



Technische Information **Polyamid (PA)**

Physikalisch-mechanische Eigenschaften

Normales Polyamid ist ein mittelschwerer, teilkristalliner technischer Thermoplast mit einem breiten Anwendungsgebiet. PA hat eine relativ hohe Wasseraufnahme („Hygroskopie“), die je nach Typ und Anwendung durch **Konditionieren** (Warmwasserlagerung) der Formteile dem Umgebungsklima angepasst werden kann, soweit eine Diffusion der Luftfeuchtigkeit nicht ausreicht. Erst dann weist normales PA seine **gute Zähigkeit, sehr gute Kerbschlagzähigkeit und gute Spannungsrisssbeständigkeit** (bei verringerter Härte und Festigkeit und bei Volumenänderung/Maßänderung) auf, die in vielen Fällen schon bei der Montage der Artikel gegeben sein muss.

Wurden Artikel aus Polyamid für längere Zeit trocken und warm gelagert, sollten sie vor der Montage durch Einschlagen oder Einpressen 24 - 48 h in warmes Wasser gelegt werden. Wegen der Wassereinlagerung dürfen Polyamidteile nicht im gefrorenen Zustand montiert werden.

PA **dämpft Schwingungen** und ist sehr **zeitstand-, ermüdungs- und abriebfest**. Glasfaserverstärktes PA ("PA/GF") weist einen höheren E-Modul und eine höhere Festigkeit auf. Das Abriebverhalten bei PA ist gut, bei Lageranwendungen ergibt ein Zusatz von MoS₂ ((Molybdän(IV)-sulfid, auch Molybdändisulfid) oder PTFE/Silicon ein ausgezeichnetes Gleit- und Notlaufverhalten.

PA lässt sich sägen, bohren, drehen, schleifen, polieren, schweißen, lackieren und bedrucken.

Optische und chemische Eigenschaften

Polyamide lassen sich anhand der in ihren Polymerketten enthaltenen Anzahl von polaren Amidgruppen in verschiedene Grundtypen einteilen: 4.6, 6, 6.6, 6.10, 11, 12.

Nicht eingefärbtes Polyamid weist je nach Typ eine **gelblich-weiße, schwachweiße oder wässrig-weiße Eigenfarbe** auf und ist einfärbbar. PA vergilbt durch Alterung und UV-Bestrahlung. Daher ist eine Langzeit-Farbkonstanz bei naturfarbenen Artikeln meist nicht gegeben.

PA hat eine **gute Resistenz gegen**

- aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe
- Benzin
- Öle
- Fette
- einige Alkohole
- Ester

- Ketone
- Ether
- organische und anorganische Basen bis zu mittleren Konzentrationen
- chlorierte Kohlenwasserstoffe wie Tetrachlorkohlenstoff, Freon, Frigen sowie
- Farben und Lacke-

Chloroform und Methylenchlorid bewirken eine starke Quellung. Alkohole wie Methanol und Äthanol wirken ähnlich wie Wasser oder Meerwasser (leichte Quellung, geringfügige Reduzierung der mechanischen Festigkeiten).

PA ist **nicht beständig gegen**

- Lösungen von Oxidationsmitteln
- Mineralsäuren
- Ameisensäure
- starke Laugen
- Phenole
- Kresole und
- Glykole.

Witterungs- und Alterungsbeständigkeit

PA ist **ausreichend alterungs- und witterungsbeständig**. Bei Außenanwendung kann durch gezielte Einfärbung, z.B. mit Ruß, die Beständigkeit erhöht werden. Bei glasfaserverstärktem Polyamid hat die Oberflächenvergrößerung durch die Glasfasern eine stärkere Beanspruchung der Außenflächen zur Folge, welche die mechanischen Eigenschaften aber nicht nennenswert beeinflusst. Die Zugabe von geeigneten **UV-Stabilisatoren** (HALS) kann die Außenanwendbarkeit von PA-Formteilen mit beliebigen Einfärbungen auf Jahrzehnte ausreichend stabilisieren.

Sondereinstellungen

- Glasfasern und andere festigkeitssteigernde Füllstoffe
- MoS₂ und PTFE/Si für sehr gutes Gleitverhalten
- div. Stabilisatoren
- leitfähige Stoffe zur Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit

Produktbereiche

- Fasern
- Gewebe
- Rohre
- Rohrverbinder
- Schrauben, Muttern, Unterlegscheiben

- Zahnräder
- Tür- und Möbelbeschläge
- Gleitlager, Gleitelemente, Lagerbuchsen
- Lüfterräder
- Pumpengehäuse
- Filterkörper.

