U42G6 | V-0, 0,4 | 150 °C | | + | (PA66-Blend) GF30 FR(40) |
| | A3U44G6 DC | V-0, 0,4 | - | | + | (PA66-Blend) GF30 FR(40) |
| | A3X2G5 | V-0, 0,8 | 120 °C | | + | PA66 GF25 FR(52) |
| | A3XZG5 | V-0, 1,5 | 120 °C | | + | PA66-I GF25 FR(52) |
| | A3X2G7 | V-0, 0,75 | 115 °C | | + | PA66 GF35 FR(52) |
| | A3X2G10 | V-0, 1,5 | 115 °C | | + | PA66 GF50 FR(52) |
| | A3XZC3 ESD | V-0, 1,5 | - | | + | PA66-I CF15 FR(52) |
| | B3UG4 | V-2, 0,71 | 140 °C | | + | PA6 GF20 FR(30) |
| | B3U30G6 | V-2, 0,75 | 140 °C | | + | PA6 GF30 FR(30) |
| | B3U42G6 | V-0, 0,4 | 130 °C | | + | PA6 GF30 FR(40) |
| | B3U50G6 | V-0, 0,8 | 150 °C | + | + | PA6 GF30 FR(53) |
| | B3UGM210 | V-0, 1,5 | 130 °C | | + | PA6 GF10 M50 FR(61) |
| | T KR4365 G5 | V-0, 0,75 | 140 °C | + | + | PA6T/6 GF25 FR(52) |
| | T KR4340 G6 | V-0, 0,4 | 160 °C | + | + | PA6T/6 GF30 FR(40) |
| | T KR4341 G6 | V-0, 0,4 | - | | + | PA6T/6 GF30 FR(40) |
| | Ultramid T6000 verstärkt | T6340G6 | V-0, 0,4 | 150 °C | + | + |
| Ultramid® Advanced verstärkt | T2340G6 | V-0, 0,4 | 150 °C | | + | PA6T/66 GF30 FR(40) |
| | N3U41G6 | V-0, 0,25 | 150 °C | + | + | PA9T GF30 FR(40) |
| | N3U42G6 | V-0, 0,4 | - | + | + | PA9T GF30 FR(40) |

Tabelle 3: Übersicht über verstärkte und unverstärkte Marken mit Brandschutzausrüstung

¹⁾ kein Flammschutzadditiv



Not-Aus Schalter

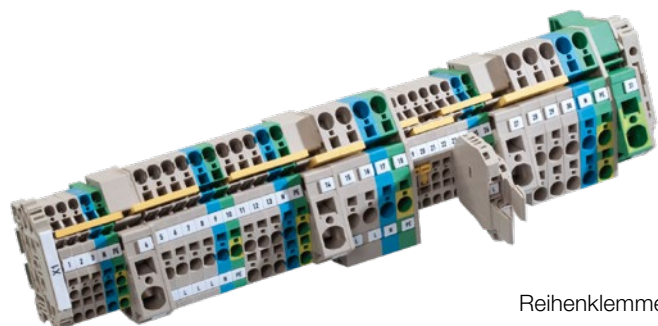
| Elektrohaushaltsgeräte | Reihen-klemmen | Steckverbinder | Leitungs-schutz-schalter | Nieder-spannungs-schaltgeräte | Photovoltaik | Automobil/eMobility | Schiene-fahrzeuge | Leistungs-elektronik |
|------------------------|----------------|----------------|--------------------------|-------------------------------|--------------|---------------------|-------------------|----------------------|
| ● | ○ | ● | | | ○ | ○ | | |
| ● | ● | ○ | | ○ | | ○ | ○ | |
| ● | ● | ○ | | ○ | | ○ | ○ | |
| ● | ○ | ○ | | | | ○ | | |
| | | ○ | ○ | ● | | ● | ○ | |
| | | ○ | ○ | ● | | ● | ○ | |
| | | ○ | | ● | ● | ○ | | |
| | | ○ | | ○ | ● | ○ | | |
| | | ○ | | ● | ● | ○ | | |
| | | ○ | | ● | | ○ | | |
| | | ○ | ● | ○ | ○ | | ○ | |
| | | ○ | ● | ● | | ● | | |
| ● | | ● | ● | ● | | ● | ○ | |
| | | ○ | ● | ● | | ○ | | ○ |
| ● | | ○ | | ○ | | | | |
| ● | | ○ | ○ | ○ | | | | |
| ○ | | ○ | ○ | ○ | | ● | | ● |
| ● | | ○ | ● | ● | | ● | | |
| | | ● | ○ | ● | | ● | | ● |
| ● | | ● | ○ | ● | | ● | | |
| ○ | | ● | | | | ● | | ● |

● Hauptanwendung

○ weitere Anwendung



Wasserzählergehäuse



Reihen-klemme

Teilaromatische Polyamide (PPA)

Die BASF bietet ein Polyphthalamide-Portfolio (PPA) an, das auf vier PPA-Polymeren basiert und mehr als 50 Compounds umfasst. Zum PPA-Portfolio gehören Ultramid® Advanced N (PA9T), Ultramid® Advanced T1000 (PA6T/6I), Ultramid® Advanced T2000 (PA6T/66) und Ultramid® T KR (PA6T/6). Zusätzlich bietet BASF das Ultramid® T6000 (PA66/6T) und die Ultramid® T7000 Typen (PA/PPA-Blends) an, die die Performance Lücke zwischen PPAs und PA66 schließen. Das PPA-Portfolio steht weltweit zur Verfügung und wird durch das BASF-Simulationstool Ultrasim® und umfassende Erfahrungen in der Anwendungsentwicklung ergänzt.

Ultramid® Advanced N

Das Hochleistungspolyphthalamid zeigt konstante Mechanik bis 100 °C (Glasübergangspunkt: 125 °C) bei hervorragender Chemikalienbeständigkeit und geringer Wasseraufnahme sowie gute Eigenschaften in tribologischen Anwendungen. Das Material ermöglicht ein breites Verarbeitungsfenster und kurze Zykluszeiten. Mit Ultramid® Advanced N können leichtere, kleinere und leistungsstärkere Kunststoff-Bauteile konstruiert werden. Der Werkstoff kann Anwendungsprobleme in einem breiten Einsatzspektrum lösen: Ultramid® Advanced N eignet sich für kleine Steckverbinder und funktionsintegrierte Gehäuse in Haushaltsgeräten, der Unterhaltungselektronik und im Mobilfunk. Es kann in Automobil- und Strukturbauteilen am Motor und im Getriebe in Kontakt mit heißen, aggressiven Medien und verschiedenen Kraftstoffen eingesetzt werden. Auch Anwendungen wie Zahnräder und andere Verschleißbauteile sind mit Ultramid® Advanced N realisierbar.



Thermostat-Gehäuse

Ultramid® Advanced T1000

Innerhalb der Ultramid®-Familie ist Ultramid® Advanced T1000 die Produktgruppe mit der höchsten Festigkeit und Steifigkeit sowie mit konstanter Mechanik bei Temperaturen von bis zu 120 °C (trocken) und bis zu 80 °C (konditioniert). Dank seiner teilaromatischen chemischen Struktur hat es eine geringe Wasseraufnahme und eine hohe Beständigkeit gegen aggressive Medien. Ultramid® Advanced T1000 kann in der Automobilindustrie eingesetzt werden, besonders in Bereichen, in denen die Werkstoffe kaum an Festigkeit einbüßen dürfen, egal welchen Temperaturen oder Umgebungen sie ausgesetzt sind; außerdem in allen anderen Branchen, in denen Dimensionsstabilität oder Beständigkeit gegen Chemikalien gefragt ist, z. B. in Thermostatgehäusen und Wasserpumpen, im Kraftstoffkreislauf und der Abgasnachbehandlung sowie für Aktuatoren und Kupplungsbauteile im Auto ebenso wie in Kaffeemaschinen, als Möbelbeschläge sowie in Bauanwendungen wie Wasserverteilern, Heizungsanlagen und Pumpen.

Ultramid® Advanced T2000

Das Polyphthalamid verbindet ausgezeichnete mechanische und isolierende, dielektrische Eigenschaften bei hohen Temperaturen. Aufgrund seiner teilaromatischen chemischen Struktur ist Ultramid® Advanced T2000 die ideale Lösung für Bauteile, die eine hohe, konstante Steifigkeit und Festigkeit über einen weiten Temperaturbereich zusammen mit Wärmebeständigkeit, geringer Feuchtigkeitsaufnahme sowie optimalen Flammenschutz erfordern. Das PPA zeigt eine Schlagzähigkeit auf gleichem Niveau wie Standard-PA66 und eine geringere Wasseraufnahme als aliphatische Standardpolyamide, was zu einer hohen Dimensionsstabilität führt. Der hohe Schmelzpunkt (310 °C) und die hohe Wärmeformbeständigkeit (>280 °C, HDT-A) machen den Werkstoff zum geeigneten Material für bleifreies Lötten, ohne dass sich Bauteile verformen. So können empfindliche Konnektoren, Strukturbauteile in Laptops und auch Leistungsschutzschalter hergestellt werden.

Ultramid® T KR

Das teilaromatische Polyamid Ultramid® T KR verfügt über herausragende Eigenschaften:

- Dimensionsstabilität auch bei höheren Temperaturen (Schmelzpunkt: 295°C)
- Exzellente Steifigkeit und Festigkeit
- Mechanische Eigenschaften wenig abhängig von äußeren Bedingungen
- Höchste Zähigkeit aller teilaromatischen Polyamide
- Niedrige Schwindung und niedriger Verzug
- Langsame Wasseraufnahme
- Gute Chemikalienbeständigkeit
- Ausgezeichnete elektrische Eigenschaften

Besonders die hoch-glasfasergefüllten Typen eignen sich durch ihre hohe mechanische Belastbarkeit als idealer Metallersatz.

Mechanische Eigenschaften

Im Vergleich zu konventionellen Polyamiden (z. B. PA6 oder PA66) zeichnet sich Ultramid® T KR durch eine deutlich langsamere Wasseraufnahme aus. Die Aufnahme von Feuchtigkeit führt zudem aufgrund der bei Ultramid® T KR generell höheren Glasstemperatur zu keiner nennenswerten Änderung der mechanischen Eigenschaften bei Raumtemperatur (Abb. 1).

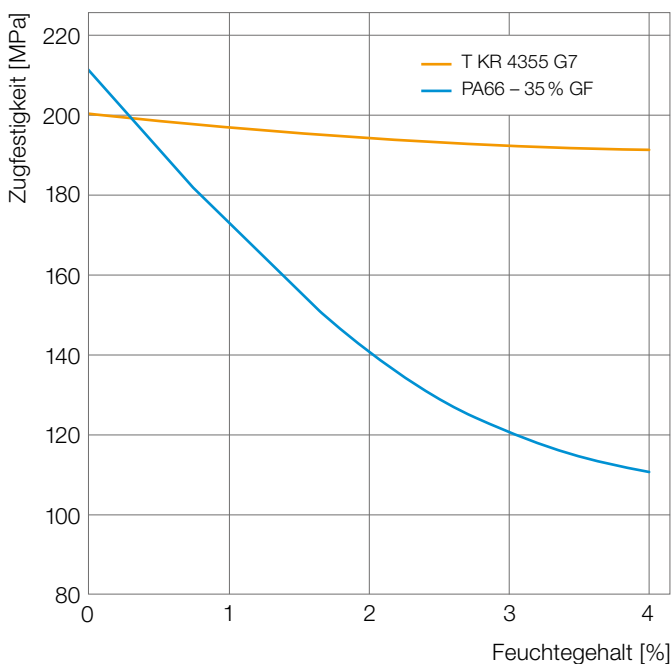


Abb. 1: Zugfestigkeit von Ultramid® T KR bei verschiedenen Feuchtegehalten im Vergleich zu einem PA66 bei 23°C

Teilaromatische Polyamide zählen allgemein nicht zu den zähesten Werkstoffen. Bei Ultramid® T KR liegen die Zähigkeitswerte auf Grund des molekularen Aufbaus deutlich über denen anderer teilaromatischer Polyamide (Abb. 2). Auch in kalter Umgebung und im trockenen Zustand verliert es seine Zähigkeit nicht. Ultramid® T KR eignet sich deshalb zum Beispiel exzellent als Material für Schnapp- und Steckverbindungen.

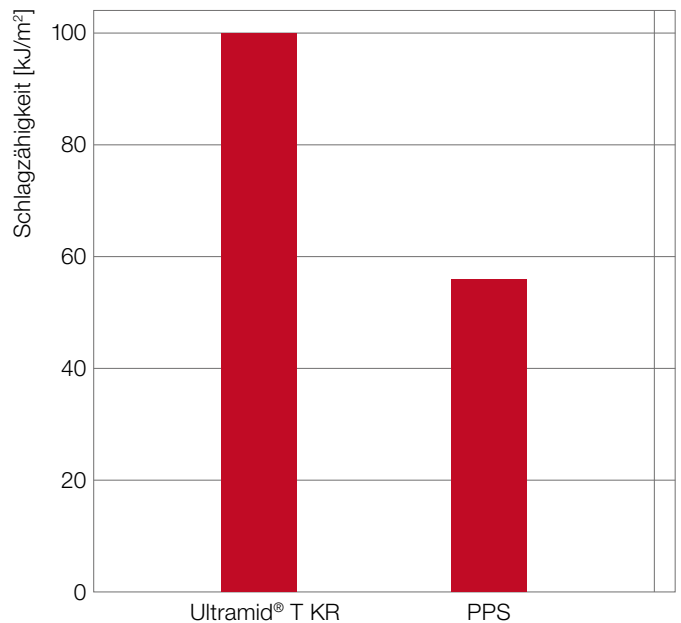


Abb. 2: Schlagzähigkeit (23°C) von Ultramid® T KR im Vergleich zu PPS (Glasfasergehalt: 30-35%)

Chemikalienbeständigkeit

Wie alle Polyamide weist auch Ultramid® T KR eine sehr gute Chemikalienbeständigkeit auf. Darüber hinaus bietet der Werkstoff einige weitere Vorteile, etwa gegenüber polaren Substanzen wie Alkoholen und wässrigen Calcium- und Zinkchloridlösungen. Zudem sind die Reduzierung der Festigkeit und Steifigkeit beziehungsweise die Volumenänderung bei Ultramid® T KR deutlich geringer als zum Beispiel bei einem PA6.

Schwindung und Verzug

Produkte auf Basis von Ultramid® T KR zeigen im Vergleich zu PA66 eine niedrigere Schwindung in Längs- und Querrichtung. Dies führt, in Abhängigkeit von der Bauteilgeometrie, zu einem insgesamt äußerst niedrigen Verzug. Durch die langsame Wasseraufnahme im Vergleich zu Standardpolyamiden kommt es daneben zu einer wesentlich höheren Dimensionsstabilität bei wechselnden äußeren Bedingungen.

Weitere Informationen finden Sie im Ultramid® T KR Flyer.

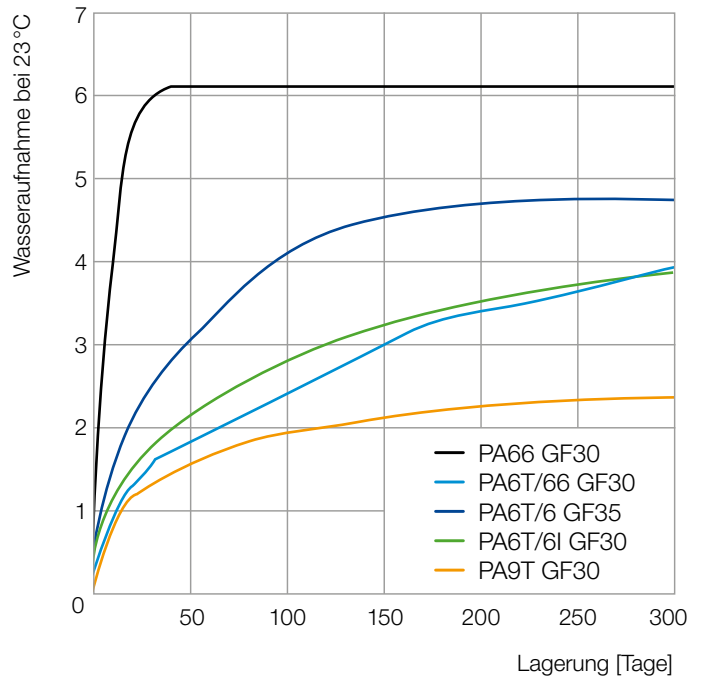


Abb. 3: Wasseraufnahme verschiedener PPA-Typen im Vergleich zu PA66

Chemikalienresistenz
Geringe Wasseraufnahme
Dimensionsstabilität
Hydrophobizität

- PPA = Polyphthalamid
- PPA-Blend oder PPA-Copolymer, < 55% aromatischer Diamin-Anteil
- PA = Polyamid
- Flammenschutz-Marken

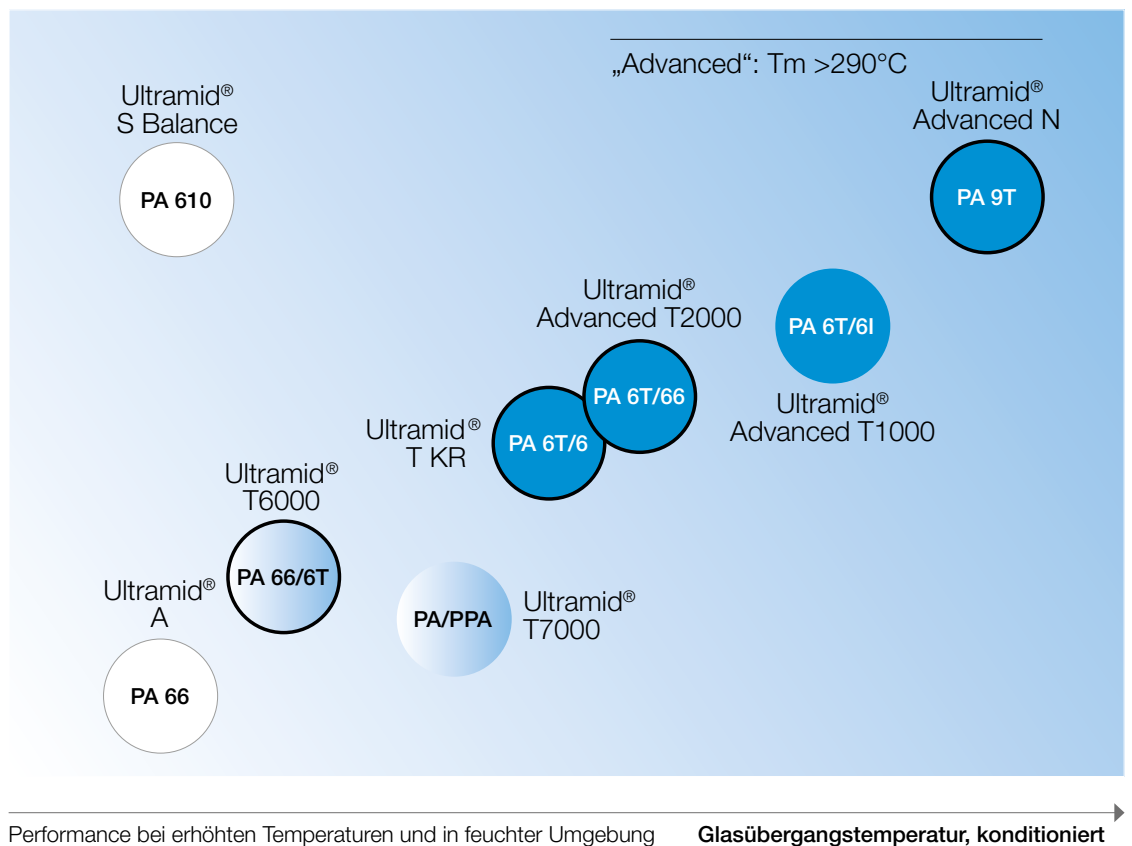


Abb. 4: Technische Positionierung der Ultramid® PPA-Typen im Vergleich zu PA66

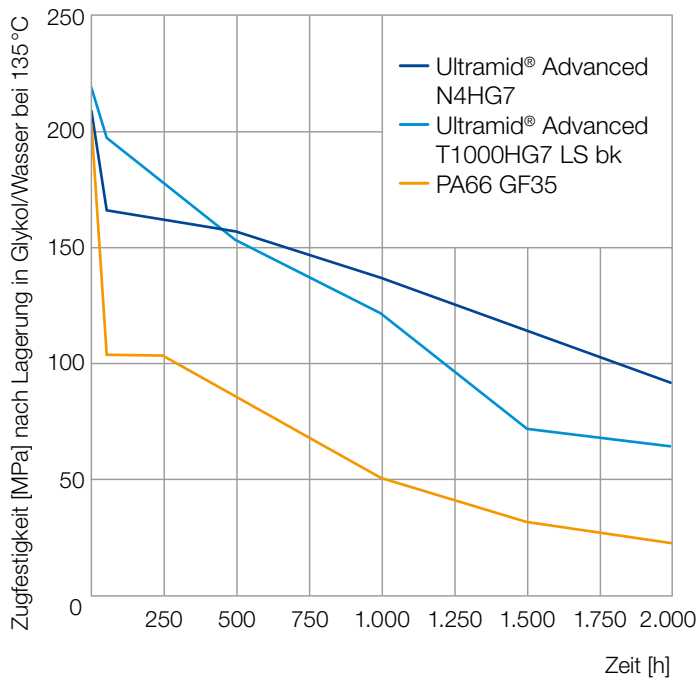


Abb. 5: Zugfestigkeit verschiedener PPA-Typen im Vergleich zu PA66

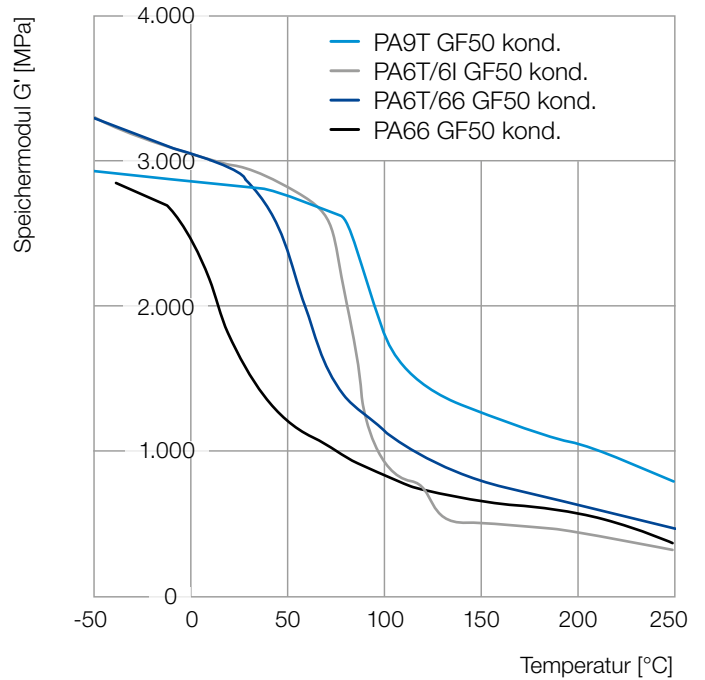


Abb. 6: Speichermodul verschiedener PPAs im Vergleich zu PA66

| Anwendung / Technologie | Ultramid® T6000 | Ultramid® T7000 | Ultramid® T KR | Ultramid® Advanced T1000 | Ultramid® Advanced T2000 | Ultramid® Advanced N |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| Unterhaltungselektronik ¹ | | *** | ** | * | *** | *** |
| E&E-Steckverbinder ¹ | | *** | *** | * | *** | *** |
| E-Mobilität ¹ | | ** | ** | * | *** | *** |
| Extrusion | | | | | | *** |
| Fuel Cell | * | ** | * | *** | * | *** |
| Zahnräder | | | * | | ** | *** |
| Haushaltsgeräte | *** | ** | * | *** | * | ** |
| LED | | | | | | *** |
| Powertrain | ** | | ** | *** | ** | *** |
| Pumpen | *** | | ** | *** | * | ** |
| Sensoren ¹ | | | ** | *** | *** | *** |
| Wasserzähler | *** | | ** | *** | * | ** |

¹ Flammenschutz-Marken verfügbar; weitere Informationen finden Sie im separaten Ultramid® PPA Flammenschutz-Flyer

*** perfect fit / ** good fit / * moderate fit

Tabelle 4: Mögliche Anwendungen für die verschiedenen PPA-Typen



Finden Sie das passende PPA für Ihre Anwendung!
PPA Product Selector auf www.ppa.basf.com

Ultramid® T6000

Performance zwischen PA66 und PPA für E&E-Anwendungen

Ultramid® T6000 ist ein Hochtemperaturpolyamid (PA66/6T) mit sehr guten mechanischen und dielektrischen Eigenschaften bei Feuchtigkeit und erhöhten Temperaturen. Es schließt die Lücke zwischen dem Polyamid- und PPA-Angebot der BASF für E&E-Anwendungen. Der Hochleistungskunststoff zeichnet sich durch sehr gute mechanische und dielektrische Eigenschaften bei Feuchtigkeit und erhöhten Temperaturen aus. Er zeigt eine gute Dimensionsstabilität aufgrund geringer Wasseraufnahme. Ultramid® T6000 erweitert die Einfärbungs- und Gestaltungsmöglichkeiten von Bauteilen, da es nicht nur orange und grau, sondern auch weiß eingefärbt werden kann. Aufgrund seiner hohen Fließfähigkeit ist es besonders zur Herstellung von kleinen und komplexen Bauteilen mit elektrischer Schutzwirkung geeignet. Die verfügbaren UL-Karten belegen hervorragende RTI- und GWIT-Werte. Das verwendete Flammschutzmittel ist nicht-halogeniert.

Weitere Informationen finden Sie im Ultramid® T6000 Flyer.

Ultramid® T7000

Ultramid® T7000 übertrifft PA66 bei Steifigkeit und Festigkeit im trockenen Zustand und besonders bei Feuchtigkeit. Der Polyphthalamid-Anteil führt zu einer geringeren Wasseraufnahme, was den Bauteilen eine hervorragende Dimensionsstabilität gibt. Ultramid® T7000 lässt sich genauso einfach spritzgießen wie PA66 und verleiht Bauteilen eine glänzende und glatte Oberfläche. Diese einzigartige Kombination von Eigenschaften macht den PA/PPA-Blend zu einem perfekten Metalleersatz für Strukturbauteile, die Feuchtigkeit ausgesetzt sind, z. B. Autospiegelhalter, Druckluftbremsen, Ventile, aber auch Möbelkomponenten.

Ultramid® S Balance

Als langkettiges Polyamid zeichnet sich Ultramid® S Balance vor allem durch folgende Eigenschaften aus:

- Gute Hydrolysebeständigkeit
- Hohe Spannungsrissbeständigkeit
- Niedrige Wasseraufnahme, hohe Dimensionsstabilität
- Mechanische Eigenschaften weitgehend unabhängig vom Konditionierungsgrad
- Teilweise biobasiert

Unter den langkettigen Polyamiden weist Ultramid® S Balance eine der höchsten Steifigkeiten und Festigkeiten auf. Es ist daher der ideale Werkstoff für den Einsatz in Bereichen, die eine Kombination aus der Medienresistenz langkettiger Polyamide mit den mechanischen Eigenschaften der klassischen Werkstoffe PA6 und PA66 erfordern.

Mechanische Eigenschaften

Die geringere Wasseraufnahme von Ultramid® S Balance im Vergleich zu PA6 oder PA66 führt einerseits zu einer besseren Konstanz mechanischer Eigenschaften unter wechselnden Klimabedingungen. Andererseits besitzt Ultramid® S Balance eine höhere Wärmeformbeständigkeit als PA12 und bietet somit ein ausgewogenes Eigenschaftsspektrum für vielfältige Anwendungen.

Chemikalien- und Hydrolysebeständigkeit

Wie alle Polyamide weist auch Ultramid® S Balance eine sehr gute Chemikalienbeständigkeit auf. Darüber hinaus bietet der Werkstoff einige weitere Vorteile, z. B. eine im Vergleich zu PA6 oder PA66 deutlich bessere Hydrolysestabilität (Abbildung 7).



Das macht Ultramid® S Balance besonders geeignet für Steckverbinder, Rohre und Behälter in Kühlkreisläufen. Ebenso kann das Material gut im Kraftstoffbereich eingesetzt werden, z. B. für Schnellkupplungen von Kraftstoffleitungen.

Für den Einsatz im Automobilaußenbereich ist Spannungsrisssbeständigkeit in Anwesenheit von Zinkchlorid ein wichtiges Kriterium. Durch ihre spezielle molekulare Struktur sind langkettige Polyamide hier klar im Vorteil. So erfüllt glasfaserverstärktes Ultramid® S Balance die Bedingungen der Normen SAE 2644 und FMVSS 106. Damit ist der Werkstoff besonders gut geeignet für das Umspritzen von Metall- und Elektronikbauteilen, die im Kontakt mit aggressiven Medien stehen, z. B. Raddrehzahlsensoren.

