

# Ultraform® (POM)

Hauptbroschüre



 **BASF**

We create chemistry

## Ultraform® (POM)

Ultraform® ist der Handelsname für das Sortiment thermoplastisch verarbeitbarer Polyoxymethylen-Copolymere der BASF. Die Ultraform®-Produktreihe umfasst vielseitig einsetzbare technische Kunststoffe mit unterschiedlichsten Eigenschaften, die für den Einsatz in anspruchsvollen und hochbelastbaren Bauteilen konzipiert sind. Die Ultraform®-Marken erfüllen alle Anforderungen, die man sich von einem technischen Werkstoff erhoffen kann: Sie verbinden hohe Steifigkeit und Festigkeit mit ausgezeichneten Federeigenschaften, günstigem Gleitreibverhalten und guter Maßhaltigkeit – selbst bei Einwirkung mechanischer Kräfte, bei Kontakt mit vielen Chemikalien, Kraftstoffen und anderen Medien sowie bei erhöhten Temperaturen.

## Hauptanwendungsbereiche von Ultraform®

- Fahrzeuganwendungen (z. B. Sensorkomponenten, Lautsprechergitter, Klipse und Befestigungselemente, Federelemente)
- Alltägliche Gegenstände (z. B. Einleger von Duschen, Möbelbeschläge, Brüheinheiten von Kaffeemaschinen, Reißverschlüsse, Rohrverbindungen, funktionelle Teile in Tür- und Fenstergriffen sowie Spielzeugen)
- Industrielle Anwendungen (z. B. Kugellager, Zahnräder und Verbindungselemente in Förderketten und -bändern)
- Funktionelle Elemente in medizintechnischen Geräten (z. B. Inhalatoren, Auto-Injektoren, Insulin-Pens, Clips und Klemmen)

# Ultraform® (POM)

ULTRAFORM® IN FAHRZEUGANWENDUNGEN		4–5
ULTRAFORM® IN ALLTÄGLICHEN ANWENDUNGEN		6–7
ULTRAFORM® IN INDUSTRIELLEN ANWENDUNGEN		8
ULTRAFORM® IN MEDIZINTECHNISCHEN ANWENDUNGEN		9
DIE EIGENSCHAFTEN VON ULTRAFORM®		10–21
	Mechanische Eigenschaften	10
	Zähigkeit	12
	Verhalten bei schwingender Beanspruchung, Biegegewchselfestigkeit	14
	Reibungs- und Verschleißverhalten	14
	Thermische Eigenschaften	16
	Verhalten bei Belichtung und Bewitterung	17
	Verhalten gegenüber Wasser, Kraftstoffen und Chemikalien	18
	Sterilisation	19
	Verhalten gegenüber energiereicher Strahlung	20
	Brennverhalten	20
	Elektrische Eigenschaften	20
	Sortiment	20
DIE VERARBEITUNG VON ULTRAFORM®		22–33
	Allgemeine Hinweise	22
	Verträglichkeit mit anderen Thermoplasten	23
	Spritzgießen	24
	Spritzeinheit	24
	Spritzgießwerkzeug	25
	Werkzeugtemperierung	26
	Spritzgießverarbeitung	26
	Bearbeitung und Nachbehandeln	32
ALLGEMEINE INFORMATIONEN		34–38
	Sicherheitshinweise	34
	(Integriertes) Managementsystem	35
	Nomenklatur	36
	Technische ID	36
	Sachverzeichnis	37

# Ultraform® in Fahrzeuganwendungen

Mit Ultraform® steht Konstrukteur:innen ein technischer Kunststoff zur Verfügung, der viele der Eigenschaften erfüllt, die in der Automobilindustrie gefordert sind. Ultraform® bietet eine hervorragende Kraftstoff- und Chemikalienbeständigkeit, geringe Quellung, gute Dauerwärmebeständigkeit und ein gutes elektrisches Isoliervermögen.

Ultraform® wird seit langer Zeit erfolgreich in zahlreichen Anwendungen der Automobilindustrie eingesetzt. Zu diesen Anwendungsbereichen gehören:

- Kraftstoffsystem für Tankdeckel
- Komponenten von Kraftstofffördermodulen (Flansche, Kraftstoffpumpen, Filtergehäuse, Schwalltöpfe)
- Füllstandsmessvorrichtungen
- Tankentlüftungen (Roll-over-Ventile) für die Lenkung und Steuerung von Pendelstützen
- Kugelschalen und Kugellager
- Hebel
- Gestänge
- Sensorkomponenten im Innenraum von Lautsprechergrittern
- Klipsen
- Befestigungselemente
- Federelemente
- Drucktasten
- Umlenkbeschläge
- Führungen von Kopfstützen
- Sonnenblenden und mechanische Bauteile von Sicherheitsgurten

## Im Tür- und Fensterbereich:

- Fensterheberkomponenten und Schiebedachkulissen

## Im Außenbereich:

- Klipse und Elemente zur Befestigung von Anbauteilen
- Scheibenwischerklipse
- Waschdüsen
- elektromechanische Verstellmechanismen für Spiegel und Scheinwerfer

## Im Motorraum:

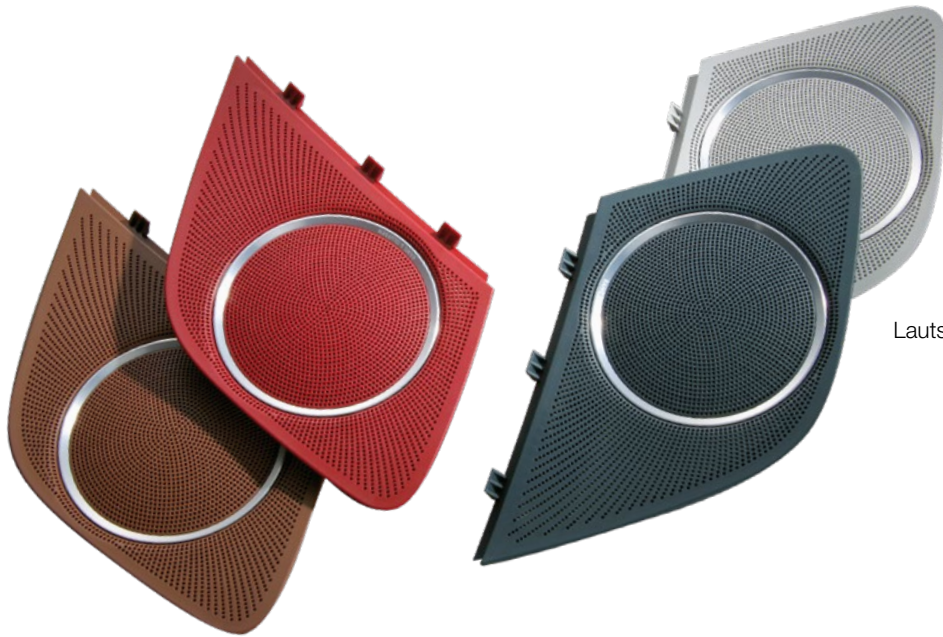
- motorferne Klipse und Befestigungselemente

## Im Elektronikbereich:

- Elektronik für Klipse
- Befestigungselemente und Steckverbinder







Lautsprechergitter



Spiegelaktuator



Flüssigkeitsfalle

Sicherheitsgurtschloss



# Ultraform® in alltäglichen Anwendungen

Dank seiner hervorragenden mechanischen Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen sowie seiner Chemikalienbeständigkeit und Langzeitstabilität erbringt Ultraform® in vielen alltäglichen Anwendungen vorbildliche Leistung. Ultraform® steigert die Effizienz in unterschiedlichsten Anwendungsbereichen, darunter Möbel, Kaffeemaschinen und sogar Sport und Freizeit.

Brüheinheit



Ablaufschlauch von Kaffeemaschinen



## Die Anwendungsbereiche umfassen:

- Teile von Sanitärarmaturen
- Einleger von Duschbrausen
- Komponenten und Bewässerungs- und Beregnungsanlagen
- Gaszählergehäuse
- Gleit- und Befestigungsteile für Gardinen
- Teile für Bürostühle
- Funktionelle Teile in Tür- und Fensterbeschlägen
- Schnallen, Klipse und Befestigungselemente in Sport und Freizeit
- Dämpfungselemente von Waschmaschinen
- Funktionelle Teile und Einsätze von Geschirrspülautomaten
- Komponenten von Staubsaugern
- Medikamentendispenser und Kosmetikverpackungen
- Funktionelle Bauteile in Spielzeugen: Federn, Klemmen, Zahnräder, Motor- und Getriebebausteine, Gleitelemente
- Funktionale Bauteile in Möbelscharnieren und Schubladenführungen
- Möbelbeschläge
- Reißverschlüsse



Gaszählergehäuse



Toilettenspülung

Rohrverbindung



Feder-Clip



# Ultraform® in industriellen Anwendungen

Aufgrund seiner äußerst vielseitigen und maßgeschneider-ten Eigenschaften sowie der hohen Zuverlässigkeit, selbst unter anspruchsvollen Bedingungen, wird Ultraform® in zahlreichen industriellen Anwendungen eingesetzt. Dieser Anwendungsbereich umfasst den Maschinen- und Anlagenbau sowie die Feinwerktechnik. Einige Beispiele dafür sind Befestigungselemente, Kugellager, Zahnräder, Getriebeteile, Ventile, Lüfterräder, Umlenkrollen, Fadenführungen von Textilmaschinen sowie Glieder und Verbindungselemente von Förderketten und -bändern.

## Räder für Fördersysteme

Durch die speziellen Eigenschaften von Ultraform® profitiert das Produkt von Natur aus von einer Leichtigkeit, Korrosionsbeständigkeit und einer schmierenden Wirkung. Da somit kein zusätzliches Schmiermittel erforderlich ist, wird der Wartungsaufwand reduziert.

## Kunststofflager mit Verzahnung für Geldautomaten

Indem für dieses Bauteil Kunststoff verwendet wird, haben unsere Kund:innen die Möglichkeit, die äußeren Lagerbuchsen mit vorgeformten Zahnrädern zu kombinieren. Durch den weiteren Einsatz mit Clips und Befestigungselementen können die Bauteilanzahl, Kosten und Montagezeit wesentlich reduziert werden.

## Kunststofflager mit integrierten Eigenschaften für Lenksäulen

Wir verwenden speziell konzipierte Kunststoffmaterialien, um die Leistungsgrenzen von spritzgegossenem Kunststoff zu erweitern und Innovationen voranzutreiben. Beispielsweise durch unsere Kunststofflager für Lenksäulen: Durch die leichten Materialien und die Integration spritzgegossener Zusatzeile wird das Gesamtgewicht reduziert und die Effizienz gesteigert.

## Kunststoffteil für Wälzlager

Unsere Kund:innen entwerfen und gießen Kunststofflager bereits seit mehr als 50 Jahren. Kunststoffmaterialien weisen gegenüber ihren Metall-Alternativen viele Vorteile auf: Sie wirken von Natur aus schmierend (keine Schmiermittel erforderlich), sind nicht magnetisch, wiegen weniger und sind korrosions- sowie chemikalienbeständig.



Rad für Rollenbahnen



Lager für  
Spülmaschinenkörbe



Kunststofflager mit  
integrierten Eigen-  
schaften für Lenksäulen



Kunststofflager mit  
Verzahnung für  
Geldautomaten



Kunststoffteil  
für Wälzlager



# Ultraform® in medizintechnischen Anwendungen

Ultraform® PRO ist speziell auf die Anforderungen und Bedürfnisse der medizintechnischen Industrie angepasst. Der Namenszusatz „PRO“ (Profile Covered Raw Materials Only) leitet sich aus dem Anspruch her, nur ganz bestimmte, streng kontrollierte Vormaterialien einzusetzen, und weist auf ein erweitertes Servicepaket für die Medizintechnik hin, das auch die Rezepturkonstanz beinhaltet.

Ultraform® PRO eignet sich ideal für funktionelle Komponenten wie Ventile, Federn, Zahnräder, Schnappverbindungen sowie Führungs- und Gleitelemente, die in diversen Wirkstoffspendersystemen eingesetzt werden, z. B. in Insulin-Pens, Inhalatoren, Auto-Injektoren und Dispensern.



Skin Stretcher



Implantierhilfe



Verabreichungssysteme  
für Arzneimittel



Insulin-Pen

# Die Eigenschaften von Ultraform®

Ultraform® gehört aufgrund seiner Eigenschaften zu den technischen Kunststoffen. Es lässt sich thermoplastisch verarbeiten und verfügt über ein teilkristallines Gefüge mit hohem Kristallisationsgrad. Hergestellt wird Ultraform® durch die Copolymerisation von Trioxan und einem weiteren Monomer. Es besteht aus linearen Ketten, in denen das Co-Monomer statistisch verteilt fest eingebaut vorliegt. Diese Co-Monomer-Einheiten bewirken die hohe Stabilität von Ultraform® bei Verarbeitung sowie Dauerwärme- und Chemikalieneinwirkung. Die Beständigkeit von homopolymerem Polyoxymethylen wird deutlich übertroffen.

## Mechanische Eigenschaften

Das Besondere an Ultraform® ist die optimale Kombination von Festigkeit, Steifigkeit und Zähigkeit, die auf die Struktur des Produktes zurückzuführen ist. Bedingt durch seine hohe Kristallinität ist Ultraform® vor allem im Temperaturbereich von 50 °C bis 120 °C steifer und fester als andere technische Kunststoffe. Zwischen der niedrigen Glasübergangstemperatur von ca. -65 °C und der Schmelztemperatur von ca. 170 °C geht Ultraform keine Umwandlungen ein. Hieraus ergeben sich relativ konstante mechanische Eigenschaften über einen großen, technisch sehr interessanten Temperaturbereich (Abb. 1).

Ultraform® hat bei Raumtemperatur eine ausgeprägte Streckgrenze bei etwa 11 % Dehnung. Unterhalb dieser Streckgrenze zeigt es auch bei wiederholter Belastung ein gutes Rückstellvermögen und eignet sich deshalb besonders für federnde Elemente.

Hinzu kommen eine hohe Zeitstandfestigkeit und eine geringe Kriechneigung (Abb. 2).

Diese Eigenschaftskombination in Verbindung mit einem guten Reibungs- und Verschleißverhalten prädestiniert es für technische Anwendungen.

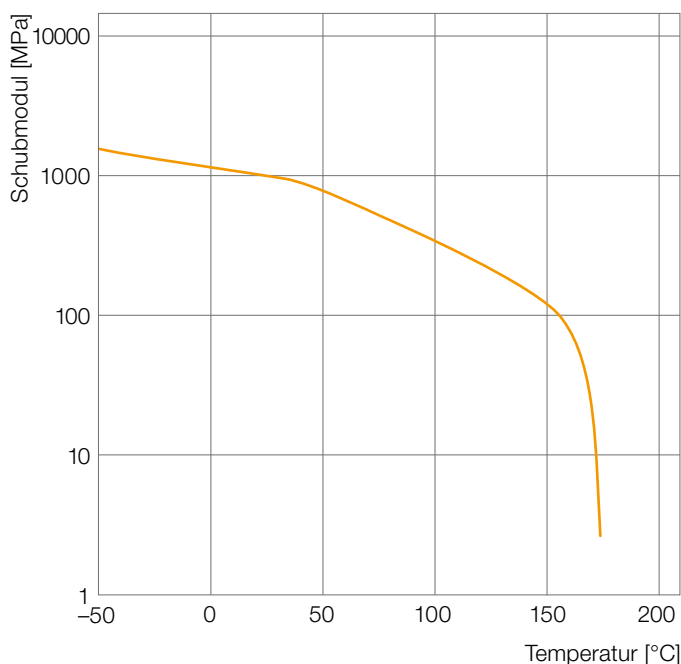


Abb. 1: Schubmodul von Ultraform® N2320 003 AT UN in Abhängigkeit von der Temperatur (gemessen nach ISO 6721-7)

Ultraform® nimmt nur sehr wenig Wasser auf: im Normal-klima (DIN EN ISO 291) etwa 0,2 % und bei vollständiger Sättigung mit Wasser bei 23 °C nur etwa 0,9 %.

Die mechanischen Eigenschaften können durch geeignete Elastomer-Zusätze, mineralische Füllstoffe und Glasfasern in weitem Umfang variiert werden. Elastomermodifizierte Ultraform®-Marken behalten weitgehend ihre POM-typischen Eigenschaften, weisen aber ein wesentlich höheres Zähigkeitsniveau und Energieaufnahmevermögen auf. Je nach Modifizierungsgrad fallen Steifigkeit und Härte bei diesen Marken niedriger aus.