Thermische Eigenschaften

PA 6 und PA 6.6 sind kältebeständig bis mindestens -30 °C und dauerwärmebeständig bis höchstens +105 °C, PA 6.6 bis maximal +120°C. PA 11 und PA 12 sind kältebeständig bis mindestens -50 °C und dauerwärmebeständig bis höchstens +80 °C. Durch Zusatz von Stabilisatoren sowie Weichmachern kann die Kälte- bzw. Wärmebeständigkeit auf Werte von -60 °C bzw. +110 °C, kurzzeitig bis 160 °C erhöht werden. Gluteigenschaften und Wärmeformbeständigkeit sind bei normalem Polyamid gut. Bei glasfaserverstärktem Polyamid stellt sich durch die Dochtwirkung der Glasfasern eine mäßige Brennbarkeit ein. Die Wärmeformbeständigkeit ist noch besser als bei unverstärktem Polyamid. Auch unter zunehmender Wärmeeinwirkung zeichnet sich Polyamid durch seine gute Maßhaltigkeit aus. Bei glasfaserverstärktem Polyamid fällt die Ausdehnung noch geringer aus. Abhängig von der Belastung und der Gestalt der Artikel sind diese Dauergebrauchstemperaturen zwischen ca. -40 und 80-120°C aussetzbar. Polyamid beginnt, sich oberhalb von 300°C zu zersetzen. Eine Entzündung erfolgt ab ca. 450-500°C. Dabei brennt es schwach mit deutlichem Geruch nach verbranntem Horn und tropft knisternd ab, zieht Fäden und verlöscht zumeist nach kurzer Zeit. Kurzzeitig kann PA 6 auch Temperaturen bis 200°C widerstehen und PA 6.6 mit 50% Glasfasern kann sogar Temperaturen bis 250°C kurzzeitig widerstehen.

Physiologisches und Fügeverhalten

Bei längerer Hitzeeinwirkung ist der Kontakt mit wasserhaltigen Lebensmitteln bedenklich. Trockene, unverstärkte Spritzgussteile aus Polyamid lassen sich gut und mit hoher Festigkeit

- Ultraschallschweißen
- Reib- oder Vibrationsschweißen und
- Heizelementschweißen.

Feuchtigkeit und Glasfasern reduzieren die Schweißgüte.

Zum **Kleben** eignen sich besonders

- auf Polyamid abgestimmte Lösungsmittel
- Lacke auf Phenol- oder Resorcinbasis
- konzentrierte Ameisensäure
- Haftklebstoffe und
- Cyanatkleber.

All diese Information basieren auf unserem aktuellen Kenntnisstand und erfolgen nach bestem Wissen und Gewissen, aber ohne Garantien und entbinden unsere Kunden nicht von Eigenversuchen.



Technische Information **Polyamid (PA)** unverstärkt
 Technical information **nylon** unreinforced

	Einheit Unit	Prüfmethode Test method	Wert Result
Allgemeine Eigenschaften General Characteristics			
Dichte Density	g/cm ³	ISO 1183	1,08-1,19
Wasseraufnahme in 23 °C / 50% r.F. Water absorption in 23 °C / 50% r.H.	%	62	1-9
mechanische Eigenschaften Mechanical characteristics			
Kerbschlagzähigkeit Charpy 23 °C, spritzfrisch Izod impact strength at 23 °C	kJ/m ²	ISO 179	3-80
Schlagzähigkeit Charpy 23 °C, spritzfrisch Charpy impact strength at 23 °C	kJ/m ²	ISO 179	3-90
Zug - E - Modul, spritzfrisch Tensile modulus	MPa	ISO 527	1.600-3.900
Zugfestigkeit, spritzfrisch Tensile strength at yield	MPa	ISO 527	45-95
Reißdehnung, spritzfrisch Elongation at break	%	ISO 527	5-150
Streckdehnung, spritzfrisch Elongation at yield	%	ISO 527	3-30
Physikalische und thermische Eigenschaften Physical and thermal characteristics			
Spezif. Durchgangswiderstand, trocken Volume resistivity, dry	Ohm m	IEC 60093	1E13-1E15
Dauergebrauchstemperatur Continuous operating temperature	°C	-	-40...+80
Temperaturgrenze kurzzeitig Temperature limit (short duration)	°C	-	170
Wärmeformbeständigkeitstemperatur HDT 0,45 MPa Heat distortion temperature HDT 0,45 MPa	°C	ISO 75	135-225
Wärmeformbeständigkeitstemperatur HDT 1,81 MPa Heat distortion temperature HDT 1,81 MPa	°C	ISO 75	55-95
Brennverhalten Flammability rating		UL 94	HB-VO
Beständigkeit gegen schwache/starke Säuren Resistance to weak/strong acids			schlecht/schlecht bad/bad
Beständigkeit gegen schwache/starke Basen Resistance to weak/strong alkalis			mittel/schlecht fair/bad
Beständigkeit gegen organische Lösungsmittel Resistance to organic solvents			gut good
Beständigkeit gegen Öle und Fette Resistance to oils and greases			gut good
Beständigkeit gegen UV-Strahlung/Ozon Resistance to UV/ozone			mittel/schlecht fair/bad



Technical information **nylon**

Physical and Mechanical Properties

Normal nylon is a middle-weight, partially crystalline technical thermoplastic material with a wide range of applications. Nylon absorbs a relatively high amount of water ("hygroscopy") and, depending on the type of nylon and its application injection moulded parts can be acclimatised to the ambient climate by **conditioning** (storing in warm water), as far as diffusion of atmospheric humidity doesn't suffice. Only then does normal Nylon demonstrate its **good ductility, excellent notch impact strength, good abrasion resistance, good damping and good resistance to stress cracks** (followed by reduced hardness and strength and by volume change / measure change). These qualities normally have to be present in the nylon when the parts are being assembled.

If parts made from nylon have been stored at a dry and warm place, then they should be kept in warm water for 24-48 hours before assembly by hammering or pressing. Nylon parts should not be assembled in frozen condition.

Nylon is characterised by **very high service life and resistance to aging**. Glass fibre reinforced nylon displays a higher E-module and a higher toughness. The **abrasion behaviour is good**. If used with bearings, an additive of MoS2 or PTFE/Silicone gives excellent slip and minimal lubrication qualities.

Nylon is **suitable for sawing boring, turning, grinding, polishing, welding (see below), lacquering and printing**.

Optical and Chemical Properties

Nylons can be disposed by their polar amide groups in their polymer chains upon others into following basic grades: 4.6, 6, 6.6, 6.10, 11, 12.

Depending on the type of nylon the **basic tint is yellow-white, water-white or light-white** and is all-round dyeable. Nylon goes yellow with age and if it is exposed to UV-rays. Thus the colour is not consistent over a long period if used in parts in its natural colour.

Given increased crystalline properties nylon displays **good resistance to** -
 -aliphatic and aromatic hydrocarbons
 -oil
 - lubricants
 - grease
 - some types of alcohol
 - ester
 - ketones
 - ether

-organic and inorganic bases up to a medium concentration
 - chlorated hydrocarbons such as carbon tetrachloride, Freon, Frigen
 - paints and varnishes.

Chloroform and methyl chloride produce very strong swelling. Alcohols such as methanol and ethanol have a similar effect as water or salt-water (light swelling, low reduced mechanical strength).

Nylon is **not resistant to**

- solutions of oxidisation media
 - mineral
 - formic acid
 - strong lyes
 - phenols
 - cresols and
 - glycols.

Resistance to Weather and Ageing

Nylon is **adequately resistant to ageing and weather conditions**. For external use the level of resistance can be increased by using a correct colouration , e.g. soot. In the case of glass fibre reinforcing Nylon the surface enlargement of parts produced by the glass fibre means that surface of parts is more stressed. The mechanical properties are not influenced to any great extent. Addition of suitable **UV stabilisers** (HALS) prolongates outdoor usage of PA moulded parts in any colours up to 10-20 years.

Special Uses

- Glass fibre and other fillers which increase strength
 - MoS2 and PTFE/Silicone designed to improve slide qualities
 - various stabilisers
 - materials with good conductivity or the improvement of the electrical conductivity.

Product Ranges

- fibres
 - textiles
 - tubes
 - tube connectors
 - screws, nuts and washers
 - cogs
 - door and furniture fittings
 - slide bearings, sliding elements, bearing sleeves
 - fan wheels
 - pump casings
 - filter pads

Thermic Properties

Nylon 6 and nylon 6.6 are cold-resistant to at least -30 °C and long-term heat resistant to at most +105 °C, nylon 6.6 to at most +120°C. Nylon 11 and nylon 12 are cold-resistant to at least -50 °C and long-term heat resistant to at most +80 °C. By addition of stabilizers as well as plasticisers cold and heat resistance can be enlarged to values of -60 °C up to +110 °C, temporary up to 160 °C. Glow properties and thermal forming consistency are good in the case of normal nylon. In the case of glass fibre reinforced nylon the wick effect of the glass fibre leads to a moderate flammability. The thermal forming consistence is even better than with non-reinforced nylon. Under increasing heat nylon keeps its shape very well. In the case of glass fibre reinforced nylon the heat expansion is still smaller. Depending on load and the design of the parts the range of temperature for continuous use is between approx. -40°C and 80-120°C. Nylon begins to disintegrate at temperatures above 300°C. It lites into flames upwards of about 450-500°C. It burns with a low flame and a significant smell of burnt animal horn and then it begins to drip and crackle, forms strands, and in most cases the flames go out after a short time. For a short time nylon 6 can also withstand temperatures of up to 200°C and nylon 6.6 with 50% glass fibre can withstand temperatures of up to 250°C.

Physiological Behaviour and Joint

It is not advisable to bring nylon into contact with foodstuff, which contain water if these are subject to heat for a longer period of time. Dry, non-reinforced injection-moulded parts made of nylon can be welded via
 - ultrasonic welding
 - friction- or vibration welding and
 - hot element welding
 to give sound, tough joints. Dampness and glass fibre reduce the weld ability.

For purposes of **adhesion**

- solvents tuned to nylon
 - varnishes based on phenol or resorcinol
 - concentrated formic acid
 - impact adhesives and
 - cyanate glues
 are particularly suited for nylon.

All this information supplied is based on our present-day state of knowledge and supplied to the best of our knowledge and belief, but without any warranties, and does not release our customers from tests of their own.