Ultramid® S findet außerdem in hochwertigen Freizeitartikeln, wie zum Beispiel im Wintersport, seine Anwendung. Im Portfolio finden sich hochschlagzähe Produkte (S3Z4 und S3Z5) welche sich vor allem für Skischuhe eignen. Im Vergleich zu anderen Materialien in diesem Segment weist Ultramid® S eine sehr niedrige Dichte auf (1000 g/l) und verfügt über exzellente Materialeigenschaften.

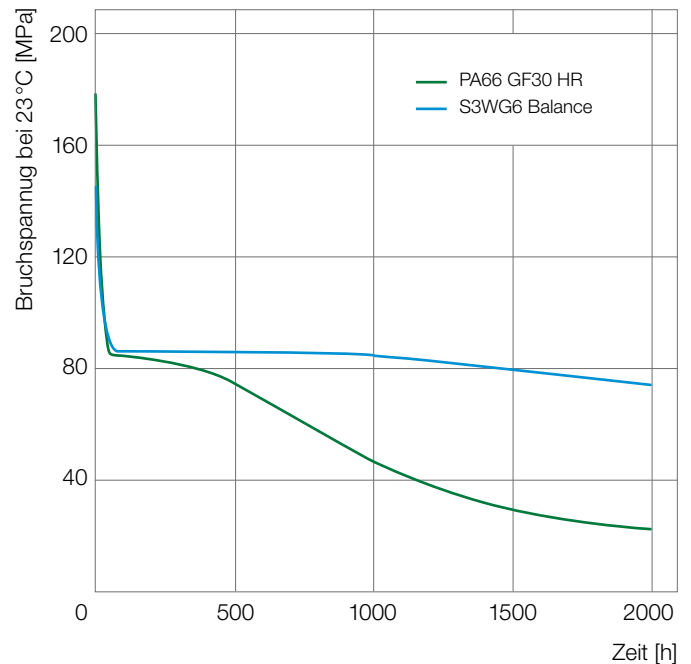


Abb. 7: Hydrolysebeständigkeit von Ultramid® S Balance im Vergleich mit PA66 GF30 HR nach Lagerung in Glysantin® / Wasser (1:1) bei 130°C

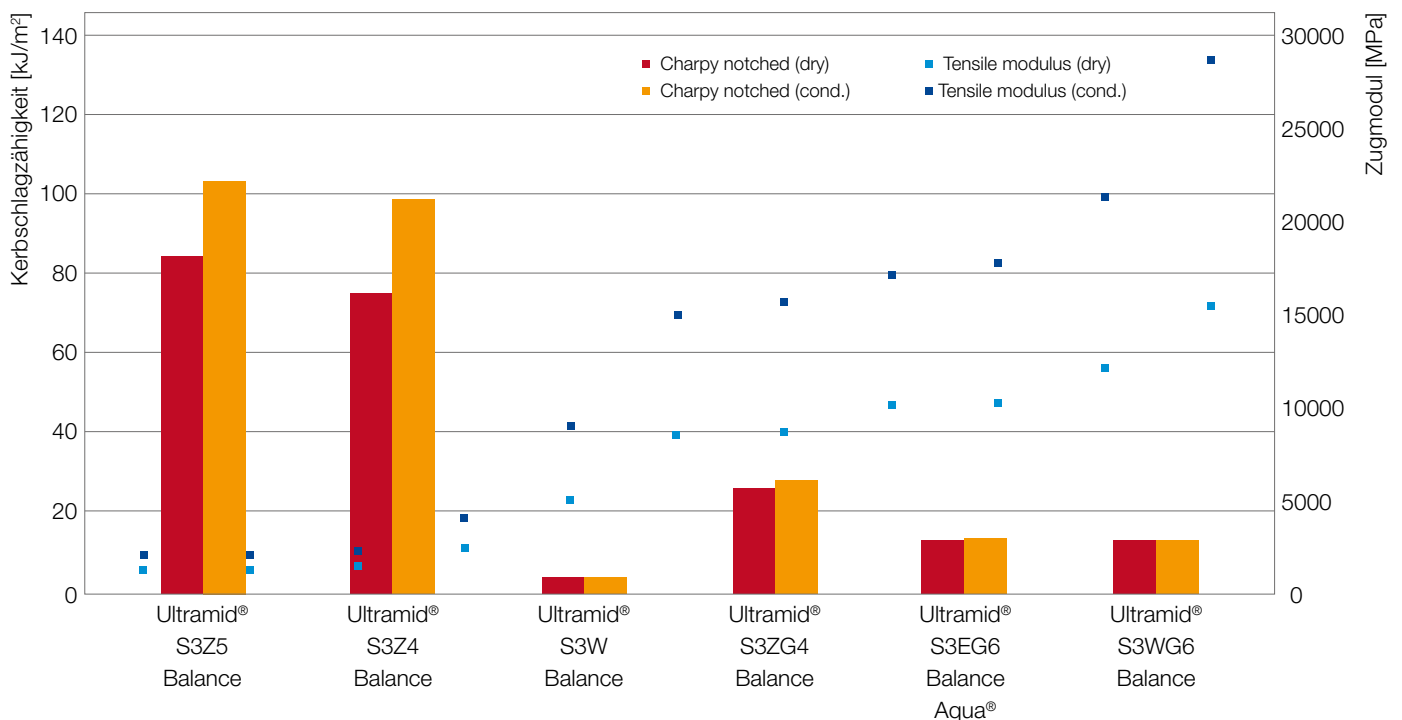


Abb. 8: Steifigkeit und Zähigkeit von Ultramid® S Typen

Ultramid® Expand

Ultramid® Expand ist ein innovativer Partikelschaum auf Basis von Polyamid 6. Das Material besteht aus vorgeschäumten Partikeln mit definierter Größe und Dichte, die sich zu komplexen 3D-Bauteilen verarbeiten lassen – ganz ohne chemische Reaktion im Schaum. Das Ergebnis sind Bauteile mit isotropen Eigenschaften, also gleichmäßiger mechanischer Performance in alle Richtungen.

Dank seiner geschlossenzelligen Struktur bietet Ultramid® Expand eine außergewöhnlich hohe Druckfestigkeit – eine Schlüsselanforderung für crashrelevante Anwendungen mit hohen mechanischen Belastungen. Gleichzeitig überzeugt der Schaum durch seine hohe Temperaturbeständigkeit (dauerhaft bis 150 °C, kurzfristig bis 190 °C) sowie seine exzellente chemische Resistenz gegenüber Kraftstoffen, Ölen und Schmierstoffen.

Die Kombination aus hoher Steifigkeit, Festigkeit und thermischer Stabilität macht Ultramid® Expand zur idealen Lösung für anspruchsvolle Leichtbauanwendungen.

Darüber hinaus lässt sich das Material auf konventionellen EPP-Formteilautomaten sowie mit modernen dampffreien Technologien verarbeiten.

Auch das Überspritzen mit PA-Spritzgussmassen ist möglich – für hybride Bauteile mit maximaler Designfreiheit.

Ultramid® Expand ist laserbeschriftbar, recyclebar und durch BASF Ultrasim® umfassend simulierbar – für eine schnelle, effiziente und präzise Produktentwicklung.



Ultramid® Expand
Demonstrator für
Batteriezellhalter



Vorgeschäumte Ultramid® Expand Partikel

Ultramid® HPP

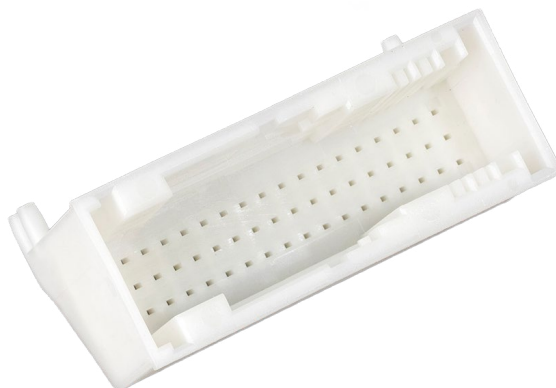
Mit Ultramid® HPP (High Productivity Plus) präsentiert BASF eine neue Generation von PA6-GF30, die speziell für höchste Anforderungen an Produktivität und Energieeffizienz im Spritzguss entwickelt wurde. Das Material überzeugt durch:

- Exzellente Fließfähigkeit für komplexe Geometrien
- Schnelle Kristallisation für kürzere Zykluszeiten
- Verarbeitung bei niedrigeren Schmelztemperaturen, was den Energieverbrauch reduziert
- Geringerer Einspritzdruck, der den Verschleiß an Maschinen minimiert und die Lebensdauer von Werkzeugen verlängert

High Productivity Plus ist die Antwort auf die steigenden Anforderungen an nachhaltige und wirtschaftlich effiziente Fertigungsprozesse. Erste Anwendungen zeigen eine Zykluszeitreduktion von bis zu 30% – ein echter Produktivitätsschub für moderne Kunststoffverarbeiter. In Summe trägt Ultramid® HPP maßgeblich zur Ressourcenschonung und nachhaltigen Produktion bei – ohne Kompromisse bei Leistung und Qualität.



Steckverbinder aus Ultramid® HPP



Die Eigenschaften von Ultramid®

Mechanische Eigenschaften

Die hier beschriebenen Ultramid® A (PA66) und Ultramid® B (PA6) Marken decken einen großen Bereich mechanischer Eigenschaften ab und erfüllen damit vielseitige Anforderungen unserer Kunden beispielsweise aus der E&E- und Automobil- Industrie sowie aus zahlreichen weiteren Branchen.

Das Besondere des Werkstoffs Polyamid ist die ideale Kombination von Festigkeit, Steifigkeit und Zähigkeit bei ausgezeichneter Langlebigkeit über einen weiten Temperaturbereich. Diese Vorteile sind auf die teilkristalline Struktur des Polyamids zurückzuführen: Starke zwischenmolekulare Wasserstoffbrückenbindungen geben den kristallinen Bereichen Festigkeit und ermöglichen hohe Einsatztemperaturen, während flexiblere Molekülketten der amorphen Bereiche für außergewöhnliche Zähigkeit sorgen.

Bei der Materialauswahl auf Basis mechanischer Kenndaten ist eine Besonderheit des Polyamids zu berücksichtigen: Spritzfrische Bauteile sind stets trocken und nehmen je nach Umgebungsbedingungen Feuchtigkeit auf.

Dies führt zu einer signifikanten Änderung der mechanischen Kenndaten, bei typischen Prüfbedingungen wie z. B. 23 °C. Daher wird in den Datenblättern häufig zwischen den Materialkennwerten „trocken“ und „konditioniert“ unterschieden.

Exemplarisch für Ultramid® A und Ultramid® B zeigt Abb. 10 an unverstärktem Ultramid® A3K den Einfluss der Konditionierung auf den Zug-E-Modul (Verschiebung der Glastemperatur). Bei Ultramid® A3EG10, einem mit 50 % Glaserfasern verstärktem Produkt, ist die Feuchteaufnahme (gegenüber einer unverstärkten Type) reduziert, da die Einlagerung von Wasser nur im Polyamid- und nicht im Glasfaseranteil des Produktes erfolgt, wodurch die Feuchteaufnahme bezogen auf das gesamte Compound geringer ausfällt.

Im Folgenden werden die mechanischen Eigenschaften des Ultramid®-Sortiments beschrieben.

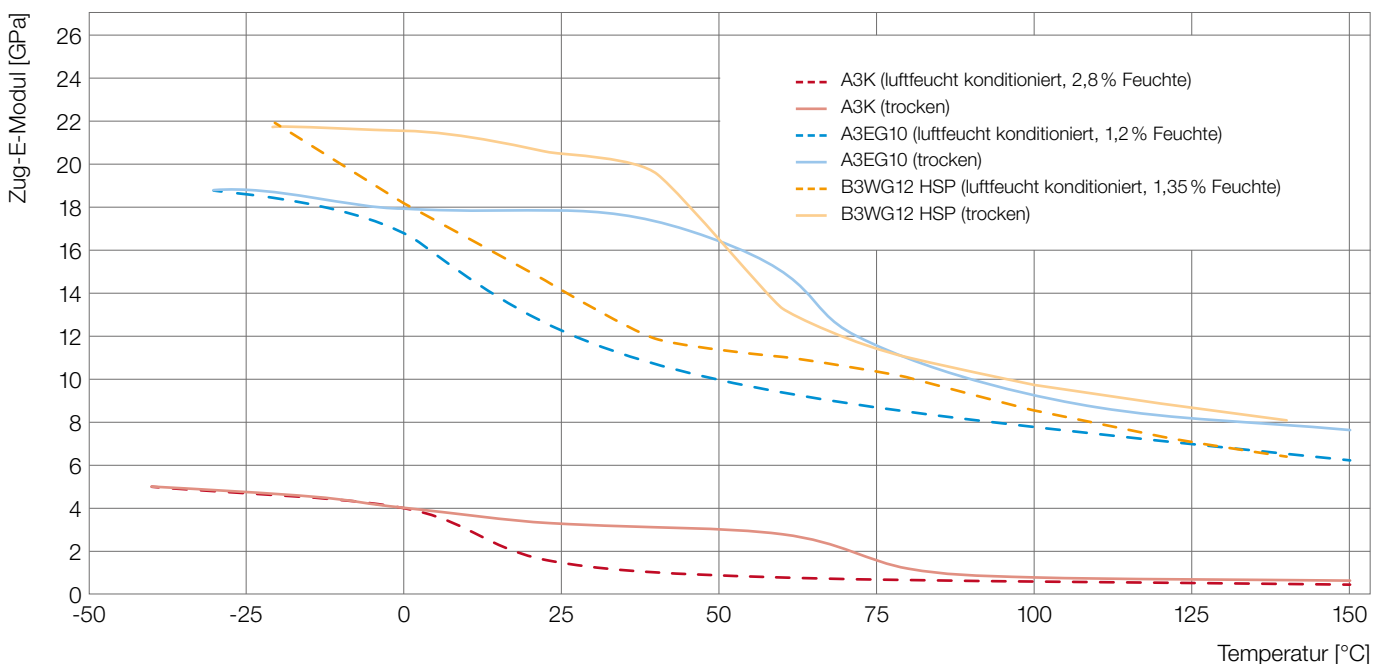


Abb.10: Zug-E-Modul von Ultramid®-Typen als Funktion von Temperatur und Feuchte

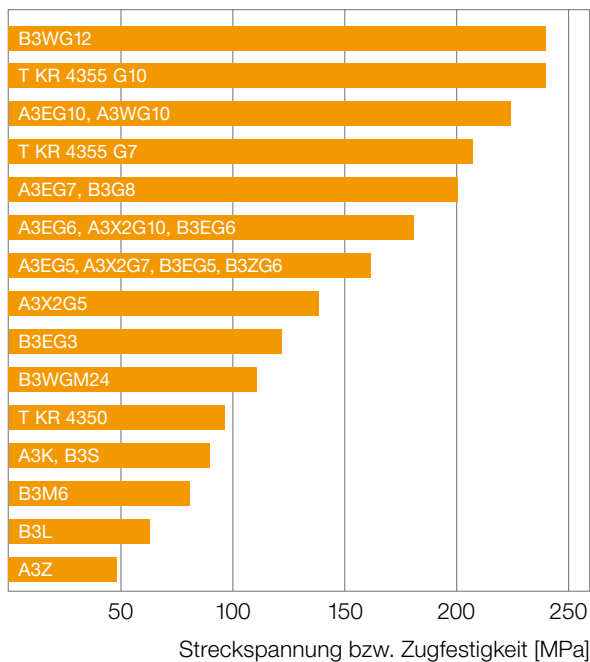


Abb. 11: Streckspannung (bei verstärkten Marken Zugfestigkeit) von ausgewählten Ultramid®-Marken bei 23°C, trocken (nach ISO 527)

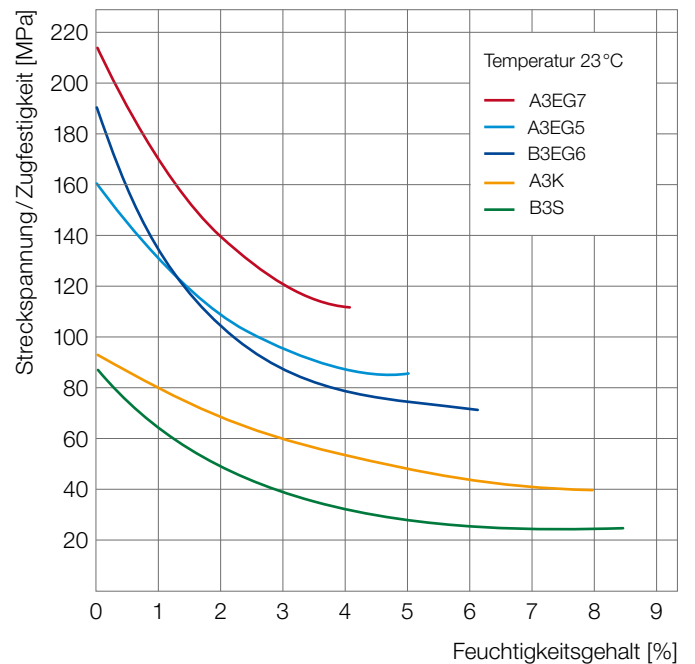


Abb. 13: Zugfestigkeit (bei unverstärkten Marken Streckspannung) von Ultramid® in Abhängigkeit vom Feuchtigkeitsgehalt bei 23°C (nach ISO 527)

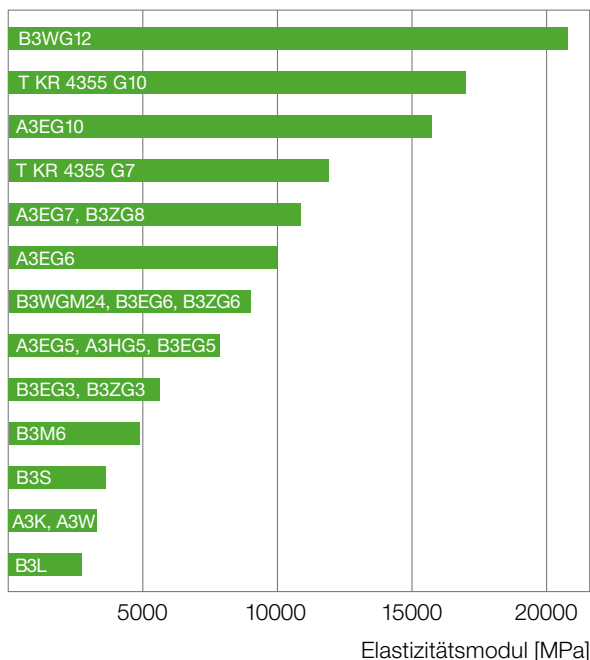


Abb. 12: Elastizitätsmodul von ausgewählten Ultramid®-Marken bei 23°C, trocken (nach ISO 527)

Das Sortiment lässt sich nach den Elastizitätsmodulbereichen (trocken) der Produkte in sechs Gruppen einteilen:

- Zähmodifizierte unverstärkte Marken 1500 - 2000 MPa
- Unverstärkte Marken 2700 - 3500 MPa
- Mineralverstärkte zähmodifizierte Marken (+GF) 3800 - 4600 MPa
- Mineralverstärkte Marken (+GF) 3800 - 9300 MPa
- Zähmodifizierte glasfaserverstärkte Marken 5200 - 11200 MPa
- Glasfaserverstärkte Marken 5200 - 21100 MPa

Die mechanischen Eigenschaften werden von der Temperatur, der Zeit (der Nachkristallisation), dem Feuchtigkeitsgehalt und den Herstellungsbedingungen der Probekörper (vgl. produktspezifische Verarbeitungsempfehlungen) beeinflusst.

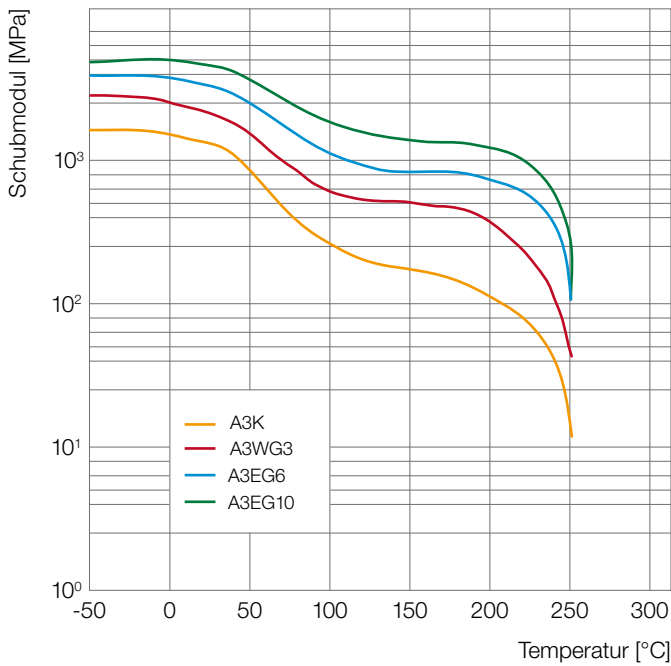


Abb. 14: Schubmodul von Ultramid® A-Marken in Abhängigkeit von Temperatur und Glasfasergehalt, gemäß ISO 6721-2, trocken

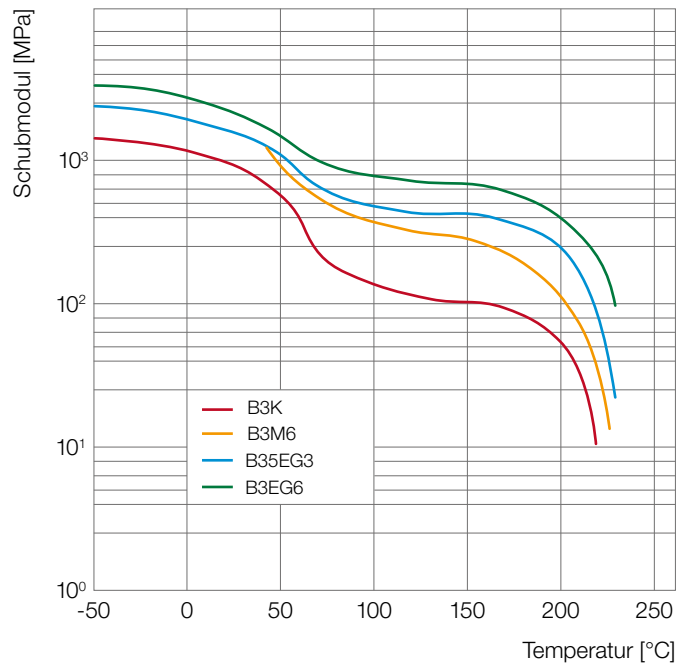


Abb. 15: Schubmodul von Ultramid® B-Marken in Abhängigkeit von der Temperatur und Füllstoff, gemäß ISO 6721-2, trocken

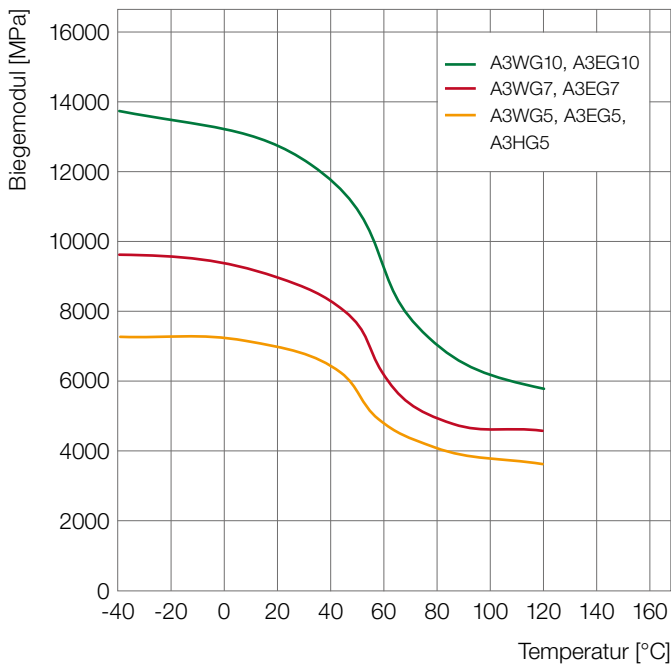


Abb. 16: Biege-Elastizitätsmodul von verstärkten Ultramid® A-Marken in Abhängigkeit von der Temperatur (Biegeversuch ISO 178, trocken)

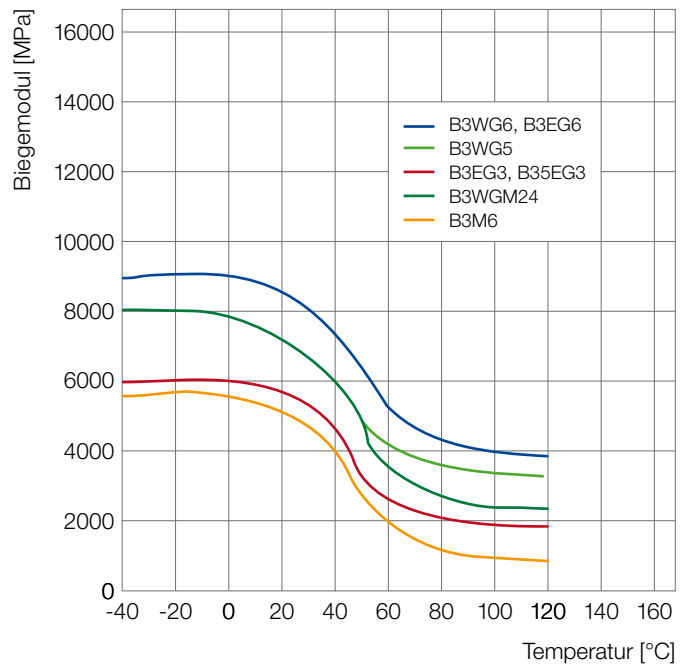


Abb. 17: Biege-Elastizitätsmodul von verstärkten Ultramid® B-Marken in Abhängigkeit von der Temperatur (Biegeversuch ISO 178, trocken)

Bei den verstärkten Marken beeinflussen die Modifizierungen die Eigenschaften. Die wichtigste Modifizierung ist die Verstärkung mit Glasfasern. Einflussgrößen sind: Glasfasergehalt, mittlere Glasfaserlänge, Glasfaserlängenverteilung und die Glasfaserorientierung. Letztere bildet sich durch den Fließprozess der Schmelze aus und führt zu anisotropen Bauteileigenschaften. Diese Effekte können quantitativ berechnet und zur Optimierung von Bauteilen eingebracht werden. Die BASF nutzt hierzu ihre Simulationssoftware Ultrasim®.

Das Verhalten bei kurzzeitiger einachsiger Zugspannung wird als Spannungs-Dehnungs-Diagramm dargestellt (Abb. 18 und 19), worin der Einfluss von Temperatur und Verstärkung verdeutlicht wird. Die Daten sind für ungefärbte Produkte dargestellt und können durch Einfärbungen beeinflusst werden. Die Streckspannung von trockenem, unverstärktem Ultramid® liegt bei 70 bis 100 MPa, bei verstärkten Marken kann die Bruchspannung auf bis zu 250 MPa ansteigen.

Schlagzähigkeit, Kälteschlagzähigkeit

Polyamide sind sehr zähe Werkstoffe. Sie eignen sich für Teile, an deren Bruchsicherheit hohe Anforderungen gestellt werden. Zur Charakterisierung des Zähigkeitsverhaltens dienen im Allgemeinen unter verschiedenen Bedingungen ermittelte Normprüfwerte. Weitere Informationen finden Sie in der Ultramid® Sortimentsübersicht.

Da die Werte wegen der verschiedenen Prüfverfahren, Probekörperabmessungen und Kerbformen nicht direkt miteinander vergleichbar sind, ermöglichen sie allenfalls einen Vergleich von Formmassen innerhalb der einzelnen Produktgruppen. Zur praktischen Beurteilung des Zähigkeitsverhaltens sind Fertigteilprüfungen unerlässlich. Das Verhalten von Ultramid® bei Schlagbeanspruchung wird allerdings von vielen Faktoren, in erster Linie von der Formgebung des Bauteils, der Steifigkeit und von dem Feuchtigkeitsgehalt des Werkstoffs beeinflusst.

Es gibt Ultramid® in den unterschiedlichsten Kombinationen von Schlagzähigkeit und Steifigkeit. Je nach Anwendung, Anforderung, Konstruktion und Verarbeitung können unverstärkte, höhermolekulare, glasfaserverstärkte, mineralgefüllte oder zähmodifizierte Produkte mit jeweils optimaler Zähigkeits-Steifigkeits-Relation gewählt werden. Auch die folgenden Hinweise sollten bei der Wahl geeigneter Werkstoffe beachtet werden.