Mineralgefüllte und insbesondere glasfaserverstärkte Ultraform®-Marken weisen dagegen erhöhte Festigkeit, Steifigkeit und Härte auf.

### Verhalten bei langzeitiger statischer Belastung

Aufschluss über das Dehn-, Festigkeits- und Spannungs-relaxations-Verhalten unter Dauerbelastung geben der Zeitstandzugversuch nach ISO 899-1 und der Spannungs-relaxations-Versuch nach DIN 53441.

Dargestellt werden die Ergebnisse als Kriechmodullinien (Abb. 2) und Kriechkurven (Abb. 3) für die Hauptmarke der BASF, N2320 003 AT UN.

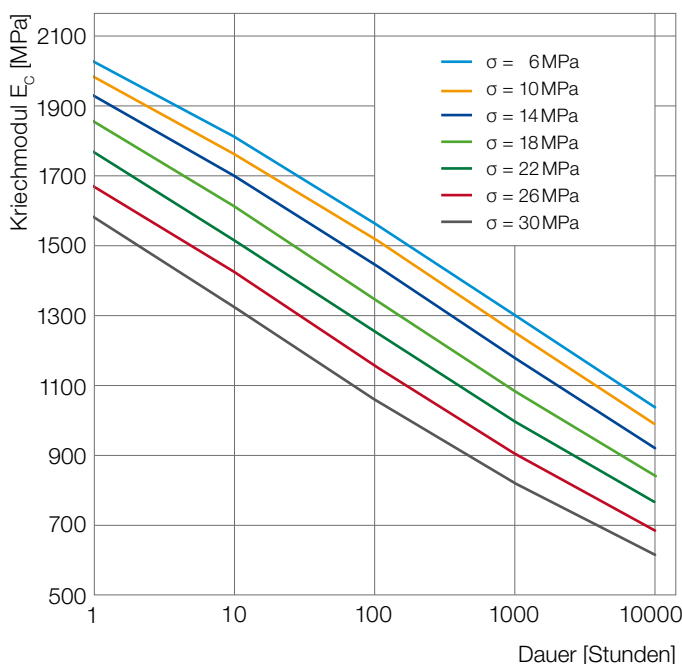


Abb. 2: Kriechmodul  $E_c$  von Ultraform® N2320 003 AT in Abhängigkeit von der Belastungsdauer, gemessen nach ISO 899-1 im Normalklima 23/50

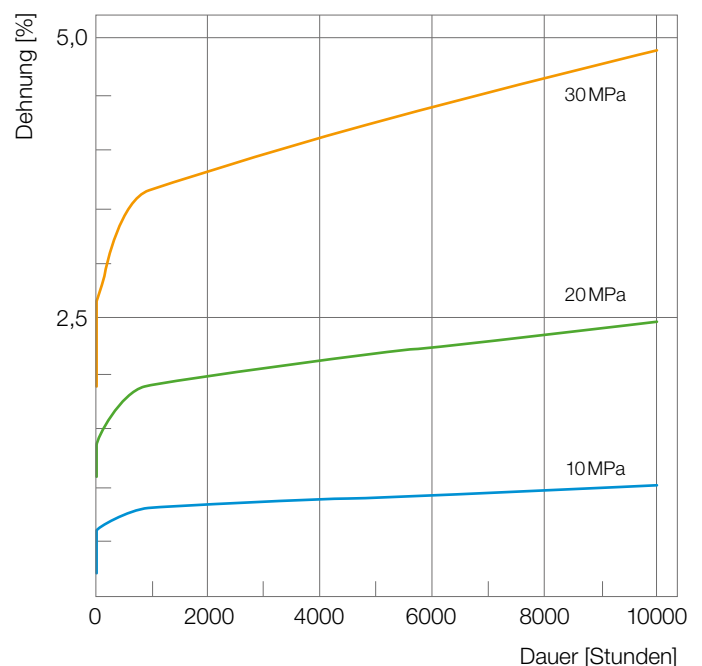


Abb. 3: Kriechkurven von Ultraform® N2320 003 AT bei 23 °C, gemessen nach ISO 899-1

Aus Abb. 4 und 5 sind die isochronen Spannungs-Dehnungslinien von Standard- und glasfaserverstärktem Ultraform® bei 23 °C zu entnehmen.

Die hier wiedergegebenen Diagramme sind nur ein Ausschnitt aus unseren umfangreichen Untersuchungsergebnissen. Weitere Werte und Diagramme für andere Temperatur- und Klimabedingungen können bei Bedarf zur Verfügung gestellt werden.

Die bei einachsiger Zugbeanspruchung ermittelten Dimensionierungskennwerte ermöglichen es auch, das Werkstoffverhalten bei mehrachsiger Beanspruchung richtig abzuschätzen.

Zur Analyse von biegebeanspruchten Schnappelementen kann das webbasierte, von der BASF entwickelte Kalkulationstool „Snap-Fit Design“ eingesetzt werden.

In Abb. 6 sind die Kriechbruchlinien ausgewählter Ultraform®-Marken bei 60 °C dargestellt.

## Zähigkeit

Teile aus Ultraform® bleiben in einem weiten Temperaturbereich zäh. Aufgrund der sehr tiefen Glasübergangstemperatur (ca. -65 °C) besitzt Ultraform® selbst bei -30 °C noch eine ausgezeichnete Schlagzähigkeit und ausreichende Kerbschlagzähigkeit.

Für Anwendungsbereiche mit erhöhten Zähigkeitsanforderungen stehen schlagzähe Marken mit abgestufter Modifizierung zur Verfügung. In Abb. 7 ist das Zähigkeits-/Steifigkeitsverhältnis dieser und anderer Marken dargestellt. Einer moderaten Einbuße an Steifigkeit steht ein beträchtlicher Zähigkeitsgewinn gegenüber.

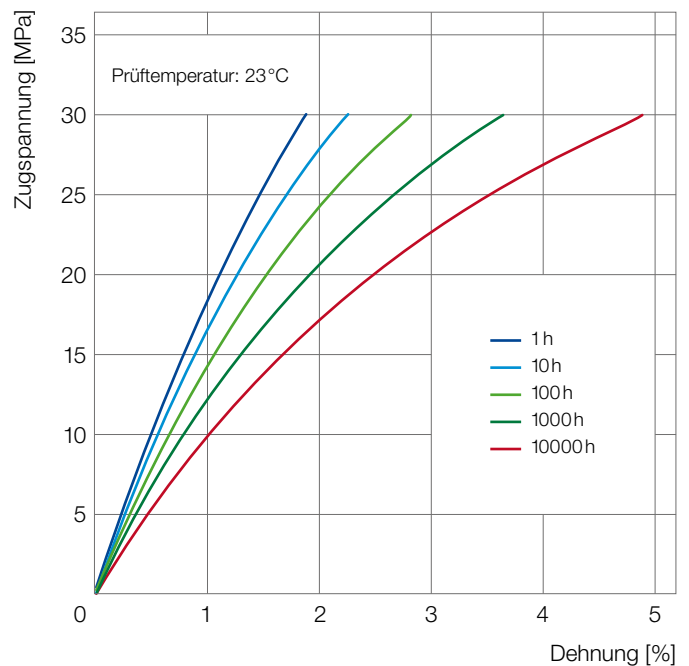


Abb. 4: Isochrone Spannungs-Dehnungslinien von Ultraform® N2320 003 AT, gemessen nach ISO 899-1

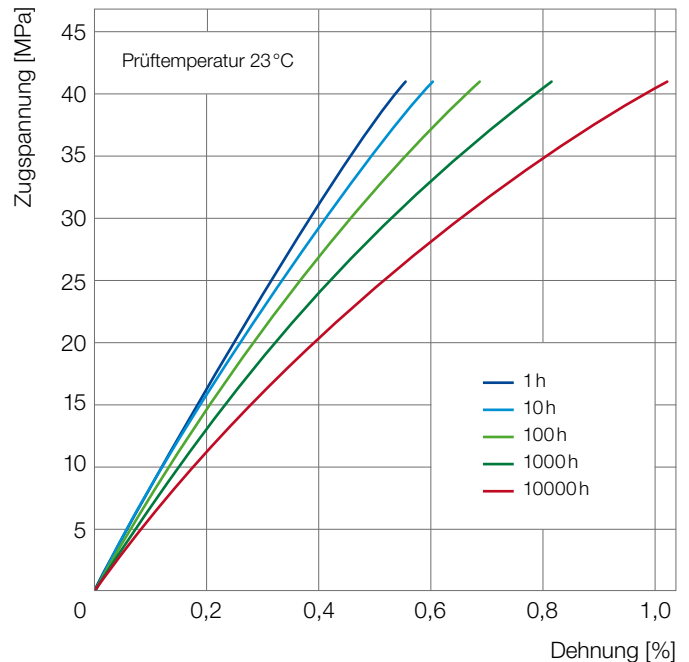


Abb. 5: Isochrone-Spannungs-Dehnungslinien von Ultraform® N2200 G53 AT, gemessen nach ISO 899-1



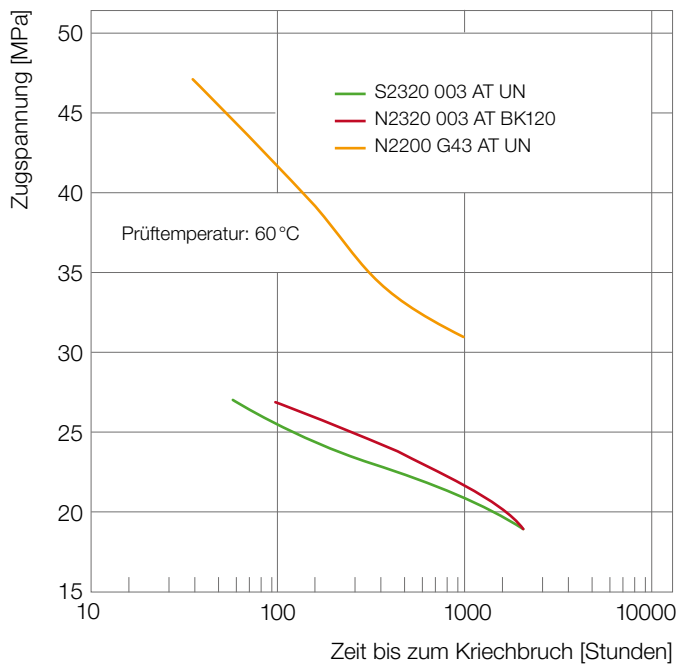


Abb. 6: Kriechbruchlinien ausgewählter Ultraform®-Marken bei 60 °C

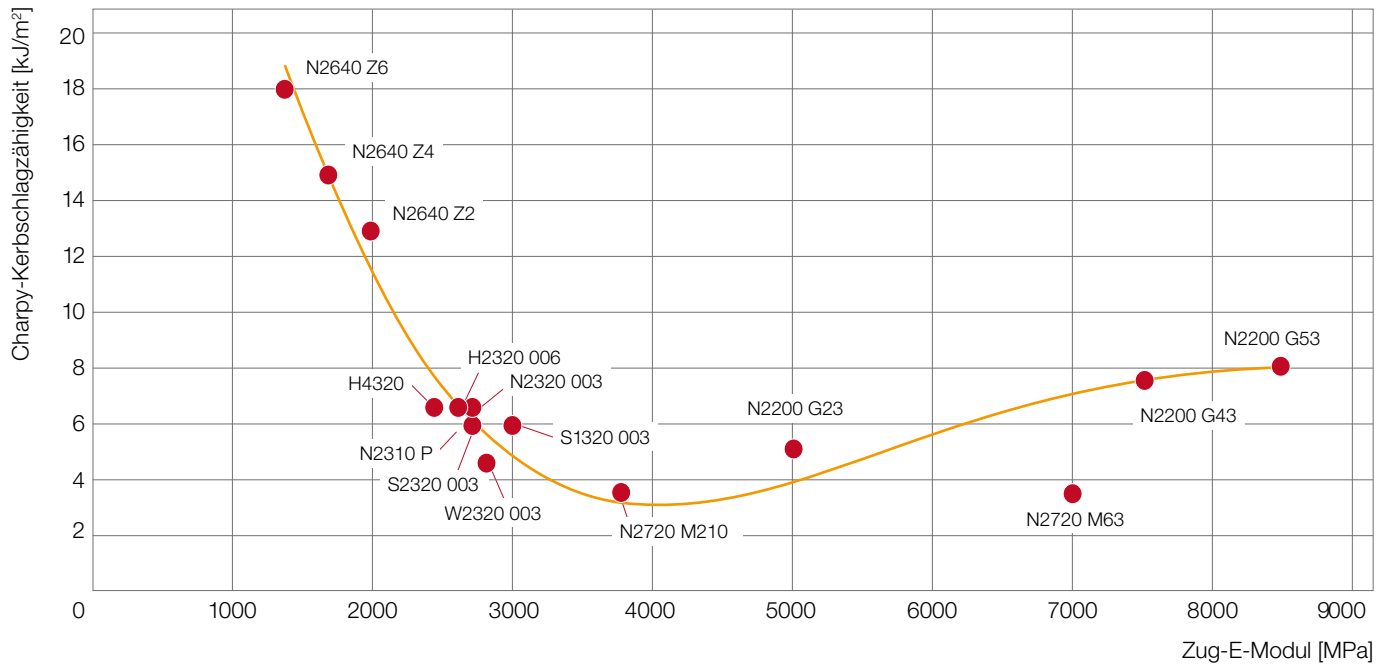


Abb. 7: Zähigkeits-/Steifigkeitsverhältnis ausgewählter Ultraform® AT-Marken

## Verhalten bei schwingender Beanspruchung, Biegewechselfestigkeit

Technische Teile werden häufig durch dynamische Kräfte beansprucht, vor allem bei Wechsel- oder Schwingungsbeanspruchungen, die periodisch in stets gleicher Weise auf das Konstruktionsteil einwirken. Das Verhalten eines Werkstoffes gegenüber solchen Beanspruchungen wird in Dauerprüfungen im Flachbiege- oder Umlaufbiegeversuch (DIN 50100) bis zu sehr großen Lastspielzahlen ermittelt. Die Ergebnisse sind in sog. Wöhler-Diagrammen dargestellt, die man durch Auftragen der aufgetragenen Spannung über der jeweils erreichten Lastspielzahl erhält. In Abb. 8 ist das Wöhler-Diagramm für unverstärktes und verstärktes Ultraform® bei einem Spannungsverhältnis von  $R = 0,1$  abgebildet.

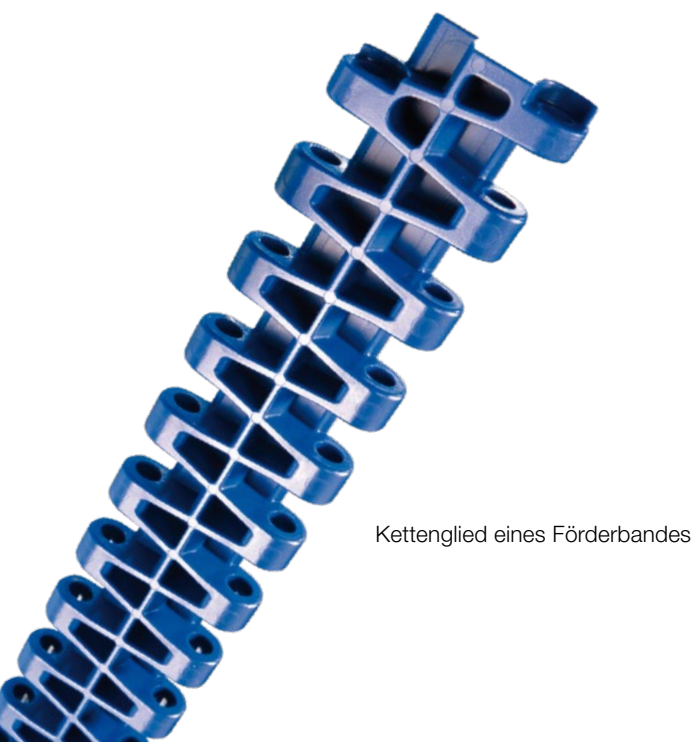
Als Dauerbiegewechselfestigkeit bezeichnet man die Spannung, die eine Probe mindestens  $10^7$  Lastspiele erträgt.

Bei der Übertragung der Prüfergebnisse in die Praxis ist zu berücksichtigen, dass sich die Werkstücke bei hoher Lastwechselfrequenz infolge innerer Reibung stark erwärmen können. In diesen Fällen ist ebenso wie bei höherer Betriebstemperatur mit niedrigeren Werten für die Biegewechselfestigkeit zu rechnen.