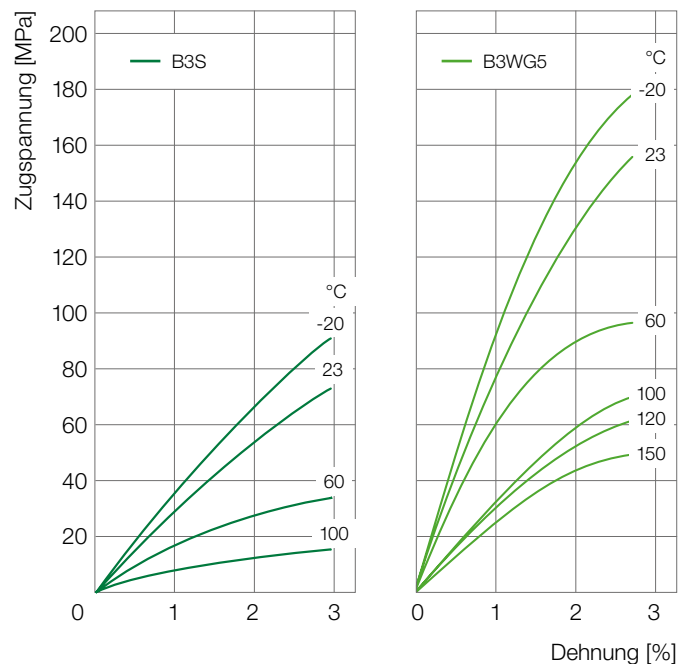


Abb. 18: Spannungs-Dehnungs-Diagramme für Ultramid® B3S und B3WG5 (trocken) nach ISO 527

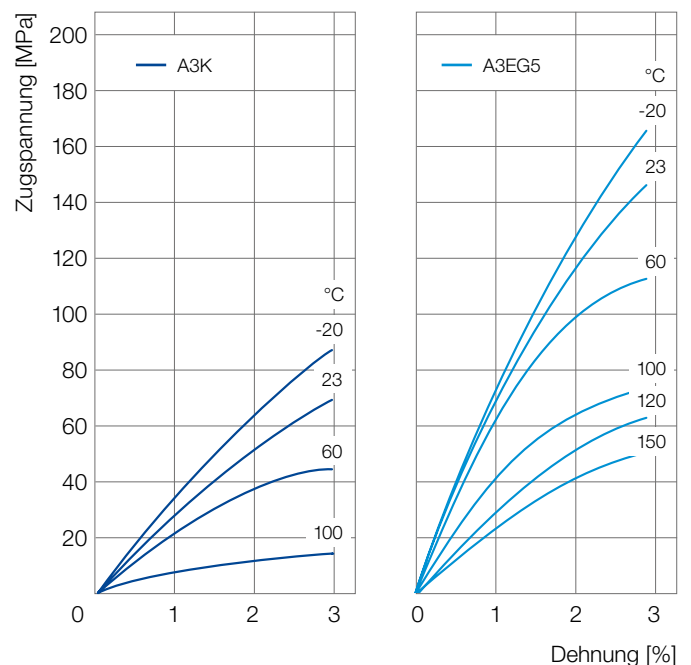


Abb. 19: Spannungs-Dehnungs-Diagramme für Ultramid® A3K und A3EG5 (trocken) nach ISO 527

Feuchtigkeit fördert die Zähigkeit von Ultramid®. Während unverstärkte Polyamide eine sehr hohe Schlagzähigkeit aufweisen (typischerweise erfolgt hier bei einer Schlagbiegeprüfung kein Bruch der entsprechenden Probekörper), nimmt die Schlagzähigkeit bei Zugabe von Glasfasern zunächst stark ab und durchläuft bei einem Glasfaseranteil von etwa 10-15 Gew.-% ein Minimum und nimmt dann mit steigendem Glasfaseranteil wieder deutlich zu. Demgegenüber nimmt bei glasfaserverstärkten Marken die Bruchdehnung von Fertigteilen im Zugversuch mit steigendem Glasfasergehalt stetig ab, während gleichzeitig die Werte der Festigkeit, Steifigkeit und Kerbschlagzähigkeit von Normprobekörpern ansteigen. Dieser Effekt ist im Wesentlichen auf die ausgeprägte Glasfaserorientierung in den Probekörpern zurückzuführen.

Hochmolekulare unverstärkte Produkte haben sich für dickwandige technische Teile mit hohen Anforderungen an die Schlagzähigkeit bewährt.

Die zähmodifizierten unverstärkten Ultramid®-Typen wie B3L weisen schon trocken eine hohe Schlagzähigkeit auf. Sie werden eingesetzt, wenn eine Konditionierung oder eine Zwischenlagerung zur Feuchtigkeitsaufnahme nicht wirtschaftlich ist oder wenn höchste Kerb- oder Kälteschlagzähigkeit gefordert ist.

Neben den jeweiligen Verarbeitungsbedingungen beeinflusst auch die Formteilgeometrie die Schädigungsarbeit in hohem Maße, und zwar mit den daraus resultierenden Widerstandsmomenten, wobei besonders die Wanddicken, Querschnitte und Kerbradien zu nennen sind. Selbst Ort und Geschwindigkeit bei der Beanspruchung sind für das Ergebnis von großer Bedeutung.

Verhalten bei langzeitiger statischer Beanspruchung

Die Beanspruchung eines für längere Zeit statisch belasteten Werkstoffs wird typischerweise durch eine konstante Spannung oder Dehnung hervorgerufen. Aufschluss über das Dehn-, Festigkeits- und Spannungs-Relaxations-Verhalten unter Dauerbelastung geben der Zeitstandzugversuch nach ISO 899 und der Spannungs-Relaxations-Versuch nach DIN 53441.

Dargestellt werden die Ergebnisse als Kriechkurven, Kriechmodullinien, Zeitspannungslinien und isochrone Spannungs-Dehnungs-Linien (Abb.20 und 21). Die hier für Normklima nach ISO 291 und 120°C wiedergegebenen Kurven sind nur ein Ausschnitt aus unseren umfangreichen Untersuchungsergebnissen.

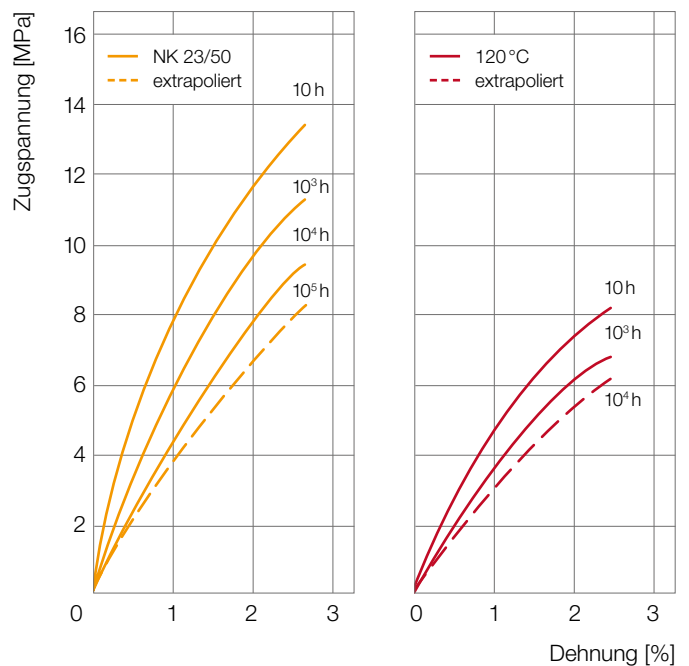


Abb. 20: Isochrone Spannungs-Dehnungs-Diagramme für Ultramid® A3K nach ISO 899 im Normklima 23°C/50% r.F. und bei 120°C (trocken)

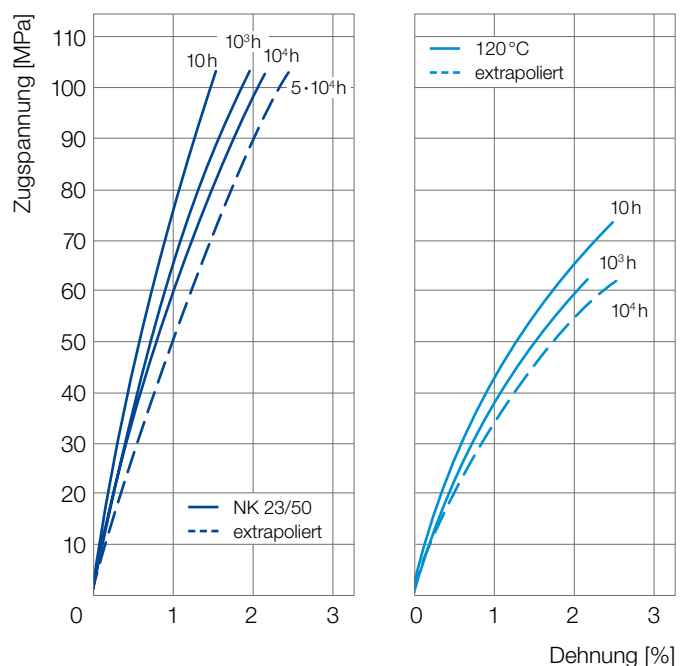


Abb. 21: Isochrone Spannungs-Dehnungs-Diagramme für Ultramid® A3WG10 nach ISO 899 im Normklima 23°C/50% r.F. und bei 120°C (trocken)

Die bei einachsiger Zugbeanspruchung ermittelten Kennwerte ermöglichen es auch, das Werkstoffverhalten bei mehrachsiger Beanspruchung richtig einzuschätzen. Insbesondere verstärkte Marken zeichnen sich durch hohe Zeitstandfestigkeit und geringe Kriechneigung aus. Weitere Werte und Diagramme für andere Temperatur- und Klimabedingungen können beim Ultra-Infopoint angefordert oder dem Programm „Campus“ entnommen werden.

Verhalten bei schwingender Beanspruchung, Schwingfestigkeit

Technische Teile werden häufig auch durch dynamische Kräfte beansprucht, vor allem bei Schwingungsbeanspruchungen, die periodisch in stets gleicher Weise auf das Konstruktionsteil einwirken. Das Verhalten eines Werkstoffs gegenüber solchen Beanspruchungen wird in Dauerprüfungen z. B. unter Zug-Druck-Belastung bis zu sehr großen Lastspielzahlen ermittelt. Die Ergebnisse sind in Wöhler-Diagrammen dargestellt, die man durch Auftragen der aufgetragenen Spannung über der jeweils erreichten Schwingspielzahl erhält. Bei der Übertragung der Prüfergebnisse in die Praxis ist zu berücksichtigen, dass sich die Werkstücke bei hoher Lastwechselfrequenz infolge innerer Reibung stark erwärmen können. Für diese Fälle sind die bei höheren Temperaturen gemessenen Kurven heranzuziehen (Abb.22).

Reibungs- und Verschleißverhalten

Die glatte, zäherte Oberfläche, die teilkristalline Struktur, die hohe Wärmebeständigkeit und die Widerstandsfähigkeit gegen Schmierstoffe, Kraftstoffe und Lösungsmittel machen Ultramid® zu einem idealen Werkstoff für gleitbeanspruchte Bauteile. Hervorzuheben sind die guten Notlaufeigenschaften: während metallische Werkstoffe bei Trockenlauf zum „Fressen“ neigen, sind Gleitpaarungen mit Ultramid® in vielen Fällen auch ohne Schmierung funktionstauglich.

Verschleiß und Reibung sind Systemeigenschaften, die von vielen Parametern abhängen, z. B. von der Werkstoffpaarung, der Oberflächenbeschaffenheit, der Geometrie der sich berührenden Gleitelemente, dem Zwischenmedium (Schmierstoff) und der Beanspruchung aufgrund äußerer Bedingungen wie Belastung, Geschwindigkeit und Temperatur.

Die wichtigsten Einflüsse auf die Höhe des Gleitverschleißes und des Gleitreibungskoeffizienten von Ultramid® sind die Härte und Oberflächenrauigkeit der Gleitpartner, der Flächenndruck, die Gleitstrecke, die Gleitflächentemperatur und die Schmierung.

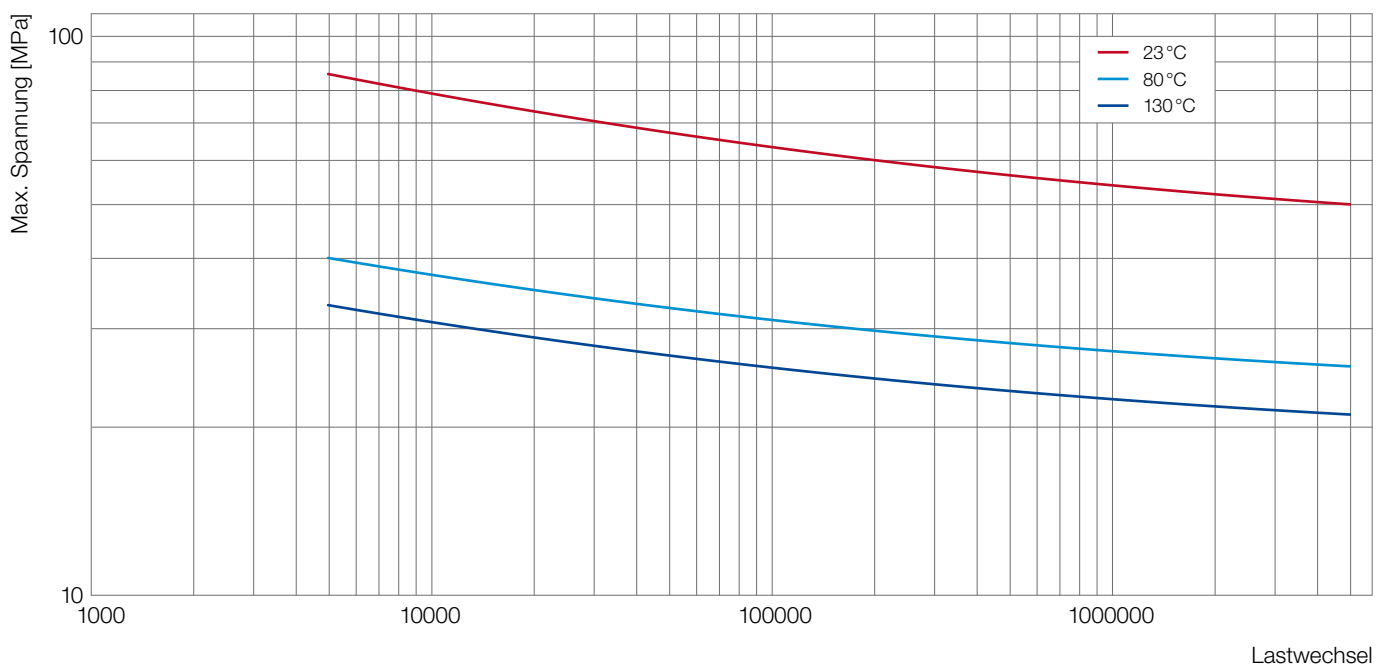


Abb.22: Schwingfestigkeit von Ultramid® A3WG7 bei verschiedenen Temperaturen (trocken, R=-1, 10Hz, längs orientiert, Dicke: 3mm)

Thermische Eigenschaften

Ultramid® hat folgende Schmelztemperaturen:

| | |
|---------------------------|--------|
| Ultramid® A: | 260 °C |
| Ultramid® B: | 220 °C |
| Ultramid® C: | 242 °C |
| Ultramid® S: | 222 °C |
| Ultramid® T KR: | 295 °C |
| Ultramid® Advanced T1000: | 325 °C |
| Ultramid® Advanced T2000: | 310 °C |
| Ultramid® Advanced N: | 300 °C |
| Ultramid® T6000: | 280 °C |
| Ultramid® T7000: | 260 °C |
| Ultramid® F: | 196 °C |
| Ultramid® Expand: | 220 °C |

Aufgrund seiner teilkristallinen Struktur und der starken Wasserstoffbrückenbindungen ist Ultramid® auch bei erhöhter Temperatur bis in die Nähe des Schmelzbereichs formbeständig.

Unter den teilkristallinen Thermoplasten hebt sich Ultramid® durch geringe Längenausdehnungskoeffizienten ab.

Besonders die verstärkten Marken sind bei Temperaturänderungen sehr maßhaltig. Bei den glasfaserverstärkten Marken ist die Längenausdehnung jedoch von der Orientierung der Fasern abhängig.

Verhalten bei Temperatureinwirkung

Das Verhalten von Bauteilen aus Ultramid® in der Wärme ist außer von den produktspezifischen thermischen Eigenschaften auch von Dauer und Art der Temperatureinwirkung und der mechanischen Belastung abhängig. Ferner übt die Gestaltung der Teile einen Einfluss aus. Die Wärmeformbeständigkeit von Teilen aus Ultramid® ist deshalb nicht ohne weiteres anhand der Temperaturwerte aus den verschiedenen genormten Prüfungen abzuschätzen, so wertvoll sie zur Orientierung und zum Vergleich auch sein mögen.

Einen guten Einblick in das Temperaturverhalten liefern die im Torsionsschwingungsversuch nach ISO 6721-2 in Abhängigkeit von der Temperatur gemessenen Schubmodul- und Dämpfungswerte. Der Vergleich der Schubmodulkurven (Abb. 14 und 15) gibt Aufschluss über das unterschiedliche mechanisch-thermische Verhalten bei geringen Deformationsbeanspruchungen und -geschwindigkeiten. Nach den praktischen Erfahrungen stimmt die Wärmeformbeständigkeit von optimal gefertigten Teilen gut mit den im Torsionsversuch ermittelten Temperaturbereichen überein, in denen die beginnende Erweichung deutlich wird.

Für die Anwendung in elektrischen Geräten ist meist die Prüfung der Wärmesicherheit nach IEC 60695-10-2 (Kugeldruckprüfung) vorgeschrieben. Die Anforderungen dieser Prüfung bei 125 °C für Träger spannungsführender Teile werden von Fertigteilen aus allen Ultramid®-Marken erfüllt. Auch höhere Temperaturanforderungen können mit Ultramid® erfüllt werden. Hierfür empfehlen sich die verstärkten Marken.



Schutzschalter

Wärmealterungsbeständigkeit

Für Teile mit lang andauernder Temperaturbeanspruchung eignet sich stabilisiertes Ultramid®, welches traditionell mit K, E, H oder W als zweiten Buchstaben in der Nomenklatur gekennzeichnet ist. Für besonders hohe Dauergebrauchstemperaturen kann aus einem lückenlosen Portfolio ausgewählt werden: Für Temperaturen bis 190 °C eignet sich die W2-Stabilisierung. Komplettiert wird die Bandbreite von Ultramid® Endure, das bis 220 °C einsetzbar ist. Für sensitive Anwendungen, z. B. aus dem Elektronikbereich, eignen sich optimierte Produkte mit E- oder H-Stabilisierung. Mit der P-Stabilisierung wird das Portfolio der wärmestabilisierten Ultramid® Produkte vervollständigt, da es aufgrund seiner Metall- und Halogenidfreiheit ebenfalls für sensitive Anwendungen geeignet ist, dabei aber Dauergebrauchstemperaturen bis zu 190 °C ermöglicht.

Merkmale und Wirksamkeit dieser Stabilisierung sind in der nebenstehenden Abbildung 23 zusammengestellt. Die Temperaturbereiche sind als Richtwert zu verstehen und hängen von dem jeweiligen Produkt ab. Die Zugfestigkeit nach Wärmelagerung ist in Abbildung 24 beispielhaft für einige Ultramid®-Marken dargestellt.

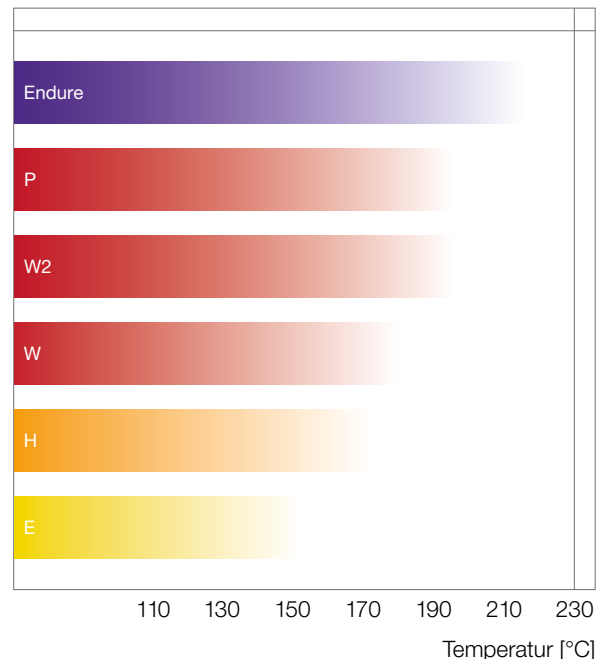


Abb. 23: Typische Dauergebrauchstemperaturen (bezogen auf den Erhalt der Zugfestigkeit nach 3000 h) für Ultramid® Typen

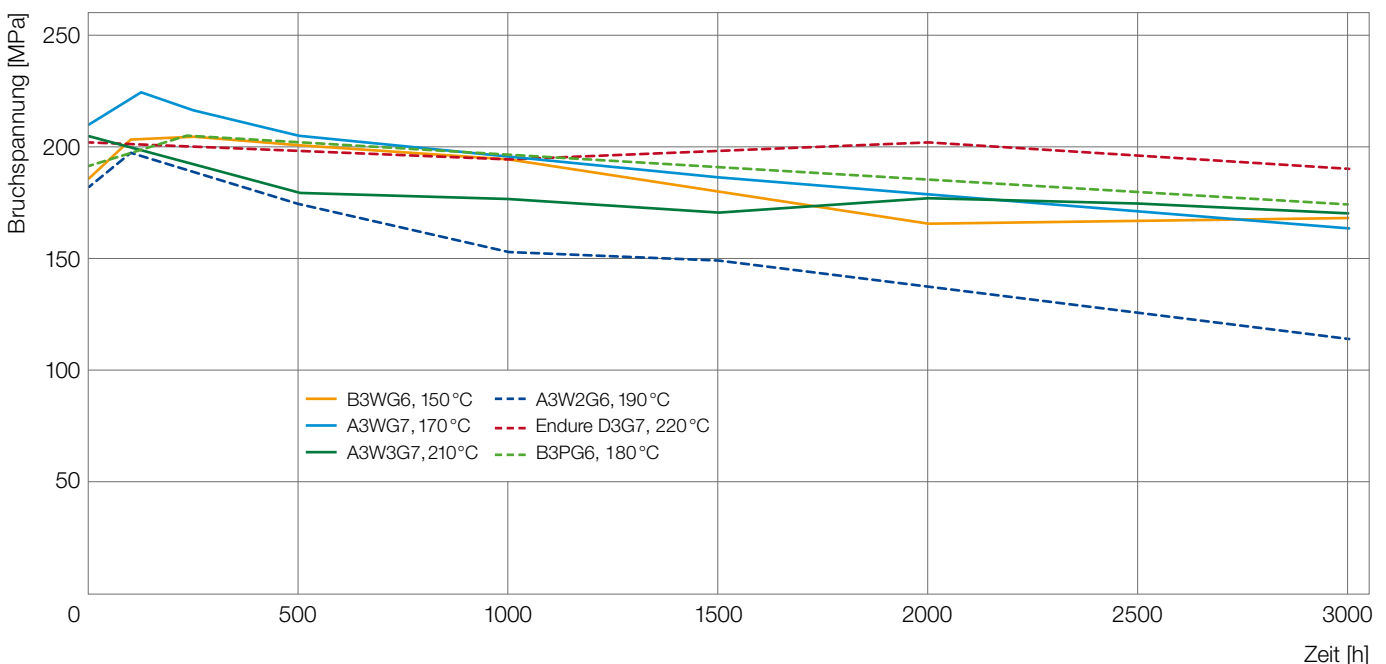


Abb. 24: Wärmealterungsbeständigkeit verschiedener Ultramid®-Typen (Zugversuch bei 23°C, trocken, nach ISO 527)

Wärmealterungsbeständigkeit in heißen Schmierstoffen, Kühlflüssigkeiten und Lösungsmitteln

Voraussetzung für die vielfältige technische Anwendung von Ultramid® insbesondere im Fahrzeugbau, z. B. für Bauteile im Motorölkreislauf oder in Getrieben, ist seine ausgezeichnete Dauerbeständigkeit gegen heiße Schmierstoffe, Kraftstoffe, Kühlflüssigkeiten sowie gegen Lösungs- und Reinigungsmittel. Wie die Bruchspannung von glasfaserverstärkten Ultramid®-Typen bei Lagerung in heißen Schmierstoffen oder Kühlflüssigkeiten beeinflusst wird, kann den Abbildungen 25 und 26 entnommen werden. Gegen Schmierstoffe und heiße Kühlflüssigkeiten sind die Marken mit H- und W-Stabilisierung besonders beständig. Für Anwendungen in Kfz-Kühlkreisläufen hat sich z. B. B3HG6/7 HR und A3HG6/7 HRX bei erhöhter Umgebungstemperatur bewährt.

Wasseraufnahme und Maßhaltigkeit

Eine Besonderheit von Polyamid im Vergleich zu anderen Thermoplasten ist seine Wasseraufnahme. Formteile nehmen in Wasser oder in feuchter Luft, je nach deren relativer Feuchte und abhängig von Zeit, Temperatur und Wanddicke, eine bestimmte Menge Wasser auf, wobei die Maße geringfügig zunehmen. Die Gewichtszunahme bei Sättigung ist von der Ultramid®-Marke abhängig und in der Sortimentsübersicht zusammengestellt. Wie die Feuchtigkeitsaufnahme bei Sättigung von der relativen Feuchtigkeit abhängt, ergibt sich aus Abbildung 27.

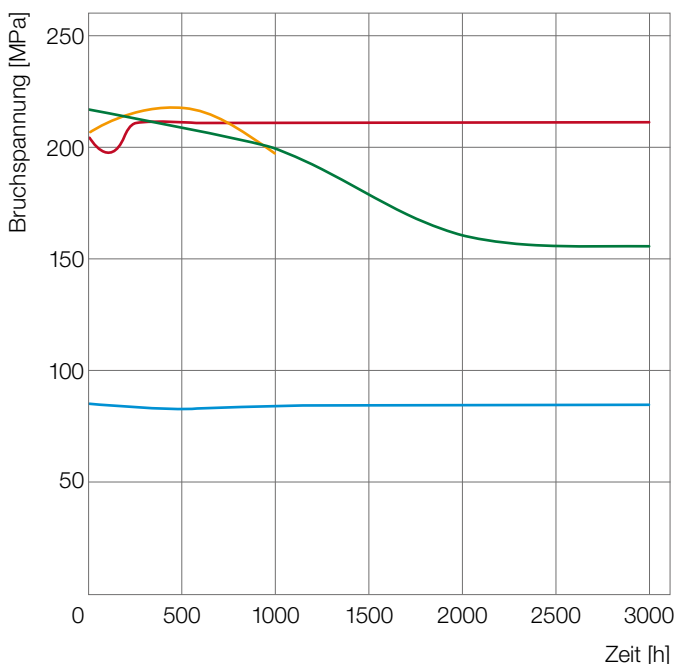


Abb. 25: Bruchspannung verschiedener Ultramid® A Typen nach Medienlagerung in Ölen bzw. Schmierfett

- A3HG7, Getriebeöl – Pentosin FFL2, 150 °C
- A3WG7, Motoröl – Aral Extra Turboral SAE 10W-40, 150 °C
- A4H, Schmierfett – Fuchs Renolit LT1, 120 °C
- A3WG7, Getriebeöl – Dexron VI ATF2, 150 °C

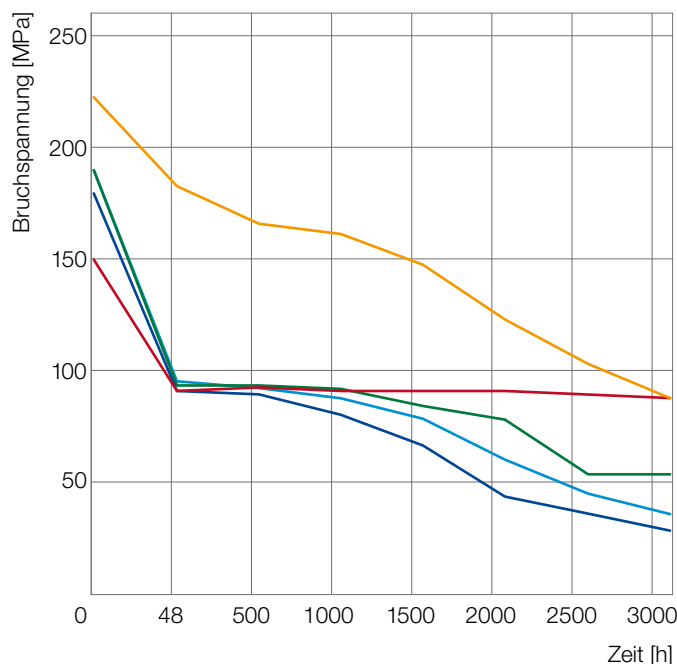


Abb. 26: Bruchspannung verschiedener Ultramid® Typen nach Hydrolyselagerung in Glycantin®/Wasser 1:1

- B3HG7 HR 120 °C
- A3HG6 HR, 130 °C
- A3WG6 HRX, 130 °C
- S3WG6 Balance, 130 °C
- T1300HG7 HR

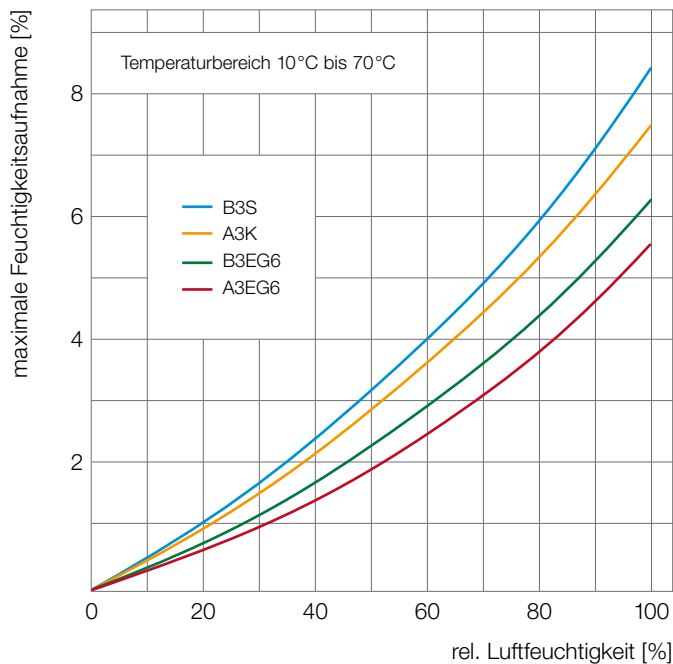


Abb. 27: Gleichgewichtsfeuchtigkeit von Ultramid® A und B in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit im Temperaturbereich von 10°C bis 70°C (Streuung ± 0,2 bis 0,4% absolut)

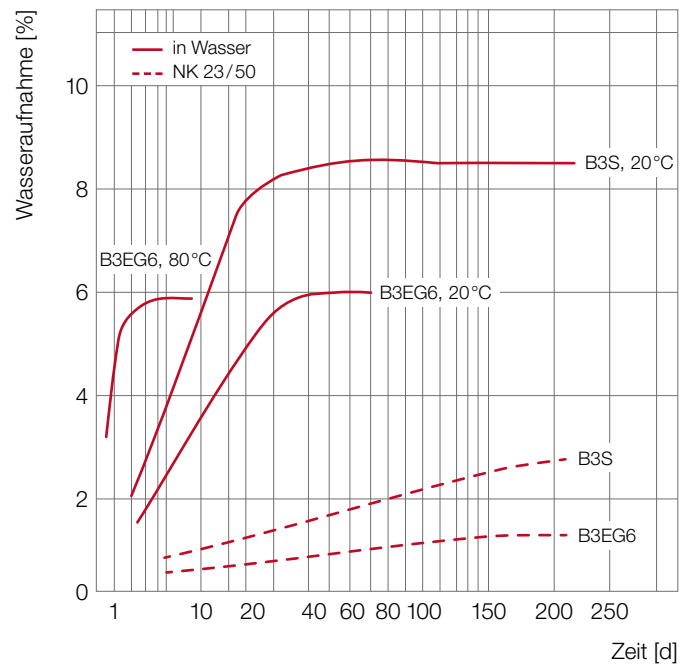


Abb. 28: Wasseraufnahme von Ultramid® B in Abhängigkeit von der Lagerzeit und den Konditionierbedingungen, Schichtdicke 2 mm

Abbildung 28 und 29 zeigen die Wasseraufnahme von Ultramid® in Abhängigkeit von der Lagerungszeit bei verschiedenen Versuchsbedingungen.

Wie in der Ultramid®-Sortimentsübersicht ersichtlich ist, erhöhen sich mit der Wasseraufnahme die Schlagzähigkeit, die Reißdehnung und die Kriechneigung, während Festigkeit, Steifigkeit und Härte abnehmen.

Vorausgesetzt, dass das Wasser im Formteil gleichmäßig verteilt ist, ergibt sich bei unverstärktem Ultramid® A und Ultramid® B eine maximale Volumenzunahme von ca. 0,9% und eine mittlere Längenzunahme von 0,2 bis 0,3% pro einem Gewichtsprozent aufgenommenen Wassers. Die Maßänderung der glasfaserverstärkten Marken beträgt längs zur Faserrichtung weniger als 0,1% pro 1%. Dadurch sind diese Marken, wie auch die mineralgefüllten Marken, bei wechselnder Feuchtigkeit besonders maßkonstant.

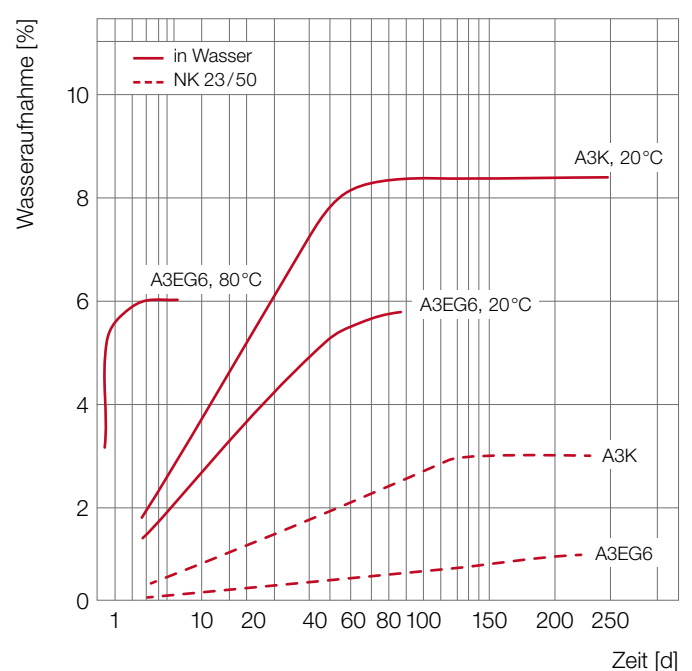


Abb. 29: Wasseraufnahme von Ultramid® A in Abhängigkeit von der Lagerzeit und den Konditionierbedingungen, Schichtdicke 2 mm

Elektrische Eigenschaften

Die überragende Bedeutung von Ultramid® in der Elektrotechnik, insbesondere für elektrische Isolierteile und Gehäuse in der Energietechnik, beruht auf den guten Isoliereigenschaften (Durchgangs- und Oberflächenwiderstand) in Verbindung mit hoher Durchschlag- und Kriechstromfestigkeit sowie günstigem Verhalten in der Wärmealterung. Ultramid® gehört damit zu den hochwertigen Isolierstoffen. Sobald hohe Anforderungen an das Brandverhalten bestehen, kommen bevorzugt die brandgeschützten Produkte zum Einsatz.

Bezüglich der elektrischen Eigenschaften ist Folgendes zu beachten:

- Die Produkte zeichnen sich durch eine hohe Kriechstromfestigkeit aus, die durch den Feuchtigkeitsgehalt des Materials nur wenig beeinträchtigt wird.
- Der spezifische Durchgangswiderstand und der Oberflächenwiderstand sind sehr hoch; bei erhöhter Temperatur und auch bei höherem Wassergehalt nehmen diese Werte ab.
- Bei Einsatz unter sogenannten „erschweren Bedingungen“ ist es wie bei allen elektrischen Isolierstoffen üblich, durch entsprechende konstruktive Maßnahmen eine kontinuierliche Betauung durch Schwitz- oder Kondenswasser zu vermeiden.
- Ungünstige Einsatzbedingungen wie Stauwärme in Kombination mit hoher Luftfeuchtigkeit, feuchtwarmes Klima oder schlechte Entlüftung können das Isolationsverhalten beeinträchtigen.

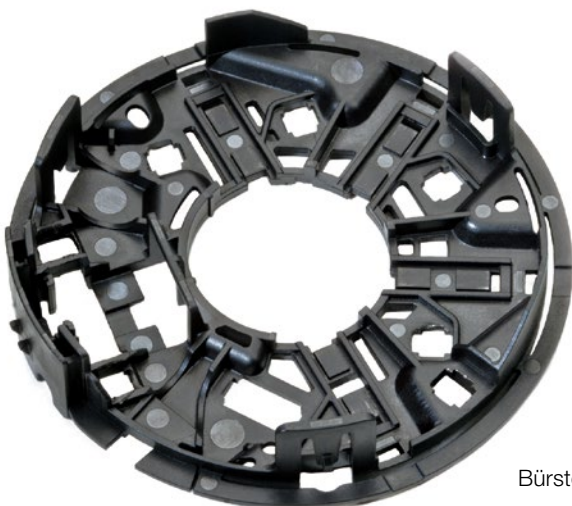
Aus diesen Gründen sollte die Funktionsfähigkeit der Bauteile in jedem Anwendungsfall sorgfältig geprüft werden. Die elektrischen Prüfwerte sind in der Sortimentsübersicht zusammengestellt.

Im Ultramid® Sortiment sind Materialien mit moderater (E/K, EQ), mittlerer (H und W) und hoher (P) Langzeitalterungsbeständigkeit enthalten.

Insbesondere bei sensiblen Anwendungen im Bereich der Mikroelektronik kann es in Gegenwart von Wasser (Kondensatbildung) zu Migrationseffekten kommen, welche in seltenen Fällen zu Schäden an den Elektronikkomponenten führen können.

Aufgrund dessen bietet die BASF für besonders sensible Automobilelektronik wie Steuergeräte und Sensoren sowie HV-Komponenten ein Portfolio verschiedener Polyamid 6- und 66-Typen an, welches dabei hilft, Schäden durch Elektrokorrosion an den Schaltkreisen zu vermeiden. Die verschiedenen Ultramid® EQ-Typen (EQ = Electronic Quality) zeichnen sich durch eine extrem hohe Reinheit bezüglich elektrisch aktiven oder korrosionsfördernden Inhaltsstoffen aus und bieten trotzdem noch eine gute Wärmealterungsbeständigkeit. Sie unterliegen einer besonderen Qualitätsprüfung, die die Auswahl der Rohstoffe, den Produktionsprozess und den Nachweis des Halogengehalts umfasst. Das global verfügbare Portfolio besteht aus ungefärbten und schwarzen Typen mit einem Glasfasergehalt von 30 % und 35 %, die auch laserbeschriftbar sind.

Für sensible Anwendungen, welche eine höhere Dauergebrauchstemperaturbeständigkeit erfordern, können wahlweise H-stabilisierte oder P-stabilisierte Materialien zum Einsatz kommen.



Bürstenhalter



Stecker

Der prinzipielle Einfluss von Temperatur und Feuchtigkeit auf die elektrische Durchschlagfestigkeit und den spezifischen Durchgangswiderstand von Ultramid® ergibt sich aus Abbildung 30 und 31.

Ultramid® A3X-Marken sind auf Basis von rotem Phosphor flammgeschützt. Sie sind gegen die Bildung von Zersetzungsprodukten des roten Phosphors, wie sie bei phosphor-flammgeschützten Polyamiden prinzipiell auftreten können, speziell stabilisiert. Vor dem Einsatz, insbesondere bei extremen Bedingungen von Wärme und Feuchtigkeit, sollte aber – wie bei allen elektrischen Isolierstoffen – durch Prüfungen und konstruktive Maßnahmen sichergestellt werden, dass die Betriebssicherheit der Teile gegeben ist.

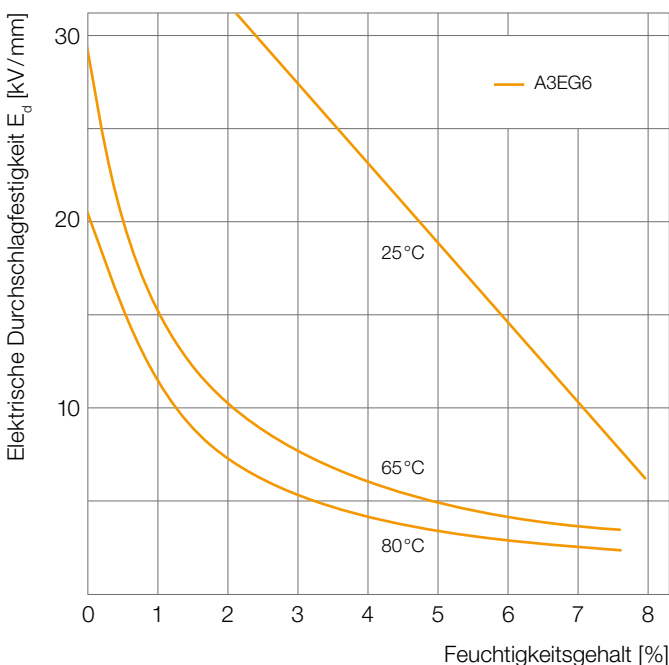


Abb.30: Elektrische Durchschlagfestigkeit von Ultramid® A3EG6 bei verschiedenen Temperaturen in Abhängigkeit vom Feuchtigkeitsgehalt (IEC 60243; Schichtdicke 3mm)

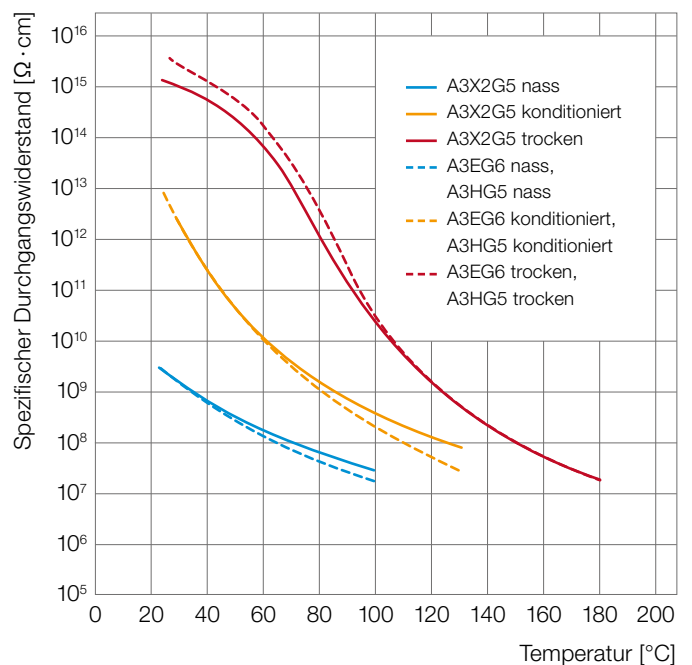


Abb.31: Spezifischer Durchgangswiderstand von glasfaser-verstärktem Ultramid® A bei verschiedenen Feuchtigkeitsgehalten in Abhängigkeit von der Temperatur (IEC 60093)

Halogengehalt

Im Portfolio sind Materialien mit moderater (E/K, EQ), mittlerer (H und W) und hoher (W2 und P) Langzeitalterungsbeständigkeit enthalten. Je nach Stabilisator-System finden sich in den Materialien unterschiedliche Gehalte von Halogenidsalzen. Bei den W-Produkten werden explizit diese Halogenidsalze als effektiver und bewährter Wärmestabilisator zugesetzt.

Bei sensiblen Anwendungen im Bereich der Mikroelektronik kann es in Gegenwart von Wasser unter ungünstigen Randbedingungen zur Migration von Halogenidsalzen kommen, welche Korrosionsprozesse initiieren können. Daher werden für den Bereich der sensiblen E&E Anwendungen die halogenidarmen Wärmestabilisierungen (E/K, H und P) empfohlen.

Für hochsensible Anwendungen mit moderater Temperaturbelastung bietet BASF darüber hinaus die Produktklasse EQ an, deren Materialien besonders halogenidarm sind und bezüglich eventueller Halogenidverunreinigungen produktionsbegleitend überprüft werden.

Für sensible Anwendungen, welche eine höhere Dauergebrauchstemperaturbeständigkeit erfordern, können wahlweise H-stabilisiert oder P-stabilisierte Materialien zum Einsatz kommen.

Brandverhalten

Allgemeine Hinweise

Ultramid® Produkte beginnen sich oberhalb einer bestimmten Temperatur langsam zu zersetzen. Dies ist abhängig von der jeweiligen Zusammensetzung. Dabei können sich brennbare Gase bilden, die nach ihrer Zündung weiter brennen. Diese Vorgänge werden von vielen Faktoren beeinflusst, so dass kein definierter Flammpunkt angegeben werden kann. Der Einsatz von Flammschutzadditiven soll die Entstehung von Bränden verhindern (Entzündung) bzw. im Brandfall dessen Ausbreitung minimieren (Selbstverlöschung).

Zersetzungsprodukte und Brandgase können grundsätzlich toxisch sein. Die Sicherheitsdatenblätter enthalten die entsprechenden produktspezifischen physikalischen und chemischen Eigenschaften.

Prüfungen

Elektrische Anwendungen

In Europa wird häufig die Glühdrahtprüfung nach IEC 60695-2-10ff gefordert (Tabellen 3 und 6). Darüber hinaus fordert die IEC 60335-1 für stromführende Bauteile in unbeaufsichtigten Haushaltsgeräten u. a. das Bestehen des GWIT 775 (IEC 60695-2-13).

Eine weitere Prüfung an stabförmigen Proben ist der Brandtest nach „UL94 Standard, Tests for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances“ der Underwriters Laboratories Inc./USA.

Die unverstärkten Typen Ultramid® A3K R01 und B3S R03 sind nach diesen Prüfverfahren in die Klasse UL94 V-2 eingestuft. Das unverstärkte flammgeschützte Ultramid® C3U erreicht die Einstufung UL94 V-0.

Die glasfaserverstärkten Ultramid®-Typen erfordern in der Regel eine Brandschutzausrüstung, um eine gute Einstufung zu erreichen. Beispiele sind Ultramid® A3X2G, A3U42G6, B3U50G6, B3U42G6 und Ultramid® Advanced N3U41G6. Die brandschutztechnischen Eigenschaften sind in den Tabellen 3 und 6 zusammengestellt.

Verkehrswesen

In der Verkehrs- und Transporttechnik tragen Kunststoffe wesentlich zur hohen Leistungsfähigkeit von Straßenfahrzeugen und Zügen bei. Für Werkstoffe im Innenraum von Kraftfahrzeugen gelten die Anforderungen an die Brand-sicherheit nach DIN 75200 bzw. FMVSS 302, die von den meisten Ultramid®-Produkten ab einer Wanddicke von 1 mm erfüllt werden (Tabelle 6). Für Anwendungen im elektrischen Antriebsstrang kommen die o. g. für elektrische Anwendungen typischen Prüfmetho-den zum Einsatz. Für Schienenfahrzeuge wurde neben unterschiedlichen nationalen Regelungen eine europäische Norm, die EN 45545, erstellt, die u. a. auch Anforderungen an Brandnebenerscheinungen wie Rauchgasdichte und -toxizität enthält.

Bauwesen

Die Prüfung von Baustoffen für das Bauwesen erfolgt nach DIN 4102 Teil 1 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen“. Platten aus unverstärktem und glasfaserverstärktem Ultramid® (Dicke 1 mm) sind als normalentflammbare Baustoffe (bauaufsichtliche Bezeichnung in der Bundesrepublik Deutschland) in die Baustoffklasse B2 einzustufen.

| Produkt | UL 94, Dicke in mm | Glühdrahtprüfung ¹⁾ IEC 60695 Teil 2-12 | FMVSS 302 (d>1 mm) |
|--------------------------|--------------------|---|-----------------------|
| A3K R01 | V-2, 0,4 | 960 °C ²⁾ | erreicht |
| B3S R03 | V-2, 0,8 | 960 °C ²⁾ | erreicht |
| A3EG... verstärkt | HB | 650 °C | erreicht |
| B3EG... verstärkt | HB | 650 °C | erreicht |
| C3U | V-0, 0,4 | 960 °C | erreicht |
| A3UG5 | V-0, 0,75 | 960 °C | erreicht |
| A3U42G6 | V-0, 0,4 | 960 °C | erreicht |
| A3U44G6 DC | V-0, 0,4 | 960 °C | erreicht |
| A3X2G5 | V-0, 0,8 | 960 °C | erreicht |
| A3XZG5 | V-0, 1,5 | 960 °C | erreicht |
| A3X2G7 | V-0, 0,75 | 960 °C | erreicht |
| A3X2G10 | V-0, 1,5 | 960 °C | erreicht |
| A3XZC3 ESD | V-0, 1,5 | 960 °C | erreicht |
| B3UG4 | V-2, 0,71 | 960 °C | erreicht |
| B3U30G6 | V-2, 0,75 | 960 °C | erreicht |
| B3U42G6 | V-0, 0,4 | 960 °C | erreicht |
| B3U50G6 | V-0, 0,8 | 960 °C | erreicht |
| B3UGM210 | V-0, 1,5 | 960 °C | erreicht |
| T KR4365 G5 | V-0, 0,75 | 960 °C | erreicht |
| T KR4340 G6, T KR4341 G6 | V-0, 0,4 | 960 °C | erreicht |
| T6340G6 | V-0, 0,4 | 960 °C | erreicht |
| Adv. T2340G6 | V-0, 0,4 | 960 °C | erreicht |
| Adv. N3U41G6 | V-0, 0,25 | 960 °C | erreicht |
| Adv. N3U42G6 | V-0, 0,4 | 960 °C | erreicht |

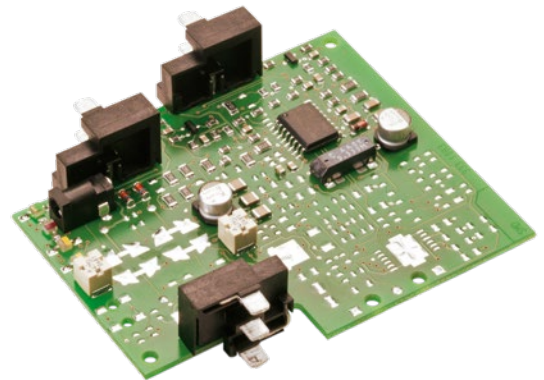
Tabelle 6: Brandverhalten

¹⁾ Materialprüfung durchgeführt an Platten (Dicke = 1 mm)

²⁾ Ungefärbt, Einflüsse durch Einfärbung möglich



Lichtmaschinenabdeckung



Klemmenträger

Verhalten gegenüber Chemikalien

Ultramid® ist gut beständig gegen Schmierstoffe, Kraftstoffe, Hydraulik- und Kühlflüssigkeiten, Kältemittel, Farben, Lacke, Reinigungs- und Entfettungsmittel, gegen aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe und viele weitere Lösungsmittel auch bei erhöhter Temperatur.

Ultramid® ist ebenfalls gegen wässrige Lösungen vieler anorganischer Chemikalien (Salze, Alkalien) widerstandsfähig, d. h. korrosionsbeständig. Hervorzuheben ist die hervorragende Beständigkeit gegen Spannungsrissbildung im Vergleich zu vielen amorphen Kunststoffen. Viele Medien, z. B. Netzmittel, ätherische Öle, Alkohole und weitere organische Lösungsmittel, führen bei Polyamid nicht zu einer Beeinträchtigung des Zeitstandverhaltens.

Das günstige Verhalten gegenüber Chemikalien ist eine wichtige Voraussetzung für die Verwendung von Ultramid® z. B. im Fahrzeug- und Flugzeugbau sowie im Apparatebau.

Gegenüber konzentrierten Mineralsäuren ist Ultramid® nicht beständig. Gleiches gilt auch für bestimmte Oxidationsmittel und Chlorkohlenwasserstoffe, vor allem bei erhöhter Temperatur. Zu beachten ist auch die Empfindlichkeit gegen bestimmte Schwermetallsalzlösungen, z. B. wässrige Zinkchloridlösung. Glasfaserverstärkte Marken können auch durch alkalische Medien angegriffen werden, da die Glasfasern gegen solche Medien nicht grundsätzlich beständig sind. Dank seiner teilaromatischen chemischen Struktur bietet Ultramid® Advanced (PPA) eine hohe Beständigkeit gegen Feuchtigkeit sowie aggressive Medien.

Eine zusammenfassende Bewertung der chemischen Beständigkeit von Ultramid® gegenüber den wichtigsten Chemikalien enthält Tabelle 7. Weitere Informationen zur Wirkung von Lösungsmitteln und Chemikalien finden Sie im Internet unter www.plastics.basf.de.



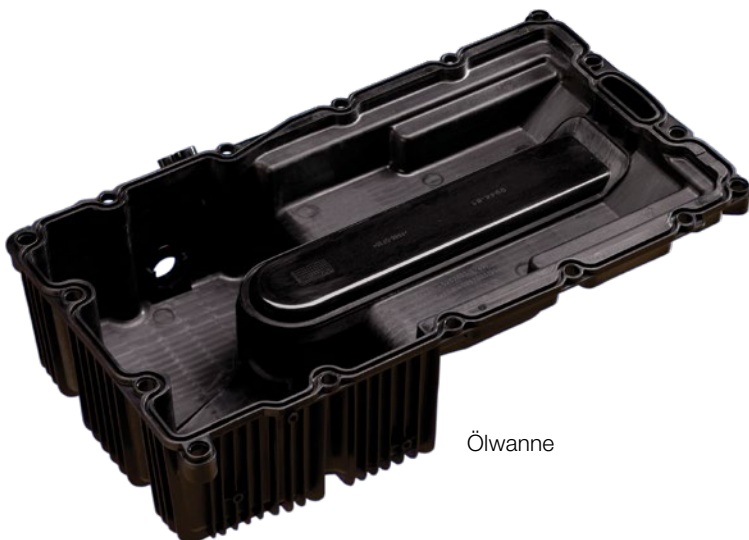
Thermostatgehäuse

Die Folgen einer Einwirkung von Medien auf einen polymeren Werkstoff können von vielen Faktoren abhängen, die eventuell in komplexer Weise wechselwirken. Eine realitätsnahe Erprobung eines Bauteils unter typischen Anwendungsbedingungen liefert daher stets das aussagekräftigste Ergebnis darüber, ob ein Material für eine bestimmte Anwendung geeignet ist oder nicht. Für Laboruntersuchungen werden hingegen häufig einfache Prüfkörper unter wohl definierten und konstanten Bedingungen einem Medium ausgesetzt. Derartige Untersuchungen erlauben einen relativen Vergleich zwischen verschiedenen Materialien und stellen damit eine Grundlage für die Vorauswahl geeigneter Materialkandidaten für eine bestimmte Anwendung dar. Sie können aber eine realitätsnahe Prüfung grundsätzlich nicht ersetzen.

Für die Freigabe der Verwendung des Werkstoffes, insbesondere für höher beanspruchte Bauteile in möglicherweise aggressiven Chemikalien, sollte die chemische Tauglichkeit zuverlässig nachgewiesen werden. Dies kann zum Beispiel anhand von Erfahrungen mit ähnlichen Teilen aus dem gleichen Werkstoff im gleichen Medium unter ähnlichen Bedingungen oder durch Erprobung des Teils unter Praxisbedingungen erfolgen.