## Reibungs- und Verschleißverhalten

Reibung und Verschleiß sind Systemeigenschaften, und nicht die Eigenschaften individueller Materialien. Das tribologische Verhalten von Systemen kann nicht aus Einzelwerten der beteiligten Materialien abgeleitet werden. Reibung und Verschleiß werden von einer Vielzahl an Parametern beeinflusst, darunter die Art des Gleitpartners, die Mikrostruktur der Gleitfläche (Rauigkeit), die Verbindungsschicht (äußeres Schmiermittel), die Flächenpressungen und die Relativgeschwindigkeit des Gleitpartners. Durch tribologische Tests kann nichtsdestoweniger eine allgemeine Einschätzung des Materialverhaltens vorgenommen werden. Zur Untersuchung des Verschleißverhaltens können z. B. Block-on-Ring-Tests verwendet werden. Die in Versuchen ermittelten Ergebnisse erlauben eine tribologische Abschätzung, ersetzen jedoch nicht den Eignungstest unter Praxisbedingungen für die konkret vorgesehene Materialpaarung.

Ultraform® ist aufgrund seiner hervorragenden Gleiteigenschaften und hohen Verschleißbeständigkeit ein geeignetes Material für Gleitelemente. Durch die glatte, harte Oberfläche und das kristalline Gefüge von Ultraform® haben selbst seine Standardmarken gute tribologische Eigenschaften. Für anspruchsvollere Anwendungsbereiche bietet das Ultraform®-Sortiment eine umfangreiche Auswahl an tribologisch modifizierten Marken, die Lösungen für eine Vielzahl an tribologischen Systemen ermöglichen.



Kettenglied eines Förderbandes

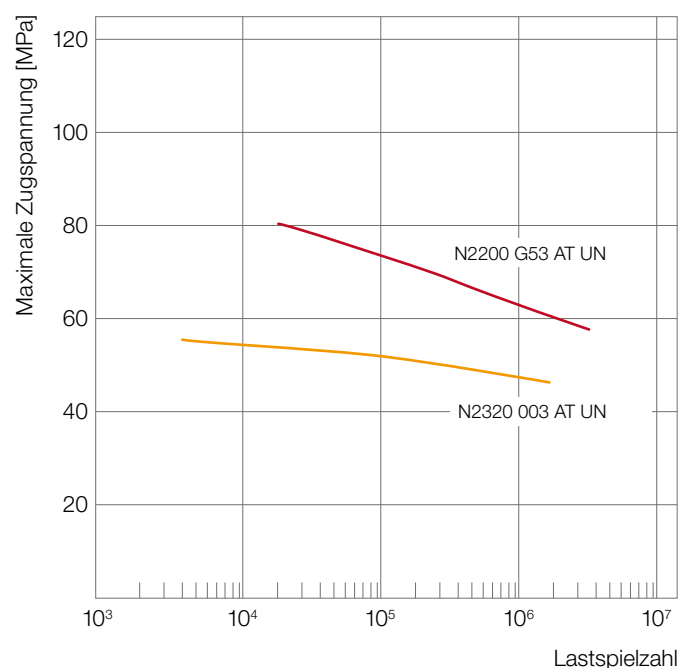


Abb. 8: Wöhler-Diagramm von unverstärktem und verstärktem Ultraform®, ermittelt im Zug-Ermüdungsversuch nach DIN 50100. Normalklima 23/50 nach DIN EN ISO 291, Lastwechselfrequenz 10Hz,  $R = 0,1$

Selbst bei trockener Reibung ist bei annehmbaren Gleitreibungskoeffizienten nur mit einem geringen Verschleiß zu rechnen. Der Gleitreibungskoeffizient von Ultraform wird mit zunehmender Oberflächenrauigkeit des Gleitpartners kleiner, wobei aber dann der Gleitverschleiß zunimmt. Eine deutliche Verbesserung des Gleit- und Abriebverhaltens zeigen die Spezialmarken Ultraform® W2320 003 TR AT, W2310 TR AT, N2310 P AT und N2720 M210 AT. Letzteres weist optimale Eigenschaften bei höheren Flächenpressungen bzw. größeren Rauigkeiten des Gleitpartners auf. Tabelle 1 gibt eine Übersicht der tribologisch modifizierten Ultraform®-Marken mit ihren bevorzugten Anwendungsgebieten.

Ultraform® W2310 TR AT weist sowohl bei Kontakt mit Metall- als auch bei Kunststoffoberflächen eine gute tribologische Leistung auf. Abb. 9 und 10 stellen den Gleitreibungskoeffizienten in Abhängigkeit von der Gleitgeschwindigkeit im Falle beider Oberflächenarten dar. Zusätzlich führt die spezielle tribologische Modifizierung zu einer sehr niedrigen Stick-Slip-Neigung (Ruckgleiten) und reduziert die Geräuschentwicklung in dem tribologischen System.

S2320 003 PRO TR AT UN	Tribologische Marke für medizintechnische Anwendungen mit Kontakt zu POM, PA und PBT, wenn nur eine leichte Verbesserung des Gleitverhaltens erforderlich ist
S2320 003 TR R01 AT UN	Spezielle Marke mit hoher tribologischer Leistung, reduziert die Notwendigkeit zusätzlicher äußerer Schmierung
W2310 TR AT UN	Multifunktionales Produkt, gute Leistung gegenüber Stahl und POM <ul style="list-style-type: none"> <li>reduziert Verschleiß und Reibungskoeffizient</li> <li>reduziert Stick-Slip (Ruckgleiten) und Quietschgeräusche (/POM)</li> </ul>
N2310 P AT UN	Erste Wahl in Kombination mit Stahl ( $R_z < 2$ ) <ul style="list-style-type: none"> <li>reduziert Verschleiß und Reibungskoeffizient</li> </ul>
W2320 003 (PRO) TR AT UN	Erste Wahl in Kombination mit POM, PA und PBT <ul style="list-style-type: none"> <li>reduziert Verschleiß und Reibungskoeffizient</li> <li>reduziert Stick-Slip (Ruckgleiten) und Quietschgeräusche (/POM)</li> <li>auch als „PRO“-Version für den medizintechnischen Markt verfügbar</li> </ul>
Spezielle Marke für die Kombination mit Stahl, um Verschleiß zu reduzieren sowie für stark beanspruchte Zahnräder	
N2720 M210 AT UN	Erste Wahl bei hohen Rauigkeiten und/oder hoher Härte des tribologischen Partners und/oder hoher Geschwindigkeit
N2720 M63 AT UN	Erste Wahl bei hoher Härte des tribologischen Partners und hoher Geschwindigkeit

Tabelle 1: Übersicht der tribologischen Ultraform®-Marken

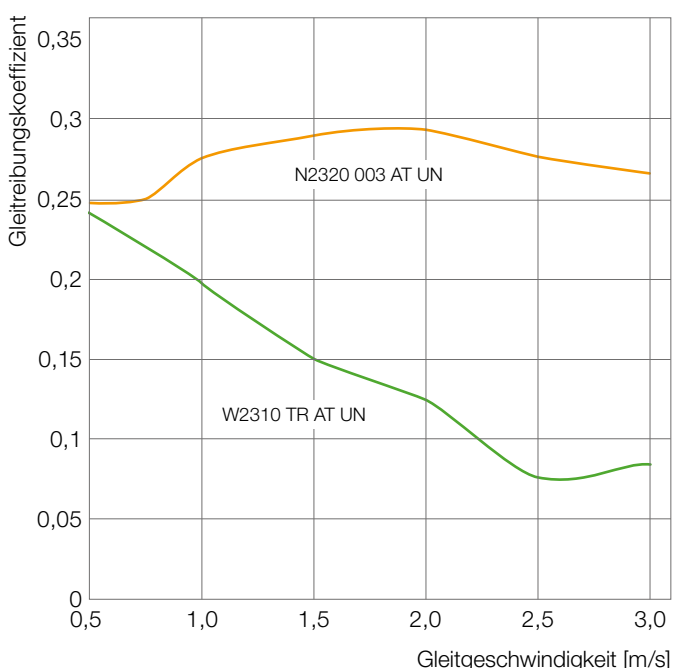


Abb. 9: Gleitreibungskoeffizient von Ultraform® N2320 003 AT und W2310 TR AT in Abhängigkeit von der Gleitgeschwindigkeit. Probekörper technisch trocken. Gleitpartner: Ultraform® N2320 003 AT UN, max. 57 °C,  $p = 0,125$  MPa

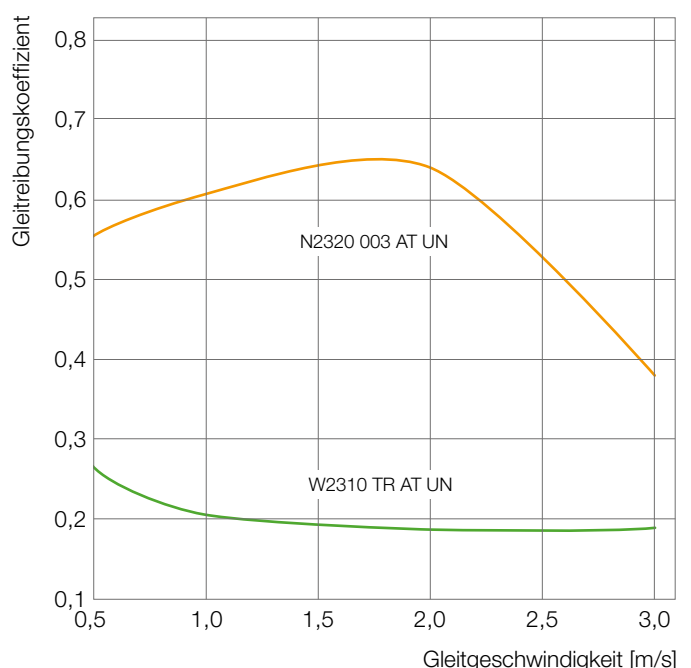


Abb. 10: Gleitreibungskoeffizient von Ultraform® N2320 003 AT und W2310 TR AT in Abhängigkeit von der Gleitgeschwindigkeit. Probekörper technisch trocken. Gleitpartner: Stahl 100Cr6, HRc ca. 60, max. 67 °C,  $p = 4$  MPa

## Thermische Eigenschaften

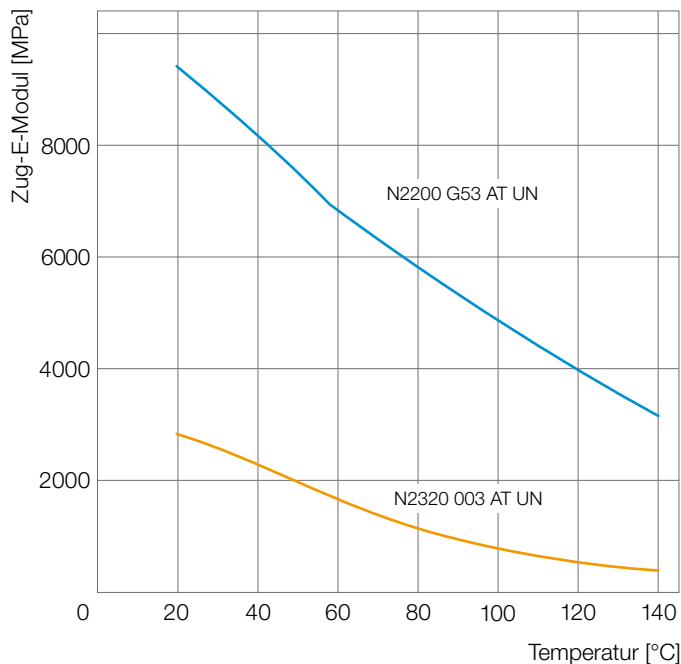


Abb. 11: E-Modul von unverstärktem und verstärktem Ultraform® in Abhängigkeit von der Temperatur, gemessen nach ISO 527

Die Ultraform®-Standardmarken haben einen engen Schmelzbereich von etwa 164 °C bis 168 °C. Bis zu diesem Schmelzbereich können Formteile aus Ultraform® kurze Zeit thermisch beansprucht werden, ohne dass eine Materialschädigung eintritt.

Welchen Einfluss die Temperatur auf die Festigkeitseigenschaften dieses Werkstoffes hat, wird in Abb. 11 und 12 verdeutlicht. Beispielsweise hat Ultraform® N2320 003 AT bei 80 °C noch die Festigkeit von Polyethylen hoher Dichte bei Raumtemperatur. Der Vorteil glasfaserverstärkter Produkte wie Ultraform® N2200 G53 AT bezüglich Steifigkeit und Festigkeit bleibt auch bei erhöhter Temperatur erhalten.

Auch die Dauerwärmebeständigkeit von Ultraform® in Luft ist ausgezeichnet, wie eine 12-monatige Lagerung bei 100 °C und 120 °C gezeigt hat (Abb. 13). Daraus kann eine maximale Dauergebrauchstemperatur von etwa 100 °C abgeleitet werden.

Formteile aus glasfaserverstärktem Ultraform® halten Temperaturen bis 120 °C über lange Zeit aus, ohne dass die Werkstoffeigenschaften durch Wärmealterung leiden (Abb. 14).

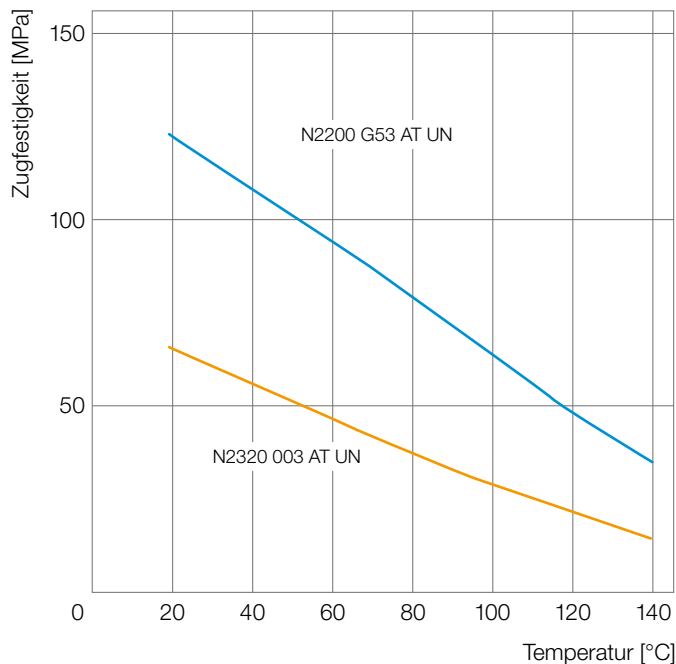


Abb. 12: Zugfestigkeit von unverstärktem und verstärktem Ultraform® in Abhängigkeit von der Temperatur, gemessen nach ISO 527

Auch in Gegenwart von Wasser, neutralen Ölen, Fetten und Kraftstoffen sowie vielen Lösungsmitteln ist Ultraform® gut dauerwärmebeständig. Bei dauernder Wärmebeanspruchung oberhalb 110 °C muss allerdings nach einiger Zeit mit Verfärbungen gerechnet werden.



## Verhalten bei Belichtung und Bewitterung

Für einen Einsatz im Freien ist die generelle Empfindlichkeit von POM gegenüber UV-Strahlung zu beachten. Bei längerer Einwirkung von Sonnenlicht verlieren die Teile ihren Oberflächenglanz und verspröden. Durch die Ausrüstung mit UV-Stabilisatoren, z. B. bei Ultraform® N2320 U03 AT, wird die Gebrauchsdauer ungefähr um das Doppelte verlängert. Eine zusätzliche Lichtschutzwirkung können gewisse Pigmente, z. B. Ruß, übernehmen.