Ölsensor



Ölwanne

| | Ultramid® A | Beispiele | Ultramid® B |
|--|--|--|--|
| gut beständig: Erfahrungswert aus zahlreichen Anwendungen unter den dort typischen Bedingungen | Aliphatische Kohlenwasserstoffe | Erdgas, Kraftstoffe (Otto, Diesel), Paraffinöl, Motoröle, technische Fette und Schmierstoffe | Aliphatische Kohlenwasserstoffe |
| | Aromatische Kohlenwasserstoffe | Benzol, Toluol | Aromatische Kohlenwasserstoffe |
| | Alkalien | Kernseife, Waschlaugen, alkalischer Beton | Alkalien |
| | Ether | THF, Antiklopfmittel für Kraftstoffe (TBME, ETBE) | Ether |
| | Ester | Fette, Speiseöle, Motoröle, Tenside | Ester |
| | Aliphatische Alkohole | <60 °C Ethanol, Methanol, Isopropanol, Frostschutzmittel für Scheibenreiniger, Spirituosen, Kraftstoffe (E10, E50, E90) | Aliphatische Alkohole |
| | Wasser & wässrige Lösungen | Trinkwasser, Meerwasser, Getränke | Wasser & wässrige Lösungen |
| | Organische Säuren | im festen Zustand Citronensäure, Benzoesäure | Organische Säuren |
| | Oxidationsmittel | Ozon als Luftbestandteil | Oxidationsmittel |
| bedingt beständig: Anwendungen bekannt, gründliche Prüfung und Bewertung in jedem Einzelfall erforderlich | Alkalien | Natronlauge, Ammoniakwasser, Harnstofflösung, Amine | Alkalien |
| | Ethylenglycol | >80 °C Kühlflüssigkeiten | |
| | Ester | Getriebeöle, Biodiesel | Ester |
| | Aliphatische Alkohole | >60 °C Ethanol, Methanol, Isopropanol, Frostschutzmittel für Scheibenreiniger, Spirituosen, Kraftstoffe | Aliphatische Alkohole |
| | Wasser & wässrige Lösungen | >80 °C gechlortes Trinkwasser | Wasser & wässrige Lösungen |
| | Organische Säuren | als wässrige Lösung Essigsäure, Citronensäure, Ameisensäure, Benzoesäure | Organische Säuren |
| | Oxidationsmittel | Spuren von Ozon, Chlor oder nitrosen Gasen | Oxidationsmittel |

Tabelle 7: Bewertung der chemischen Beständigkeit von Ultramid® gegenüber den wichtigsten Chemikalien (Verfärbung der Probekörper wird bei der Beurteilung der Beständigkeit nicht betrachtet)

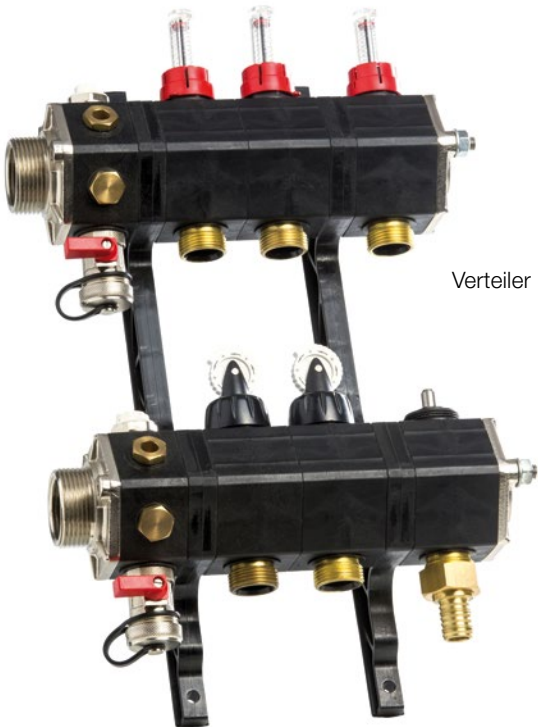
| Beispiele | Ultramid® S | Beispiele | Ultramid® Advanced (PPA) | Beispiele |
|--|--|--|--|--|
| Erdgas, Kraftstoffe (Otto, Diesel), Paraffinöl, Motoröle, technische Fette und Schmierstoffe | Aliphatische Kohlenwasserstoffe | Erdgas, Kraftstoffe (Otto, Diesel), Paraffinöl, Motoröle, technische Fette und Schmierstoffe | Aliphatische Kohlenwasserstoffe | Erdgas, Kraftstoffe (Otto, Diesel), Paraffinöl, Motoröle, technische Fette und Schmierstoffe |
| Benzol, Toluol | Aromatische Kohlenwasserstoffe | Benzol, Toluol | Aromatische Kohlenwasserstoffe | Benzol, Toluol |
| Kernseife, Waschlaugen, alkalischer Beton | Alkalien | Kernseife, Waschlaugen, alkalischer Beton | Alkalien | Kernseife, Waschlaugen, alkalischer Beton |
| | Ethylenglycol | Brems-, Hydraulik- und Kühlfüssigkeiten | Ethylenglycol | Brems-, Hydraulik- und Kühlfüssigkeiten |
| THF, Antiklopfmittel für Kraftstoffe (TBME, ETBE) | Ether | THF, Antiklopfmittel für Kraftstoffe (TBME, ETBE) | Ether | THF, Antiklopfmittel für Kraftstoffe (TBME, ETBE) |
| Fette, Speiseöle, Motoröle, Tenside | Ester | Fette, Speiseöle, Motoröle, Tenside | Ester | Fette, Speiseöle, Motoröle, Tenside |
| < 60°C Ethanol, Methanol, Isopropanol, Frostschutzmittel für Scheibenreiniger, Spirituosen, Kraftstoffe (E10, E50, E90) | Aliphatische Alkohole | < 60°C Ethanol, Methanol, Isopropanol, Frostschutzmittel für Scheibenreiniger, Spirituosen, Kraftstoffe (E10, E50, E90) | Aliphatische Alkohole | < 60°C Ethanol, Methanol, Isopropanol, Frostschutzmittel für Scheibenreiniger, Spirituosen, Kraftstoffe (E10, E50, E90) |
| Trinkwasser, Meerwasser, Getränke | Wasser & wässrige Lösungen | Trinkwasser, Meerwasser, Getränke, Streusalz, Calciumchlorid- und Zinkchloridlösungen | Wasser & wässrige Lösungen | Trinkwasser, Meerwasser, Getränke, Streusalz-, Calciumchlorid- und Zinkchloridlösungen |
| im festen Zustand Citronensäure, Benzoesäure | Organische Säuren | im festen Zustand Citronensäure, Benzoesäure | Organische Säuren | im festen Zustand Citronensäure, Benzoesäure |
| Ozon als Luftbestandteil | Oxidationsmittel | Ozon als Luftbestandteil | Oxidationsmittel | Ozon als Luftbestandteil |
| Natronlauge, Ammoniakwasser, Harnstofflösung, Amine | Alkalien | Natronlauge, Ammoniakwasser, Harnstofflösung, Amine | Alkalien | Natronlauge, Ammoniakwasser, Harnstofflösung, Amine |
| Getriebeöle, Biodiesel | Ester | Getriebeöle, Biodiesel | Ester | Getriebeöle, Biodiesel |
| > 60°C Ethanol, Methanol, Isopropanol, Frostschutzmittel für Scheibenreiniger, Spirituosen, Kraftstoffe | Aliphatische Alkohole | > 60°C Ethanol, Methanol, Isopropanol, Frostschutzmittel für Scheibenreiniger, Spirituosen, Kraftstoffe | Aliphatische Alkohole | > 60°C Ethanol, Methanol, Isopropanol, Frostschutzmittel für Scheibenreiniger, Spirituosen, Kraftstoffe |
| gechlortes Trinkwasser | Wasser & wässrige Lösungen | gechlortes Trinkwasser | Wasser & wässrige Lösungen | gechlortes Trinkwasser |
| als wässrige Lösung Essigsäure, Citronensäure, Ameisensäure, Benzoesäure | Organische Säuren | als wässrige Lösung Essigsäure, Citronensäure, Ameisensäure, Benzoesäure | Organische Säuren | als wässrige Lösung Essigsäure, Citronensäure, Ameisensäure, Benzoesäure |
| Spuren von Ozon, Chlor oder nitrosen Gasen | Oxidationsmittel | Spuren von Ozon, Chlor oder nitrosen Gasen | Oxidationsmittel | Spuren von Ozon, Chlor oder nitrosen Gasen |

| | Ultramid® A | Beispiele | Ultramid® B |
|-------------------------|---|--|---|
| unbeständig | Mineralsäuren | konzentrierte Salzsäure, Batteriesäure, Schwefelsäure, Salpetersäure | Mineralsäuren |
| | Oxidationsmittel | Halogene, Oleum, Wasserstoffperoxid, Ozon, Hypochlorit | Oxidationsmittel |
| spannungsrisssauslösend | wässrige Lösungen von Calciumchlorid | Streusalz | wässrige Lösungen von Calciumchlorid |
| | wässrige Lösungen von Zinkchlorid | Streusalzlösung in Kontakt mit verzinkten Bauteilen | wässrige Lösungen von Zinkchlorid |
| Lösungsmittel | | Schwefelsäure konz. | |
| | | Ameisensäure 90% | |
| | | Hexafluorisopropanol (HFIP) | |

Tabelle 7: Bewertung der chemischen Beständigkeit von Ultramid® gegenüber den wichtigsten Chemikalien (Verfärbung der Probekörper wird bei der Beurteilung der Beständigkeit nicht betrachtet)



| Beispiele | Ultramid® S | Beispiele | Ultramid® Advanced (PPA) | Beispiele |
|--|-------------------------|--|--------------------------|--|
| konzentrierte Salzsäure, Batteriesäure, Schwefelsäure, Salpetersäure | Mineralsäuren | konzentrierte Salzsäure, Batteriesäure, Schwefelsäure, Salpetersäure | Mineralsäuren | konzentrierte Salzsäure, Batteriesäure, Schwefelsäure, Salpetersäure |
| Halogene, Oleum, Wasserstoffperoxid, Ozon, Hypochlorit | Oxidationsmittel | Halogene, Oleum, Wasserstoffperoxid, Ozon, Hypochlorit | Oxidationsmittel | Halogene, Oleum, Wasserstoffperoxid, Ozon, Hypochlorit |
| Streusalz | | | | |
| Streusalzlösung in Kontakt mit verzinkten Bauteilen | | | | |
| Schwefelsäure konz. | | Schwefelsäure konz. | | Schwefelsäure konz. |
| Ameisensäure 90% | | Ameisensäure 90% | | Ameisensäure 90% |
| Hexafluorisopropanol (HFIP) | | Hexafluorisopropanol (HFIP) | | Hexafluorisopropanol (HFIP) |



Verteiler Fußbodenheizung



Ölfiltermodul

Verhalten bei Bewitterung

Ultramid® eignet sich für Anwendungen im Freien. Je nach Anforderungen kommen verschiedene Marken in Betracht:

Die unverstärkten, stabilisierten Marken mit der Kennzeichnung K sind bereits ungefärbt sehr witterungsbeständig. Durch geeignete Pigmentierung wird die Witterungsbeständigkeit noch erhöht, am stärksten durch Rußpigmente, die in einem breiten Frequenzspektrum das Licht absorbieren.

Die verstärkten Marken haben ebenfalls eine gute Witterungsbeständigkeit; bei den stabilisierten Marken, z. B. Ultramid® B3WG6 SW564, kann eine Beständigkeit von weit mehr als zehn Jahren verzeichnet werden.

Bedingt durch die Glasfasern wird jedoch die Oberfläche stärker angegriffen als bei unverstärktem Ultramid®, so dass sich die Beschaffenheit der Oberfläche und ihre Farbe schon nach kurzer Freibewitterung ändern und zu einem Vergrauen führen können. Bei bunt eingefärbten Marken ist die Beständigkeit im Wesentlichen von den eingesetzten Pigmenten abhängig. Auf Grund der Vielzahl möglicher Einfärbekomponenten ist ein Nachweis der Beständigkeit im Einzelfall erforderlich. Für besonders hohe Anforderungen an die Farb- und UV-Stabilität eignen sich die natur und bereits eingefärbten Produkte aus dem E2-Portfolio. Für Außenanwendungen, z. B. Gehäuse für Kfz-Spiegel, deren Oberflächenqualität sich auch in mehrjährigem Gebrauch nicht ändern darf, haben sich Marken mit spezieller UV-Stabilisierung und Produkte mit hohem Rußgehalt bewährt wie z. B. Ultramid® B3GM35 SWQ642 23220.

Bei mehrjähriger Bewitterung von Typen mit Standard-Stabilisierung ist mit einem Abtragen der Oberflächenschicht bis zu einigen Mikrometern zu rechnen. Dies führt zu einer optisch wahrnehmbaren Veränderung, die sich vor allem bei dunklen Farbtönen in einer Vergrauung bemerkbar macht. Erfahrungsgemäß werden dadurch aber die mechanischen Eigenschaften nicht nennenswert beeinträchtigt. Veranschaulicht wird dies mit Resultaten aus zehnjährigen Freibewitterungsversuchen, die nur einen geringfügigen Abfall der mechanischen Kennwerte aufzeigen, nachdem sich ein konditionierter Gleichgewichtszustand eingestellt hat (Abb. 32).

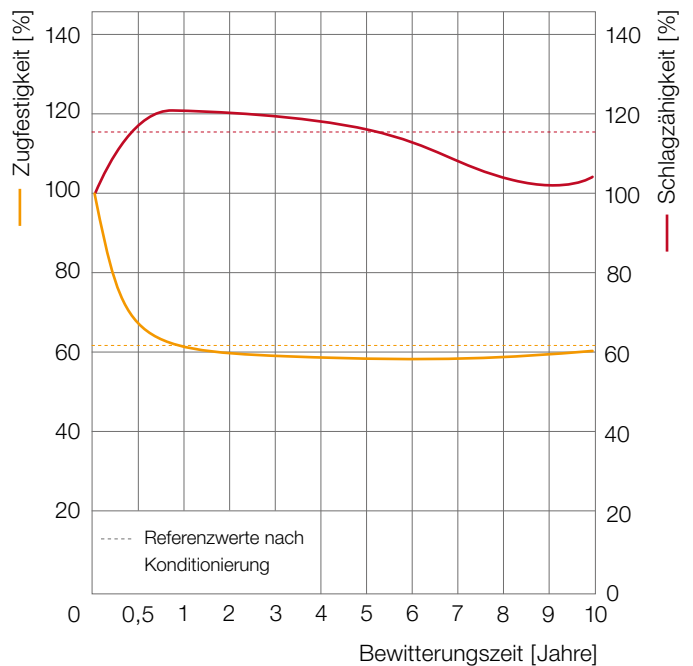


Abb. 32: Veränderung der mechanischen Werte von Ultramid® B3WG6 SW564 nach Freibewitterung



Befestigungsclip für Photovoltaikmodule

Die Verarbeitung von Ultramid®

Verarbeitungstechnische Eigenschaften

Ultramid® lässt sich grundsätzlich nach allen Verfahren, die für Thermoplaste bekannt sind, verarbeiten. Vornehmlich kommen jedoch das Spritzgießen und die Extrusion in Frage. Im Spritzgießverfahren werden aus Ultramid® komplexe Formteile in großen Stückzahlen wirtschaftlich gefertigt. Im Extrusionsverfahren stellt man Folien, Halbzeuge, Rohre, Profile, Platten und Monofile her. Halbzeuge werden zum überwiegenden Teil spanabhebend zu Bauteilen weiterverarbeitet.

Im folgenden Kapitel gehen wir auf das Spritzgießen von Ultramid® ein. Weitere allgemeine und spezielle Informationen finden Sie im Internet unter www.plastics.basf.de oder über den Ultra-Infopoint (ultraplaste.infopoint@basf.com). Detaillierte Hinweise zum Spritzgießen einzelner Produkte sind in den jeweiligen Verarbeitungsdatenblättern angegeben.

Schmelz- und Erstarrungsverhalten

Das Erweichungsverhalten von Ultramid® beim Erwärmen zeigt sich in den Schubmodulwerten (Abb. 14 und 15), die nach ISO 6721-2 in Abhängigkeit von der Temperatur gemessen werden. Eine starke Erweichung tritt erst knapp unterhalb der Schmelztemperatur ein. Glasfasern erhöhen die Erweichungstemperatur. Ein praxisübliches Maß für die Erweichungstemperatur ist die Wärmeformbeständigkeitstemperatur HDT nach ISO 75.

Beim Abkühlen erstarrt die Schmelze innerhalb eines engen Temperaturbereiches, der je nach der Abkühlgeschwindigkeit und der Ultramid®-Type etwa 20 °C bis 40 °C unterhalb der Schmelztemperatur liegt. Hierbei tritt eine Volumenkontraktion von 3 % bis ca. 15 % ein. Die gesamte Volumenkontraktion kann den Kurven des pvT-Diagramms (Abb. 33) entnommen werden. Erstarrungstemperatur und pvT-Verhalten sind auch in den Materialdaten handelsüblicher Programme zur Spritzgießsimulation hinterlegt.

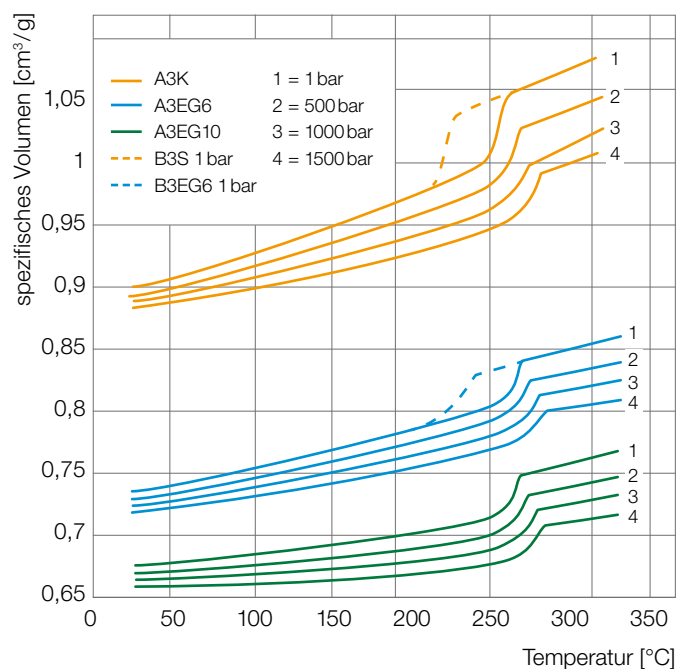


Abb. 33: pvT-Diagramm von Ultramid® A und B

Wärmetechnische Eigenschaften

Die verhältnismäßig große spezifische Enthalpie von Ultramid® erfordert leistungsfähige Heizelemente zum Aufschmelzen des Kunststoffes. Erstarrungs- und Kühlzeiten nehmen mit dem Quadrat der Wanddicke zu, weswegen für eine kosten-effiziente Fertigung Bauteile ohne Wanddickenanhäufungen konstruiert werden sollten.

Schmelzeviskosität

Das Fließverhalten der Ultramid®-Schmelze wird anhand von Viskositätsdiagrammen aus Messungen mit dem Kapillarrheometer oder auf der Grundlage von Spritzgießversuchen bewertet.

Im Bereich der Verarbeitungstemperaturen haben die Ultramid®-Typen eine stark von Temperatur und Schergeschwindigkeit abhängige Schmelzeviskosität von 10 bis 1.000 Pa·s (Abb. 34 und 35). Je höher die molare Masse oder die relative Lösungsviskosität (1. Ziffer in der Nomenklatur), desto höher die Schmelzeviskosität und desto geringer das Fließvermögen (Abb. 34). Bei Ultramid®-Typen mit Mineral- oder Glasfaserverstärkung erhöht sich die Viskosität in Abhängigkeit vom Gehalt an Verstärkungsmaterial. Zusätzlich zu Standardmaterialien umfasst das Ultramid®-Sortiment fließoptimierte Produkte (Abb. 35).

Die Schmelzeviskosität kann sich zeitlich ändern. Eine Verringerung der Viskosität ergibt sich zum Beispiel bei zu feuchter, zu heißer oder mechanisch stark gescherter Schmelze. Eine oxidative Schädigung kann ebenfalls zu einem Viskositätsabfall führen. Diese Einflüsse wirken sich auch auf die mechanischen Eigenschaften und die Wärmealterungsbeständigkeit des Fertigteils bzw. der Halbzeuge aus.

Thermostabilität der Schmelze

Bei sachgemäßer Verarbeitung ist die Thermostabilität der Ultramid®-Schmelze hervorragend. Das Material wird unter üblichen Verarbeitungsbedingungen nicht angegriffen oder verändert. Erst bei längerer Verweilzeit kann es zu einem Abbau der polymeren Ketten kommen. Die empfohlenen Massetemperaturen beim Verarbeiten können den Tabellen 8 und 9 sowie der Ultramid®-Sortimentsübersicht oder dem Verarbeitungsdatenblatt des jeweiligen Produktes entnommen werden.

Kommt die Schmelze nicht mit Sauerstoff in Berührung, so treten keine nennenswerten Farbänderungen auf. Bei Kontakt mit Luft, z.B. bei offenen Einspritzdüsen oder bei Produktionsunterbrechungen, kann sich die Oberfläche schon nach kurzer Zeit verfärben.

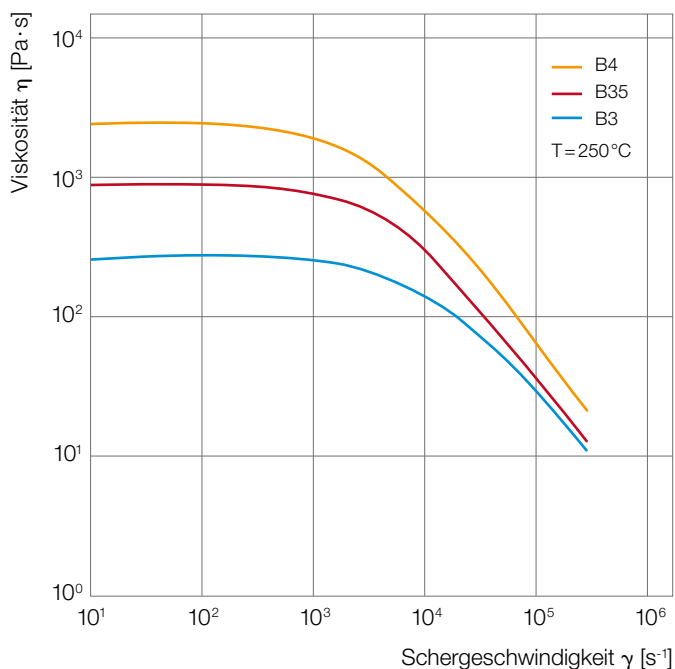


Abb. 34: Scheinbare Viskosität von Ultramid® B (unverstärkt) in Abhängigkeit von der Schergeschwindigkeit

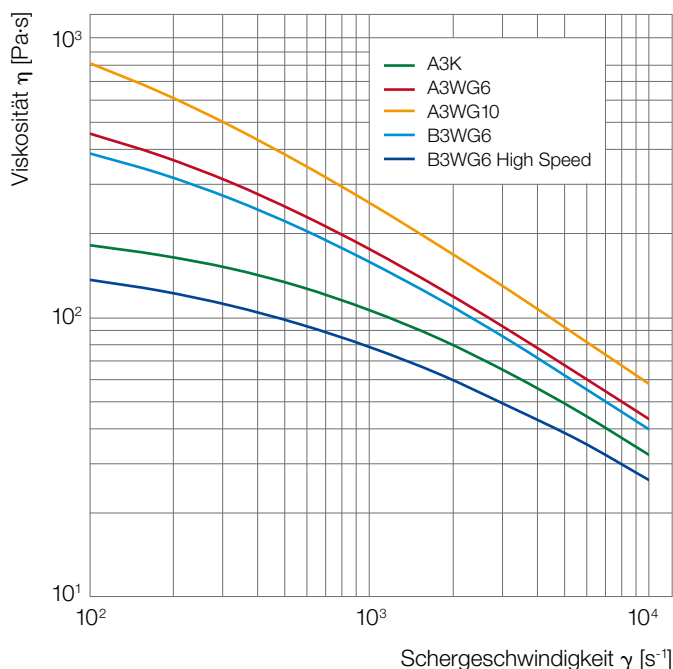


Abb. 35: Scheinbare Viskosität von Ultramid® A und B in Abhängigkeit vom Glasfasergehalt, T = 280°C

Allgemeine Hinweise zur Verarbeitung

Vorbehandlung, Trocknung

Ultramid® muss trocken verarbeitet werden. Ist der Feuchtegehalt zu hoch, kann es zu Verarbeitungsproblemen und Qualitätseinbußen kommen. Einzugs- und Dosierverhalten und somit die Prozesskonstanz sowie die Güte der Formteiloberfläche können negativ beeinflusst sein. Bei den flammgeschützten Marken kann sich verstärkt Werkzeugbelag bilden. Der Abfall von mechanischen Eigenschaften z. B. durch Aufspalten von Molekülketten ist außerdem möglich.

Um die Bildung von Kondenswasser zu verhindern, dürfen Gebinde, die in nicht-beheizten Räumen gelagert werden, erst geöffnet werden, wenn sie die im Verarbeitungsraum herrschende Temperatur angenommen haben. Ultramid® sollte unabhängig von den Lagerungsbedingungen entsprechend unserer Empfehlungen vorgetrocknet werden.

Die Trocknungsdauer – üblicherweise 4 bis 8 h – ist abhängig vom Feuchtegehalt und Produkttyp. Unter den verschiedenen Trocknersystemen arbeiten Trockenlufttrockner am rationellsten und sichersten. Die optimalen Trocknungstemperaturen für Ultramid® liegen bei ca. 80 °C bis 120 °C. Generell sollten die Vorschriften des Geräteherstellers beachtet werden. Von der Verwendung von Entgasungsschnecken zum Ableiten der Feuchtigkeit im Rahmen des Spritzgießprozesses ist abzuraten.

Helle Granulate und thermisch empfindliche Einfärbungen sollten schonend bei Granulattemperaturen bis max. 80 °C getrocknet werden, um Farbtonänderung zu vermeiden. Bei Trocknungstemperaturen bis 120 °C bleiben die mechanischen Eigenschaften der Formteile unbeeinflusst.

Detailempfehlungen zur Trocknung eines jeden Produktes sind den Verarbeitungsdatenblättern zu entnehmen.

Selbsteinfärben

Die Selbsteinfärbung von Ultramid® durch den Verarbeiter ist grundsätzlich möglich. Bei Ultramid® T KR und Ultramid® Advanced, die im Allgemeinen bei Temperaturen oberhalb von 310 °C verarbeitet werden, ist die Thermostabilität der Farbmittel zu beachten.

Die Eigenschaften von Formteilen aus selbsteingefärbtem Granulat, insbesondere die Homogenität, die Schlagzähigkeit, das Brand- und das Schwindungsverhalten sind sorgfältig zu prüfen, weil sie von den Zusatzstoffen und den jeweiligen Verarbeitungsbedingungen in hohem Maße beeinflusst werden können.

Bei UL 94-gelisteten Ultramid®-Typen sind – sofern die UL-Listung erhalten bleiben soll – die Bestimmungen der UL 746D einzuhalten. Für die Selbsteinfärbung von UL 94 HB-gelisteten Ultramid®-Typen ist nur die Verwendung von ebenfalls HB- oder besser gelisteten und auf PA basierenden Farbbatchen gestattet. UL 94 V-2, V-1 oder V-0 gelistete Ultramid®-Marken dürfen nur mit von UL anerkannten Farbbatchen (besondere Zulassung erforderlich) eingefärbt werden.

Werden selbsteingefärbte Formteile im Lebensmittelbereich verwendet, sind besondere Bestimmungen zu beachten (siehe „Sicherheitshinweise – Lebensmittelrechtliche Bestimmungen“).

Wiederverarbeitung, Verwertung von Mahlgut

Mahlgut aus Angüssen, Ausschussteilen und dergleichen aus Ultramid® kann in begrenztem Umfang wiederverwendet werden, sofern es nicht verschmutzt ist. Zu beachten ist, dass das Mahlgut besonders hygroskopisch ist, es sollte daher sorgfältig vor der Verarbeitung getrocknet werden. Die wiederholte Verarbeitung kann zu Schädigungen führen.

Im konkreten Fall kann die Überprüfung der Lösungsviskosität oder der Schmelzeviskosität hilfreich sein. Ob die Zusage von Rezyklat bei der jeweiligen Anwendung gestattet ist, muss vorab geklärt werden. Bei Flammenschutzprodukten sind außerdem Einschränkungen in der erlaubten Rezyklatmenge (z. B. gemäß UL-Spezifikationen) zu beachten.

Da Ultramid® mit den meisten anderen Thermoplasten, u. a. PS, ABS, PP nicht homogen mischbar ist, dürfen nur sortenreine Mischungen aus Neuware und Rezyklat verarbeitet werden. Bereits geringe Mengen eines solchen „Fremdstoffs“ machen sich meist störend bemerkbar, zum Beispiel in Form einer Schichtstruktur – vor allem in Angussnähe – oder durch verminderte Schlagzähigkeit.

Maschinen- und Werkzeugtechnik beim Spritzgießen

Ultramid® lässt sich auf allen handelsüblichen Thermoplast-Spritzgießmaschinen verarbeiten.

Plastifiziereinheit

Die für andere technische Thermoplaste üblichen eingängigen Dreizonenschnecken eignen sich auch für die Spritzgießverarbeitung von Ultramid®. Meist beträgt die wirksame Schneckenlänge $20-23 \cdot D$ und die Gangsteigung $1,0 \cdot D$. Eine schon seit langem bewährte Geometrie für Dreizonenschnecken ist der Abbildung 36 zu entnehmen.

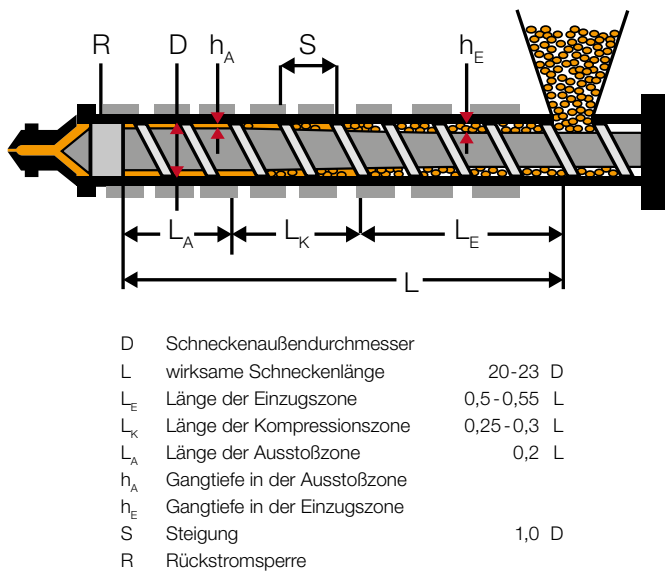


Abb. 36: Schneckenengeometrie; Begriffe und Maße von Dreizonenschnecken für Spritzgießmaschinen

Empfehlenswerte Gangtiefen für verschiedene Schnecken-durchmesser sind in Abbildung 37 aufgeführt. Die Gangtiefen gelten für Standard- sowie auch für flacher geschnittene Schnecken und ergeben ein Kompressionsverhältnis von etwa 1 zu 2. Flachgeschnittene Schnecken nehmen weniger Material auf als tiefgeschnittene. Somit ist auch die Verweilzeit der Schmelze im Zylinder kürzer. Das schonendere Aufschmelzen des Granulats und eine höhere Schmelzeho-mogenität können sich vorteilhaft auf die Qualität spritzge-gossener Formteile auswirken.