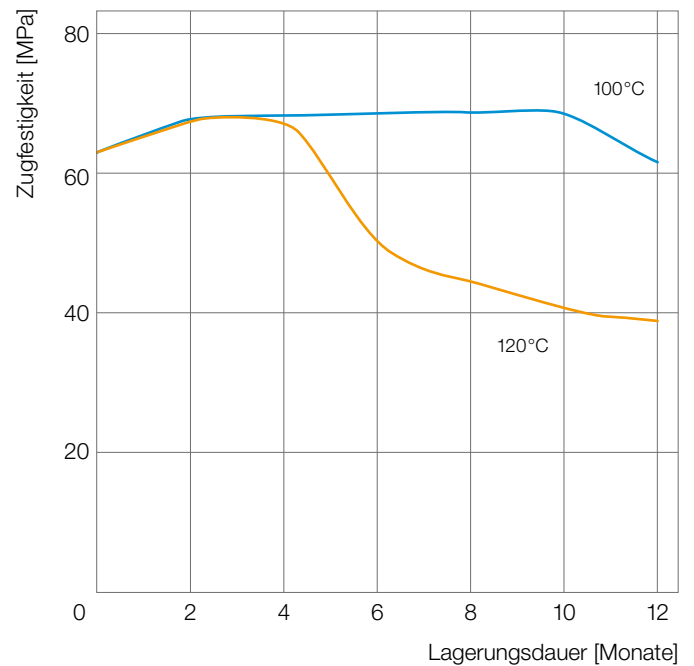


Abb. 13: Lagerung in Luft bei 100°C und 120°C.  
Zugfestigkeit von Ultraform® N2320 003 AT in Abhängigkeit von der Lagerdauer, gemessen nach ISO 527,  $v = 50 \text{ mm/min}$

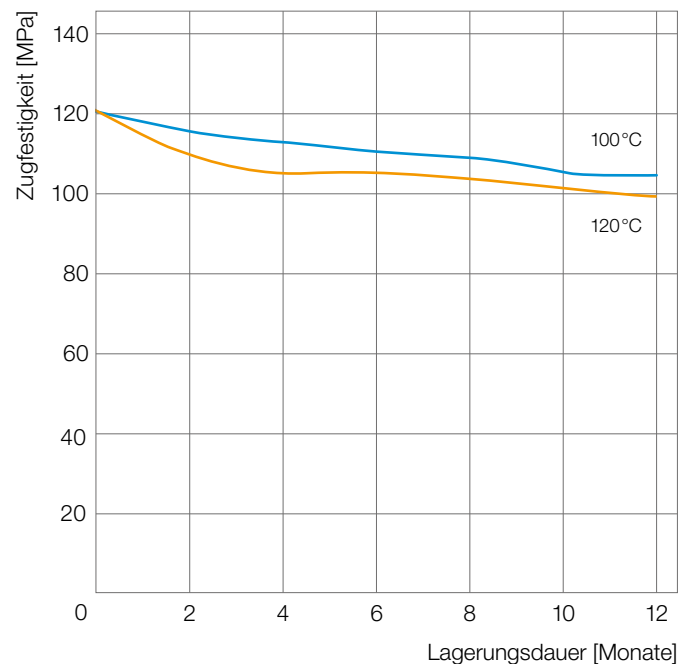


Abb. 14: Zugfestigkeit von Ultraform® N2200 G53 AT in Abhängigkeit von der Lagerdauer in Luft bei 100°C und 120°C, gemessen nach ISO 527

## Verhalten gegenüber Wasser, Kraftstoffen und Chemikalien

Ein polymerer thermoplastischer Werkstoff ist gegen bestimmte Umgebungseinflüsse chemisch beständig, wenn das umgebende Medium keinen Abbau verursacht – d. h. keine Verringerung des Molekulargewichts bzw. keine Verkürzung der Polymermoleküle. Die chemische Beständigkeit hängt von der Konzentration sowie der Einwirkungsdauer und -temperatur des Mediums ab. Bei Betrachtung der chemischen Beständigkeit von Kunststoffen unterscheidet man zwischen der Quellung (reversible Aufnahme und Abgabe eines Stoffes, z. B. eines Lösungsmittels) und die Spannungsrissbildung (Entschlaufung verknäuelter Polymermoleküle ohne chemischen Abbau).

Ultraform® weist eine gute bis sehr gute chemische Langzeitbeständigkeit gegen folgende Medien auf:

- Wasser
- Waschlauge
- wässrige Lösungen von Salzen und die meisten der gebräuchlichen organischen Lösungsmittel (wie Alkohole, Ester, Ketone sowie aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe)
- Kraftstoffe (auch methanol- und ethanolhaltige, z. B. M15, CM15, CM15A, CM15AP, E85, FAM-B und Biodiesel) sowie gegen Fette und Öle, Brems- und Kühlfüssigkeiten – selbst bei höheren Temperaturen

Einige Lösungsmittel und Kraftstoffkomponenten, insbesondere kurzkettige Alkohole wie Methanol und Ethanol, bewirken eine geringfügige (reversible) Quellung.

Es sind nur wenige Lösungsmittel bekannt, die Ultraform® lösen, und dies meist auch nur bei erhöhter Temperatur.

Spannungsrissbildung bei Ultraform® durch Lösungsmittel oder andere Chemikalien ist nicht bekannt.

Abb. 15 bis 18 zeigen die hervorragende Beständigkeit von Ultraform® in Heißwasser und Kraftstoffen. Dadurch eignet sich Ultraform® ideal für viele Anwendungen, wie z. B. im Sanitärbereich, Espresso- und Kaffeemaschinen, Geschirrspülautomaten und Kfz-Kraftstoffsysteme.

Gegen Oxidationsmittel, organische und anorganische Säuren ( $\text{pH} < 4$ ) ist Ultraform® nicht auf Dauer beständig.

Der Kontakt mit starken Säuren (z. B. Salzsäure, Schwefelsäure) sollte unbedingt vermieden werden. Dagegen greifen Alkalien selbst bei höherer Temperatur das Material nicht an.

Weiterführende Angaben finden sich in der Broschüre „Ultramid®, Ultradur® und Ultraform® – Verhalten gegenüber Chemikalien“.

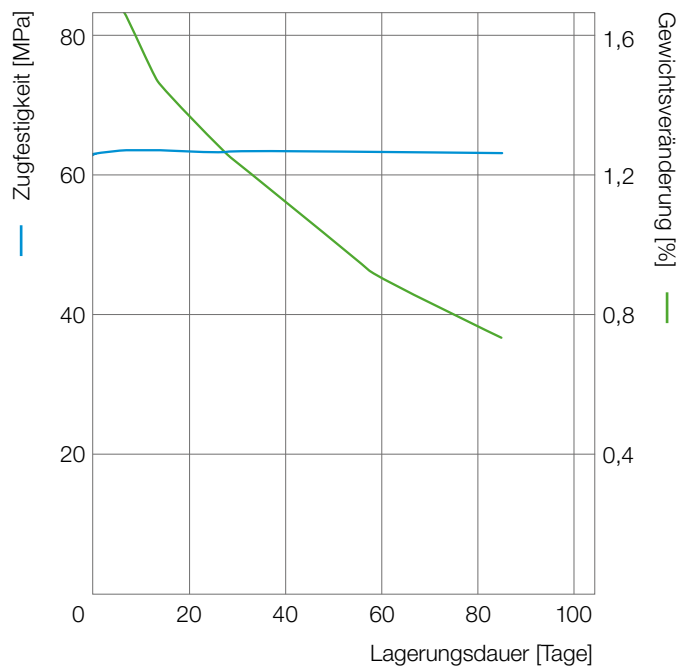


Abb. 15: Gewichtsveränderung und Zugfestigkeit von N2320 003 AT UN bei der Lagerung in Wasser bei 100°C

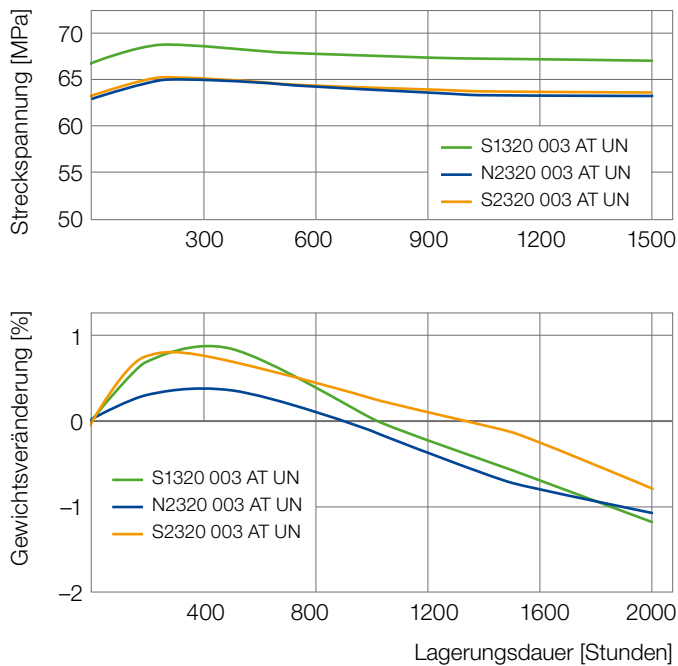


Abb. 16: Lagerung in Biodiesel DIN EN 14214 bei 100 °C

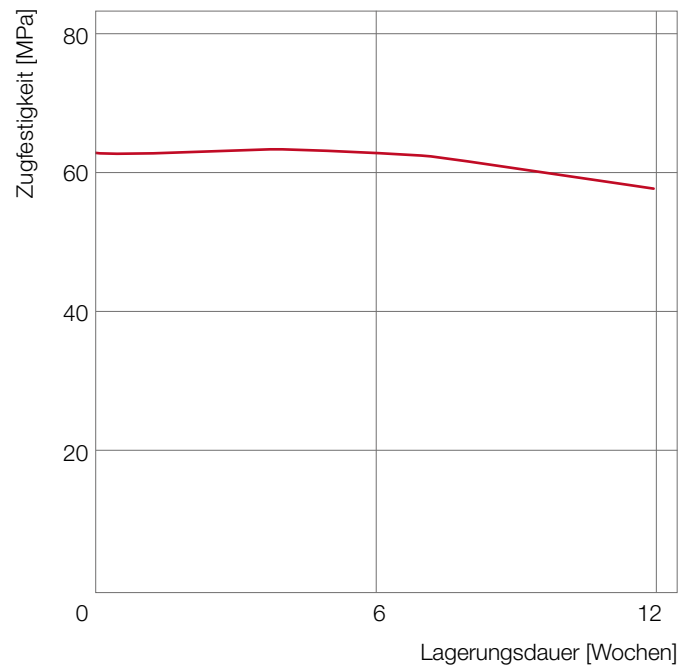


Abb. 18: Lagerung von Ultraform® S2320 003 AT UN in E50 bei 70 °C

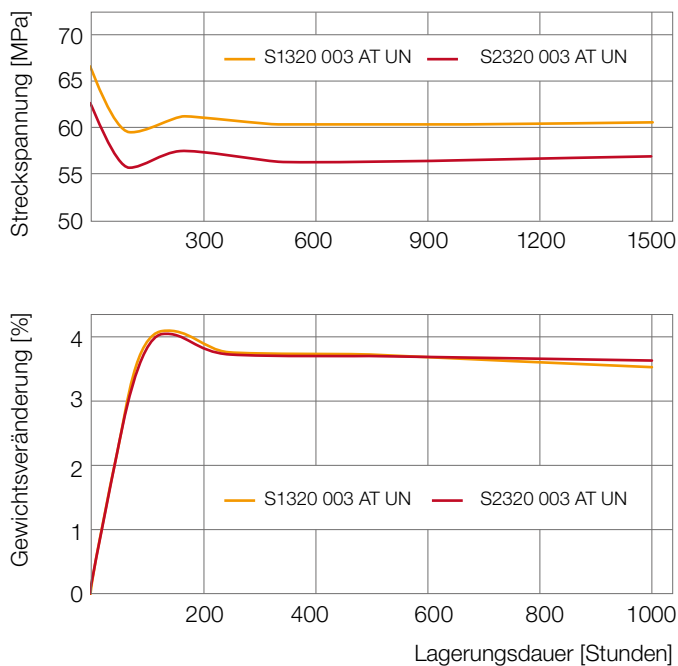


Abb. 17: Lagerung von Ultraform® S2320 003 AT UN und S1320 003 AT UN in Prüfflüssigkeit FAM B (Mix aus 10–25 % Methanol, 1–5 % Ethanol und 70–89 % CxHy) bei 70 °C

## Sterilisation

Sachgerecht und fehlerfrei gefertigte Teile aus Ultraform® lassen sich bei 121 °C und bei bis zu 134 °C in Heißdampf mit bestimmten Einschränkungen – abhängig von Anzahl und Dauer der Zyklen – sterilisieren. Dabei zeigen hochmolekulare Marken die beste Leistung.

121 °C	bedingt geeignet/beständig (abhängig von der Dauer und Anzahl der Zyklen)
134 °C	bedingt geeignet/beständig (abhängig von der Dauer und Anzahl der Zyklen)

Die mehrfache Sterilisation durch Plasma und Ethylenoxid ist ohne Beeinträchtigung der mechanischen Leistung möglich. Im Fall von Ethylenoxid besteht das potenzielle Risiko einer Absorption und Freisetzung von giftigem Ethylenoxid.

Bei einer Sterilisation mit ionisierenden Strahlen ist Vorsicht geboten. Von einer chemischen Desinfektion wird abgeraten.

## Verhalten gegenüber energiereicher Strahlung

Polyacetale sind gegenüber Elektronen- und Gammastrahlen nur mäßig beständig. Gegenüber beiden Strahlungsarten verhält sich Ultraform® prinzipiell gleichartig: Abhängig von der gesamten Strahlungsdosis tritt ein mehr oder weniger starker Abbau mit einhergehender Versprödung auf. Bereits eine Gesamtdosis von 25kGy (2,5Mrad) kann die mechanischen Eigenschaften und die Farbe der Teile beeinflussen.

## Brennverhalten

Unter Einwirkung einer Flamme entzünden sich Polyacetale und brennen auch nach Wegnahme der Zündquelle weiter ab. Von einer FlammSchutzausrüstung wird abgeraten.

Ultraform® wird nach UL 94 als „HB“ eingestuft.

Die nach FMVSS 302 geforderte Brenngeschwindigkeit von < 100mm/min wird von Probekörpern aus Ultraform® ab einer Dicke von 1,0mm erfüllt.

## Elektrische Eigenschaften

Ultraform® hat ein gutes elektrisches Isoliervermögen und zeigt ein günstiges dielektrisches Verhalten. Die sehr geringe Feuchtigkeitsaufnahme des Werkstoffs beeinträchtigt diese Eigenschaften nicht, weshalb sich Teile aus Ultraform® ideal für Geräte in der Unterhaltungselektronik und Nachrichtentechnik eignen.

Im Bereich der elektrischen Energietechnik findet Ultraform® breite Anwendung für Funktions- und Antriebsteile, die nicht unmittelbar als Träger spannungsführender Teile dienen.

## Sortiment

Das Ultraform®-Sortiment umfasst Marken für die Extrusions- und Spritzgießverarbeitung. Folgende Produktgruppen existieren:

Viskosität	Hoch	Mittel		Niedrig
Marke	H	N	S	W
Standard-Spritzguss	H2320 006 AT UN	N2320 003 AT UN/BK N2320 003 BMB AT UN	S2320 003 AT UN/BK	W2320 003 AT UN/BK
UV-stabilisiert		N2320 U03 UN		
Low Emission		N2320 0035 LEV AT UN	S2320 003 LEV AT UN	W2320 U035 LEV AT UN
Hohe Steifigkeit/ HDT			S1320 003 AT UN	
Optimiertes Selbsteinfärben		N2320 003 SC AT UN		
Trinkwasser		N2320 AQUA AT UN	S2320 AQUA AT UN	
Medizin- technische Anwendungen		N2320 003 PRO AT UN	S2320 003 PRO AT UN	W2320 003 PRO AT UN

Tabelle 2: Unverstärkte Ultraform®-Standardmarken in verschiedenen Viskositätsklassen



**Standard-Spritzgussmarken**

in verschiedenen Viskositätsklassen. Sie sind in der Regel schnell und belagfrei verarbeitbar sowie leicht entformbar.

H2320 006 AT	für dickwandige Formteile
N2320 003 AT	Standardmarke
S2320 003 AT	leichtfließend
W2320 003 AT	sehr leichtfließend

**Zähmodifizierte Spritzgussmarken**

für Anwendungen mit besonders hohen Zähigkeitsanforderungen. Die TPU-modifizierten Marken N2640 Z2/Z4/Z6 enthalten unterschiedliche Gehalte an Zähmodifiern.

**Mineralgefüllte Spritzgussmarken**

mit abgestuftem Mineralgehalt für verzugsarme und maßstabile Formteile mit erhöhter Steifigkeit, Härte und Wärmeformbeständigkeit.

**Glasfaserverstärkte Spritzgussmarken**

mit unterschiedlichem Glasfasergehalt für Anwendungen mit sehr hohen Anforderungen an Festigkeit, Steifigkeit, Härte, Kriechfestigkeit und Formbeständigkeit in der Wärme.

**Tribologische Spritzgussmarken**

sind für Kunststoffbauteile geeignet, bei deren Anwendung ein optimiertes Gleit- und/oder Verschleißverhalten erforderlich ist. Die verfügbaren Marken decken eine Vielfalt an tribologischen Modifizierungen ab, um geeignete Produkte für ein breites Spektrum an tribologischen Anwendungen anzubieten.

**Marken mit speziellen Ausrüstungen zur**

- Verbesserung der Licht-, UV- und Witterungsbeständigkeit (N2320 U03 AT, W2320 U035 LEV AT)
- Verbesserung der Langzeitbeständigkeit gegen Dieselmotorkraftstoff bei hohen Temperaturen (S1320 003 AT)
- Herstellung besonders geruchsarmer Teile, z. B. für den Kfz-Innenraum (N2320 0035 LEV AT UN, N2640 Z4 LEV2 AT BK 140)

Zähmodifiziert	Funktional		Verstärkt	
TPU	Tribologie	Laserbeschriftet	Glas	Mineral
N2640 Z2 AT UN/BK	N2310 P AT UN S2320 003 TR R01 AT UN S2320 003 PRO TR AT UN W2320 003 (PRO) TR AT UN W2310 TR AT	W2320 003 AT BK11020	N2200 G23 AT UN	N2720 M210 AT UN/BK
N2640 Z4 AT UN/BK		Voreinfärbung	N2200 G43 AT UN/BK	
N2640 Z6 AT UN			N2200 G53 AT UN/BK	
N2640 Z6 R01 UN			N2200 G43 R01 AT UN	N2720 M63 AT UN
N2644 Z9 AT UN			N2200 G53 R01 AT UN (verbesserte Transparenz und Mechanik)	
N2640 Z2 LEV2 AT BK		N2320 003 AT BR90372 (Braun)		
N2640 Z4 LEV2 AT BK				

Tabelle 3: Ultraform®-Spezialmarken

# Die Verarbeitung von Ultraform®

Ultraform® lässt sich nach allen für Thermoplaste geeigneten Verfahren verarbeiten. Die wichtigsten Verfahren sind das Spritzgießen und die Extrusion. Mithilfe des Spritzgießverfahrens können selbst die kompliziertesten Formteile in großen Stückzahlen sehr kostengünstig hergestellt werden. Durch Extrusion werden Stäbe, Rohre, Profile und Tafeln gefertigt und zum überwiegenden Teil spanend zu Formteilen weiterverarbeitet.

Nachfolgend wird auf verschiedene Themen bezüglich der Verarbeitung von Ultraform® eingegangen. Weitere Informationen können im Internet unter [www.plasticsportal.eu](http://www.plasticsportal.eu) abgerufen werden. Detaillierte Hinweise zur Verarbeitung sind in den jeweiligen Verarbeitungsdatenblättern angegeben.

## Allgemeine Hinweise

### Vorbehandlung

Das originalverpackte Granulat kann grundsätzlich ohne besondere Vorbehandlung verarbeitet werden. Ist das Granulat jedoch durch längere oder unsachgemäße Lagerung feucht geworden, muss es in geeigneten Trockengeräten, z.B. Trockenlufttrocknern, bei ca. 100 °C bis 110 °C etwa drei Stunden lang getrocknet werden.

### Anfahren und Unterbrechen

Das Anfahren der Verarbeitungsmaschine mit Ultraform® wird in der üblichen Verfahrensweise für Thermoplaste gehandhabt: Zylinder- und Düsenheizung werden so eingestellt, dass Massetemperaturen von 180 °C bis 220 °C erreicht werden. Danach müssen die optimalen Verarbeitungsbedingungen in Versuchen bestimmt werden. Siehe auch Abschnitt „Sicherheitshinweise“.

Bei längeren Arbeitsunterbrechungen oder beim Abstellen sollte die Maschine nach Möglichkeit leer gefahren und die Zylindertemperatur gesenkt werden.

Beim Wiederaufstart ist darauf zu achten, dass die Düse anfangs auf ca. 200 °C geheizt wird. Diese Maßnahme verhindert das Verstopfen der Maschinen- und der Heißkanaldüsen durch kalte Massepfropfen.

### Selbsteinfärben

Ultraform® kann während des Verarbeitungsprozesses eingefärbt werden. Dabei sollte Folgendes beachtet werden:

- Zum Einfärben von Ultraform® dürfen nur Farbstoffe und Hilfsmittel verwendet werden, die die thermische Stabilität von Ultraform® nicht beeinträchtigen und die selbst bei den gegebenen Verarbeitungsbedingungen stabil sind.
- In der betrieblichen Praxis werden Einfärbesysteme auf Basis pulverförmiger Pigmente, Flüssigfarben und Masterbatche (Polyolefin- oder vorzugsweise POM-Trägermaterial) erfolgreich eingesetzt. Die Gleichmäßigkeit der Farbverteilung lässt sich üblicherweise durch einen erhöhten Staudruck erreichen.
- Durch Pigmente (abhängig von Art und Menge) sowie durch die Trägermaterialien der Masterbatches werden die mechanischen und tribologischen Eigenschaften sowie das Schwindungs- und Verzugverhalten gegenüber ungefärbtem Ultraform® verändert. Eine Prüfung am Fertigteil zeigt, ob die an die Bauteile gestellten Anforderungen erreicht werden.
- In den meisten Fällen lassen sich bereits auf herkömmlich konfigurierten Verarbeitungsanlagen, die lediglich durch eine Farbmittel-Dosiereinrichtung ergänzt sind, gute Resultate erzielen. Bei sehr hohen Ansprüchen empfiehlt sich die Verwendung spezieller Mischelemente.
- Sollen selbsteingefärbte Formteile in Kontakt mit Lebensmitteln eingesetzt werden, so sind die besonderen lebensmittelrechtlichen Bestimmungen zu beachten (siehe „Sicherheitshinweise“).

Weitere Informationen können der Broschüre „Selbsteinfärbung von Ultraform®“ entnommen werden.

### Wiederverarbeitung

Gemahlene Abfälle aus Angüssen, Ausschussteilen und dergleichen können durch Zumischen wiederverwertet werden. Sie dürfen jedoch weder verschmutzt noch durch die vorangegangene Verarbeitung geschädigt sein. Faktoren, die den Materialabbau beeinflussen können, sind:

- starke Scherung (hohe Schneckendrehzahl, zu kleine Anschnitte usw.)
- zu hohe Temperatur oder zu lange Verweilzeit
- unverträgliche Pigmente bei Selbsteinfärbung
- Fremdmaterialien oder andere Verunreinigungen
- Feuchtigkeit

Auch der Mahlvorgang kann zur Schädigung des Kunststoffs führen. Für das Mahlen haben sich langsam laufende Mühlen bewährt; anhaftender Staub sollte entfernt werden. Wir empfehlen, über längere Zeit gelagertes Mahlgut vor der Wiederverarbeitung zu trocknen. In der Praxis werden oft 10–15 %, gelegentlich auch bis ca. 30 % Mahlgut zugegeben.

Bei Produkten mit Glasfaserverstärkung können die Glasfasern bei der Verarbeitung und auch beim Mahlen gekürzt werden. Wird derartiges Mahlgut in größerer Menge der Neuware zugegeben, so können Schwindung, Verzug und vor allem mechanische Eigenschaften beeinflusst werden.

Das Zumischen von Mahlgut zu Originalgranulat kann das Einzugsverhalten beeinträchtigen. Es sollte daher in der Produktion nur zugesetzt werden, wenn sichergestellt ist, dass die Verarbeitung dadurch nicht gestört und die Eigenschaften der Bauteile (z. B. Zähigkeit) nicht beeinträchtigt werden.

### Verträglichkeit mit anderen Thermoplasten

Die Ultraform®-Marken sind miteinander und mit anderen Polyoxymethylenen mischbar. Zu große Viskositätsunterschiede müssen wegen der begrenzten Homogenisierungswirkung der Verarbeitungsmaschine vermieden werden. Mit den meisten anderen Thermoplasten ist Ultraform® nicht mischbar. Bereits geringe Mengen eines solchen Fremdstoffs machen sich in Form einer Schichtstruktur bemerkbar – vor allem in Angussnähe. Es kommt dadurch zum bekannten Delaminations-Effekt.

Verunreinigungen von Ultraform® mit Thermoplasten, welche auf POM zersetzend wirken, z. B. PVC, sind unbedingt zu vermeiden. Auch Mischungen mit Thermoplasten, die halogenhaltige Flammschutzmittel enthalten, müssen ausgeschlossen werden. Schon geringe Mengen können bei der Verarbeitung eine unkontrollierte und rasante Zersetzung des Ultraform® hervorrufen.

Bei der Zumischung von Mahlgut ist daher besonders sorgfältig auf sauberes, staubfreies und einheitliches Material zu achten.

Beim Übergang auf andere Thermoplaste und von anderen Thermoplasten auf Ultraform® wird geraten, den Zylinder mit einem PE- oder PP-Granulat oder geeigneten Reinigungsmassen zu spülen.

Im Allgemeinen kann anschließend nach Einstellung der erforderlichen Temperaturen weitergearbeitet werden, wobei die ersten Produktionsteile nicht verwendbar sind. Beim Übergang von PVC auf Ultraform® und umgekehrt ist es unerlässlich, die Verarbeitungsmaschine gründlich zu spülen und anschließend mechanisch zu reinigen.

## Spritzgießen

Das Spritzgießen ist das wichtigste Verfahren für die Verarbeitung von Ultraform®. Ultraform® lässt sich mit allen handelsüblichen Spritzgießmaschinen verarbeiten, entscheidend ist dabei allerdings die richtige Auslegung der Plastifiziereinheit.

## Spritzeinheit

### Dreizonenschnecke

Für die Spritzgießverarbeitung von Ultraform® eignen sich die üblichen eingängigen Dreizonenschnecken. Bei modernen Maschinen beträgt die wirksame Schneckenlänge 20–23 D und die Gangsteigung 0,8–1,0 D. Diese bewährte Geometrie für Dreizonenschnecken ist in Abb. 20 dargestellt. Das Einziehen und Aufschmelzen des Granulats wird wesentlich durch die Temperaturführung am Zylinder und die Schneckenkengtiefe bestimmt. Empfehlenswerte Gangtiefen für verschiedene Schneckendurchmesser sind in Abb. 21 aufgeführt. Bei Verwendung von flachgeschnittenen Schnecken ist die Plastifizierleistung etwas geringer als bei Standardschnecken. Sie nehmen weniger Material auf als tiefgeschnittene Schnecken. Es wird jedoch eine schonendere Aufschmelzung, eine kürzere Verweilzeit im Zylinder und eine bessere Schmelzehomogenität erzielt. Daraus ergeben sich Vorteile für die Qualität der Formteile aus Ultraform®.

Von einer Verarbeitung auf Entgasungsschnecken ist abzuraten.

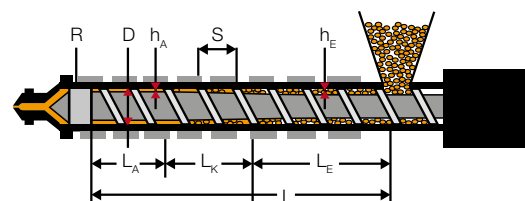
### Maschinendüse, Rückströmsperre

Üblicherweise reicht zur Spritzgießverarbeitung von Ultraform® eine offene Düse aus. Neben der sehr einfachen, strömungsgünstigen Konstruktion hat diese Düsenart den Vorteil, dass bei einer thermischen Schädigung des Materials Gase, die sich durch Zersetzung bilden, drucklos aus dem Zylinder entweichen können. Dies kann bei unbeabsichtigten längeren Standzeiten, bei hoher Temperatur der Schmelze, bei Pausen oder anderen Unterbrechungen der Fall sein. Eine Verschlussdüse verhindert ein Ausfließen der Schmelze während des Plastifizierens und nach dem Abheben der Düse.

Für eine optimale Fertigung sollte die Schnecke mit einer gut schließenden Rücksperrre ausgerüstet sein, die das Zurückfließen der Masse über die Schneckengänge während des Einspritzens und Nachdrückens verhindert.

### Verschleißschutz

Bei der Verarbeitung von glasfaserverstärktem Ultraform® sollten verschleißgeschützte Plastifiziereinheiten z. B. Bi-Metallzylinder und gepanzerte Schnecken, Schnecken spitzen und Rückströmsperren verwendet werden.



D	Schneckenaußendurchmesser		
L	wirksame Schneckenlänge	20-23	D
L <sub>E</sub>	Länge der Einzugszone	0,5 - 0,55	L
L <sub>K</sub>	Länge der Kompressionszone	0,25 - 0,3	L
L <sub>A</sub>	Länge der Ausstoßzone	0,2	L
h <sub>A</sub>	Gangtiefe in der Ausstoßzone		
h <sub>E</sub>	Gangtiefe in der Einzugszone		
S	Steigung	0,8 - 1,0	D
R	Rückströmsperre		

Abb. 20: Schneckenengeometrie – Begriffe und Maße von Dreizonenschnecken für Spritzgießmaschinen



## Spritzgießwerkzeug

### Anguss- und Werkzeuggestaltung

Bei der Spritzgießverarbeitung von Ultraform® sind alle bekannten Angussarten anwendbar. Die einschlägigen Konstruktionsrichtlinien für die Anguss- und Werkzeuggestaltung von Spritzgussteilen aus thermoplastischen Kunststoffen gelten auch für Ultraform®. Die Angusskanäle und Anschnitte dürfen nicht zu klein ausgelegt sein.

Die Oberflächenkontur bildet sich wegen der niedrigen Schmelzeviskosität besonders genau ab. Deshalb müssen die formgebenden Werkzeugflächen makellos bearbeitet sein. Dasselbe gilt für die Werkzeuggrenzflächen: Die Trennfuge darf keine Gratbildung verursachen, muss aber eine gute Entlüftung des Werkzeugs sicherstellen.

### Verwendung von Metall-Einlegteilen

Metallteile können einwandfrei umspritzt werden. Sie sollten vor dem Einlegen in das Werkzeug jedoch auf 80 °C bis 120 °C vorgewärmt werden, damit keine Eigenspannungen auftreten. Die Metallteile müssen fettfrei sein und Rändelungen, umlaufende Nuten und Ähnliches zur besseren Verankerung haben. Auf eine gute Abrundung der Metallkanten ist zu achten.

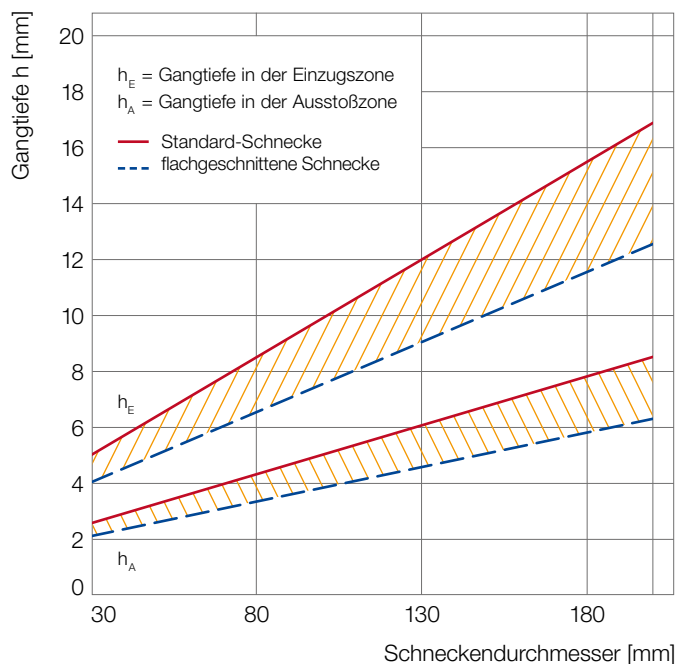


Abb. 21: Schneckengangtiefen von Dreizonenschnecken für Spritzgießmaschinen

## Werkzeugtemperierung

Ein gut durchdachtes, wirksames Temperiersystem ist besonders wichtig, da die Werkzeugtemperatur die Oberflächengüte, die Schwindung, den Verzug und die Toleranzen von Formteilen maßgeblich beeinflusst.

Die Temperierung sollte so konzipiert werden, dass in allen formgebenden Bereichen die gleiche Temperatur herrscht. In besonderen Fällen kann es gelegentlich erforderlich sein, gezielt abweichende Temperaturen einzustellen. So lässt sich z.B. der Verzug der Formteile in gewissem Umfang durch eine gezielt unterschiedlich eingestellte Temperierung der Werkzeughälften beeinflussen. Dies ist nur mit separaten Kreisläufen möglich.

Wie bei allen teilkristallinen Thermoplasten werden auch bei Ultraform® die mechanischen Eigenschaften eines Spritzgussteils vom Grad der Kristallinität mitbestimmt. Die Kristallinität nimmt mit der Werkzeugtemperatur zu. Härte, Steifigkeit und Festigkeit erhöhen sich mit zunehmender Werkzeugtemperatur (Abb. 22). Die Zähigkeitswerte bleiben nahezu konstant (Abb. 23).

Üblicherweise genügt es, im Bereich von 60 °C bis 90 °C zu temperieren. Für Präzisionsteile sollte die Werkzeugtemperatur zwischen 90 °C und 120 °C betragen. Wird eine besonders hohe Maßhaltigkeit benötigt, sollte die Werkzeugtemperatur mindestens so hoch eingestellt werden wie die Temperatur beim späteren Gebrauch des Formteils.

Um Wärmeverluste zu vermeiden, wird eine Isolierung zwischen Werkzeug- und Aufspannplatte empfohlen.

## Spritzgießverarbeitung

### Verarbeitungstemperatur

Grundsätzlich genügen Massetemperaturen von 180 °C bis 220 °C. Komplizierte Formen mit langen Fließwegen und geringer Wanddicke können in Ausnahmefällen auch Temperaturen bis 230 °C erforderlich machen. Sind höhere Verarbeitungstemperaturen notwendig, besteht die Gefahr einer thermischen Schädigung. Diese wird verhindert, wenn die Fertigungsverhältnisse kurze Zykluszeiten und damit eine entsprechend niedrige Verweilzeit der Masse im Spritzgießzylinder gestatten. Es empfiehlt sich, die Massetemperatur kontinuierlich durch ein in der Maschinendüse integriertes Thermoelement zu messen.

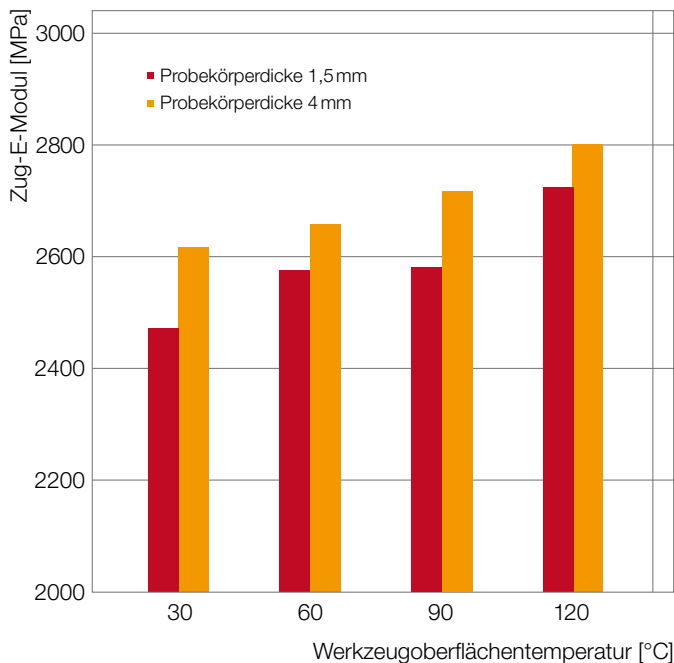


Abb. 22: Ultraform® N2320 003 AT – Einfluss der Werkzeugoberflächentemperatur auf die Steifigkeit von Zugstäben unterschiedlicher Dicke

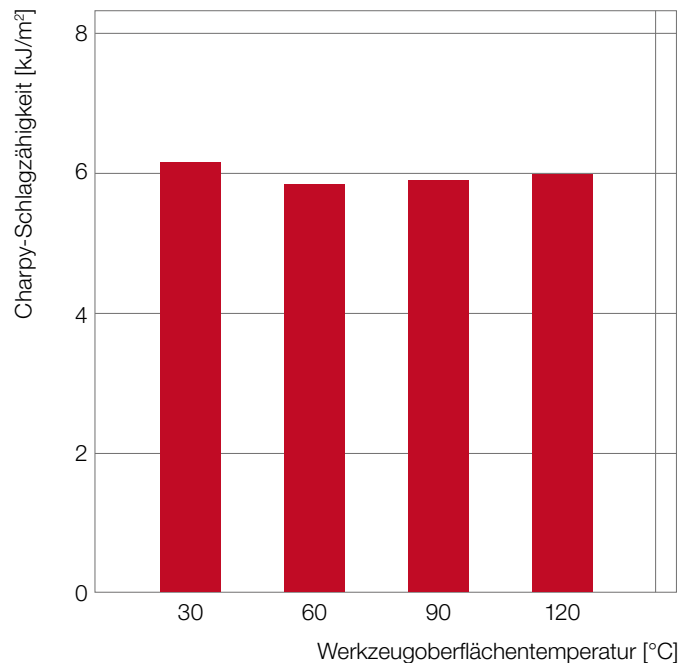


Abb. 23: Ultraform® N2320 003 AT – Einfluss der Werkzeugoberflächentemperatur auf die Charpy-Schlagzähigkeit (ISO 179/1eU)

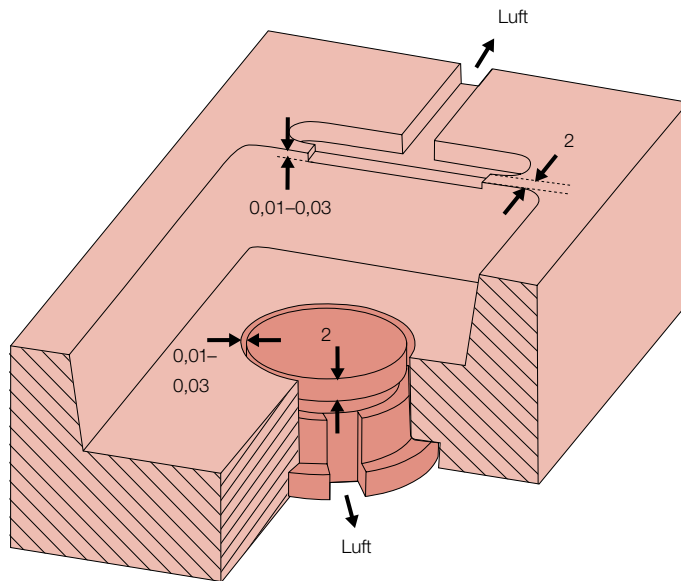


Abb. 24: Werkzeugentlüftung (Maßangaben in mm)

Häufig können die einzelnen Heizbänder der Spritzgießmaschine auf die gleiche Temperatur eingestellt werden. Bei langen Zykluszeiten sollte die Temperatur des ersten Heizbandes (Trichternähe) etwas niedriger eingestellt werden. Damit wird ein vorzeitiges Anschmelzen des Granulats in der Einzugszone verhindert.

### Einzugsverhalten

Ultraform® wird von Standardschnecken (siehe Abb. 20, 21) einwandfrei eingezogen. Schnecken-geometrie, Schnecken-drehzahl, Staudruck und Temperaturführung am Schnecken-zylinder bestimmen das Einzugsverhalten des Granulats und seine Plastifizierung.

Die bei den meisten Spritzgießmaschinen mögliche Kühlung im Bereich des Materialtrichters ermöglicht bei Bedarf eine Korrektur des Einzugsverhaltens. In Sonderfällen muss für Ultraform® N2310 P ein vom Trichter zur Düse hin fallendes Temperaturprofil eingestellt werden (z.B. von 220 °C zu 205 °C).

Die Umfangsgeschwindigkeit der Schnecken sollte 0,3 m/s nicht überschreiten.

### Werkzeugfüllung

Die Qualität der Fertigteile beruht auch auf der Geschwindigkeit der Werkzeugfüllung. Eine zu hohe Füllgeschwindigkeit fördert die Moleküllorientierung und führt zu anisotropen mechanischen Eigenschaften. Eine zu niedrige Füllgeschwindigkeit dagegen ergibt Teile mit mangelhafter Oberfläche.

Um Verbrennungen durch komprimierte Luft (Diesel-Effekt) zu vermeiden, muss die Luft beim Einspritzen der Masse an geeigneten Stellen leicht aus der Kavität entweichen können. Eine unzureichende Werkzeugentlüftung fördert außerdem die Bildung von Formbelag. Abb. 24 zeigt beispielhaft ein bewährtes System zur Entlüftung.

Bei Materialanhäufungen, die konstruktiv nicht vermeidbar sind, wirkt man der Lunkerbildung entgegen, indem Nachdruck und Nachdruckzeit so hoch gewählt werden, dass die beim Abkühlen der Schmelze auftretende Volumenkontraktion ausgeglichen wird. Voraussetzung dafür ist ein genügend großer und günstig gelegener Anschnitt. Dies vermeidet, dass die Masse in diesem Bereich schon vor dem Ende der Nachdruckzeit erstarrt und dadurch das noch plastische Formteil im Innern gegen die nachzudrückende Masse versiegelt.

## Fließverhalten

Das hochmolekulare Ultraform® H2320 006 AT mit der geringsten Fließfähigkeit eignet sich für die Extrusionsverarbeitung und für die Herstellung von besonders zähen Spritzgussteilen mit größeren Wanddicken (>3 mm).

Ultraform® N2320 003 AT ist die Standardmarke für Formteile mit üblichen Wanddicken (> 1,5 mm) und nicht zu langen Fließwegen. Das leichtfließende Ultraform® S2320 003 AT wird empfohlen, wenn die Wanddicken geringer und die Fließwege länger sind.

Ultraform® W2320 003 AT steht zur Verfügung, wenn wegen der oberen Begrenzung der Verarbeitungstemperatur ein vollständiges Ausfüllen des Werkzeugs mit Ultraform® S2320 003 AT nicht mehr zu erreichen ist.

Das Fließverhalten dieser Marken in Abhängigkeit von der Wanddicke zeigt z. B. der Spiraltest in Abb. 25. Er ist zwar nicht genormt, erlaubt jedoch eine praxisnahe Beurteilung. Das Fließvermögen bzw. der Fließweg eines Produktes hängt nicht nur von den Verarbeitungsparametern (wie Spritzdruck, Spritzgeschwindigkeit, Masse- und Werkzeugtemperatur), sondern auch von der Auslegung des Werkzeugs und der Maschinen ab. Einen Überblick über die Fließfähigkeit in Abhängigkeit von der Massetemperatur gibt Abb. 26. Trotz ihrer guten Fließfähigkeit neigen die Ultraform®-Spritzgussmarken nicht zur Schwimmhautbildung.

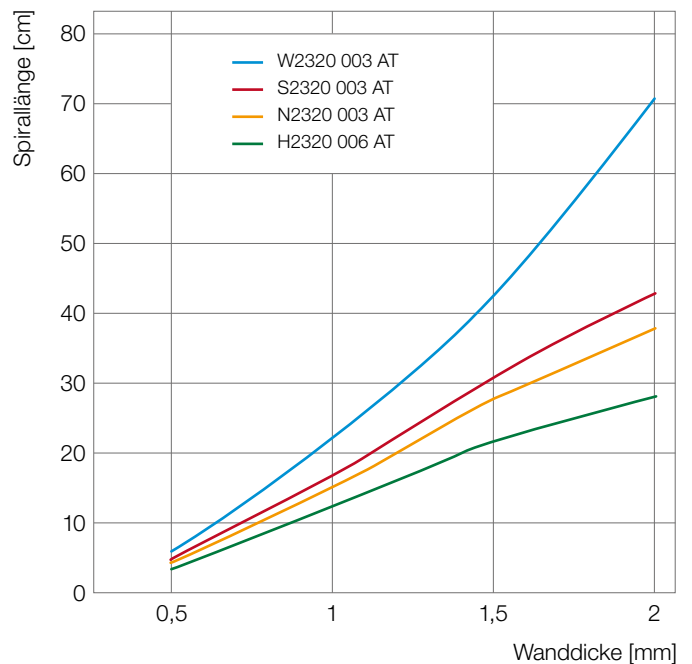


Abb. 25: Fließfähigkeit in Abhängigkeit von der Wanddicke (Spiraltest). Schneckendurchmesser: 30 mm, Werkzeug: Testspirale, Spritzdruck: 1000 bar, Massetemperatur: 200 °C, Werkzeugtemperatur: 80 °C

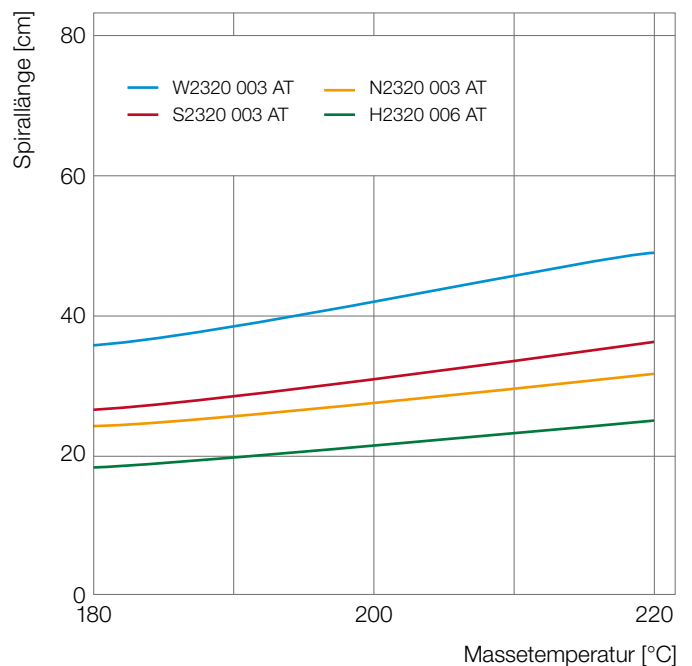


Abb. 26: Fließfähigkeit in Abhängigkeit von der Massetemperatur. Wanddicke der Testspirale: 1,5 mm, Zykluszeit: 20 s, Spritzdruck: 1000 bar, Werkzeugtemperatur: 80 °C

### Verarbeitungsgeschwindigkeit

Ausschlaggebende Faktoren für die Zykluszeit beim Spritzgießen sind zum einen die Zeitspanne, die für das Abkühlen der Masse von der Verarbeitungs- auf die Entformungstemperatur benötigt wird, und zum anderen die Erstarrungsgeschwindigkeit. Letztere ist bei teilkristallinen Thermoplasten eng mit der Kristallisationsgeschwindigkeit gekoppelt.

Bei dünnwandigen Teilen ist die Verarbeitungsgeschwindigkeit überwiegend von der Kristallisationsgeschwindigkeit, bei dickwandigen hauptsächlich von der Wärmeleitung des Kunststoffs geprägt.

Die Ultraform®-Marken zeichnen sich durch hohe Erstarrungsgeschwindigkeiten aus und eignen sich deshalb hervorragend für die wirtschaftliche Fertigung dünnwandiger Teile.

### Entformbarkeit

Ultraform® lässt sich gut entformen. Selbst bei hoher Werkzeugoberflächentemperatur neigt es nicht zum Kleben an der Werkzeugwand. Die Ausformschrägen betragen bei Spritzgusswerkzeugen normalerweise 1 bis 2 Grad. Infolge der großen Volumenkontraktion sind bei Ultraform® auch geringere Entformungsschrägen möglich. Voraussetzung sind jedoch großflächige Auswerfer.

Grundsätzlich gilt: Die Auswerferstifte sollen im Verhältnis zum Bauteil nicht zu dünn bemessen sein. Die Formteile werden sonst bei kurzen Zykluszeiten oder hoher Werkzeugtemperatur durch das Eindringen der Auswerferstifte beschädigt.

Die Kühlkanäle des Werkzeugs sollten so ausgelegt sein, dass das Formteil möglichst gleichmäßig abgekühlt wird und dadurch weitgehend verzugsfrei erstarren kann.

### Schwindung und Nachschwindung

Als Schwindung wird der Unterschied zwischen den Maßen der Kavität des Werkzeugs und denen des Formteils bei Raumtemperatur bezeichnet. Sie wird üblicherweise 24 Stunden nach der Herstellung bestimmt und in Prozent angegeben (ISO 294-3/4). Eine möglichst genaue Vorhersage der zu erwartenden Schwindung ist vor allem für die Werkzeugbauer:innen wichtig.

Die Werkzeugmaße müssen so ausgelegt werden, dass Formteile mit den gewünschten späteren Endmaßen gefertigt werden können. Die Schwindung ist zwar in erster Linie eine Werkstoffeigenschaft, sie wird darüber hinaus aber auch durch die Gestalt und Wanddicke des Spritzgussteils sowie durch die Verarbeitungsbedingungen (Werkzeugoberflächentemperatur, Massetemperatur, Nachdruck, Einspritzgeschwindigkeit sowie Anschnittlage und -größe) bestimmt. Das Zusammenwirken dieser verschiedenen Faktoren macht eine exakte Vorhersage der Schwindung meist sehr schwierig. Zur Ermittlung von praxisrelevanten Schwindungsmaßen hat sich ein Testkästchen bewährt, wie es in Abb. 27 dargestellt ist. Ausgewertet wird meist die Länge A als Maß für die Schwindung des Kästchenbodens.

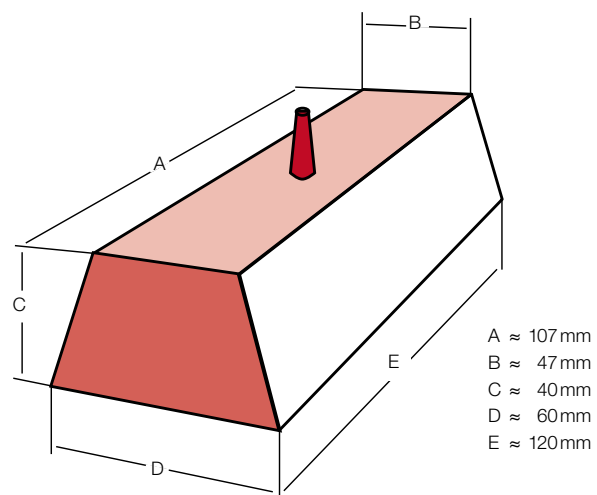


Abb. 27: Testkästchen

Die Temperatur der Werkzeugoberfläche und die Wanddicke des Formteils haben den größten Einfluss auf die Schwindung. Abb. 28 verdeutlicht diese Abhängigkeit am Beispiel von Platten (110 x 110 mm) mit Wanddicken von 1 mm, 2 mm und 4 mm. Bei steigender Werkzeugtemperatur zeigt sich eine Verstärkung der Schwindung. Unter Werkzeugtemperatur ist hier stets die gemessene Oberflächentemperatur zu verstehen, nicht etwa die Temperatur des Temperiermediums.

Abb. 29 zeigt – wieder am Beispiel der Platten – die Abhängigkeit der Schwindung vom Nachdruck. Durch höheren Nachdruck wird die Schwindung teilweise kompensiert. Andere Faktoren, wie etwa die Masstemperatur oder die Einspritzgeschwindigkeit, spielen hinsichtlich der Schwindung von Ultraform® keine große Rolle. Sie erhöht sich lediglich geringfügig bei ansteigenden Masstemperaturen und geringeren Einspritzgeschwindigkeiten.

An den Spritzgussteilen kann es im Laufe der Zeit zu leichten Maßänderungen kommen – die Folge einer temperatur- und zeitabhängigen Nachkristallisation und in geringem Maße auch eines Abbaus innerer Spannungen und Orientierungen.

Abb. 30 zeigt die Schwindung gemessen an einem Testkästchen – nach 16–24 Stunden (Kurve 1), 14 Tagen und 60 Tagen (Kurven 2 und 3). Die Teile wurden bei Raumtemperatur gelagert. Aus den Kurven ist die Nachschwindung, d.h. die Zunahme der Schwindung infolge von Nachkristallisation, in Abhängigkeit von der Lagerzeit ersichtlich. Kurve 4 zeigt die Schwindung der gleichen Teile nach einer Wärmelagerung von 24 Stunden bei 120 °C.

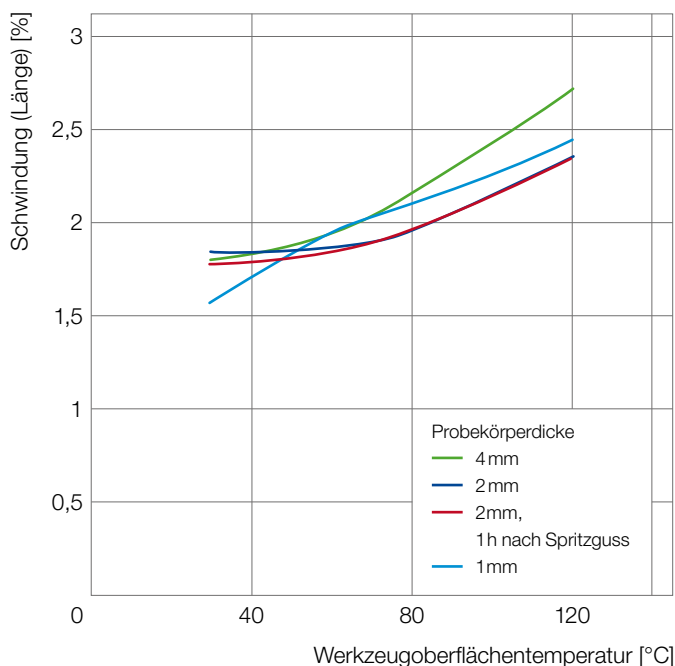


Abb. 28: Schwindung von Platten aus Ultraform® N2320 003 AT UN in Abhängigkeit von der Werkzeugtemperatur. Nachdruck: 500 bar, Nachdruckzeit: 15/25 s, Masstemperatur: 200 °C, Messung: 16–24 Stunden nach dem Spritzgießen oder 1 Stunde nach dem Spritzgießen, Messpunkt: 30, 60, 90, 120 °C

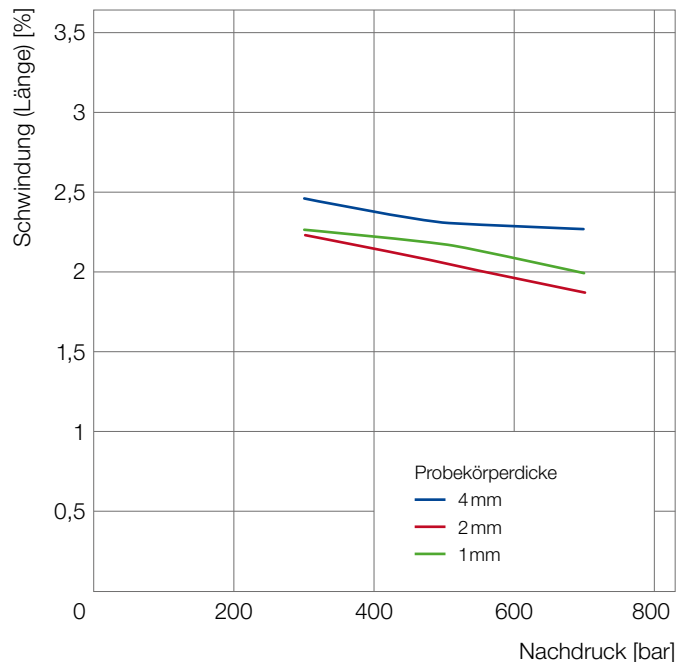


Abb. 29: Schwindung von Platten aus Ultraform® N2320 003 AT UN in Abhängigkeit vom Nachdruck. Masstemperatur: 200 °C, Werkzeugtemperatur: 90 °C, Messung: 22–24 Stunden nach dem Spritzgießen, Zykluszeit: 40–60 s, Nachdruckzeit: 15/25 s



Eine solche Temperung ist dann sinnvoll, wenn Spritzgussteile aus Ultraform® im späteren Gebrauch höheren Temperaturen ausgesetzt sind. Die Temperung nimmt die sonst infolge von Nachkristallisation zu erwartende Maßänderung vorweg. Wie Abb. 30 zeigt, kann auf eine Temperung verzichtet werden, wenn beim Spritzgießen mit hoher Werkzeugtemperatur gearbeitet wurde.

Die Schwindung des glasfaserverstärkten Ultraform® N2200 G53 AT ist wesentlich geringer als die der unverstärkten Marken. Allerdings ist die Schwindung aufgrund der Glasfaserorientierung richtungsabhängig. Je nach Gestalt, Angusslage und Verarbeitungsbedingungen kann dies ein Verziehen der Formteile verursachen.

Das mineralverstärkte Ultraform® N2720 M63 zeichnet sich dagegen durch weitgehend richtungsunabhängige Schwindung aus. In Abb. 31 sind die Schwindungen parallel und senkrecht zur Fließrichtung bei freier Schwindung von unverstärktem sowie glasfaser- und mineralverstärktem Ultraform® dargestellt.

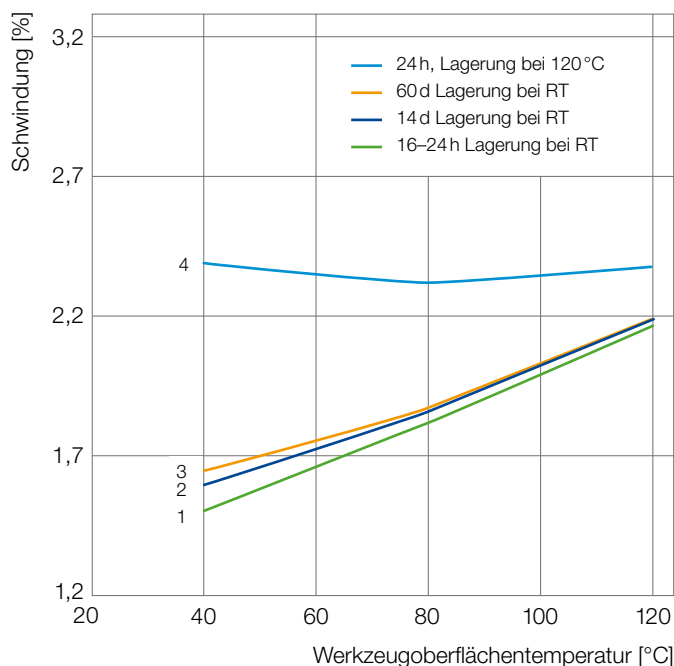


Abb. 30: Schwindung und Nachschwindung von Ultraform® N2320 003 AT in Abhängigkeit von Werkzeugtemperatur, Zeit und Lagertemperatur, ermittelt an einem Testkästchen mit einer Wanddicke von 1,5 mm, Massetemperatur: 210 °C, Nachdruck: 500 bar, Messlänge: A = 107 mm

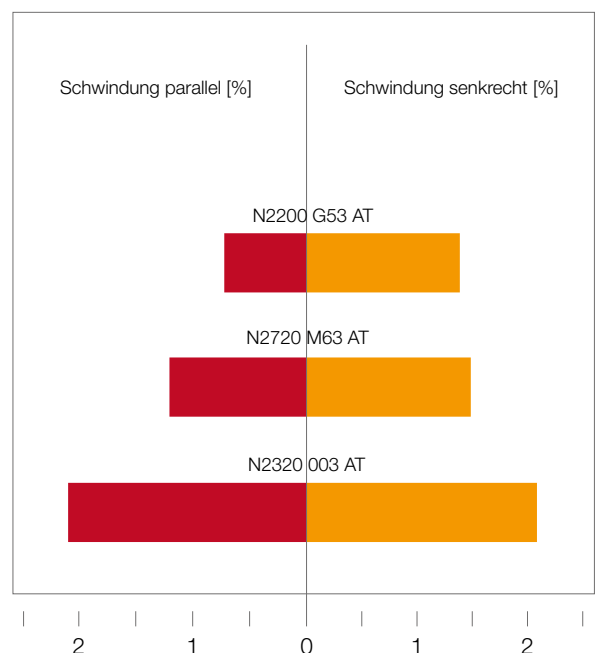


Abb. 31: Schwindungen von unverstärktem sowie glasfaser- und mineralverstärktem Ultraform® AT parallel und senkrecht zur Fließrichtung bei freier Schwindung, ermittelt an Platten 60x60x2 mm gemäß ISO 294-4. Massetemperatur: 200 °C, Werkzeugtemperatur: 90 °C

## Bearbeiten und Nachbehandeln

### Spanende Bearbeitung

Halbzeuge aus Ultraform® lassen sich mit allen üblichen Werkzeugmaschinen spanend bearbeiten. Als generelle Richtlinie sollte die Schnittgeschwindigkeit dabei hoch und der Vorschub niedrig sein.

### Verbindungsmethoden

Teile aus Ultraform® können nach verschiedenen Methoden kostengünstig verbunden werden. Die mechanischen Eigenschaften von Ultraform®, insbesondere seine Zähigkeit, ermöglichen die Verwendung von gewindeformenden Schrauben. Durch Nieten und Schrauben lassen sich Bauteile aus Ultraform® untereinander sowie mit Teilen aus anderen Werkstoffen mühelos verbinden.

Schnapp- und Presssitze ergeben ebenfalls hochbelastbare Verbindungen. Die ausgezeichnete Elastizität und Festigkeit von Ultraform®, auch bei höheren Temperaturen, sind für diese Konstruktion von besonderem Vorteil.

Teile aus Ultraform® können durch folgende Verfahren verschweißt werden: Heizelementverfahren (Wärmekontakt und Strahlungsverfahren), Ultraschall sowie Vibrations- und Rotationsreibschweißen. Lediglich das Hochfrequenzschweißen ist aufgrund des niedrigen dielektrischen Verlustfaktors für Ultraform® nicht geeignet.

Das Laserdurchstrahlungsschweißen ist dann geeignet, wenn Teile aus Ultraform®, das für Laserstrahlung durchlässig ist (z. B. ungefärbt), mit Teilen aus absorbierendem Ultraform® (z. B. Schwarz) kombiniert werden. Es können damit sehr saubere Schweißnähte ohne Schmelzeaustritt erzeugt werden.

Das Ultraschallschweißen wird bevorzugt eingesetzt, wo kurze Schweißzeiten und gute Integrierbarkeit in vollautomatische Fertigungsabläufe erforderlich sind. Mit dem Heizelementverfahren ist die höchste Schweißnahtfestigkeit zu erreichen.

Neben dem Schweißverfahren und den Schweißparametern ist die Fügeflächengeometrie von großer Bedeutung für die Qualität der Schweißnähte. Das optimale Verfahren sollte daher bereits bei der Teilekonstruktion ausgewählt und die Fügefläche entsprechend schweißgerecht gestaltet werden.

### Klebeverbindungen

Um die Kontaktflächen des unpolaren Werkstoffs zu aktivieren, ist eine Vorbehandlung der Oberflächen notwendig – z. B. durch Beizen, Primer oder Corona-Entladungen.

Klebeverbindungen sind nur mit Haftklebern möglich. Die dadurch entstehenden Klebenähte sind zwar gas-, luft- und feuchtigkeitsdicht, haben allerdings nur eine geringe mechanische Festigkeit.

Da Vorbehandlung, Primer und Kleber eine Einheit bilden, sollten Hersteller von Klebern oder der Anwendungstechnik zur Lösung von Klebproblemen angesprochen werden.

### Bedrucken, Prägen, Lackieren und Metallisieren

Die harte, glatte Oberfläche und gute Chemikalienresistenz von Ultraform® beeinträchtigen die Haftfestigkeit von Überzügen. Kunststoffübliche Vorbehandlungsmethoden liefern keine befriedigenden Ergebnisse.

Eine hohe Haftfestigkeit lässt sich ohne spezielle Vorbehandlung erzielen, indem bestimmte Druckfarben mit einer nachträglichen kurzzeitigen Beflammung oder Wärmelagerung kombiniert werden.

Für das Heißprägen stehen Prägefolien zur Verfügung, die auch ohne Vorbehandlung der Oberflächen ausreichend haften.

### Galvanisieren

Für die Herstellung von galvanisierten Formteilen ist eine Oberflächenvorbehandlung notwendig. Formteile aus Ultraform® lassen sich nach dem für ABS üblichen Verfahren galvanisieren. Die erste Verfahrensstufe – das Anätzen mit Chromschwefelsäure – ist jedoch durch eine Säurebehandlung in verdünnter Schwefel- oder Salpetersäure zu ersetzen.

Die Verwendung von salzsäurehaltigen Bädern sollte unbedingt vermieden werden.

Um verbleibende anhaftende Säurereste zu entfernen, müssen die Teile anschließend in ein leicht alkalisches Wasserbad eingetaucht und dann mit Wasser gründlich gespült werden. Der weitere Verfahrensgang ist ABS-üblich.

Temperaturwechseltests aus der Automobil- und Sanitärindustrie haben bestätigt, dass durch dieses Verfahren eine relativ feste Verankerung der Metallschicht auf dem Formteil erzielt wird.

### Laserbeschriften

Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Markierbarkeit von ungefärbtem und schwarz eingefärbtem Ultraform® durch verschiedene Laser. Für Beschriftungszwecke wird häufig der Nd:YAG-Laser mit einer Wellenlänge von 1064 nm eingesetzt. Mit diesem Laser lassen sich schwarz eingefärbte Ultraform®-Marken in der Regel mit gutem Kontrast hell beschriften. Die Schwarzeinfärbung 11020 liefert besonders kontrastreiche Beschriftungen.

Laser	Wellenlänge	Ungefärbtes Ultraform®	Ultraform® schwarz 120
UV	308 nm	–	helle Markierung
UV	355 nm	–	helle Markierung
Nd:YAG „grün“	512 nm	–	helle Markierung
Nd:YAG	1064 nm	–	helle Markierung
CO <sub>2</sub>	10,6 µm	Gravur	Gravur

Tabelle 4: Laserbeschriftbarkeit von Ultraform®

# Allgemeine Informationen

## Sicherheitshinweise

### Sicherheitsvorkehrungen bei der Verarbeitung

Ultraform® zersetzt sich bei übermäßiger thermischer Beanspruchung. Die dabei auftretenden Zersetzungsprodukte bestehen im Wesentlichen aus Formaldehyd – ein Gas, das schon in sehr geringer Konzentration stechend riecht und die Schleimhäute reizt. Infolge der Zersetzung kann sich im Zylinder der Verarbeitungsmaschine schnell ein hoher Gasdruck aufbauen, der sich bei verschlossener Düse schlagartig durch den Einfülltrichter entspannen kann.

Sind Düsen und Einfüllöffnung blockiert, besteht durch den steigenden Gasdruck im Zylinder die Gefahr, dass entweder die Verschraubung zwischen Zylinder und Zylinderkopf oder die Verschraubung zwischen Zylinderkopf und Düse nachgibt. Dies kann lebensbedrohlich sein. Es ist daher unerlässlich, vor Inbetriebnahme der Verarbeitungsmaschine die Mess- und Regeleinrichtungen auf ihre Funktionstauglichkeit zu überprüfen. Eine vollautomatische Fahrweise muss gewährleisten, dass technische Störungen an der Verarbeitungsmaschine frühzeitig erkannt und behoben werden können.

Bei sachgemäßer Verarbeitung von Ultraform® tritt im Bereich der Verarbeitungsmaschinen in der Regel nur sehr wenig Formaldehyd auf. Wird die Schmelze hingegen bei sehr hoher Temperatur und/oder langer Verweilzeit in der Verarbeitungsmaschine verarbeitet, kann ein stärkerer Formaldehydgeruch entstehen. Bei einer derartigen betrieblichen Störung, die sich außerdem durch bräunliche Verbrennungsschlieren auf den Formteilen bemerkbar macht, ist der Zylinder der Verarbeitungsmaschine durch Ausspritzen ins Freie leerspülen. Gleichzeitig muss die Zylindertemperatur herabgesetzt werden. Geruchsbelästigungen können reduziert werden, indem das geschädigte Material in einem Wasserbad abgekühlt wird.

Wir empfehlen die Einführung von Be- und Entlüftungsmaßnahmen, idealerweise durch die Montage einer Abzugshaube über der Zylindereinheit.

Gasprüfgeräte, die kontrollieren, dass landesspezifische Arbeitsplatzrichtwerte für Formaldehyd eingehalten werden, sind auf dem Markt erhältlich.

Verunreinigungen von Ultraform® mit Thermoplasten, die auf Polyacetale zersetzend wirken, z. B. PVC oder Kunststoffe, die Halogenbrandschutzmittel enthalten, sind unbedingt zu vermeiden. Schon geringe Mengen können bei der Verarbeitung eine unkontrollierte und rasante Zersetzung des Ultraform® hervorrufen.

Granulat und Fertigteile dürfen nicht in Kontakt mit starken Säuren (insbesondere konzentrierte Salzsäure) gebracht werden, da sie zersetzend auf Ultraform® wirken.

### Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz

Es wurden keine schädlichen Auswirkungen auf beschäftigte Personen gemeldet, die Ultraform® sachgemäß verarbeitet haben und deren Arbeitsbereiche gut be- und entlüftet werden.

Die landesspezifischen Arbeitsplatzrichtwerte für Formaldehyd sind einzuhalten.

### Lebensmittelrechtliche Bestimmungen

Die ungefärbten Standardmarken des Ultraform®-Sortiments, z. B. H2320 006 AT, N2320 003 AT, N2320 Aqua® AT, S2320 003 AT, S2320 Aqua® AT und W2320 003 AT, entsprechen in ihrer Zusammensetzung der derzeit gültigen Gesetzgebung für Kunststoffe im Lebensmittelkontakt in Deutschland, Europa und den USA. Die Konformität dieser Produkte wird darüber hinaus durch die Fertigung nach dem Food-Contact-Standard der GMP (Good Manufacturing Practice) gewährleistet. Detaillierte Auskünfte über den lebensmittelrechtlichen Status einer bestimmten Standardmarke, einer gefärbten Ultraform®-Marke oder einer Marke mit speziellen Ausrüstungen sind selbstverständlich erhältlich. Aktuelle Konformitätsbestätigungen bezogen auf die derzeit geltenden gesetzlichen Vorschriften können ausgestellt werden.

### Lagerung und Transport

Ultraform® wird als zylinder- oder linsenförmiges Granulat geliefert. Die Produkte sind in der Regel verarbeitungsfertig getrocknet und feuchtigkeitsdicht verpackt.

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

Ultraform® ist als nicht wassergefährdend eingestuft. Standardverpackungen sind ein Sack mit 25 kg und ein Oktabin mit 800 kg. Sämtliche Gebinde sind dicht verschlossen und sollten erst unmittelbar vor dem Verarbeiten geöffnet werden.

Bei einer Lagerung in trockenen, belüfteten Räumen verändert sich Ultraform® nicht. Nach längerer Lagerung (> 1 Jahr) oder der Aufarbeitung von angebrochenen Gebinden empfiehlt sich eine Vortrocknung, um eventuell aufgenommene Feuchtigkeit zu entfernen. Zur Lagerung sind die Hinweise auf den produktspezifischen Sicherheitsdatenblättern zu beachten.

### Einfärbungen

Ultraform® ist sowohl gefärbt als auch ungefärbt erhältlich. Die Eigenfarbe von ungefärbtem Ultraform® ist ein opakes Weiß. Mehrere Produkte sind zudem in verschiedenen Schwarztönen erhältlich. Einzelne Marken sind auf Anfrage in mehreren Farbtönen lieferbar.

### Entsorgung

Alle Ultraform®-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

Abfallprodukte, z. B. Formteile und Angüsse aus Ultraform®, können wiederverarbeitet werden, solange das Polymer nicht verunreinigt oder thermisch geschädigt ist. Falls das Mahlgut länger gelagert wurde, sollte es vor der Rückführung in den Verarbeitungsprozess getrocknet werden. Der maximal zulässige Mahlgutanteil ist abhängig von den maßlichen und mechanischen Anforderungen an die Formteile und muss in Versuchen ermittelt werden. Weitere Hinweise finden sich im Abschnitt „Wiederverarbeitung“.

## (Integriertes) Managementsystem

### QSGU-Management

Qualitäts-, Umwelt- und Energiemanagement sind zentrale Bestandteile der BASF-Unternehmenspolitik. Die Kundenzufriedenheit spielt dabei eine entscheidende Rolle. Folglich ist die kontinuierliche Verbesserung unserer Produkte und Leistungen im Hinblick auf Qualität, Umwelt, Sicherheit und Gesundheit unser vorrangiges Ziel.

Die Geschäftseinheit „Performance Materials“ der BASF verwendet ein integriertes Managementsystem, das die Aspekte von Qualität, Umwelt (inklusive Energie), Responsible Care®, Sicherheit und Gesundheit berücksichtigt.

Die Geschäftseinheit ist durch eine akkreditierte Zertifizierungsgesellschaft ausgezeichnet nach:

- Qualitätsmanagementsystem gemäß ISO 9001 und IATF 16949
- Umweltmanagementsystem gemäß ISO 14001
- Energiemanagementsystem gemäß ISO 50001

## Nomenklatur

### Aufbau

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

Ultraform®	Technische ID	Suffixe	Farbe
------------	---------------	---------	-------

### Technische ID

Die technische ID setzt sich aus einer Reihe von Buchstaben und Zahlen zusammen. Diese geben Hinweise auf die Schmelzefließfähigkeit sowie die Art verwendeter Verstärkungsmittel, Füllstoffe, Modifier oder Additive, deren Gehalt im Werkstoff und ggf. spezielle Ausrüstungen. Bei den meisten Produkten wird folgende Systematik verwendet:

N	2	3	2	0	0	0	3	5
W	2	3	2	0	0	0	3	
N	2	2	0	0	G	5	3	
N	2	6	4	0	Z	2		
H	4	3	2	0				

— Ziffern zur Charakterisierung der Polymer-Zusammensetzung

— Buchstabe zur Kennzeichnung der Fließfähigkeit

— Buchstabe zur Kennzeichnung der Art des verwendeten Verstärkungsmittels, Füllstoffs, Modifiers oder Additivs (andernfalls 0 oder kein Zeichen)

— Ziffer zur Kennzeichnung des Gehalts an Verstärkungsmitteln, Füllstoffen oder Modifiern (andernfalls 0 oder kein Zeichen)

— Weitere Ziffer(n) zur Kennzeichnung zusätzlicher Ausrüstungen (oder kein(e) Zeichen)

### Buchstaben zur Kennzeichnung der Schmelzefließfähigkeit

Die Schmelzefließfähigkeit entspricht der Stellung des Buchstaben im Alphabet: Je später der Buchstabe im Alphabet erscheint, desto höher ist die Schmelzefließfähigkeit. Am häufigsten werden die Buchstaben H, N, S und W verwendet.

Es gilt:

- H geringste Fließfähigkeit, niedrigster MVR-Wert
- W höchste Fließfähigkeit, höchster MVR-Wert

### Buchstaben zur Kennzeichnung der Art des verwendeten Verstärkungsmittels, Füllstoffs, Modifiers oder Additivs

- G Glasfasern
- M Mineral
- P Spezialgleitmittel
- U UV-stabilisiert
- Z TPU zur Zähmodifizierung

### Kennzahlen zur Beschreibung des Gehalts an Verstärkungsmitteln, Füllstoffen oder Modifiers

Am häufigsten werden die Nummern 2, 4, 5, 6 und 9 verwendet. Je höher die Zahl, desto höher der Gehalt.

Als Faustregel gilt:

- 2 ca. 10 Massen-%
- 4 ca. 20 Massen-%
- 5 ca. 25 Massen-%
- 6 ca. 30 Massen-%
- 9 ca. 45 Massen-%

### Suffixe

Suffixe werden gegebenenfalls verwendet, um auf spezielle Eigenschaften bezüglich Verarbeitung oder Anwendung hinzuweisen. Es handelt sich dabei häufig um Akronyme, deren Buchstaben aus dem englischen Begriff abgeleitet sind.

#### Beispiele von Suffixen:

- Aqua® Erfüllt bestimmte regulatorische Anforderungen für Trinkwasseranwendungen
- BMB „Bio Mass Balanced“: biomassenbilanzierte Produkte
- LEV „Low Emission Version“: emissionsarme Variante; geruchsarm
- LowPCF „Low Product Carbon Footprint“: Produkte mit reduziertem CO<sub>2</sub>-Fußabdruck
- PRO „Profile Covered Raw Materials Only“: erfüllt bestimmte regulatorische Anforderungen und Bedürfnisse für medizintechnische Anwendungen
- TR Tribologisch modifiziert

### Farbe

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

#### Beispiele für Farben:

- Ungefärbt
- Schwarz 00120
- Schwarz 00140 (bei Produkten, die mit thermoplastischem Polyurethan modifiziert sind)



## Sachverzeichnis

- A**
  - Ablaufschlauch 6
  - Allgemeine Hinweise 22 f.
  - Allgemeine Informationen 34 ff.
  - Alltägliche Anwendungen 6 f.
  - Anfahren 22
  - Angussgestaltung 25
- B**
  - Bearbeiten 32 f.
  - Bedrucken 32
  - Brennverhalten 20
  - Brüheinheit 6
- D**
  - Dreizonenschnecke 24
- E**
  - Eigenschaften 10 ff.
  - Einfärbungen 35
  - Einzugsverhalten 27
  - Elektrische Eigenschaften 20
  - Energiemanagement 35
  - Entformbarkeit 29
  - Entsorgung 35
  - Extrusionsmarke 20
- F**
  - Fahrzeuganwendungen 4 f.
  - Feder-Clip 7
  - Fließverhalten 28
  - Flüssigkeitsfalle 5
- G**
  - Galvanisieren 33
  - Gaszählergehäuse 7
  - Gesundheit am Arbeitsplatz 34
- I**
  - Implantierhilfe 9
  - Industrielle Anwendungen 8
  - Insulin-Pen 9
- K**
  - Kettenglieder 14
  - Klebeverbindungen 32
  - Kunststofflager mit
    - integrierten Eigenschaften für Lenksäulen 8
    - Verzahnung für Geldautomaten 8
  - Kunststoffteil für Wälzlager 8
- L**
  - Lackieren 32
  - Lager für Spülmaschinenkörbe 8
  - Lagerung 35
  - Laserbeschriften 33
  - Lautsprechergitter 5
  - Lebensmittelrechtliche Bestimmungen 35
- M**
  - Managementsystem 35
  - Marken mit speziellen Ausrüstungen 21
  - Maschinendüse 24
  - Medizintechnische Anwendungen 9
  - Mechanische Eigenschaften 10ff.
  - Metall-Einlegteile 25
  - Metallisieren 32
- N**
  - Nachbehandeln 32 f.
  - Nachschwindung 29 ff.
  - Nomenklatur 36
- P**
  - Prägen 32
- Q**
  - Qualitätsmanagement 35
- R**
  - Rad für Rollenbahnen 8
  - Räder für Fördersysteme 8
  - Reibungsverhalten 14 f.
  - Rohrverbindung 7
  - Rückströmsperre 24
- S**
  - Schwindung 29 ff.
  - Selbsteinfärben 22
  - Sicherheitsgurtschloss 5
  - Sicherheitsvorkehrungen 34
  - Sicherheit am Arbeitsplatz 34
  - Skin Stretcher 9
  - Sicherheitshinweise 34
  - Sortiment 20 f.
  - Spanende Bearbeitung 32
  - Spiegelaktuators 5
  - Spritzgießen 24
  - Spritzeinheit 24
  - Spritzgießwerkzeug 25

**S**pritzgießverarbeitung 26 ff.

Spritzgussmarken

- Standard 21
- Zähmodifizierte 21
- Mineralgefüllte 21
- Glasfaserverstärkte 21
- Tribologische 21

Sterilisation 19

**T**echnische ID 36

Thermische Eigenschaften 16

Toilettenspülung 7

Transport 35

**U**mweltmanagement 35

Unterbrechen 22

**V**erarbeitung 22 ff.

Verarbeitungsgeschwindigkeit 29

Verarbeitungstemperatur 26

Verbreichungssysteme für Arzneimittel 9

Verbindungsmethoden 32

Verhalten bei

- langzeitiger statischer Belastung 11 f.
- schwingender Beanspruchung 14
- Biegeweichselfestigkeit 14
- Belichtung 17
- Bewitterung 17

Verhalten gegenüber

- Chemikalien 18 f.
- energiereicher Strahlung 20
- Kraftstoffen 18 f.
- Wasser 18 f.

Verschleißschutz 24

Verschleißverhalten 14 f.

Verträglichkeit mit anderen Thermoplasten 23

Verwertung 35

Vorbehandlung 22

**W**erkzeugfüllung 27

Werkzeuggestaltung 25

Werkzeugtemperierung 26

Wiederverarbeitung 23

**Z**ähigkeit 12 f.



## Ausgewählte Produktliteratur zu Ultraform®:

- Ultraform® – Hauptbroschüre
- Ultraform® – Sortimentsübersicht
- Ultramid®, Ultradur® und Ultraform® – Verhalten gegenüber Chemikalien
- Engineering Plastics for Medical Solutions – Ultraform® PRO (POM) and Ultradur® PRO (PBT)
- Ultraform® Sustainable Solutions for a Better Future

### 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. (Juni 2024)

### Mehr Informationen über Ultraform® finden

Sie im Internet unter:

[www.ultraform.basf.com](http://www.ultraform.basf.com)

Besuchen Sie auch unsere Internetseite:

[www.plastics.basf.com](http://www.plastics.basf.com)

Bei weiteren Fragen wenden Sie sich gerne an unseren Distributor:

ALBIS Distribution GmbH & Co. KG

Mühlenhagen 35

D-20539 Hamburg

Germany

[www.albis.com](http://www.albis.com)