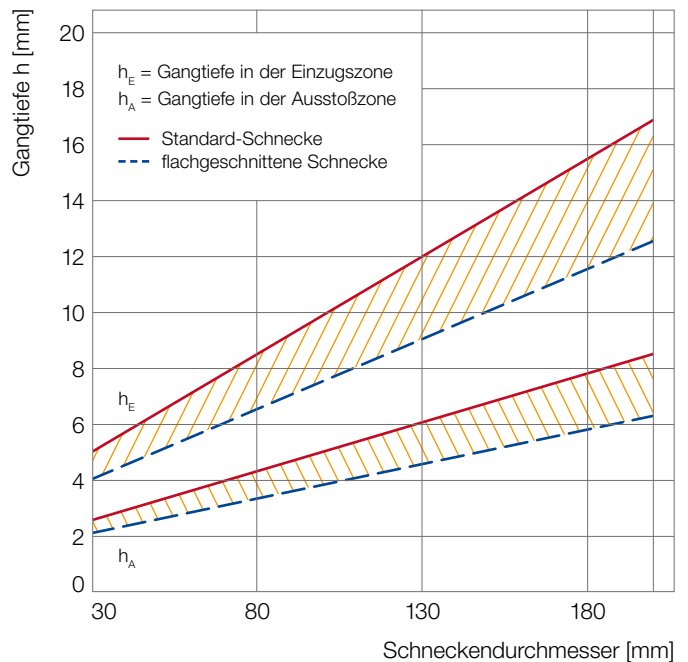


Abb. 37: Schneckengangtiefen von Dreizonenschnecken für Spritzgießmaschinen

Wichtig für eine reproduzierbare Formteilherstellung ist eine strömungsgünstig ausgelegte und gut schließende Rückstromsperre. Hierdurch kann ein konstantes Massepolster und eine ausreichende Nachdruckzeit erzielt werden. Das Spiel zwischen Zylinder und Sperring sollte nicht mehr als 0,02 mm betragen.

Ultramid® kann sowohl mit Nadelverschlussdüsen als auch mit offenen Düsen verarbeitet werden. Offene Düsen sind vorteilhaft für durchzuführende Material- und Farbwechsel und weisen eine geringere Scherbelastung für die Schmelze auf. Bei senkrecht stehender Plastifiziereinheit und/oder niedriger Schmelzeviskosität lässt sich oftmals ein Herauslaufen der Schmelze aus einer offenen Düse nicht vermeiden. In solchen Fällen sind Nadelverschlussdüsen zu bevorzugen.

Die Maschinendüse sollte gut beheizbar sein und hierfür ggf. mit einem zusätzlichen Heizband versehen werden. Hierdurch ist ein unerwünschtes Einfrieren der Schmelze vermeidbar. Wie bei der Verarbeitung der meisten glasfaserverstärkten Thermoplaste empfiehlt es sich, auch bei glasfaserverstärktem Ultramid® verschleißgeschützte Plastifiziereinheiten zu verwenden. Bei flammgeschützten Typen kann der Einsatz von korrosionsträgen Stählen erforderlich sein.

Spritzgießwerkzeug

Die in der einschlägigen Literatur beschriebenen Gestaltungsregeln für Spritzgießwerkzeuge und Angussysteme gelten auch für Formteile aus Ultramid®.

Frühzeitige Füllsimulationen können gerade bei komplexen Formteilgeometrien einen wichtigen Beitrag zur Auslegung leisten.

Formteile aus Ultramid® lassen sich gut entformen. Die Entformungsschräge beträgt bei Spritzgießwerkzeugen für Ultramid® im Allgemeinen 1 bis 2 Grad. Mit geringeren Entformungsschrägen steigen die Entformungskräfte stark an, so dass mehr Augenmerk auf das Auswerfersystem gelegt werden muss.

Grundsätzlich ist Ultramid® für alle üblichen Angussarten geeignet. Bei Verwendung von Heißkanaldüsen sollten diese individuell regelbar sein. Beheizte Komponenten müssen über ein homogenes Temperaturniveau verfügen.



Montageträger

Angüsse sind ausreichend groß zu dimensionieren. Zu kleine Angussquerschnitte können vielfältige Probleme verursachen. Hierzu zählen Materialschädigungen durch zu hohe Scherbelastung oder nicht ausreichend gefüllte Formteile infolge von Druckverlusten. Vorzeitiges Einfrieren der Schmelze vor dem Ende der Nachdruckzeit kann zu Lunkern und Einfallstellen führen.

Bei faserverstärkten Marken kommt es im Angussbereich bei relativ großen Durchsätzen zu erhöhtem Verschleiß, dem durch die Auswahl geeigneter Stähle und die Verwendung von auswechselbaren Werkzeugeinsätzen begegnet werden kann. Für die Verarbeitung von flammgeschützten Produkten haben sich korrosionsträge, hochlegierte Stähle (z. B. 1.2083, X42Cr13) bewährt.

Beim Einspritzen der Masse muss die Luft im Werkzeughohlraum gut – vor allem am Fließwegende und an Zusammenflussstellen – entweichen können, damit es nicht zu Verbrennungen durch komprimierte Luft kommt (Diesel-Effekt). Dies gilt besonders für die Verarbeitung von flammgeschützten Marken. In der Abbildung 38 ist schematisch aufgezeigt, wie Werkzeugentlüftungen realisiert werden können.

Die Formteilqualität ist ganz entscheidend von den Temperaturverhältnissen im Werkzeug abhängig. Nur mit einem gut ausgelegten Temperierkanalsystem in Verbindung mit leistungsgerechten Temperiergeräten ist eine exakte und effektive Werkzeugtemperierung möglich. Die für Ultramid® erforderlichen Werkzeugtemperaturen sind mit Wasser-Temperiergeräten erreichbar, ggf. mit geregelter Systemdrucküberlagerung.

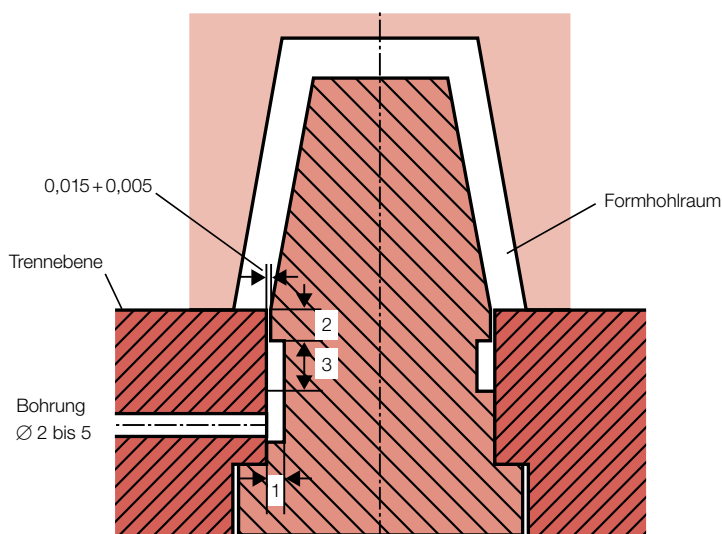


Abb. 38: Konstruktionsschema einer Werkzeugentlüftung
 (Alle Maßangaben in mm)



Thermodübel

Spritzgießverarbeitung

Die Spritzgussmaschine wird in der bei Thermoplasten üblichen Weise angefahren: Zylinder- und Düsenheizung werden so eingestellt, dass die jeweils erforderliche Masstemperatur (Richtwerte in Tabelle 9) erreicht wird. Die beim Aufheizvorgang thermisch belastete Masse wird vorsichtshalber abgepumpt. Anschließend sind in Versuchen die optimalen Verarbeitungsbedingungen zu ermitteln.

Bei der Verarbeitung von flammgeschützten Typen empfiehlt es sich, die Schmelze nicht abzupumpen, sondern in das Werkzeug zu spritzen. Ist ein Abpumpen nicht zu umgehen, sollte eine Absaugvorrichtung (Abzug) vorhanden sein und die Schmelze im Wasserbad abgekühlt werden. Weitere Informationen sind im Kapitel "Allgemeine Hinweise" unter "Sicherheitshinweise – Sicherheitsvorkehrungen bei der Verarbeitung" enthalten.

Die Verweilzeit des Kunststoffes im Plastifizierzylinder bestimmt ganz entscheidend die Formteilqualität. Zu kurze Verweilzeiten können zu thermischen Inhomogenitäten in der Schmelze führen, zu lange (>10 min) dagegen oft zur thermischen Schädigung.

Verarbeitungstemperaturen

Die verschiedenen Ultramid®-Produktgruppen werden über einen weiten Masse- und Werkzeugtemperaturbereich verarbeitet. Eine Übersicht über die Richtwerte der einzelnen Produktgruppen ist in Abb. 39 zu finden.

Detaillierte Angaben zum Masse- und Werkzeugtemperaturbereich sowie die optimalen Verarbeitungsparameter sind im Verarbeitungsdatenblatt des jeweiligen Produktes nachzulesen. Die optimale Masstemperatur innerhalb der angegebenen Bereiche ist von der Fließweglänge und der Wanddicke des Formteils sowie vom verwendeten Plastifizieraggregat und dem Spritzgießprozess abhängig.

Niedrige Masstemperaturen können bei kurzen Fließwegen und/oder größeren Fließquerschnitten verwendet werden. Höhere Masstemperaturen sind wegen einer möglichen thermischen Schädigung oder sogar Zersetzung der Schmelze zu vermeiden. Geringfügige Erhöhungen sind nur zulässig bei kurzen Fertigungs- bzw. Verweilzeiten der Schmelze im Zylinder. Eine Schädigung kann sich in Einbußen in optischen und mechanischen Eigenschaften bemerkbar machen.

Bei langen Verweilzeiten wird ein schonendes Aufschmelzen dadurch erreicht, dass die Temperaturen der Zylinderheizbänder vom Einfülltrichter (Einstellung zwischen 50 °C und 80 °C) zur Düse hin ansteigend eingestellt werden. Bewährt hat sich dabei eine Steigerung von 20 °C unterhalb der gewünschten Masstemperatur bis zur Masstemperatur an der Düse (z. B. 260 °C bis 280 °C ansteigend bei Ultramid® B unverstärkt).



Abb. 39: Masse- und Werkzeugtemperaturbereich von verschiedenen Ultramiden

Bei kurzen Verweilzeiten ist eine horizontale Temperaturführung am Zylinder sinnvoll.

Falls eine offene Düse verwendet wird, kann durch eine Verringerung der Düsentemperatur ein Herauslaufen der Schmelze verhindert werden. Eine Messung der tatsächlichen Massetemperatur, entweder über ein Einstichthermometer oder über eingebaute Temperaturfühler direkt im Schneckenraum, wird empfohlen.

Unverstärktes Ultramid® wird in der Regel mit geringeren Werkzeugtemperaturen verarbeitet. Verstärkte Ultramid®-Marken benötigen höhere Temperaturen. Um gute Oberflächenqualitäten und Formteile mit höheren Härte- und Festigkeitswerten zu erzielen, sollten die Oberflächentemperaturen der Werkzeugkavitäten eher im höheren Bereich liegen. Eventuell wird durch eine Erhöhung der Werkzeugtemperatur eine längere Kühlzeit notwendig, was zu einer Zykluszeitverlängerung führt.

Schneckendrehzahl

Die Schneckendrehzahl sollte möglichst so gewählt werden, dass die im Zyklus für die Plastifizierung zur Verfügung stehende Zeit weitgehend genutzt wird. Oft genügt zum Beispiel bei einer Schnecke von 50 mm Durchmesser eine Schneckendrehzahl von 75 bis 115 min⁻¹ (entspricht einer Schneckenumfangsgeschwindigkeit von 0,2 bis 0,3 m/s). Zu hohe Schneckendrehzahlen können unter anderem zu unerwünschten Temperaturerhöhungen durch Friktion führen. Bei glasfaserverstärkten Produkten können hohe Drehzahlen eine Kürzung der Glasfasern zur Folge haben.

Einspritzgeschwindigkeit

Die Geschwindigkeit der Werkzeugfüllung beeinflusst die Qualität der Formteile. Rasches Einspritzen begünstigt die gleichmäßige Erstarrung und die Qualität der Oberfläche vor allem bei Teilen aus glasfaserverstärktem Ultramid®. Bei sehr dickwandigen Formteilen kann aber eine verringerte Einspritzgeschwindigkeit angebracht sein, um einen Freistrahler zu vermeiden.

Getriebequerträger



Spiegelfuß

Nachdruck

Um Einfallstellen und Lunker zu verhindern, muss der Nachdruck und die Nachdruckzeit so hoch gewählt werden, dass die beim Abkühlen der Schmelze auftretende Volumenkontraktion weitgehend ausgeglichen wird. Ein zu hoher Nachdruck kann Eigenspannungen im Bauteil hervorrufen oder zu Entformungsproblemen führen. In manchen Fällen kann ein gestufter Nachdruck von Vorteil sein.

Fließverhalten

Das Fließverhalten von Kunststoffschmelzen kann praxisnah durch den sogenannten Spiralttest auf handelsüblichen Spritzgießmaschinen mit Spiralwerkzeugen beurteilt werden. Der von der Schmelze zurückgelegte Fließweg – die Länge der Spirale – ist ein Maß für die Fließfähigkeit des verarbeiteten Materials.

Für einige Ultramid®-Typen sind in Tabelle 8 die Fließweglängen von Fließspiralen mit unterschiedlichen Dicken dargestellt. Das Verhältnis von Fließspirallänge zur Wanddicke ergibt das Fließweg-Wanddicken-Verhältnis. Diese Verhältniszahl erlaubt einen groben Vergleich der Fließfähigkeiten von unterschiedlichen Thermoplasten. Jedoch gilt zu bedenken, dass die Fließfähigkeit neben den Verarbeitungsparametern (v. a. den Temperaturen) auch von der Werkzeuggestaltung und dem Feuchtigkeitsgehalt des Granulats abhängt. Das Ultramid®-Sortiment beinhaltet einige fließverbesserte Typen, mit denen bei gleicher Wanddicke längere Fließwege zurückgelegt werden können, z. B. Ultramid® High Speed.

| Ultramid® | Massetemperatur [°C] | Werkzeugtemperatur [°C] | Fließspirallänge | | |
|-------------------|-------------------------|----------------------------|------------------|--------|--------|
| | | | 1,0 mm | 1,5 mm | 2,0 mm |
| A3K | 290 | 60 | 200 | 385 | 640 |
| A3X2G5 | 300 | 80 | 145 | 300 | 430 |
| A3EG7 | 290 | 80 | 130 | 245 | 400 |
| A3X2G7 | 290 | 80 | 105 | 180 | 295 |
| A3U42G6 | 290 | 80 | 110 | 210 | 290 |
| B3S | 260 | 80 | 170 | 305 | 520 |
| B3U30G6 | 270 | 80 | 230 | 380 | 645 |
| B3WG3 | 280 | 80 | 170 | 290 | 490 |
| B3WG6 | 280 | 80 | 140 | 245 | 405 |
| B3WG6 High Speed | 280 | 80 | 200 | 375 | 605 |
| B3WG10 | 300 | 100 | 150 | 265 | 410 |
| B3WGM24 HP | 280 | 80 | 195 | 385 | 575 |
| B3WG12 High Speed | 290 | 100 | 105 | 250 | 360 |
| S3WG6 Balance | 290 | 80 | 150 | 280 | 335 |
| T KR 4350 | 330 | 90 | 170 | 295 | 400 |
| T KR 4357G6 | 330 | 100 | 130 | 210 | 330 |
| T KR 4365G5 | 330 | 100 | 100 | 165 | 265 |

Tabelle 8: Fließverhalten von Ultramid® im Spritzguss

Schwindung und Nachschwindung

In ISO 294-4 sind Begriffe und Messverfahren für die Verarbeitungsschwindung festgelegt. Danach bezeichnet man als Schwindung den Unterschied zwischen den Maßen des Werkzeugs und denen des Formteils bei Raumtemperatur. Sie resultiert aus der Volumenkontraktion der Formmasse im Spritzgießwerkzeug infolge Abkühlung, Änderung des Aggregatzustandes und der Kristallisation. Die Schwindung wird gemäß ISO 294-4 nach einer Lagerung von 16-24 h im Normalklima (23 °C, 50 % r.F.) gemessen.

Die Schwindung wird außerdem durch die Geometrie (freie oder behinderte Schwindung) und die Wanddicke des Formteils beeinflusst (Abb. 40). Zudem spielen die Anschnittlage und -größe, die Verarbeitungsparameter sowie die Lagerzeit und -temperatur eine entscheidende Rolle. Das Zusammenwirken dieser verschiedenen Faktoren macht eine exakte Vorhersage der Schwindung schwierig.

| Ultramid® | Massetemperatur [°C] | Werkzeug- temperatur [°C] | Verarbeitungsschwindung [%] | | |
|---------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------|
| | | | Testkästchen ¹⁾ | Platte ²⁾ | |
| | | | | parallel | senkrecht |
| A3K, A3W | 290 | 60 | 0,90 | 1,50 | 1,80 |
| A3HG5, A3EG5, A3WG5 | 290 | 80 | 0,55 | 0,50 | 1,05 |
| A3X2G5 | 290 | 80 | 0,50 | 0,40 | 1,15 |
| A3EG6, A3WG6 | 290 | 80 | 0,55 | 0,45 | 1,00 |
| A3X2G7 | 290 | 80 | 0,45 | 0,35 | 1,15 |
| A3EG10, A3WG10 | 300 | 80 | 0,45 | 0,35 | 0,85 |
| A3U42G6 | 290 | 80 | 0,35 | 0,30 | 0,90 |
| B3S | 260 | 80 | 0,40 | 0,90 | 0,90 |
| B3ZG3 | 280 | 80 | 0,50 | 0,60 | 0,70 |
| B3ZG6 | 280 | 80 | 0,40 | 0,30 | 0,70 |
| B3EG6 | 280 | 80 | 0,30 | 0,25 | 0,70 |
| B3WG6 | 280 | 80 | 0,30 | 0,30 | 0,75 |
| B3WG7 | 280 | 80 | 0,30 | 0,25 | 0,75 |
| B3WG10 | 300 | 80 | 0,30 | 0,20 | 0,70 |
| B3WGM24 HP | 280 | 80 | 0,20 | 0,40 | 0,60 |
| B3U30G6 | 270 | 80 | 0,50 | 0,40 | 0,90 |
| B3U42G6 | 280 | 80 | 0,30 | 0,20 | 0,70 |
| B3K6 | 280 | 80 | 0,70 | 1,15 | 1,10 |
| B3GK24 | 280 | 80 | 0,45 | 0,60 | 0,80 |
| B3M6 | 280 | 80 | 0,75 | 1,30 | 1,10 |
| B3WGM35 R03 | 280 | 80 | 0,35 | 0,35 | 0,80 |
| C3U | 270 | 60 | 0,80 | 1,25 | 1,30 |
| S3WG6 Balance | 270 | 80 | 0,40 | 0,40 | 0,90 |
| T KR 4350 | 315 | 90 | 0,60 | 0,90 | 1,10 |
| T KR 4357 G6 | 320 | 100 | 0,35 | 0,40 | 1,00 |

Tabelle 9: Verarbeitungsschwindungen einiger Ultramide

¹⁾ Behinderte Schwindung, siehe Abb. 42, längs, Strecke A, Wanddicke 1,5 mm, Nachdruck 800 bar

²⁾ Freie Schwindung nach ISO 294-4, Platte 60x60x2 mm, Werkzeuginnendruck 500 bar

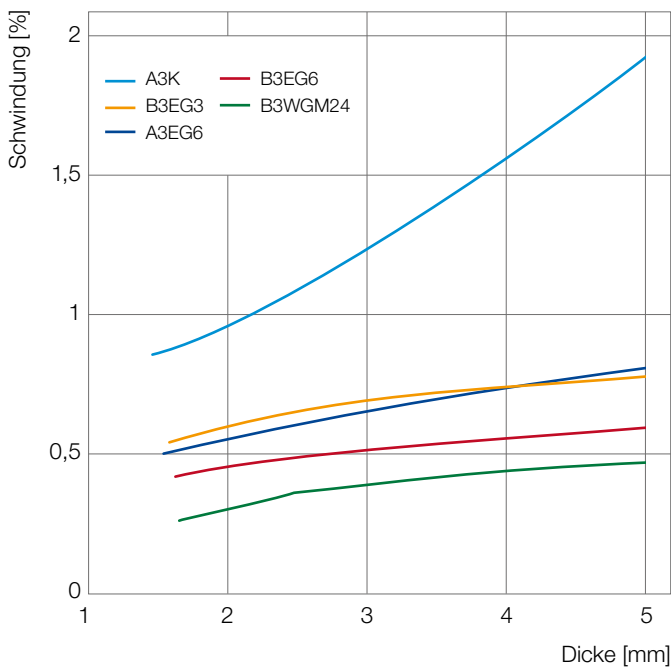


Abb. 40: Behinderte Schwindung von Ultramid® in Abhängigkeit von der Wanddicke, Testkästchen, Strecke A, Nachdruck: 600 bar

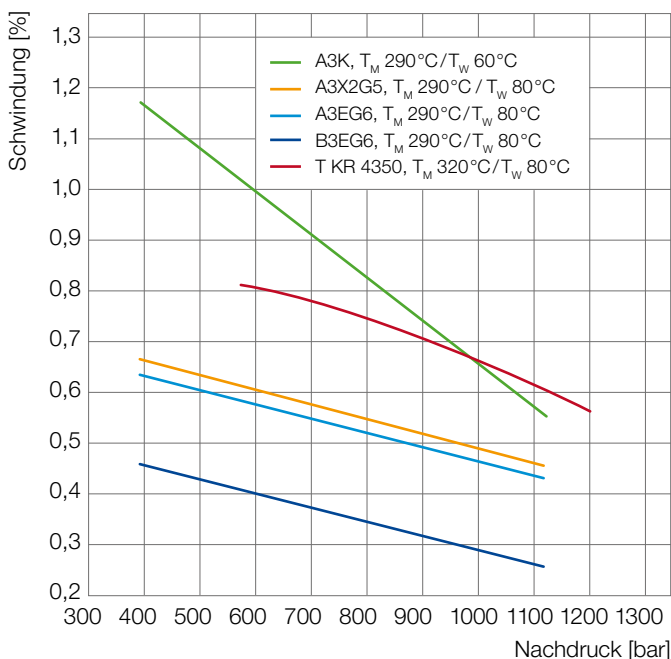


Abb. 41: Schwindung von Ultramid® A, B und T in Abhängigkeit vom Nachdruck, Testkästchen, Strecke A, Dicke: 1,5 mm

Für den Vergleich der Schwindung verschiedener Materialien können die ermittelten Schwindungswerte an der Platte mit den Abmessungen 60 mm x 60 mm x 2 mm nach ISO 294 verwendet werden. Die mit einem Bandanguss angespritzten Platten zeigen aufgrund der hohen Orientierung der Moleküle und insbesondere der Fasern die minimal und maximal auftretende Schwindung parallel und senkrecht zur Fließrichtung. Als Richtwert für eine mittlere, im realen Bauteil auftretende, Schwindung kann der am Testkästchen (Abb. 42) gemessene Wert dienen, da die Fließfront hier eher radial vom Angusspunkt aus verläuft. Eine Übersicht über die Schwindungswerte von verschiedenen Ultramid®-Typen ist in Tabelle 9 dargestellt.

Unverstärkte Polyamide schwinden grundsätzlich stärker als verstärkte Typen. Einige Prozessparameter haben vor allem bei unverstärkten Produkten einen großen Einfluss auf die Maßhaltigkeit. Hier sind besonders die Werkzeugtemperatur, Nachdruckhöhe und -zeit zu nennen. Allerdings ist der mögliche Nachdruckbereich eines realen Bauteils meist begrenzt, da ein zu geringer Nachdruck zu Einfallstellen und zu hoher Nachdruck zu Entformungsproblemen führen kann. Der Einfluss der Massetemperatur ist generell eher gering. Bei verstärktem Ultramid® sind die Einflussmöglichkeiten durch die Verarbeitungsparameter begrenzt. In den Abbildungen 41, 43 und 44 sind Schwindungswerte von verstärktem und unverstärktem Ultramid® in Abhängigkeit von Nachdruckhöhe, Masse- und Werkzeugtemperatur dargestellt.

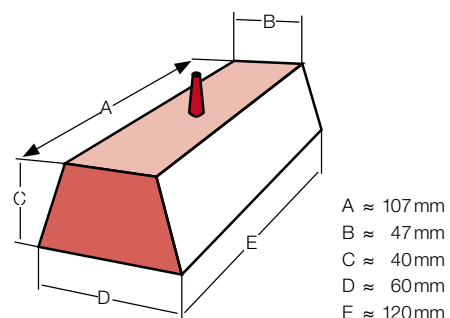


Abb. 42: Testkästchen

Durch die Nachschwindung können sich die Formteilmaße im Laufe der Zeit ändern, weil Eigenspannungen und Orientierungen abgebaut werden und eine zeit- und temperaturabhängige Nachkristallisation erfolgen kann. Während bei Raumtemperatur die Nachschwindung verhältnismäßig gering ist, kann diese bei höheren Temperaturen zu einer eventuell bedeutsamen Maßänderung führen. Der Prozess der Nachschwindung kann durch Tempern beschleunigt werden. Hohe Werkzeugtemperaturen vermindern die Nachschwindung und können damit einen nachgeschalteten Tempervorgang ersetzen (Abb. 44).

Formteile aus glasfaserverstärkten Produkten zeigen einen deutlichen Unterschied der Schwindung senkrecht und parallel zur Fließrichtung (Schwindungsanisotropie). Dieser ist durch die typische Ausrichtung der Glasfasern längs zur Fließrichtung bedingt (Abb. 45).

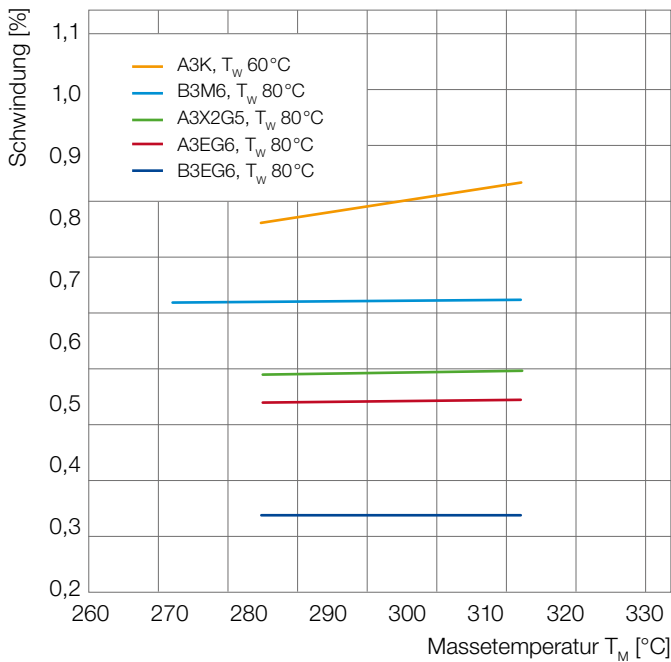


Abb. 43: Schwindung von Ultramid® A und B in Abhängigkeit von der Massetemperatur, Testkästchen, Dicke: 1,5 mm

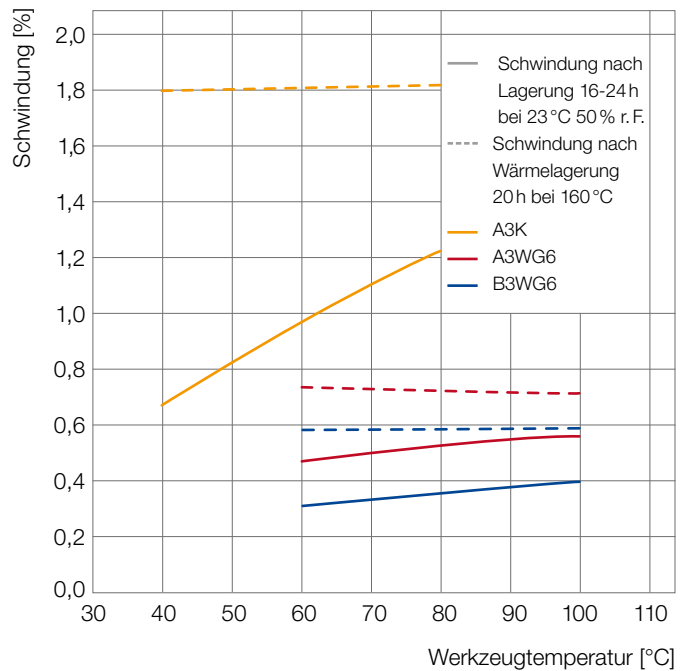


Abb. 44: Schwindung nach Lagerung im Normklima (23°C 50% r.F.) und in Wärme 20h 160°C von Ultramid® A und B in Abhängigkeit von der Werkzeugtemperatur, Testkästchen, Dicke: 1,5 mm

Verzug

Verzug am Formteil wird hauptsächlich durch unterschiedliche Schwindungen parallel und senkrecht zur Fließrichtung hervorgerufen. Daher neigen Formteile aus glasfaserverstärkten Materialien im Vergleich zu unverstärkten Produkten stärker zum Verzug. Daneben hängt er auch von der Gestalt der Formteile, der Wanddickenverteilung, der Angusslage und den Verarbeitungsbedingungen ab.

Bei den unverstärkten Marken können durch unterschiedliche Temperierung einzelner Werkzeugbereiche (Kern und Gesenk) verzugsfreie bzw. verzugsarme Formteile hergestellt werden. So kann zum Beispiel dem Verziehen von Gehäusewänden nach innen durch niedrige Kern- und hohe Gesenktemperaturen entgegen gewirkt werden.

Mineral- und glaskugelverstärkte Marken zeichnen sich durch weitgehend richtungsunabhängige Schwindung aus. Sie sind daher bevorzugte Werkstoffe für verzugsarme Formteile.

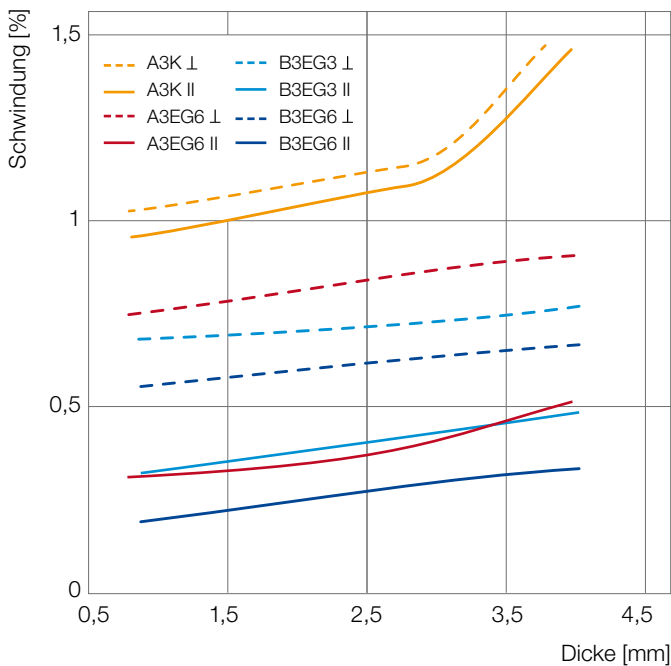


Abb. 45: Behinderte Schwindung von verschiedenen Ultramid®-Marken in Abhängigkeit von der Wanddicke, Platte 110 x 110 mm mit Bandanguss und Verformungsbehinderung durch angespritzte Ecken, Nachdruck: 500 bar, senkrecht (⊥) und parallel (||) zur Fließrichtung

Sonderverfahren

Thermoplastschaumspritzgießen (TSG)

Durch den Zusatz von chemischen oder physikalischen Treibmitteln wird ein Aufschäumen der Schmelze während der Werkzeugfüllung erreicht. Hierdurch können Einfallstellen auch bei großen Wanddicken vermieden und ggf. das Bauteilgewicht reduziert werden. Zudem wird der Fülldruck deutlich verringert, so dass eine Maschine mit niedrigerer Schließkraft eingesetzt werden kann. Geschäumte Bauteile weisen gegenüber kompakt gespritzten Bauteilen einen geringeren Verzug auf. Es ist jedoch zu beachten, dass die mechanischen sowie die Oberflächeneigenschaften abhängig vom Aufschäumgrad negativ beeinflusst werden können. Mit ausgewählten Ultramid®-Typen aus dem Sortiment sind trotz Treibmittelspritzguss gute Oberflächen zu erreichen.

Bei Fragen zur Verarbeitung, Verarbeitungsprozessen sowie Sonderverfahren der Kunststoffverarbeitung steht ein erfahrenes Team von Experten zur Verfügung. Für Forschungs-, Entwicklungs- und Projektarbeiten kann auf ein gut ausgestattetes Verarbeitungstechnikum zurückgegriffen werden. In diesem sind unter anderem das Verpressen von Materialverbunden, der Mehrkomponenten-Spritzguss, die GID/WIT-Technologie sowie die Verarbeitung von Hochtemperatur-Thermoplasten auf Standardmaschinen unterschiedlichster Größe bis zu modernsten Fertigungszellen möglich.

Spritzgießen mit Fluidinjektionstechnik (FIT)

Die Fluidinjektionstechnik bietet technologisch und wirtschaftlich interessante Möglichkeiten zur Herstellung von komplexen, (partiell) dickwandigen Formteilen mit Hohlräumen und integrierbaren Funktionen. Typische FIT-Bauteile aus Ultramid® sind Automobil-Medienleitungen, Griffe, Halterungen und Stühle.

Dabei werden nach Einspritzen des Kunststoffes die noch schmelzflüssigen Anteile mit Hilfe eines Fluids verdrängt. Als Fluid kann je nach Anwendung Gas oder Wasser benutzt werden. Bei der Projektilinjektionstechnik wird mit einem fluidangetriebenen Projektil gearbeitet.

Durch den von innen aufbrachten Fluiddruck kann der Bauteilverzug minimiert werden. Kürzere Zykluszeiten durch die höhere Wärmeabfuhr bei Wasser und die Vermeidung von Masseanhäufung sind außerdem möglich. Eine größere Gestaltungsfreiheit sowie die Realisierung von Bauteilen mit hoher spezifischer Steifigkeit sind weitere Vorteile.

Zur Zeit werden vor allem verstärkte Ultramid®-Typen eingesetzt. Einige Ultramid®-Typen sind für die FIT optimiert, so ist das hydrolysebeständige Ultramid® A3HG6 WIT speziell für Kühlwasserleitungen geeignet, andere Typen, z. B. Ultramid® B3WG6 GIT, erlauben besonders gute Oberflächenqualitäten.

Umspritzen von Einlegern

Bekanntere Anwendungen, bei denen Metalleinleger mit Ultramid® umspritzt werden, sind beispielsweise Verbindungselemente wie Hülsen oder Inserts und Leiterbahnen oder ähnliches in Steuergehäusen. Müssen diese Formteile mediendicht sein oder sind wechselnden Temperaturen ausgesetzt, bedarf es einer besonders guten Verbindung zwischen Metall und Kunststoff.

Die Metalleinleger sollten vor dem Umspritzen auf 100 °C bis 150 °C, zumindest aber auf die Werkzeugtemperatur vorgewärmt werden, damit keine zu hohen Eigenspannungen im Formteil auftreten. Die Metallteile müssen fettfrei sein und ggf. Rändelungen, umlaufende Nuten oder ähnliches zur besseren Verankerung haben. Weitere Vorbehandlungen des Metalls z. B. Strukturieren der Kontaktfläche, Plasmanitrieren oder spezielle Beschichtungen können die Haftung ebenfalls verbessern.

Auch expandiertes Ultramid® eignet sich ideal für das Überspritzen mit PA-Spritzgussmaterialien, wodurch die Vorteile von Schaum und Spritzguss kombiniert werden. Durch anschmelzen der Oberfläche durch die heiße Schmelze entsteht ein nahezu untrennbarer, homogener PA-Verbundkörper. Diese Kombination eröffnet neue Gestaltungsmöglichkeiten: Vertiefungen im EPA-Kern werden zu Rippen, Öffnungen zu Fließkanälen – so lassen sich komplexe, großvolumige und dennoch leichte Monomaterial-Bauteile realisieren, die u. a. Vorteile bzgl. des Recycling bieten.

Mehrkomponententechnik

Die Kombination von mehreren Materialien in einem Formteil hat sich in der Spritzgießtechnik fest etabliert. Verschiedene Ultramid®-Typen finden hier abhängig von den geforderten Bauteileigenschaften Verwendung. Die Komponenten müssen im Hinblick auf ihre Verarbeitungs- und Materialeigenschaften aufeinander abgestimmt werden. Umfangreiche Erfahrungen bezüglich der Haftung verschiedener Materialien auf Ultramid® liegen vor.



Kühlwasserrohr

Verarbeitung auf Dampfdruckformteilautomaten

Die Formteilherstellung im Dampfdruckverfahren – auch bekannt als Steam Chest Molding – nutzt gesättigten Wasserdampf, um vorgeschäumte Partikel in geschlossenen Werkzeugformen zu verarbeiten. Dabei entstehen komplexe, leichte und gleichzeitig hochbelastbare Bauteile. Ultramid® Expand wurde speziell für diese Technologie entwickelt und kann auf gängigen Maschinen (mit typischen Dampfdrücken von 3-4 bar) zur Herstellung von Partikelschaumteilen eingesetzt werden. Das Dampfdruckformverfahren, welches typischerweise bei der Verarbeitung von Partikelschäumen wie Ultramid® Expand eingesetzt wird, erfolgt in 4 Stufen:

- Füllen der Kavität: Die Form wird mit dem vorgeschäumten Partikel (Ultramid® Expand) befüllt.
- Dampfbeaufschlagung: Querdampf und Autoklavdampf werden eingebracht, um die Partikel zu erweichen und miteinander zu verschweißen.
- Abkühlung: Das geformte Bauteil wird durch Wasser gekühlt, um die Formstabilität zu gewährleisten.
- Entformung: Die fertigen Partikelschaumteile werden mithilfe eines Auswerfers aus der Form entnommen. Nach Entnahme ist eine Trocknung des Bauteils vorzusehen. Hierbei ist während der Konstruktion eine Schwindung zu berücksichtigen, da das Material ein Gleichgewichtsfeuchtegehalt von 2-3 % aufweist.



Geschäumte, gerippte Einsätze aus Ultramid® Expand, direkt umspritzt mit einem verstärkten und unverstärkten Polyamid

Verbindungstechniken

Teile aus Ultramid® können nach verschiedenen Methoden verbunden werden. Dazu gehören insbesondere:

- Schnappen
- Schrauben mit gewindeformenden Metallschrauben
- Schrauben mit Gewinde-Inserts
- Nieten
- Kleben
- Schweißen

Schnappverbindungen lassen sich problemlos in Kunststoffteile aus Ultramid® integrieren. Das gute Federungsverhalten in einem großen Temperaturbereich ist für diese Verbindungstechnik besonders vorteilhaft.

Direktverschraubungen sowie Verschraubungen mit Gewinde-Inserts ermöglichen hochbelastbare Verbindungen von Teilen aus Ultramid® untereinander sowie mit Teilen aus anderen Werkstoffen.

Nietverbindungen werden in der Regel mit integrierten Nietstiften hergestellt. Diese können mittels Ultraschall, durch einen heißen Stempel, durch Heißgas oder mittels Laser erweicht werden. Durch das anschließende Formen des Nietkopfes entsteht ein Formschluss.

Für das Kleben von Ultramid® kommen alle gängigen Klebstoffsysteme zum Einsatz. Aufgrund der Komplexität des Klebprozesses ist eine besondere Sorgfalt bei der Auswahl des Klebstoffs und der Vorbehandlung der Teile erforderlich.

Zum Schweißen von Ultramid® eignen sich praktisch alle gängigen Verfahren:

- Reibschweißen (Vibrations- und Rotationsschweißen)
- Ultraschallschweißen
- Laserstrahlschweißen
- Infrarotschweißen
- Heißgasschweißen
- Wärmeimpulsschweißen
- Hochfrequenzschweißen

Alle Verbindungsmethoden haben ihre spezifischen Vor- und Nachteile und erfordern bestimmte Werkstoffeigenschaften und Fügegeometrien. Daher soll die Verfahrensauswahl vor der endgültigen Gestaltung erfolgen.

Ultramid® nimmt Feuchtigkeit auf, die einen großen Einfluss auf die Qualität der Verbindung haben kann. Daher muss der Feuchtegehalt bei der Herstellung und dem Einsatz von Fügeverbindungen aus Ultramid® berücksichtigt werden. Mit Ultrajoin® und Ultratest® bietet BASF ihren Kunden eine umfangreiche Unterstützung: Von der Auswahl der jeweils geeignetsten Verbindungstechnik über die Gestaltung des Fügebereichs bis hin zur Optimierung des Fügeprozesses. (Ultratest® und Ultrajoin® sind registrierte Markennamen der BASF SE.)

Spanabhebende Bearbeitung

Halbzeug aus Ultramid® lässt sich auf allen üblichen Werkzeugmaschinen spanabhebend bearbeiten. Als generelle Richtlinie kann gelten: hohe Schnittgeschwindigkeit bei kleinem Vorschub; auf scharfe Werkzeuge ist zu achten.

Beschriften und Beschichten

Laserbeschriften

Die Beschriftung von Ultramid® mit Hilfe von Lasern bietet eine Reihe von Vorteilen gegenüber herkömmlichen Verfahren, etwa dann, wenn hohe Anforderungen hinsichtlich Beständigkeit, Flexibilität und Geschwindigkeit gestellt werden.

Die nachstehenden Angaben dienen lediglich einer ersten Orientierung. Für eine weitergehende Beratung, etwa im Hinblick auf die Auswahl gut laserbeschriftbarer Ultramid® Einfärbungen, steht der Ultra-Infopoint gerne zur Verfügung.

Nd:YAG-Laser (Wellenlänge 1064 nm)

Ungefärbte Ultramid®-Standardmarken sind mit Nd:YAG-Lasern aufgrund sehr geringer Energieabsorption praktisch nicht zu beschriften. Durch Zusatz spezieller Additive lassen sich Ultramid®-Typen mit verbesserter Beschriftbarkeit erzielen. Mit bestimmten Schwarzeinfärbungen erhält man eine kontrastreiche Schrift.

Ultramid® A3X-Marken lassen sich ungefärbt mit gutem Kontrast beschriften, relativ schlecht dagegen in üblichen Schwarzeinfärbungen.

Speziell für die Beschriftung mit dem Nd:YAG-Laser wurde das Ultramid® LS-Sortiment entwickelt. Das LS-Sortiment umfasst unverstärkte, verstärkte und flammgeschützte Marken.

Nd:YAG-Laser (Wellenlänge 532 nm)

Bei ungefärbten und hell eingefärbten Ultramid®-Typen lassen sich mit dem frequenzverdoppelten Nd:YAG-Laser im Allgemeinen eine höhere Konturschärfe und ein stärkerer Kontrast erzielen als mit dem Nd:YAG-Laser, der bei 1064 nm arbeitet. Bei Schwarzeinfärbungen wird dagegen kein Vorteil erzielt.

Excimer-Laser (Wellenlänge 175-483 nm)

Excimer-Laser erzielen auf Ultramid® eine höhere Konturschärfe und bessere Oberfläche als Nd:YAG-Laser. Gute Resultate werden insbesondere bei hellen Einfärbungen erzielt.

CO₂-Laser (Wellenlänge 10640 nm)

Ungefärbtes und eingefärbtes Ultramid® lässt sich mit dem CO₂-Laser praktisch nicht beschriften. Es erfolgt höchstens eine nur schlecht wahrnehmbare Gravur der Oberfläche ohne Farbumschlag.

Bedrucken

Ultramid® lässt sich ohne Vorbehandlung nach den vom Papierdruck her bekannten Verfahren bedrucken. Spritzgussteile sollten weitgehend frei von Eigenspannungen und möglichst ohne Formtrennmittel, insbesondere silikonhaltige, gefertigt werden. Für das Bedrucken von Ultramid® stehen bewährte Spezialdruckfarben zur Verfügung.

Heißprägen

Das Heißprägen mit geeigneten Prägefolien ist bei Ultramid® problemlos möglich.

Lackieren

Aufgrund der hervorragenden Beständigkeit gegen die meisten Lösungsmittel kann Ultramid® mit verschiedenen Lacken bei guter Haftung und ohne Beeinträchtigung der mechanischen Eigenschaften ein- oder mehrschichtig lackiert werden. Geeignet sind Ein- und Zweikomponentenlacke, deren Bindemittel auf den zu lackierenden Werkstoff abgestimmt werden. Auch Wasserbasislacke bzw. Primer können auf Ultramid® appliziert werden. Zur Vorbehandlung können eine Mischung aus Isopropanol und Wasser oder auch spezifische Reinigungsmittel benutzt werden. Auch industrielle Verfahren, wie etwa die Vorbehandlung in Automobil-Lackieranlagen, eignen sich zur Reinigung. Eine durch Elektrostatik unterstützte Lackierung ist nur mit einem sog. Leitprimer möglich, da Ultramid® keine ausreichende Leitfähigkeit besitzt.

Metallisieren

Teile aus Ultramid® lassen sich nach entsprechender Vorbehandlung galvanisch oder im Hochvakuum metallisieren. Bei unverstärkten und verstärkten Marken ist eine einwandfreie Oberflächengüte erreichbar. Metallisierte Teile aus Ultramid® werden zunehmend im Sanitär-, Elektronik- und Kfz-Bereich verwendet.



Laserbeschrifteter
Testkörper

Konditionieren

Ihre optimale Schlagzähigkeit und weitgehend konstante Abmessungen im Betriebszustand erreichen Teile aus Ultramid® erst nach Feuchtigkeitsaufnahme. Konditionieren, d. h. das Lagern im warmen Wasser oder in feuchtwarmer Luft, dient zur raschen Anreicherung mit ca. 1% bis 3,5% Feuchtigkeit, dem Gleichgewichtsgehalt an normalfeuchter Luft (vergl. Abb. 27 und Einzelwerte in der Sortimentsübersicht Ultramid®).

Praktische Konditionierverfahren

Das Lagern im 40°C bis 90°C warmen Wasser ist einfach durchzuführen, kann aber zu Wasserflecken, Belag und besonders bei dünnen Teilen mit Eigenspannungen zum Verzug führen. Bei den verstärkten Marken kann außerdem die Oberflächengüte beeinträchtigt werden. Auch für Teile aus A3X-Marken ist das Konditionieren im Wasserbad höherer Temperatur nicht empfehlenswert.

Daher wird die Konditionierung im Klimaschrank zum Schnellkonditionieren von Probekörpern nach ISO-1110 (70°C und 62% rel. Feuchte) als schonendes Verfahren im Allgemeinen vorgezogen. Für Teile aus Ultramid® A3X sollte die Temperatur ca. 40°C nicht überschreiten.

Lagerungsdauer beim Konditionieren

Die Geschwindigkeit der Feuchtaufnahme und damit die zum Konditionieren erforderliche Lagerungsdauer steigt mit der Wanddicke der Teile stark an (quadratische Abhängigkeit), wogegen sie mit steigender Temperatur deutlich abnimmt. Bei Raumtemperatur erfolgt die Feuchtaufnahme sehr langsam. Daher wird eine höhere Temperatur verwendet, wenn Probekörper in kurzer Zeit konditioniert werden sollen. Tabelle 10 enthält die für flächige Teile (Platten) aus Ultramid® A und B notwendige Lagerungsdauer in Abhängigkeit von der Wanddicke und der Konditionierbedingung, sei es im Feuchtklima oder im Wasserbad. Das Konditionieren im Feuchtklima, z. B. bei 70°C/62% r. F., ist generell als thermisch schonendes Konditionierklima empfehlenswert.



Hinterachsgetriebequerträger

Tempern

Durch Tempern, z. B. durch eine halb- bis eintägige Wärmehandlung (in Luft oder einer Temperflüssigkeit bei 140°C bis 170°C), können Eigenspannungen, wie sie bei dickwandigen Teilen aus hochverstärkten Ultramid®-Typen (z. B. Ultramid® A3EG7) oder bei extrudierten Halbzeugen auftreten, weitgehend beseitigt werden. Darüber hinaus führt das Tempern zur Nachkristallisation von spritzfrischen und/oder mit kaltem Werkzeug gefertigten Spritzgussteilen, wobei einerseits Dichte, Abriebfestigkeit, Steifigkeit und Härte ansteigen und andererseits eine geringe Nachschwindung, mitunter auch ein geringer Verzug der Teile, eintritt.

| Ultramid® | Gleichgewichtswassergehalt im NK 23/50 [%] ¹⁾ | Konditionierbedingung | | Wanddicke [mm] | | | | | |
|--|--|-----------------------|-----------------------------|----------------|-----|-----|-----|------|------|
| | | | | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| A-Marken unverstärkt glasfaserverstärkt mineralverstärkt | 2,8 | Wasserbad | 40°C | 6 | 31 | 110 | 240 | 480 | 670 |
| | | | 60°C | 1,5 | 6 | 24 | 60 | 120 | 190 |
| | | | 80°C | 0,5 | 2 | 8 | 20 | 36 | 60 |
| | 1,2...2,2 1,4...1,5 | Klima | 40°C/90% r.F. | 24 | 96 | 430 | 960 | 1700 | 2900 |
| | | | 70°C/62% r.F. ²⁾ | 15 | 60 | 240 | 550 | | |
| | B-Marken unverstärkt glasfaserverstärkt mineralverstärkt | 3,0 | Wasserbad | 40°C | 3,5 | 14 | 60 | 120 | 240 |
| 60°C | | | | 1 | 4 | 16 | 36 | 72 | 110 |
| 80°C | | | | 0,5 | 1 | 4 | 10 | 18 | 24 |
| 1,5...2,6 2,0...2,4 | | Klima | 40°C/90% r.F. | 15 | 60 | 260 | 600 | 1100 | 1700 |
| | | | 70°C/62% r.F. ²⁾ | 10 | 48 | 120 | 240 | | |

Tabelle 10: Konditionierdauer in Stunden zur Einstellung des Gleichgewichtswassergehalts an normalfeuchter Luft (23°C/50% r.F.)¹⁾ beim Lagern von flächigen Teilen (Platten) aus Ultramid® im Heißwasserbad oder im Feuchtklima

¹⁾ Werte des Gleichgewichtswassergehalts der verschiedenen Ultramid®-Marken im NK 23/50 siehe die Ultramid®-Sortimentsübersicht

²⁾ Nach ISO-1110 zum Konditionieren von Normprobekörpern auf den Normalfeuchtigkeitsgehalt im NK 23/50

Allgemeine Hinweise

Sicherheitshinweise

Sicherheitsvorkehrungen bei der Verarbeitung

Sofern die Verarbeitung unter den empfohlenen Bedingungen erfolgt (siehe die produktspezifischen Verarbeitungsdatenblätter), sind Schmelzen aus Ultramid® thermisch stabil und bringen keine Gefährdung durch molekularen Abbau oder Entwicklung von Gasen und Dämpfen. Wie alle thermoplastischen Polymere zersetzt sich auch Ultramid® bei übermäßiger thermischer Beanspruchung, z. B. bei Überhitzung oder beim Reinigen durch Abbrennen. Dabei bilden sich gasförmige Zersetzungsprodukte. Weitere Angaben hierzu finden sich in den produktspezifischen Sicherheitsdatenblättern.

Bei sachgemäßer Verarbeitung von Ultramid® treten im Bereich der Verarbeitungsmaschinen keine schädlichen Dämpfe auf.

Bei unsachgemäßer Verarbeitung, z. B. hoher Temperaturbelastung und/oder langer Verweilzeit der Schmelze in der Verarbeitungsmaschine, können sich gesundheitsschädliche, stechend riechende Dämpfe abspalten. In einem solchen Störfall, der sich auch durch bräunliche Verbrennungsschlieren auf den Formteilen bemerkbar machen kann, ist der Zylinder der Verarbeitungsmaschine durch Ausspritzen ins Freie bei gleichzeitiger Herabsetzung der Zylindertemperaturen freizuspülen. Eine rasche Kühlung des geschädigten Materials, z. B. in einem Wasserbad, vermindert die Geruchsbelästigung.

Für eine Be- und Entlüftung des Arbeitsplatzes – am besten durch eine Abzugshaube über der Zylindereinheit – ist generell Sorge zu tragen.

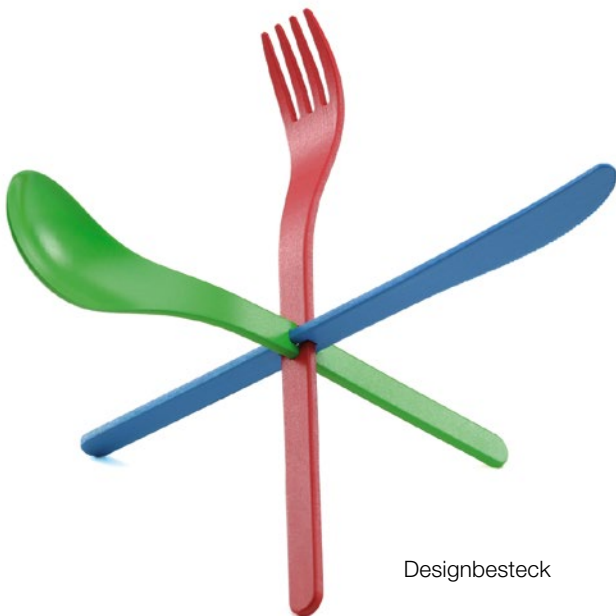


Trockensumpfpöltank

Lebensmittelrechtliche Bestimmungen

Die mit FC gekennzeichneten Marken des Ultramid® Sortiments sind prinzipiell für den Einsatz mit Lebensmittelkontakt geeignet. Detaillierte Auskünfte über den aktuellen lebensmittelrechtlichen Status der jeweiligen Ultramid®-Typen in verschiedenen Regionen (z. B. EU, USA, China, Japan), sowie entsprechende Konformitätsbestätigungen erhalten Sie auf Anfrage bei BASF (plastics.safety@basf.com).

Unter dem Namenszusatz Aqua® sind Ultramid®-Typen erhältlich, die über unterschiedliche länderspezifische Zulassungen für Trinkwasserkontaktanwendungen verfügen. Alle Kunststoffe des Aqua®-Portfolios verfügen über mindestens eine Zulassung nach KTW-BWGL¹⁾ DIN EN 16421: 2015-05, ACS²⁾ und WRAS³⁾ in Kaltwasseranwendungen, ein Großteil davon auch für Warm- und Heißwasser. Um die Zulassung der fertigen Bauteile zu erleichtern, stellt BASF alle notwendigen Konformitätserklärungen und Prüfzeugnisse für Deutschland und Großbritannien zur Verfügung. Werden Zulassungen bei den Zertifizierungsstellen für Trinkwasser und NSF⁴⁾ oder anderer Institute benötigt, so ist die BASF durch Rezepturoffenlegung gegenüber den Instituten behilflich. Für Fragen bezüglich der Einhaltung weiterer Verordnungen und für Konformitätserklärungen kontaktieren Sie bitte Ihren lokalen BASF-Vertreter oder Plastics Safety (plastics.safety@basf.com).



Designbesteck

Nachhaltigkeit

Verantwortungsvoller Umgang mit Ressourcen bei BASF

Gemeinsam mit Kunden arbeitet BASF an nachhaltigen Produkten und Lösungen, mit denen sie ihre Nachhaltigkeitsziele erreichen und sich im Markt differenzieren können. Technische Kunststoffe wie Ultramid® können effizient hergestellt werden und sparen in der Lebensphase der Bauteile Ressourcen. Zur Reduzierung von CO₂-Emissionen bei der Herstellung stellt BASF die Produktion sukzessive auf Grünstrom um. Mit fossilen Energieträgern betriebene Produktionsanlagen werden elektrifiziert und für den Betrieb mit erneuerbarer Energie vorbereitet. Darüber hinaus hat sich BASF zum Ziel gesetzt, Stoffkreisläufe zu schließen und werkstoffliche Ressourcen bestmöglich entlang der Wertschöpfungskette zu nutzen.

Biomassenbilanz-Verfahren

Nachwachsende Rohstoffe wie Bio-Methan oder Bio-Naphtha aus organischen Abfällen werden zu Beginn des mehrstufigen Produktionsprozesses den BASF-Anlagen zugeführt und vermischen sich dort mit fossilen Rohstoffen. Das Endprodukt ist chemisch identisch mit dem fossilen Standardprodukt. Mit diesem Biomassenbilanz-Verfahren hat BASF Pionierarbeit geleistet, damit Sie ein Produkt in fossiler Qualität einkaufen und gleichzeitig fossile Ressourcen einsparen und CO₂-Emissionen reduzieren können.



Spart fossile Ressourcen



Verringert Treibhausgasemissionen



Fördert die Nutzung erneuerbarer Ressourcen



Ist unabhängig zertifiziert



Sichert identische Produktqualität und -eigenschaften

¹⁾ KTW-BWGL: Kontakt mit Trinkwasser (Deutschland)

²⁾ ACS: Attestation de Conformite Sanitaire (Frankreich)

³⁾ WRAS: Water Regulation Advisory Scheme (UK)

⁴⁾ NSF: National Sanitation Foundation (USA)

ChemCycling®

Ein zentraler Pfeiler bei der Nutzung von Kunststoffabfällen als neue Ressource ist ChemCycling®. Hier konzentrieren sich unsere Partnerschaften auf das chemische Recycling mittels Pyrolysetechnologie, die Kunststoffabfälle oder Altreifen in einen sekundären Rohstoff namens Pyrolyseöl umwandelt. Wir speisen das Öl zu Beginn der Wertschöpfungskette in die BASF-Verbundproduktion ein und sparen dadurch fossile Ressourcen. Durch die Verwendung eines von Dritten geprüften Massenbilanzansatzes wird der Anteil des recycelten Rohstoffs den im Verbund hergestellten Produkten zugerechnet. Diese massenbilanzierten Cycled®-Produkte sind unabhängig zertifiziert und haben die gleichen Eigenschaften wie herkömmliche Produkte. Kunden können sie daher auf die gleiche Weise weiterverarbeiten und in anspruchsvollen Anwendungen einsetzen.

Product Carbon Footprint (PCF)

Um Transparenz bei den CO₂-Emissionen auf Produktebene zu schaffen, hat BASF die Fähigkeit entwickelt, den CO₂-Fußabdruck für etwa 45.000 relevante Verkaufsprodukte zu berechnen. Unsere selbstentwickelte digitale Lösung, SCOTT (Strategic CO₂ Transparency Tool), ermöglicht es uns, Transparenz für unsere Kunden und Partner zu schaffen. Der Product Carbon Footprint (PCF) aggregiert die gesamten Treibhausgasemissionen, die während des gesamten Lebenszyklus eines Produkts entstehen.

Die PCF-Berechnung von BASF umfasst die "cradle-to-gate"-Phase und basiert auf Treibhausgasemissionsdaten aus unseren eigenen Anlagen, hochwertigen Durchschnittsdaten und lieferantenspezifischen Daten für eingekaufte Rohstoffe und Energie. Die Methode entspricht den Berechnungsregeln der TfS-Richtlinie (Together for Sustainability), dem Standard der chemischen Industrie zur Berechnung von Produkt-CO₂-Fußabdruckwerten. Darüber hinaus entspricht die BASF-Methode dem relevanten PCF-Standard ISO 14067:2018, und sowohl die Methodik als auch die digitale Lösung wurden von TÜV Rheinland zertifiziert.

Unser einzigartiges integriertes Produktionssetup trägt erheblich zu unseren führenden Produkt-CO₂-Fußabdrücken bei. Durch die Optimierung der Ressourceneffizienz und die Minimierung von Abfällen ermöglicht die Verbundstruktur eine überlegene Umweltleistung und setzt einen Maßstab in der Branche.

Unsere zahlreichen Ansätze zur Emissionsreduktion haben wir in einem strukturierten Werkzeugkasten gebündelt. Weitere Informationen finden Sie unter: plastics.basf.com/Green-Energy-Manufacturing

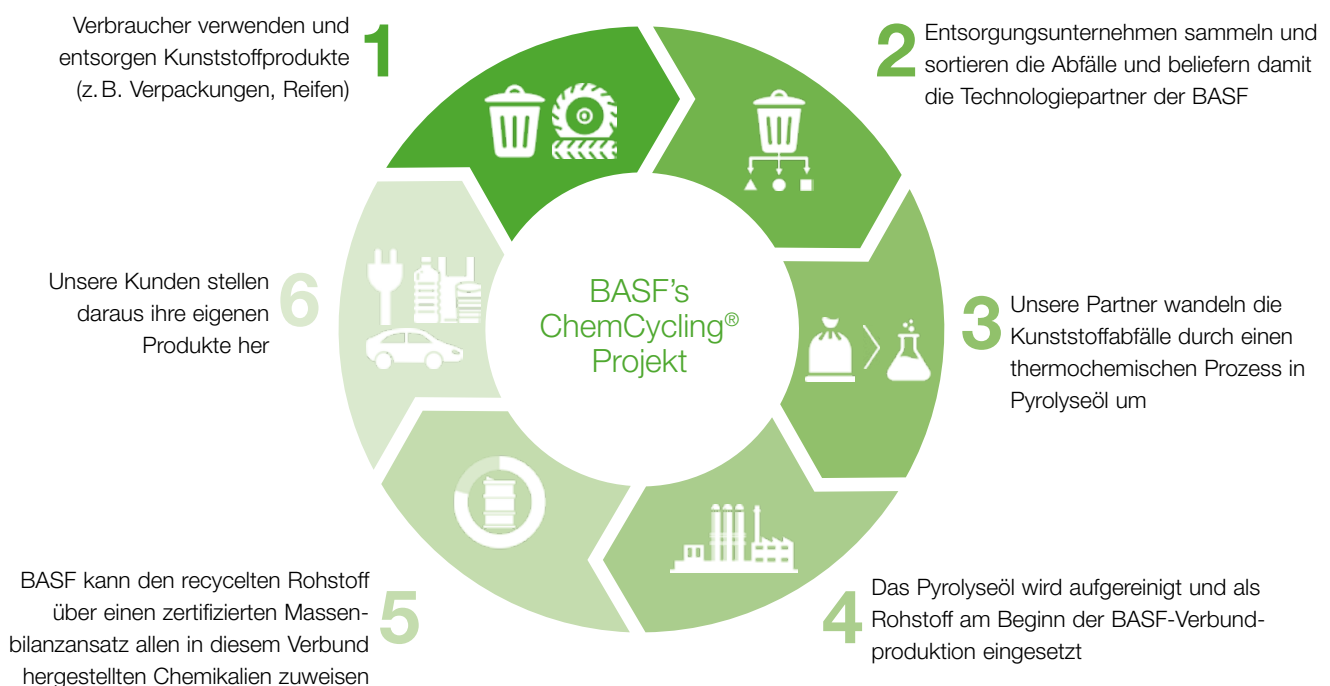


Abb. 46: BASFs ChemCycling®-Projekt

Lieferform und Lagerung

Ultramid® wird als Granulat geliefert. Standardverpackungen sind der Sack und der Schüttgutbehälter (IBC). Nach Vereinbarung sind weitere Packmittel und der Versand in Straßen- oder Bahnsilowagen möglich.

Ultramid® ist kein gefährlicher Arbeitsstoff im Sinne der CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 und damit auch kein gefährliches Transportgut. Ultramid® ist als nicht wassergefährdend eingestuft. Weitere Informationen finden Sie in den produktspezifischen Sicherheitsdatenblättern.

Lagerung und Transport

Das Produkt kann prinzipiell über längere Zeit gelagert werden. Die Gebinde sollten erst unmittelbar vor der Verarbeitung bzw. Trocknung geöffnet werden. Damit das gelieferte Produkt möglichst wenig Feuchtigkeit aufnehmen kann, sollten die Gebinde in trockenen Räumen gelagert und nach der Entnahme von Teilmengen stets wieder sorgfältig verschlossen werden. In kalten Räumen gelagerte Gebinde sind vor dem Öffnen zu temperieren, damit sich auf dem Granulat kein Kondenswasser niederschlägt. Das Produkt sollte unabhängig von den Lagerungsbedingungen entsprechend unserer Empfehlungen vorgetrocknet werden.

Ultramid® wird ungefärbt und gefärbt geliefert. Viele Produkte sind in Schwarz-Einfärbungen erhältlich. Einzelne Marken sind auf Anfrage in mehreren Farbtönen lieferbar. Bei hellen Einfärbungen kann bei längerer Lagerdauer und abhängig von den Lagerbedingungen eine Verschiebung des Farbortes (Vergilbung) auftreten.

Ausnahmen: Die H- und W-stabilisierten Ultramid®-Marken sowie Ultramid® A3X-Marken sind nur ungefärbt, in dunklen Farben und schwarz lieferbar.

Diese Produkte weisen eine charakteristische Eigenfarbe auf, die Bunteinfärbungen mit definiert eingestellter Farbe nicht zulässt. Außerdem können andere Füllstoffe, z. B. Kohlenstofffasern, die Eigenfarbe beeinflussen.

Entsorgung

Alle Ultramid®-Marken können unter Beachtung der behördlichen Vorschriften verbrannt werden. Der Heizwert von unverstärkten Marken beträgt 29.000 bis 32.000 kJ/kg (Hu nach DIN 51900).

Verwertung

Sortenreine Ultramid®-Restmengen, z. B. Mahlgut von Spritzgussteilen und dergleichen, können wie Produktionsabfälle – je nach Marke und Anforderungen – in bestimmtem Umfang wieder dem Verarbeitungsprozess zugeführt werden. Um fehlerfreie mahlguthaltige Spritzgussteile zu fertigen, muss das Mahlgut rein und trocken sein (meist ist eine Trocknung erforderlich), außerdem darf bei der vorangegangenen Verarbeitung keine thermische Schädigung aufgetreten sein. Der maximal zulässige Mahlgutanteil sollte in Versuchen ermittelt werden. Er hängt von der Ultramid®-Marke, der Art des Spritzteils und den Bauteilanforderungen ab. Die Eigenschaften der Teile, z. B. die Schlagzähigkeit und die mechanische Festigkeit, aber auch das Verarbeitungsverhalten wie das Fließvermögen, die Schwindung und die Oberflächenqualität, können bei bestimmten Marken schon durch einen geringen Mahlgutanteil wesentlich beeinflusst werden.



Montageträger

Integriertes Managementsystem

QSGU-Management

Qualitäts-, Sicherheits-, Gesundheits- und Umweltmanagement sind zentrale Bestandteile der BASF-Unternehmenspolitik. Unser vorrangiges Ziel ist es, die Bedürfnisse unserer Kunden noch besser zu erkennen und zu erfüllen. Die fortlaufende Verbesserung unserer Produkte und Leistungen hinsichtlich Qualität, Sicherheit, Umwelt und Gesundheit ist dabei eine wesentliche Aufgabe.

Die Geschäftseinheit Performance Materials Europe der BASF wendet ein integriertes Managementsystem an, das für die Ultramid®-Produkte nach den Standards

- ISO 9001 (Qualitätsmanagementsystem)
- IATF 16949 (Qualitätsmanagementstandard der Automobilindustrie)
- ISO 14001 (Umweltmanagementsystem) sowie
- ISO 50001 (Energiemanagementsystem) bzw. EMAS zertifiziert ist.

Technische Unterstützung

BASF ist mehr als ein Rohstoffhersteller, der innovative Kunststoffe qualitätskonform und termingerecht liefern kann. Wir unterstützen und beraten unsere Kunden auf diversen Anwendungsgebieten bei zukunftsfähigen Entwicklungen mit anwendungsspezifischem Know-how, technischem Service und Simulationen. Ebenso verfügen wir über gut ausgestattete Technika, die auf Verarbeitungstechnologien, Material- und Bauteilprüfungen spezialisiert sind.

Ultrasim®

Ultrasim® steht für die umfassende und flexible CAE-Kompetenz der BASF für Innovationen aus BASF Kunststoffen. Die Berechnung von Bauteilen aus Thermoplasten stellt hohe Anforderungen an den Entwickler. Im Spannungsfeld von Herstellprozess, Bauteilgestalt und Werkstoff kann nur eine integrative Betrachtung zu einem optimalen Bauteil führen. Besonders Kunststoffe, die mit Glasfasern verstärkt sind, weisen anisotrope Eigenschaften auf, abhängig davon, wie sich die Fasern beim Spritzguss ausrichten. Moderne Optimierungsmethoden unterstützen das Bauteildesign und erlauben wesentliche Verbesserungen in jeder Phase der Entwicklung.

Sitzstruktur



Die Integrative Simulation der BASF bindet den Herstellungsprozess des Kunststoffbauteils in die Berechnung des mechanischen Bauteilverhaltens mit ein. Hierbei liegt eine vollständig neue, numerische Materialbeschreibung zu Grunde, welche die kunststofftypischen Eigenschaften

- Anisotropie
- Nicht-Linearität
- Dehnratenabhängigkeit
- Zug-Druck-Asymmetrie
- Versagensverhalten
- Temperaturabhängigkeit

in der mechanischen Analyse berücksichtigt.

Mit dem neuen Ultrasim® Thermomechanik-Modul können zudem temperaturabhängige Verformungen unter beliebigen Temperaturlasten und -verteilungen simuliert werden. Ein eigenes Modul zur Simulation wärmeleitfähiger Kunststoffe rundet das Ultrasim®-Modellierungsportfolio ab.

Mit Ultrasim® können Bauteile zielgerichtet auf spezifische Anforderungen ausgelegt werden – für hoch belastete, effiziente, leichte Bauteile und damit für langfristigen Markterfolg.

Die Ultrasim® Web Services (<https://ultrasimweb.basf.com/>) bieten BASF Kunden einfachen Zugang zu Ultrasim® Simulationstechnologie und Materialmodellierung: So ermöglicht es die Simulationsapp ‚molded‘ innerhalb von Sekunden die Produzierbarkeit von Spritzgußteilen zu berechnen und die Ergebnisse mit Kollegen zu teilen. Besonders durch den Einsatz in frühen Teileentwicklungsphasen lassen sich so Zeit- und Kostenersparnisse realisieren.

Ultratest® und Ultrajoin®

Ultratest® steht für die vielfältigen Kompetenzen und Aktivitäten bei der Unterstützung unserer Kunden im Rahmen der Bauteilanalyse und -optimierung mittels experimenteller Verfahren.

Ultrajoin® beinhaltet unser umfassendes Know-how und unsere einmalige Infrastruktur für Verbindungstechniken.

Der weltweit bereitgestellte Support leistet in allen Entwicklungsphasen einen wichtigen Beitrag – von der Werkstoff- über die Anwendungsentwicklung und Simulation bis hin zur Bauteilanalyse für die Serienproduktion.

Für die meist kundenspezifischen Bauteilanalysen können das umfangreiche Equipment ggfs. angepasst oder neue Prüfaufbauten entwickelt werden. Mit Hilfe von Live-Übertragungen erhalten unsere Kunden die Möglichkeit, an den durchgeführten Versuchen teilzunehmen, ohne dafür bei BASF im Labor sein zu müssen.

Zu den Prüfmöglichkeiten im Rahmen von Bauteilanalysen gehören unter anderem:

- Temperatur-, Temperaturschock- und Klimalagerungen, auch unter inerter Atmosphäre
- Chemische Beständigkeitsprüfungen
- Quasistatische, dynamische und schlagartige Prüfungen mit äußeren Kräften oder inneren Drücken
- Schwingungsanalysen, akustische Analysen
- Strömungs- und Dichtheitsprüfungen
- Zerstörungsfreie Prüfungen mittels Computer-Tomographie
- Digitale Geometrie-, Verformungs- und Dehnungsmessungen
- Temperaturfeldanalysen mittels IR-Thermographie
- Dokumentation aller transienten Vorgänge mit Hochgeschwindigkeitskameras
- Prüfung, Bewertung und Optimierung aller relevanten Verbindungstechniken (s. a. Kapitel Verbindungstechniken)
- Lasertransparenz- und Laserbeschriftbarkeitsanalysen

Drehmomentstütze



Nomenklatur

Aufbau

Die Bezeichnung von Ultramid®-Handelsprodukten folgt in der Regel dem nachstehenden Schema:



Subnames

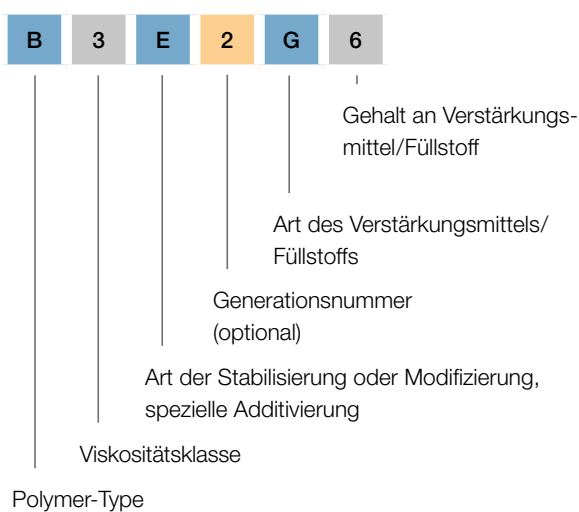
Subnames werden optional verwendet, um eine für ein Teilsortiment charakteristische Produkteigenschaft besonders herauszustellen.

Beispiele für Subnames:

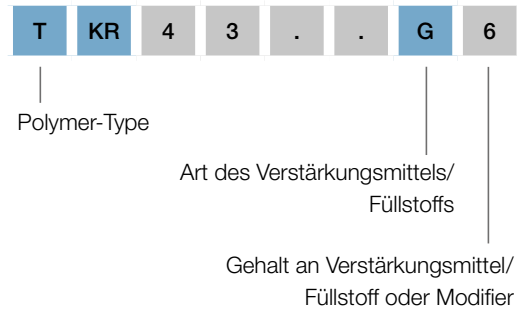
| | |
|----------|-----------------|
| Advanced | Polyphthalamide |
| Expand | Partikelschaum |

Technische ID

Die technische ID setzt sich zusammen aus einer Reihe von Buchstaben und Zahlen, die Hinweise auf die Polymer-Type, die Schmelzeviskosität, die Stabilisierung oder Modifizierung oder eine spezielle Additivierung und den Gehalt an Verstärkungsmitteln, Füllstoffen oder Modifiern geben. Bei den meisten Produkten findet sich folgende Systematik:



Bei Ultramid® T KR findet sich in der Regel folgende Systematik:



Kennbuchstaben für Polymer-Typen

| | |
|-------|-------------------|
| A | Polyamid 66 |
| B | Polyamid 6 |
| C | Copolyamid 66/6 |
| D | Spezialpolymer |
| F | PA6/636 |
| N | Polyamid 9T |
| S | Polyamid 610 |
| T | Copolyamid mit 6T |
| TKR | Copolyamid 6T/6 |
| T1... | Copolyamid 6T/6I |
| T2... | Copolyamid 6T/66 |

Kennzahlen für Viskositätsklassen

| | |
|----|---|
| 3 | leichtfließend, niedrige Schmelzeviskosität, hauptsächlich für Spritzguss-Verarbeitung |
| 35 | niedrig- bis mittelviskos, für Spritzguss-Verarbeitung und bestimmte Arten der Extrusionsverarbeitung |
| 4 | mittelviskos, für Spritzguss- und Extrusionsverarbeitung |

Kennbuchstaben für Stabilisierung

| | |
|------|---|
| E, K | stabilisiert, helle Eigenfarbe, erhöhte Wärmealterungs-, Witterungs- und Heißwasserbeständigkeit, elektrische Eigenschaften sind nicht beeinträchtigt |
| H | stabilisiert, erhöhte Wärmealterungs-, Heißwasser- und Witterungsbeständigkeit, nur für technische Teile, elektrische Eigenschaften sind nicht beeinträchtigt, je nach Type hellbeige bis braune Eigenfarbe |
| W | stabilisiert, hohe Wärmealterungsbeständigkeit, nur ungefärbt und schwarz lieferbar, bei hohen Anforderungen an die elektrischen Eigenschaften der Teile weniger geeignet |
| P | stabilisiert, sehr hohe Wärmealterungsbeständigkeit, gute Witterungs- und Heißwasserbeständigkeit, elektrische Eigenschaften sind nicht beeinträchtigt |

Kennbuchstaben für besondere Additivierung

| | |
|---|---|
| L | schlagzähmodifiziert und stabilisiert, trockenschlagzäh, leicht fließend, rasch verarbeitbar |
| S | rasch verarbeitbar, sehr feinkörniges Kristallgefüge, für den Spritzguss |
| U | mit Brandschutzausrüstung ohne roten Phosphor |
| X | mit rotem Phosphor als Brandschutzausrüstung |
| Z | schlagzähmodifiziert und stabilisiert mit sehr hoher Kälteschlagzähigkeit (unverstärkte Marken) bzw. erhöhter Schlagzähigkeit (verstärkte Marken) |

Kennbuchstaben für Verstärkungsmittel/Füllstoffe

| | |
|----|--|
| C | Carbonfasern |
| G | Glasfasern |
| K | Glaskugeln |
| M | Mineral |
| GM | Glasfasern in Kombination mit Mineral |
| GK | Glasfasern in Kombination mit Glaskugeln |

Kennzahlen zur Beschreibung des Gehalts an Verstärkungsmitteln und Füllstoffen

| | |
|----|-----------------|
| 2 | ca. 10 Massen-% |
| 3 | ca. 15 Massen-% |
| 4 | ca. 20 Massen-% |
| 5 | ca. 25 Massen-% |
| 6 | ca. 30 Massen-% |
| 7 | ca. 35 Massen-% |
| 8 | ca. 40 Massen-% |
| 10 | ca. 50 Massen-% |

Bei Kombinationen von Glaserfasern mit Mineralien oder Glaskugeln werden die jeweiligen Gehalte durch zwei Zahlen gekennzeichnet, z. B.

| | |
|------|---|
| GM53 | ca. 25 Massen-% Glasfasern und ca. 15 Massen-% Mineral |
| GK24 | ca. 10 Massen-% Glasfasern und ca. 20 Massen-% Glaskugeln |

Suffixe

Suffixe werden optional verwendet, um auf spezielle verarbeitungs- oder anwendungstechnische Eigenschaften hinzuweisen. Es handelt sich häufig um Akronyme, deren Buchstaben aus dem englischen Begriff abgeleitet sind.

Beispiele für Suffixe:

| | |
|-------|---|
| Aqua® | erfüllt bestimmte regulatorische Anforderungen für Trinkwasseranwendungen |
|-------|---|

| | |
|-----|--|
| BAL | Balance, basiert zumindest teilweise auf nachwachsenden Rohstoffen |
| BM | Blasformmarke |
| CR | Crash Resistant |
| DC | Durable Color, wärmealterungsbeständige Farbe |
| ESD | Electrostatic Discharge, elektrostatisch ableitend |
| EQ | Electronic Quality |
| FC | Food Contact; erfüllt bestimmte regulatorische Anforderungen für Lebensmittelkontakt-Anwendungen |
| GIT | Gas Injection Technology |
| GP | General Purpose |
| GPX | Neue Generation „General Purpose“ |
| HSP | High Speed, besonders hohe Fließfähigkeit der Schmelze |
| HP | High Productivity, für hohe Durchsätze und kurze Zykluszeiten |
| HPP | High Productivity Plus |
| HR | Hydrolysis Resistant, erhöhte Hydrolysebeständigkeit |
| HRX | Neue Generation von HRProdukten |
| LS | Laser Sensitive, mit Nd:YAG-Laser markierbar |
| LT | Laser Transparent, mit Nd:YAG-Lasern und Lasern ähnlicher Wellenlänge gut durchstrahlbar |
| RC | Produkte mit Rezyklatanteil: RCX YZ; X=1 für Konsumentenabfälle, X=2 für Industrieabfälle, YZ für den Anteil im Compound, z. B. Ultramid® B3WG6 RC2 30 UN für 30 % Rezyklat bezogen auf den Compound |
| SI | Surface Improved, für Teile mit verbesserter Oberflächenqualität |
| ST | Super Tough |
| WIT | Water Injection Technology |
| XP | Extra mechanical performance, erhöhte Steifigkeit und Festigkeit |

Farbe

Die Farbe setzt sich in der Regel aus einem Farbnamen und einer Farbnummer zusammen.

Beispiele für Farbbezeichnungen:

- Ungefärbt (Kurzform: UN)
- Schwarz 00464 (Kurzform: SW00464; Englisch: black 00464, Kurzform: BK00464)
- Schwarz 00564 (SW00564; black 00564, BK00564)
- Schwarz 20560 (SW20560; black 20560, BK20560)

Sachverzeichnis

Allgemeine Hinweise 66 ff.
Automobilbau 4 f.

Beducken 63
Beschichten 62 f.
Beschriften 62 f.
Biomassenbilanz-Verfahren 67
Brandverhalten 38 f.

ChemCycling® 68
Chemikalienbeständigkeit 20, 22
CO₂-Laser 63

Eigenschaften 26 ff.
Einspritzgeschwindigkeit 54
Elektrische Anlagen 4
Elektrische Eigenschaften 36 f.
Elektrifizierter Antriebsstrang 4
Elektronik 6
Elektro- und Elektroniksektor 6 f.
E-Mobilität 6
Energietechnik 6
Entsorgung 69
Erstarrungsverhalten 47
Excimer-Laser 63
Exterior 4

Fahrwerk und Motorlagerung 4
Fließverhalten 55
Fluidinjektionstechnik (FIT) 60
Freizeit-Industrie 8

Glasfaserverstärktes Ultramid® 12
Glaskugelverstärktes Ultramid® 13

Halogengehalt 38
Haushaltsgüter 8 f.
Heißprägen 63
Hydrolysebeständigkeit 22

Integriertes Managementsystem 70
Interior 4

Kälteschlagzähigkeit 29 f.
Kühlsystem 4
Konditionieren 64
Konsumgüter 8 f.
Kraftstoffanlage 4

Lackieren 63
Lagerung 69
Lagerungsdauer beim Konditionieren 64
Laserbeschriften 62 f.
Lebensmittelrechtliche Bestimmungen 67
Lieferform 69

Maschinentechnik beim Spritzgießen 50 ff.
Maßhaltigkeit 34 f.
Mechanische Eigenschaften 26 ff.
Mehrkomponententechnik 60
Metallisieren 63
Mineralverstärktes Ultramid® 13
Möbel & Design 8

Nachdruck 55
Nachhaltigkeit 67
Nachschwindung 56 ff.
Nd:YAG-Laser 63
Nomenklatur 72 f.

Photovoltaik 6
Plastifiziereinheit 50 f.
Praktische Konditionierverfahren 64
Product Carbon Footprint (PCF) 68
Produktgruppen 11 ff.
Prüfungen
– Bauwesen 38
– Elektrische Anwendungen 38
– Verkehrswesen 38

QSGU-Management 70

Reibungsverhalten 31
Rezyklatanteil 12

- Sanitärtechnik** 8
Schlagzähigkeit 29 f.
Schmelzeviskosität 48
Schmelzverhalten 47
Schneckendrehzahl 54
Schwindung 56 ff.
Selbsteinfärben 49
Sicherheitshinweise 66
Sicherheitsvorkehrungen bei der Verarbeitung 66
Sonderverfahren 59 f.
Sortiment 10 ff.
Spanabhebende Bearbeitung 62
Spritzgießverarbeitung 53 ff.
Spritzgießwerkzeug 51 f.
- Technische Unterstützung** 70
Teilaromatische Polyamide (PPA) 18 ff.
Tempern 65
Thermische Eigenschaften 32 ff.
Thermoplastschaumspritzgießen (TSG) 59
Thermostabilität der Schmelze 48
Transport 69
Trocknung 49
- Ultrajoin®** 71
Ultramid® A 11
Ultramid® Advanced N 11, 18
Ultramid® Advanced T1000 11, 18
Ultramid® Advanced T2000 11, 18
Ultramid® B 11
Ultramid® C 11
Ultramid® D 11
Ultramid® Expand 11, 24
Ultramid® HPP 25
Ultramid® S Balance 11, 22 f.
– Chemikalien- und Hydrolysebeständigkeit 22
– Mechanische Eigenschaften 22
Ultramid® T KR 11, 19 ff.
– Chemikalienbeständigkeit 20
– Mechanische Eigenschaften 19
– Schwindung und Verzug 20
- Ultramid® T6000** 11, 22
– Performance zwischen PA66 und PPA 22
Ultramid® T7000 11, 22
Ultramid® Vision 24
Ultrasim® 70 f.
Ultratest® 71
Umspritzen von Einlegern 60
Unverstärkte Marken mit Brandschutzausrüstung 13
- Verantwortungsvoller Umgang mit Ressourcen** 67
Verarbeitung 47 ff.
Verarbeitung auf Dampfformteilautomaten 61
Verarbeitungstechnische Eigenschaften 47 f.
Verarbeitungstemperaturen 53 f.
Verbindungstechniken 62
Verbrennungsmotor und Getriebe 4
Verhalten bei
– Bewitterung 46
– langzeitiger statischer Beanspruchung 30 f.
– schwingender Beanspruchung 31
– Schwingfestigkeit 31
– Temperatureinwirkung 32
Verhalten gegenüber Chemikalien 40 ff.
Verschleißverhalten 31
Verstärkte Marken mit Brandschutzausrüstung 13
Verwertung 69
Verwertung von Mahlgut 49
Verzug 59
Vorbehandlung 49
- Wärmealterungsbeständigkeit** 33
Wärmealterungsbeständigkeit in
– heißen Schmierstoffen 34
– Kühlflüssigkeiten 34
– Lösungsmitteln 34
Wärmetechnische Eigenschaften 48
Wasseraufnahme 34 f.
Werkzeugtechnik beim Spritzgießen 50 ff.
Wiederverarbeitung 49
- Zähmodifiziertes Ultramid®** 12



PACIFIC – Die **automatisierte Plattformlösung** rationalisiert die Bereitstellung und den Empfang von **Product Carbon Footprint (PCF)-Daten über die gesamte Wertschöpfungskette** hinweg und **reduziert so den manuellen Aufwand** erheblich. Es überträgt die Vorteile des SCOTT PCF-Berechnungstools der BASF auf die n-Tier-Kette und gewährleistet einen **vertrauenswürdigen und unveränderlichen Datenaustausch** für einen nahtlosen Austausch mit Partnern. Darüber hinaus kann diese Lösung mit anderen Systemen innerhalb des **Catena-X-Ökosystems** integriert werden.

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 2025)

Besuchen Sie auch unsere Internetseiten:

www.plastics.basf.com
www.plastics.basf.de

Broschürenanforderung:

plas.com@basf.com

Bei technischen Fragen zu den Produkten wenden

Sie sich bitte an den Ultra-Infopoint:

