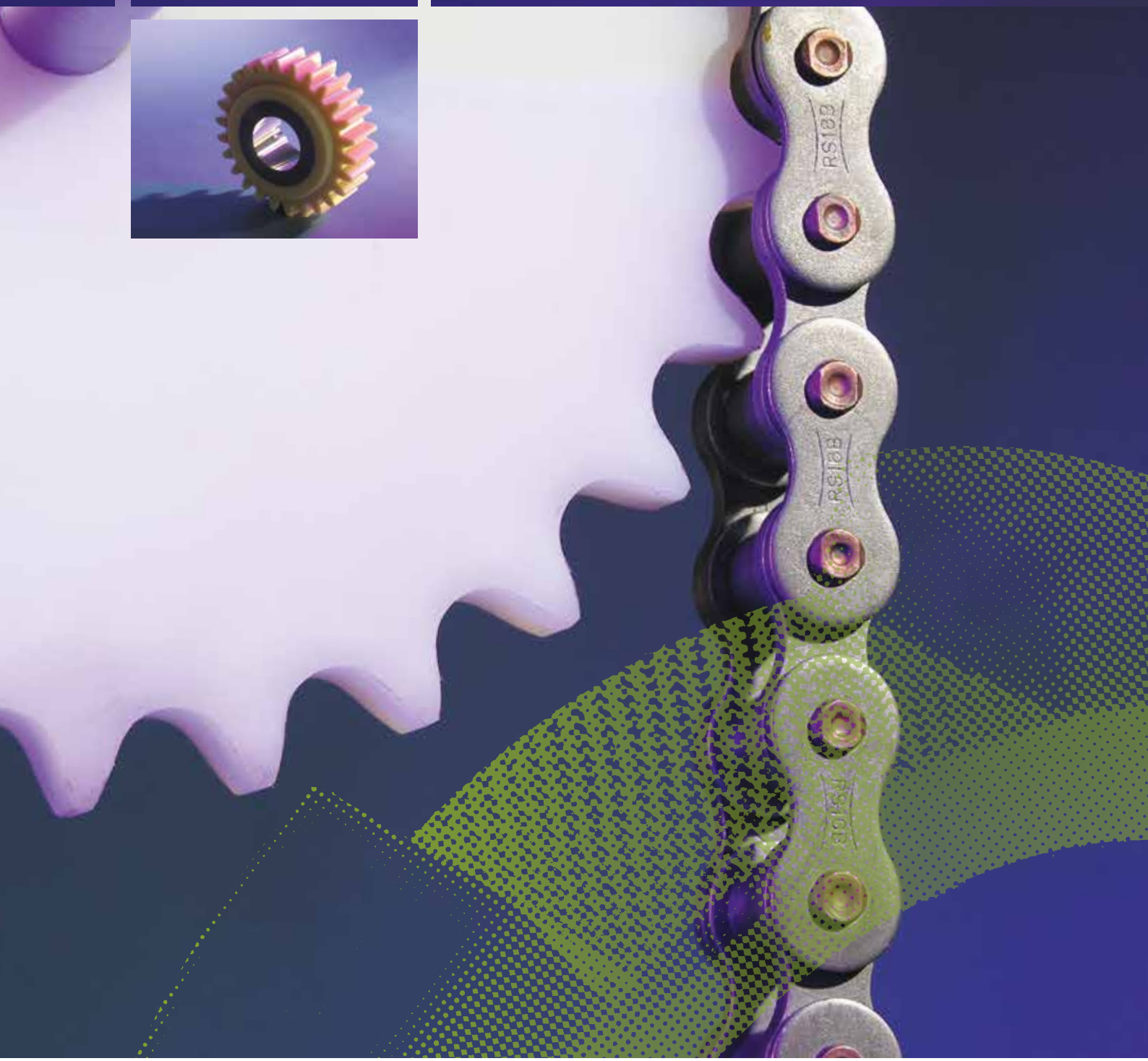
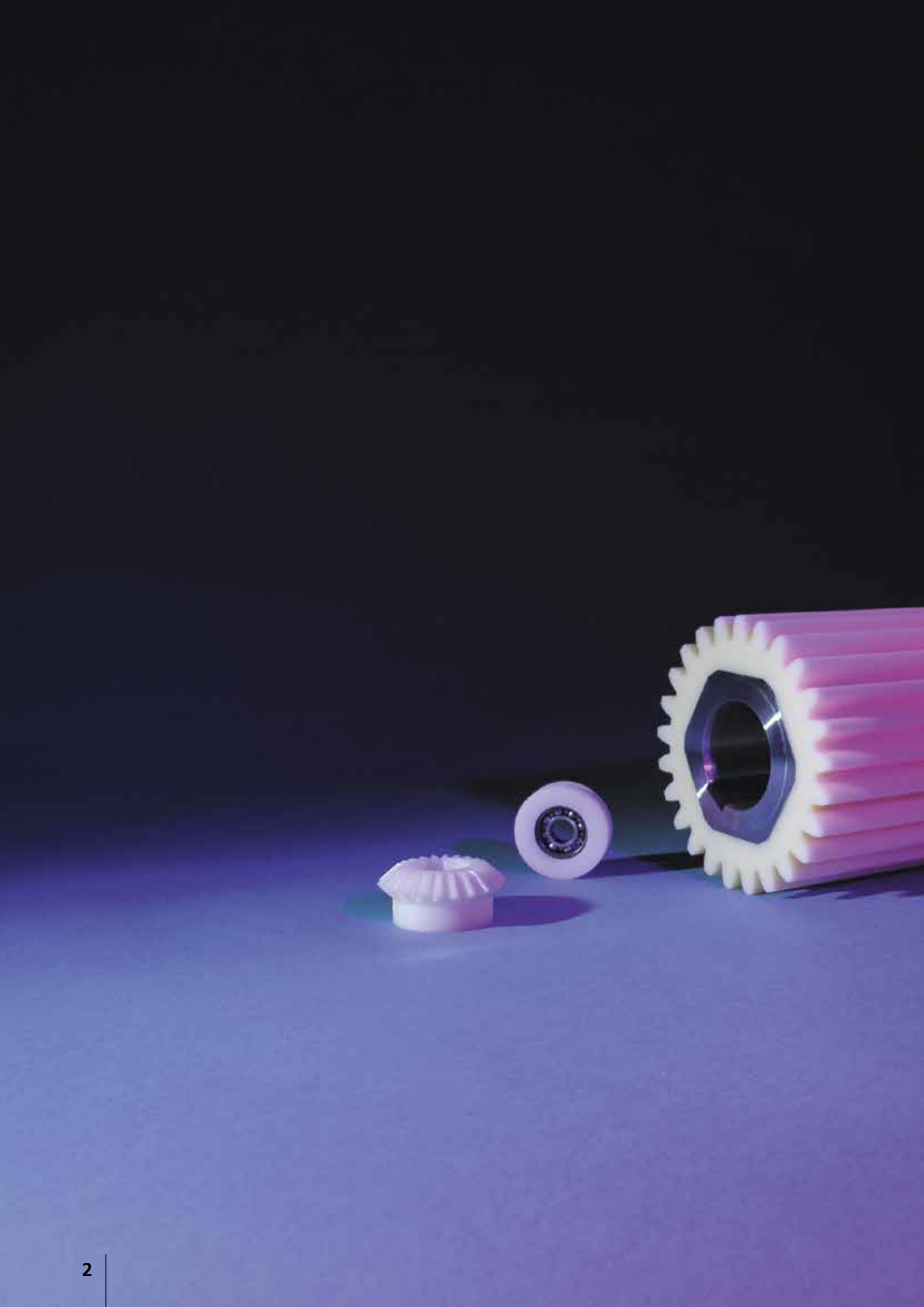
HAWAMID PA 12G Polyamid 12 Guss

HAWACAST
Kunststofftechnik

www.hawacast.de





Inhalt | Content

1.0 Unternehmen	**04**
1.1 HAWACAST	05
1.2 Umweltschutz	06
1.3 Beratung, Service	07
2.0 HAWAMID PA 12G	**08**
2.1 Herstellung	10
2.1.1 Formenbau	12
2.1.2 druckloses Gießverfahren	12
2.1.3 Kristallisation	13
2.1.4 mechanische Bearbeitung	13
2.2 Besonderheiten	
2.2.1 HAWAMID PA12G + FE	14
2.2.2 HAWAMID PA12G + Öl	16
2.2.3 HAWAMID PA12G + Farbe	17
2.3 Qualitätsmanagement	
2.3.1 Nachtempern	18
2.3.2 Röntgen	18
2.3.3 Vicat-Messung	19
2.4 Eigenschaften und Vorteile	20
3.0 Anwendungen	
3.1 Zahnräder	28
3.2 Kettenräder	29
3.3 Laufrollen	30
3.4 Seilrollen	31
3.5 Gleitlager, Gleitplatten	32
3.6 Dichtungen	33
3.7 Kurvenscheiben	34
3.8 Pumpenlaufräder, Pumpenrückwand	34
3.9 Spindelmuttern	35
4.0 Lieferprogramm	
4.1 Halbzeuge	36
4.1.1 Platten, Blöcke, Leisten	37
4.1.2 Zylinder, Scheiben	38
4.1.3 Zylinder, Scheiben m. Metallnabe	39
4.1.4 Stangen, Stäbe	40
4.1.5 Hohlzylinder, Rohre, Ringe	41
4.2 Zuschnitte	42
4.3 Sonderformate	43
4.4 Fertigteile	44
5.0 Technischer Anhang	
5.1 Diagramme	46
5.2 Tabellen	
5.2.1 Tabelle Werkstoffeigenschaften	52
5.2.2 Tabelle Chemische Eigenschaften	58

Company	04
HAWACAST	05
Environmental protection	06
Advice, service	07
HAWAMID PA 12G	08
Production	10
Mould design and construction	12
Pressureless casting method	12
Crystallisation	13
Machining	13
Features	
HAWAMID PA12G + FE	15
HAWAMID PA12G + oil	16
HAWAMID PA12G + colour	17
Quality management	
Post-annealing	18
X-ray examination	18
Vicat measurement	19
Properties and advantages	20
Applications	
Gear wheels	28
Sprockets	29
Runners	30
Pulleys	31
Friction bearings, sliding plates	32
Gaskets	33
Cam discs	34
Pump impellers, pump back plate	34
Spindle nut	35
Product range	
Semi-finished products	36
Plates, blocks, strips	37
Cylinders, discs	38
Cylinders, discs with hub	39
Bars, poles	40
Hollow cylinders, pipes, rings	41
Blanks	42
Special formats	43
Formed parts	44
Technical appendix	
Diagrams	46
Tables	
Table Material properties	55
Table Chemical properties	58

1.0 Unternehmen | Company

Wir sind ein hoch spezialisierter Hersteller von HAWAMID PA 12G – einem drucklos gegossenen Polyamid 12. Die Materialeigenschaften dieses Hochleistungs-Kunststoffes können vereinfacht als hart, zäh und verschleißfest bezeichnet werden. Das Besondere an HAWAMID PA 12G ist das Zusammentreffen entscheidender Eigenschaften. Alternative Werkstoffe wie POM oder PA 6G verfügen bei einzelnen Materialparametern wie Festigkeit, Wärmeformbeständigkeit oder Abriebbeständigkeit über bessere Ergebnisse – allerdings nur unter isolierter Betrachtung. Kommen Umgebungseinflüsse wie Feuchtigkeit, Hitze, Kälte, chemische Stoffe etc. hinzu, sinken die Materialwerte meist rapide ab.

HAWAMID PA 12G behält seine mechanischen Werte über ein breites Temperaturintervall, hat die geringste Wasseraufnahme aller Polyamide und ist weitgehend chemikalienresistent. Das Zusammenspiel von geforderten mechanischen Eigenschaften unter den bestehenden Umgebungseinflüssen in der konkreten Anwendung ist das Entscheidende.

Seine Verwendung findet HAWAMID PA 12G als robuster Konstruktionswerkstoff im Maschinen- und Anlagenbau, der Förder- und Antriebstechnik oder überall dort, wo die besondere Kombination der Materialeigenschaften anderen Kunststoffen oder auch metallischen Werkstoffen überlegen ist.

We are a highly specialised manufacturer of HAWAMID PA 12G – a polyamide 12 produced through pressureless casting. Put simply, the material properties of this high-performance plastic can be said to be hard, tough and wear-resistant. The special feature of HAWAMID PA 12G is that it combines two important properties. Alternative materials such as POM or PA 6G may have individual material parameters that are superior in terms of e.g. strength, heat deflection temperature or abrasion resistance – but only if observed in isolation. As soon as they are subjected to environmental stress such as dampness, heat, cold, chemical substances etc., the material property values generally decrease rapidly.

HAWAMID PA 12G maintains its mechanical properties across a wide range of temperatures, absorbs the least amount of water amongst all polyamides and, to a great extent, is resistant to chemicals. What is decisive is the interaction between the required mechanical properties in the correct application under the prevailing environmental conditions.

HAWAMID PA 12 G is used as a sturdy structural material in machinery and plant engineering, hoisting/conveying and drive engineering or anywhere else where the unusual combination of the material properties is superior to other plastics or metallic materials.

1.1 HAWACAST | HAWACAST

Die HAWACAST GmbH startete 1999 mit der Produktion von HAWAMID PA 12G in der vollständig neu eingerichteten Halle in Ochsenhausen. Konstante Qualität, Service, Kundennähe und Liefertreue von HAWACAST sprachen sich schnell herum und die Produktionszahlen stiegen stetig. Das rasante Wachstum machte schon bald die Erweiterung der Produktion notwendig. Seit 2008 stehen mit dem Erweiterungsbau nun 2 Gießanlagen und 1100 m² Produktionsfläche zur Verfügung.

Das Zusammenspiel aus modernsten Anlagen und bestens geschulten und motivierten Mitarbeitern machen HAWACAST zum gefragten Lieferanten – Erfahrung und Kundenservice machen uns zum gefragten Partner.

HAWACAST GmbH started 1999 with the production of HAWAMID PA 12G in the completely refurbished and newly equipped factory building in Ochsenhausen. Word about HAWACAST's consistent quality, service, customer proximity and on-time delivery got around quickly and production figures increased steadily. Thanks to the rapid growth, the production site soon had to be extended. With the completion of the extension in 2008, the company now has 2 casting plants and 1100 m² production space to its disposal.

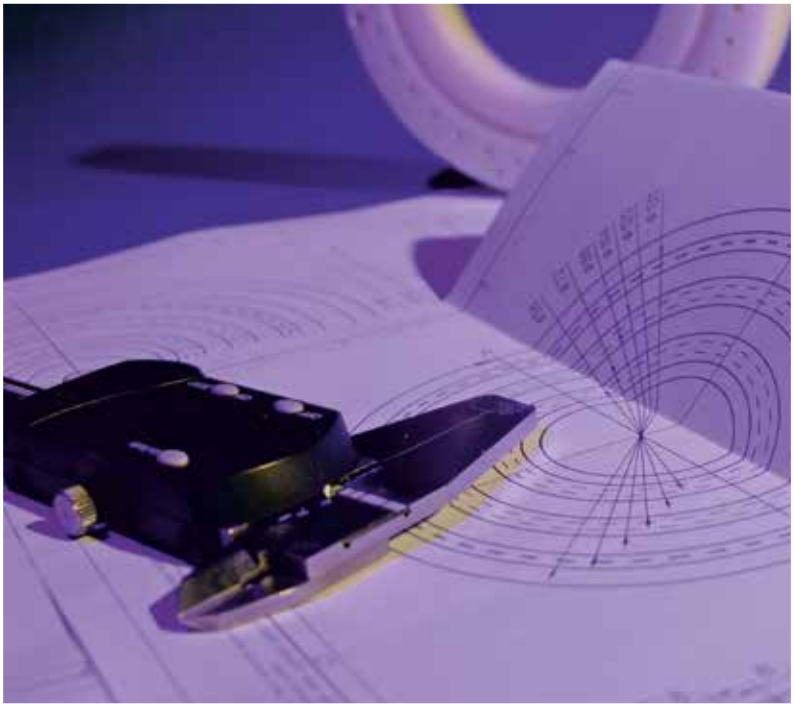
The combination of state-of-the-art machines and highly trained and motivated employees make HAWACAST a much sought-after supplier – experience and customer service make us a much sought-after partner.

1.2 Umweltschutz | Environmental protection

Die Herstellung von PA 12G erfordert einen hohen Einsatz an Primärenergie. Dieser hohe Energieeinsatz ist durch die herausragenden Eigenschaften und lange Lebensdauer von PA 12G mehr als gerechtfertigt. Trotzdem wollen auch wir alles tun, um unseren ökologischen Fußabdruck so klein wie möglich zu halten. Deshalb setzen wir auf Strom aus regenerativen Energieträgern und verringern dadurch die CO_2-Emission um ca. 80 Tonnen jährlich.
Im Zuge der Erweiterung unserer Produktionsanlagen haben wir auch in eine hochmoderne Filteranlage zur Reinigung unserer Abluft investiert. Als nächstes Projekt steht die Rückgewinnung der Abwärme an.
Wir tun das nicht, weil wir müssen – sondern weil wir wollen!

Manufacturing PA 12G requires a large amount of primary energy. However, the use of so much energy is more than justified by the outstanding properties and long service life of PA 12G. Nonetheless, we want to do everything in our power to keep our ecological footprint as small as possible. For that reason we use electricity generated from regenerative energy sources and are thus able to reduce our annual CO_2 emissions by approx. 80 tonnes.
While extending our production facilities, we also invested in a state-of-the-art filtration system that filters our exhaust air. Our next project will involve the recovery of our waste heat.
We are doing this not because we have to – but because we want to!

1.3 Beratung, Service | Advice, service



HAWAMID PA 12G ist ein zähharter Hochleistungskunststoff – richtig eingesetzt fast unschlagbar. HAWACAST ist Hersteller mit jahrzehntelanger Erfahrung und immer beratender Partner der weiterverarbeitenden Industrie. Profitieren Sie von unseren spezialisierten Erfahrungen über die Einsatzmöglichkeiten in Ihrem spezifischen Anforderungsfall. Wir berechnen und optimieren gemeinsam mit Ihnen die Bauteile und stimmen diese auf Ihre und unsere Produktionsbedingungen ab.
Bei geringeren Anforderungen an den Werkstoff bieten wir Ihnen gerne auch kostengünstigere Alternativwerkstoffe an.

HAWAMID PA 12G is a tough and hard high-performance plastic – if used properly it is almost unbeatable. HAWACAST is a manufacturer with decades of experience and has always been a consulting partner to the processing industry. Benefit from our specialised experience on the range of possibilities available for your specific application. With your help we will calculate and optimise the parts and adapt them according to our and your production conditions.
If the demands on the material are less stringent we will also be happy to offer cheaper alternative materials.

2.0 HAWAMID PA 12G

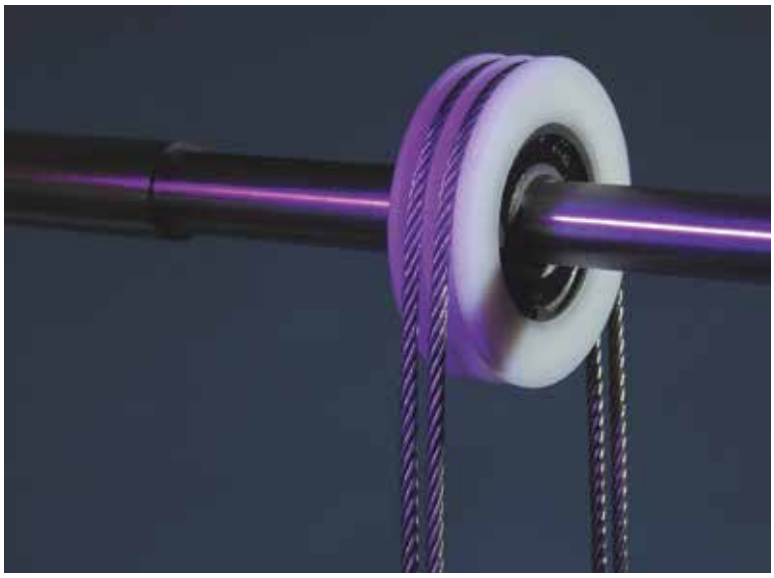
HAWAMID PA 12G

HAWAMID PA 12G ist ein zäher, harter und verschleißfester Hochleistungskunststoff – aus der Gruppe der Polyamide der widerstandsfähigste und der mit der geringsten Wasseraufnahme. Überall dort, wo große Kräfte auftreten, oft gepaart mit weiteren Anforderungen wie hoher Maßhaltigkeit, extremen Einsatztemperaturen, aggressiven Medien, Notlaufeigenschaften und geringem Gewicht, kommt HAWAMID PA 12G zum Einsatz. Aus den gegossenen Halbzeugen werden in spanender Bearbeitung Konstruktionselemente wie Zahnräder, Gleitlager, Laufrollen, Seilrollen oder Führungseinheiten gefertigt.
Richtig eingesetzt führt die Anwendung von HAWAMID PA 12G zu hohen Kostenersparnissen. Das Bauteil selbst ist meist teurer, aber eine geringer dimensionierte Konstruktion, längere Wartungsintervalle, weniger Reklamationen, weniger Reparaturen, weniger Ausfallzeiten und höhere Produktsicherheit gleichen die anfänglich höheren Investitionen mehr als aus.

Durch den Produktionsprozess können wir die Materialeigenschaften hinsichtlich der Verschleißfestigkeit und der Schlagzähigkeit beeinflussen. Das standardmäßig hergestellte HAWAMID PA 12G HW ist auf hohe Härte und Verschleißfestigkeit eingestellt. Wenn bei einer Anwendung eher ein gutes Dämpfungsverhalten, hohe Kerbschlagzähigkeit und erhöhte Elastizität gefordert sind, dann bietet sich unser HAWAMID PA 12G HI an. Diese etwas weicher eingestellte Qualität hat dann aber auch eine höhere Kerbschlagzähigkeit, eine geringere Zugfestigkeit und einen evtl. höheren Verschleiß (siehe Tabellen im Anhang).

HAWAMID PA 12G is a tough, hard and wear-resistant high-performance material – the most resistant and least water-absorbent amongst the group of polyamides. HAWAMID PA 12G is used wherever forces are great and often where additional requirements must be met, such as high dimensional stability, resistance to extreme temperatures and aggressive substances, antifriction properties and low weight. Once the moulded parts have been produced they are machined into gear wheels, friction bearings, runners, pulleys or guides.
If used properly, HAWAMID PA 12G can considerably reduce costs. The part itself will generally be more expensive, but the smaller design, longer maintenance intervals, less frequent complaints, fewer repairs, shorter downtimes and increased product safety more than compensate the higher initial investment costs.

The material properties wear resistance and toughness can be modified through the production process. HAWAMID PA 12G HW produced in the standard production process is extremely hard and wear-resistant. If an application requires good damping properties, high impact strength and increased elasticity, our HAWAMID PA 12G HI would be an option. This slightly softer grade, however, comes with increased impact strength, lower tensile strength and possibly lower wear resistance (see tables in appendix).



Oben: das Monomer Laurinlactam
Links: Doppelseilrolle mit eingepresstem Kugellager
Rechts: Zahnräder in natur, gelb und schwarz

Top: the monomer laurinlactam
Left: dual pulley with pressed-in bearing
Right: gears in natural, yellow and black

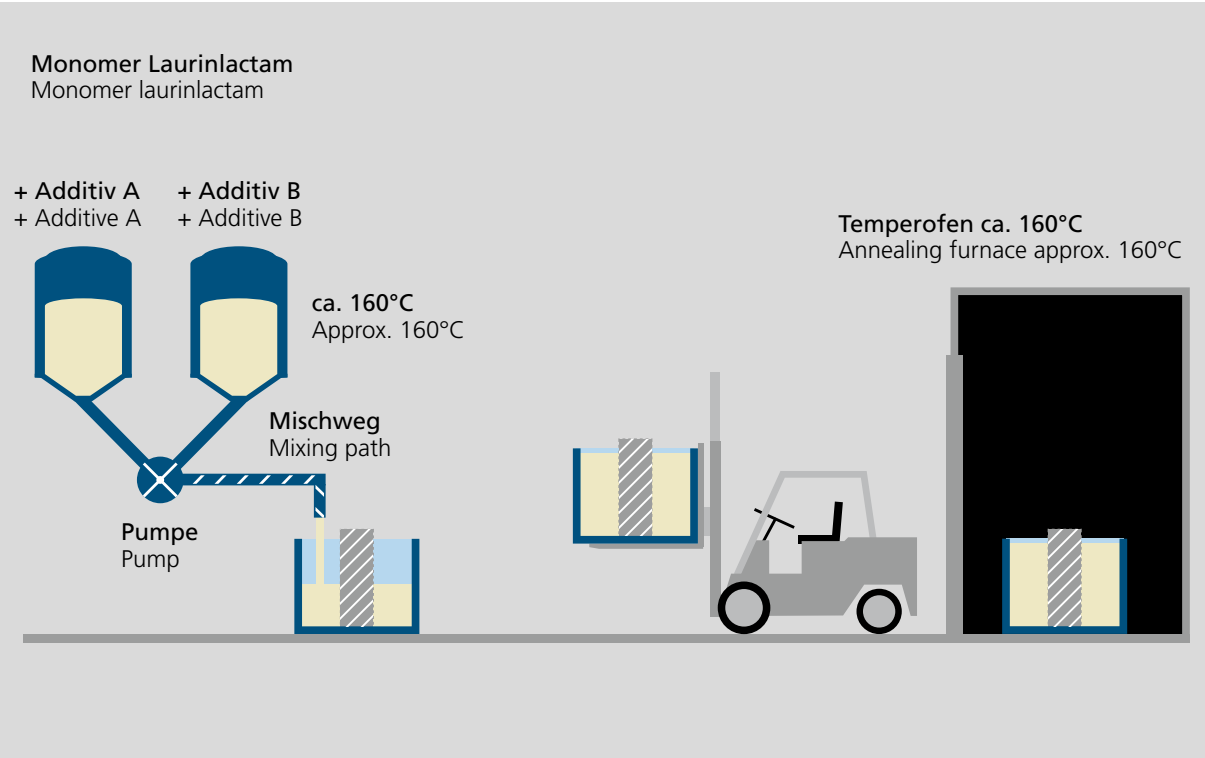
Oben: Sichterrad zur Herstellung von Feinststäuben, Betrieb mit ca. 10 000 Umdrehungen/Minute. Der präzise Antriebswellensitz aus Edelstahl ist unlösbar eingegossen. HAWAMID PA 12G ist verschleißfest gegenüber abrasiven Medien und hat eine geringe Schwungmasse.

Top: separating rotor for producing fine dusts, operates at approx. 10,000 revolutions/minute. The drive shaft bushing made of stainless has been permanently cast into the separating rotor. HAWAMID PA 12G is wear-resistant to abrasive substances and has a low centrifugal mass.

2.1 Herstellung | Production

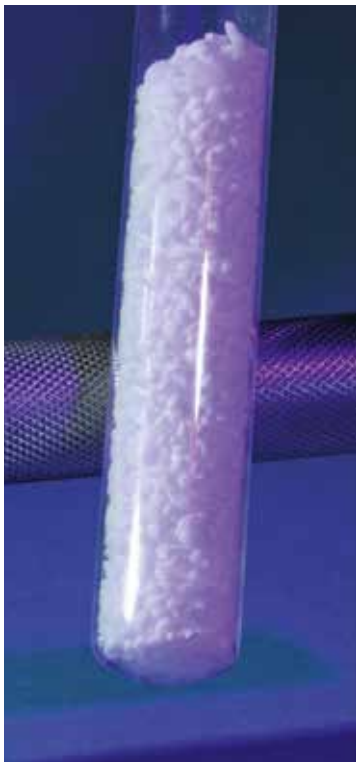
In 2 Autoklaven wird das Monomer Laurinlactam unter Luftabschluss bei ca. 160°C aufgeschmolzen und mit unterschiedlichen Additiven vermengt. Erst im Gießvorgang werden die Inhalte der beiden Behälter vermischt, in die vorgeheizten Formen gefüllt und zurück in den Temperofen gestellt.

Under exclusion of air the monomer laurinlactam is molten in 2 autoclaves and mixed with various additives. Not until the casting process are the contents of the two containers mixed together, poured into the pre-heated moulds and returned to the annealing furnace.



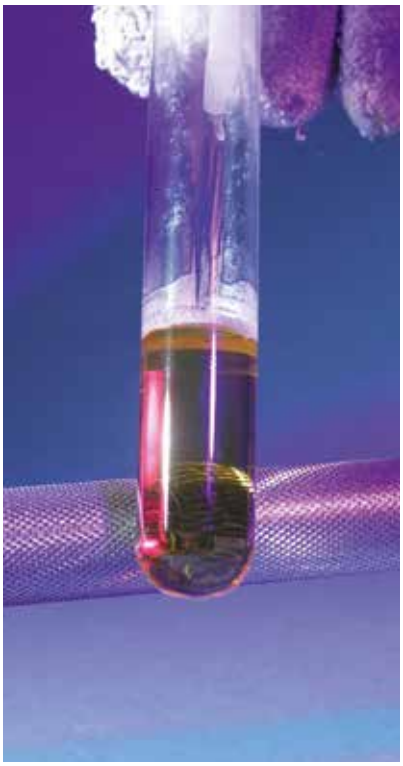
Nach ca. 10 Minuten ist die anionische Polymerisation so weit fortgeschritten, dass das PA 12G fest ist – nach 2-3 Stunden geht die Polymerisationsphase in die Kristallisationsphase über. Der Gießling bleibt weitere 12 bis 18 Stunden, bis zum Abschluss der Kristallisation, bei ca. 160°C im Temperofen. Bei der Kristallisation verdichtet sich das Polyamid 12G und schwindet um ca. 10%. Dieser aufwändige und energieintensive Kristallisationsvorgang macht den Unterschied – mechanisch und chemisch. Zum Vergleich: PA 6 ist ca. 15 Minuten nach dem Gießen entformbar.

After 10 minutes, anionic polymerisation has progressed so far that PA 12G is solid – after 2-3 hours polymerisation comes to an end and the crystallisation phase starts. The casting is kept another 12 to 18 hours in the annealing furnace at approx. 160°C until the crystallisation phase comes to an end. During crystallisation the polyamide 12G contracts and shrinks by approx. 10%. This elaborate and energy-intensive crystallisation process makes the difference - mechanically and chemically. As a comparison: PA 6 can be demoulded approx. 15 minutes after being cast.



Das Monomer Laurinlactam wird in Pastillenform geliefert

The monomer laurinlactam is supplied in the form of pellets



Während der Polymerisation ist das PA 12G noch transluzent. Eine Abkühlung um wenige °C in dieser Phase hat die sofortige Kristallisation und somit die Zerstörung des noch nicht vollständig polymerisierten Kunststoffes zur Folge.

During polymerisation PA 12G is still translucent. A temperature drop of only a few °C during this phase would cause immediate crystallisation and destroy the not yet fully polymerised plastic.

Nach der Kristallisationsphase hat der Kunststoff seine endgültige Farbe erreicht. Durch den Kontakt mit Luftsauerstoff vor der Polymerisation wird der Kunststoff zerstört, was deutlich an der Oberfläche zu sehen ist.

Upon completion of the crystallisation phase the plastic obtains its final colour. Contact with atmospheric oxygen prior to polymerisation will destroy the plastic which will be clearly visible on the surface.

Eine gerändelte Nabe, umschlossen von PA 12, während der Polymerisation; Versuchsanordnung in einem Becherglas

A knurled hub surrounded by PA 12 during polymerisation; test arrangement in a beaker

2.1 Herstellung | Production

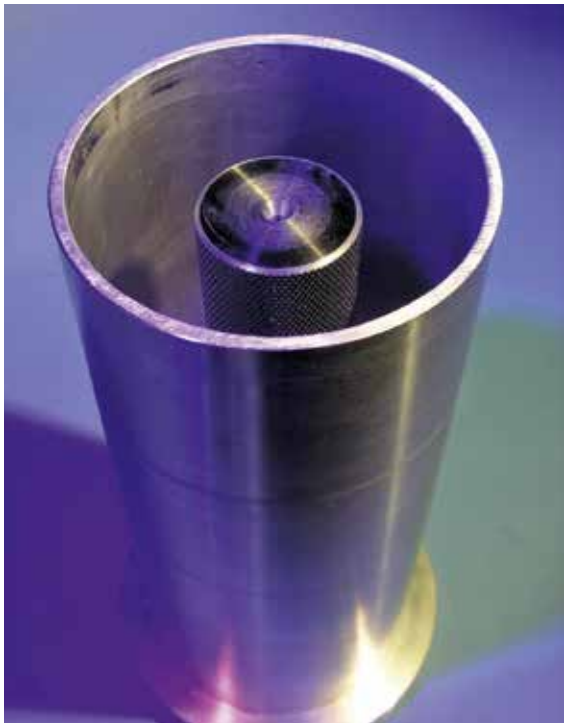
2.1.1 Formenbau
Mould design and construction

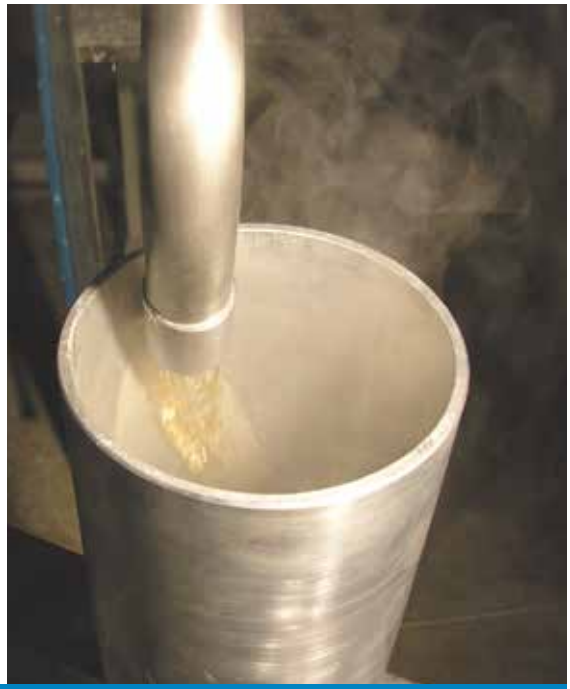
Bedingt durch das drucklose Gießverfahren erfordert der Formenbau ein hohes Maß an Know-how, aber bei weitem nicht die hohen Investitionen wie z.B. beim Spritzguss. Laurinlactam ist ein kostbarer Rohstoff. Durch unseren großen Formenbestand und speziell optimierte Geometrien der Gießformen halten wir den Materialeinsatz so gering und damit so kostengünstig wie möglich.

Owing to the fact that the casting process is performed under no pressure, mould design and construction requires a high degree of know-how; but by far not the high investment costs associated with e.g. injection moulding. Laurinlactam is a precious raw material. Thanks to the large number of moulds at our disposal and the optimised geometries of the casting moulds, material consumption is kept to a minimum and costs are kept as low as possible.

Unten: geöffnete Gießform aus Aluminium mit zentrierter Metallnabe
Ganz unten: Befüllung einer Form mit dem heißen, dampfenden PA 12

Bottom: open casting mould made of aluminium with centred metal hub
Far bottom: filling hot, steaming PA 12 into a mould





2.1.2 Druckloses Gießverfahren
Pressureless casting method

HAWAMID PA 12G wird im Gegensatz zu PA 12E in einem drucklosen Gießverfahren hergestellt. Das dünnflüssige, heiße PA 12G wird in die Formen gegossen und verteilt sich frei fließend. Auch in die Form fixierte Metallteile wie Naben oder Wellen werden vollständig umflossen und eingebettet. Erst jetzt beginnt die Polymerisation. Ohne Zwangsorientierung und frei von Spannungen verknüpfen sich die 12er-Kohlenstoffringe zu langen Molekülketten und richten sich anschließend zu einem frei orientierten, kristallinen Gefüge aus – ein Grund für die hohe Maßhaltigkeit auch nach der spanenden Bearbeitung. Aufgrund dieser Fertigungsweise sind auch große Teile mit großen Sprüngen in der Wandungsdicke spannungsfrei herstellbar.

Unlike PA 12E, HAWAMID PA 12G is produced using a pressureless casting method. The highly liquid, hot PA 12G is poured into the moulds where it distributes evenly. Even metal parts fixed inside the mould such as hubs or shafts are completely surround and embedded. It is not until now that polymerisation begins. Not being subjected to any forced orientation and being free of angle strain, the 12-membered rings of carbon molecules link together to form long molecular chains and subsequently align themselves into a freely orienting crystalline structure – one reason for the high dimensional stability even after being machined. Thanks to this production process it is also possible to produce large, stress-free parts whose wall thicknesses can vary considerably.

Durch Abkühlung ausgelöste Kristallisation an der Gefäßwand

Crystallisation caused by the cooling of the container wall

Der trübe Streifen in der Mitte des Polymers zeigt die beginnende Kristallisation im Temperofen bei 160°C

The murky line in the middle of the polymer shows the beginning of the crystallisation process in the annealing furnace at 160°C

2.1.3 Kristallisation
Crystallisation

Während der langen Temperphase von bis zu 20 Stunden richten sich die Polymerketten aneinander aus und bilden ein kristallines, homogenes und spannungsfreies Gefüge mit Sphärolithstrukturen. Hierin liegt ein Geheimnis, das HAWAMID PA 12G von anderen Kunststoffen unterscheidet. PA 6 erreicht je nach Herstellungsart einen Kristallisationsgrad von 10% - 60%. HAWAMID PA 12G bringt es auf über 98% Kristallinität. Je höher der Kristallisationsgrad, desto höher ist die mechanische, chemische und thermische Belastbarkeit. Die Maßhaltigkeit steigt und die Wasseraufnahme sinkt auf den niedrigsten Wert aller Polyamide.

During the long annealing phase of up to 20 hours the polymer chains align themselves and form a crystalline, homogeneous and stress-free structure with spherolite structures. This is the secret why HAWAMID 12G differs from other plastics. Depending on the production process, PA 6 reaches a crystallisation degree of between 10% and 60%. HAWAMID PA 12G can obtain up to 98% crystallinity. The higher the degree of crystallisation, the better the capacity to withstand mechanical, chemical and thermal stress. Dimensional stability increases and water absorption decreases to the lowest value amongst all polyamides.

2.1.4 Mechanische Bearbeitung
Machining

Erst durch die spanende Bearbeitung erhalten die Werkstücke ihre endgültige Form. HAWAMID PA 12G lässt sich leicht und präzise bearbeiten – bis hin zu polierten Oberflächen.
PA 12G hält in der spanenden Bearbeitung aufgrund seiner hohen Zähigkeit auch einige Überraschungen für den Bearbeiter parat: Wir verfügen über jahrzehntelange Erfahrung und beraten Sie gerne über die optimale Vorgehensweise.

Not until the parts are machined are they given their final shape. HAWAMID PA 12G can be easily and accurately machined – even polished surfaces are possible.
Thanks to its toughness, PA 12G also offers some exciting surprises to the person machining the material. We have decades of experience and will be happy to offer you advice on the optimum approach.

2.2.1 HAWAMID PA 12G + FE
HAWAMID PA12G + FE

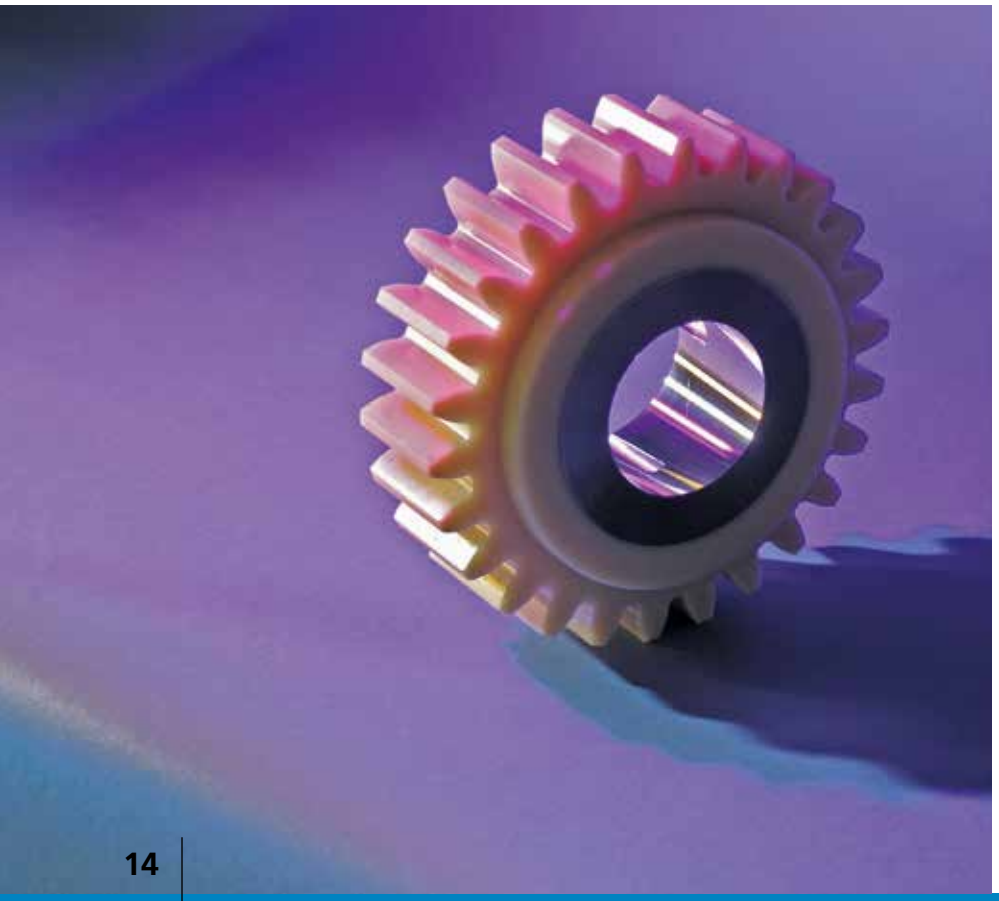
1+1 ist mehr als 2

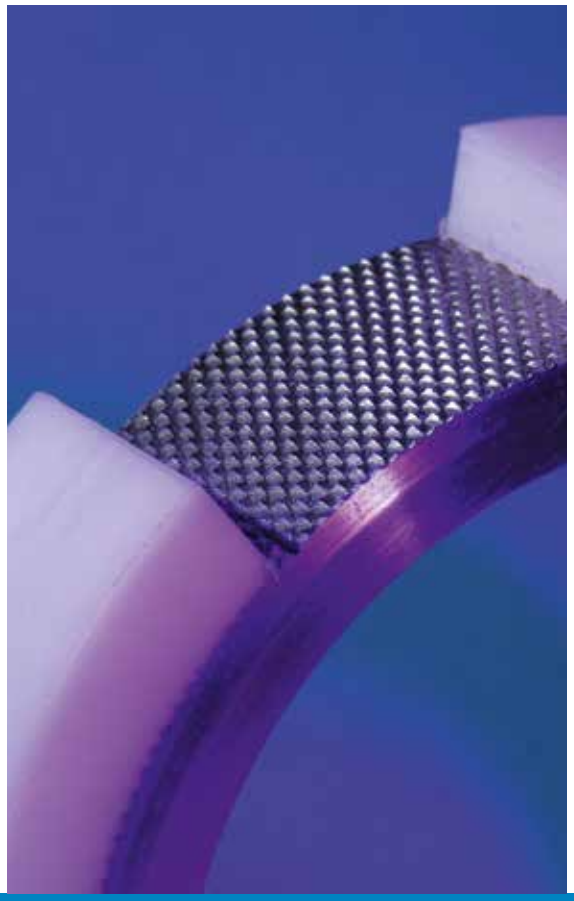
In die Gießform fixierte Metallteile wie Wellen oder Naben werden von der dünnflüssigen Schmelze vollständig umflossen und mit der Aushärtung form- und kraftschlüssig verbunden. Durch die Schwindung bei der Kristallisation und beim Abkühlen schrumpft die Kunststoffbandage zusätzlich auf den nach DIN 82 1973-01 gerändelten Metallkern. Diese axial und radial unlösbare Hybridverbindung erlaubt es, die Vorteile zweier Materialien in einem Werkstück zu vereinen:
1. Stahl: Übertragung hoher Kräfte und Drehmomente, die Ableitung von Wärme, Konstruktion und Passungen nach Stahl-Normen etc.
2. HAWAMID 12G: Trockenlauf möglich, gute Gleiteigenschaften, geringes Gewicht, Dämpfung, Geräuschreduzierung, Verschleißfestigkeit etc.

Im Ergebnis entsteht ein hoch funktionaler Werkstoffverbund, der so mit anderen Kunststoffen nicht möglich ist.

Gängige Nabenwerkstoffe sind Stähle aus 11SMn30, 36SMnPb14, C45, St52K, 1.4301 V2A, 1.4305 V2A, 1.4571 V4A, Aluminium, Messing (andere Werkstoffe auf Anfrage).

Chemischer Korrosionsschutz
Sollen die Fertigteile unter korrosiven Umgebungseinflüssen eingesetzt werden und ist die Verwendung von Edelstahl aus Kostengründen nicht möglich, bietet sich ein chemischer Korrosionsschutz an. Um das Rosten zu vermeiden, werden die Fertigteile in ein galvanisches Bad gegeben. Dabei werden die offen liegenden Metalloberflächen mit einer Zink-Auflage von 3-5 µ beschichtet.





1+1 is more than 2

Metal parts such as shafts and hubs fixed inside the mould are fully surrounded by the highly liquid cast and form a non-positive connection during the curing process. Owing to the contraction caused by crystallisation and cooling, the plastic lining shrinks to the size of the knurled metal core according to DIN 82 1973-01. This axial and radial permanent hybrid connection allows the advantages of two materials to be combined in one workpiece:

1. Steel: transmission of high forces and torques, thermal dissipation, construction and fitting according to steel standards etc.
2. HAWAMID 12G: dry running possible, good antifriction properties, low weight, damping capacity, noise reduction, wear resistance etc.

The result will be a highly functional composite not attainable with other plastics.

Common hub materials are the steels 11SMn30, 36SMnPb14, C45, St52K, 1.4301 V2A, 1.4305 V2A, 1.4571 V4A, aluminium, brass (other materials available upon request).

Chemical corrosion protection

If finished parts are to be used in corrosive environments and stainless steel is not an option due to cost considerations, chemical corrosion protection is an option. In order to prevent corrosion, the finished parts are placed into an electrolytic bath. The metal surfaces are exposed to the electrolytic bath and coated with a 3-5 µ thin layer of zinc.

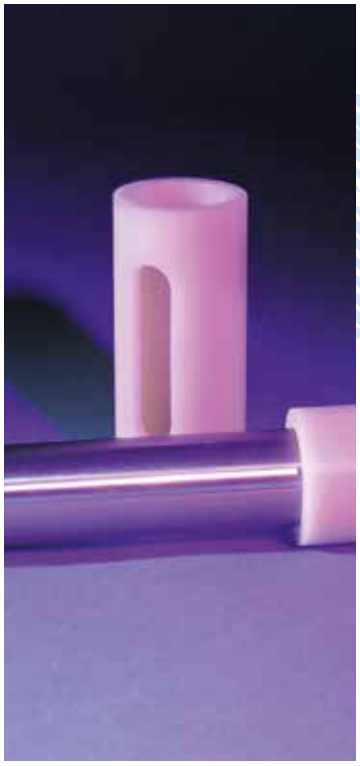
PA 12G ist fast der einzige Kunststoff, mit dem kraft- und formschlüssig eingegossene Naben herstellbar sind; links: hoch belastetes Zahnrad mit Polygon-Stahlnabe; links Mitte: aufgesägte Bandage zeigt den Rändel; links außen: Zahnrad mit Nabe aus Chrom-Molybdänstahl mit konischem Sitz

PA 12G is the only plastic with which both positive and non-positive connections between the plastic and hub are possible; left: highly stressed gear with polygon steel hub; left centre: cut-open binding shows knurl; far left: gear with hub made of chromium-molybdenum steel with conical seat

2.2.2 HAWAMID PA12G + Öl
HAWAMID PA 12G + oil

HAWAMID PA 12G gehört in seinen Grundeigenschaften schon zu den Kunststoffen mit sehr gutem Gleitverhalten und hoher Abriebfestigkeit. Zur weiteren Verbesserung setzen wir der niederviskosen Schmelze synthetische Öle zu, welche direkt in das kristalline Gefüge eingelagert werden.

- Bei der Idealpaarung von PA 12G mit gehärtetem Stahl können wir den Gleitreibungskoeffizienten dadurch nochmals von 0,35 auf 0,18 senken.
- Der Gleitverschleiß wird durch die Ölzugabe von 0,1 auf 0,05 µm/km halbiert.
- Der anhaltende Selbstschmiereffekt führt zu längeren Standzeiten mechanischer Bauteile.
- Geringere Reibung bedeutet gleichzeitig auch weniger Wärmeentwicklung, infolgedessen die Systeme höher belastet werden können.
- In der Praxis hat sich gezeigt, dass auch der „Stick-Slip-Effekt“ , der beim Anfahren einer Bewegung aus der Ruheposition zu unerwünschtem „Ruckeln“ und Wackeln führt, nahezu aufgehoben wird – die Gleitbewegung beginnt sanft aus dem Stillstand heraus.
- Das eingelagerte Öl verringert die ohnehin schon niedrige Wasseraufnahme nochmals von 1,1 auf 0,85% bei Direktlagerung. Dies ermöglicht noch bessere Maßhaltigkeit und engere Toleranzen können realisiert werden.



Even with its basic properties HAWAMID PA 12G is considered to be a plastic with excellent antifriction and wear resistance properties. In order to enhance properties even more, we add synthetic oils to the low-viscosity cast which are subsequently embedded in the crystalline structure.

- In the ideal case, when PA 12G mates with hardened steel, we can again reduce the coefficient of sliding friction from 0.35 to 0.18.
- By adding oil, friction wear can be halved from 0.1 to 0.05 µm/km.
- The permanent self-lubrication effect allows for longer operating times of mechanical parts.
- Reduced friction goes hand in hand with reduced heat development, which in turn allows for the systems to be subjected to higher loads.
- Practice has shown that the „stick-slip effect“ that causes undesired „jolting“ and wobbling at the start-up of a movement out of its rest position is almost eliminated – the movement starts smoothly out of its rest position.
- The embedded oil reduces the already very low water absorption yet again from 1.1 to 0.85% when immersed in water. This allows for even better dimensional stability and smaller tolerances.

Ob Metall/Kunststoff- oder Kunststoff/Kunststoff-Paarung: HAWAMID PA 12G + Öl senkt den Reibungskoeffizienten und damit auch die Wärmeentwicklung im Trockenlauf

Whether metal/plastic or plastic/plastic pairings: HAWAMID PA 12G + oil reduces the coefficient of friction and thus also heat development during dry-run operation

2.2.3 HAWAMID PA12G + Farbe
HAWAMID PA 12G + colour

Farbe bietet die Möglichkeit, am Markt Akzente zu setzen. Farbe spielt eine wichtige Rolle als Designfaktor oder in der Umsetzung eines konsequenten Corporate Designs. Standardmäßig fertigen wir HAWAMID PA 12G in den Farben naturweiß, schwarz und gelb. Viele weitere Farben sind als Sonderguss möglich, die hohen mechanischen Anforderungen an das Material setzen jedoch Grenzen. Lassen Sie sich beraten – wir zeigen Ihnen gerne die Möglichkeiten, Farbe zu bekennen.

With colours you can distinguish yourself in the market. Colour plays an important role as a design factor or in implementing a consistent corporate design. The standard colours we produce HAWAMID PA 12 G in are natural white, black and yellow. Various other colours are possible through special casting processes, the high mechanical requirements on the material, however, set limits. Get advice – we will be happy to show you which colourful options are available to you.

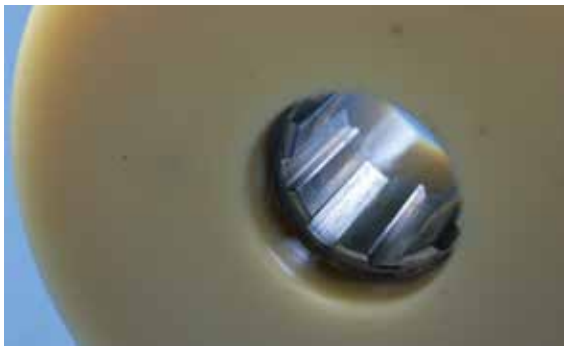
2.3.1 Nachtempern
Post-annealing

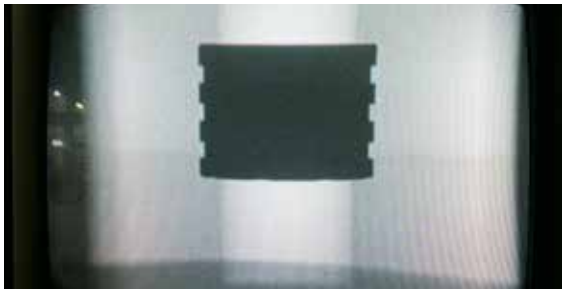
Werden ganz besonders hohe Anforderungen an die Maßhaltigkeit gestellt, wird das Werkstück vor der Endbearbeitung nochmals für mehrere Stunden getempert. Im erwärmten Material kann sich die kristalline Struktur neu ausrichten. Etwaige beim Abkühlen oder der Bearbeitung entstandene Spannungen lösen sich und das Fertigteil wird auch höchsten Anforderungen an die Maßhaltigkeit gerecht. Dieses „künstliche Altern“ verbessert zudem die Eigenschaften wie Festigkeit, Steifigkeit, Verschleißfestigkeit, Härte.

If particularly high demands are placed on dimensional stability, the workpiece is re-annealed for several hours before undergoing final machining. The crystalline structure can then re-align itself in the heated material. Any tensions that may have been caused by cooling or machining are eliminated and the finished part will meet even the most stringent requirements on dimensional stability. This „artificial ageing“ also enhances the properties such as toughness, rigidity, wear resistance, hardness.

Unten: der Gießling mit eingegossener, aufwändig gearbeiteter Metallnabe und seine horizontalen und vertikalen Röntgenbilder

Bottom: the casting with the elaborately worked metal hub moulded inside and its horizontal and vertical x-ray images

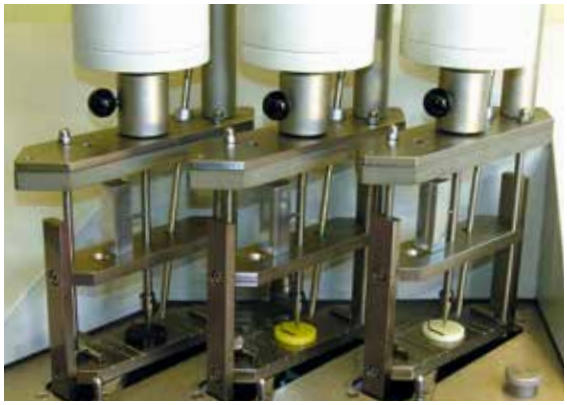




2.3.2 Röntgen
X-ray examination

Bei der Herstellung von HAWAMID PA 12G gelten höchste Anforderungen an die strikte Einhaltung der Verfahrensvorschriften, denn schon geringste Abweichungen im Produktionsprozess führen zu Unregelmäßigkeiten im Kunststoffgefüge und somit zu Schwachstellen. Um ein Höchstmaß an Produktsicherheit zu gewährleisten, werden bei HAWACAST alle gefährdeten Teile vor der Auslieferung oder Weiterverarbeitung geröntgt.

When producing HAWAMID PA 12G, strict requirements concerning the observance of procedures must be met; because even the slightest deviations from the production process will result in irregularities in the plastic structure and thus result in weak spots. In order to ensure maximum possible product safety, all HAWACAST parts potentially exposed to risks undergo x-ray examination prior to being delivered.



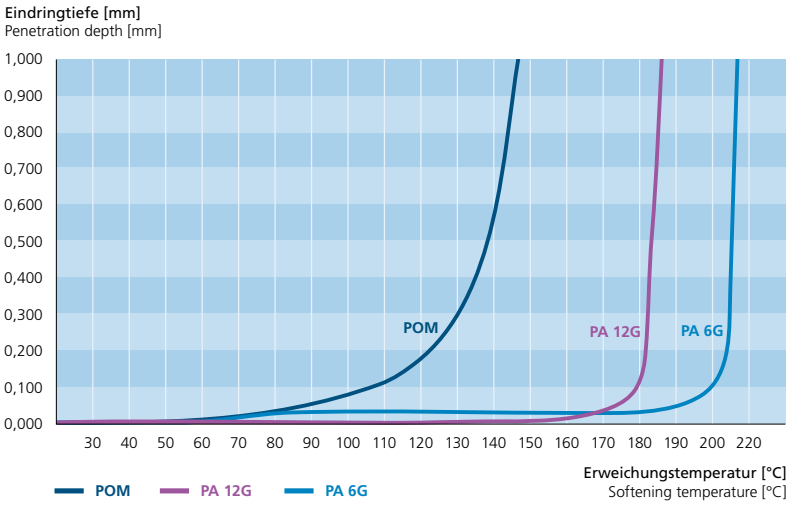
2.3.3 Vicat-Messung
Vicat measurement

Mit der Vicat-Messung werden die Produktionschargen ständig überwacht. Weichen die Parameter ab, können wir durch Justieren des Produktionsprozesses sofort reagieren. Der Kurvenverlauf und die Endtemperatur zeigen die Entwicklung der Materialparameter Härte und Zähigkeit unter kontrollierter Erwärmung. Auf diese Weise lassen sich sowohl unterschiedliche Werkstoffe als auch unterschiedliche Produktionschargen eines Werkstoffes vergleichen.

With the help of Vicat measurements the production batches are constantly monitored. In the case of deviations in the parameters we can immediately intervene by making adjustments to the production process. The curve shape and the final temperature show the development of the material parameters hardness and toughness under controlled heating. This way, different materials and different production batches of a material can be compared.

Bei der Vicat-Messung werden Materialproben gleichmäßig durchwärmt und dabei das Eindringverhalten einer gleichmäßig belasteten Metallspitze gemessen

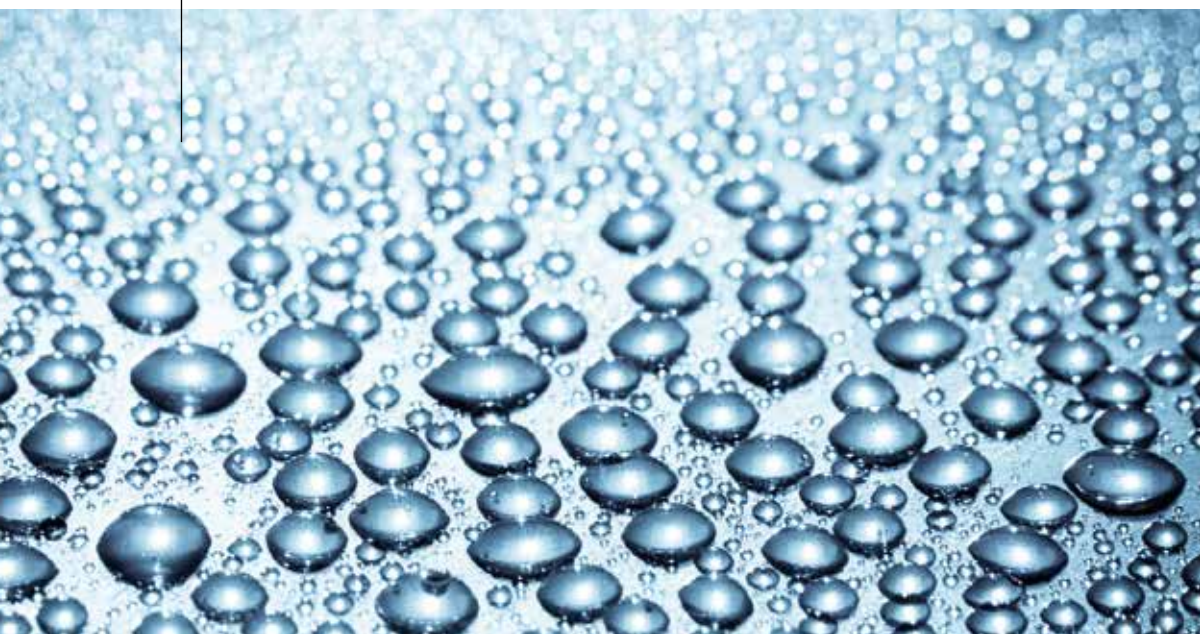
During the Vicat measurement samples of the material are evenly heated through while the penetration behaviour of an evenly loaded metal tip is measured



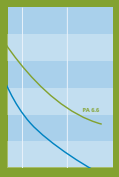
Drei Werkstoffe im direkten Vergleich: POM erweicht schon ab 50°C und dann allmählich ansteigend. PA 6 wird am spätesten weich, verformt sich aber schon wesentlich früher (vergl. auch E-Modul). PA 12G bleibt bis 150°C stabil und elastisch.

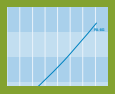
Three materials in direct comparison: POM softens already at 60°C and then gradually becomes softer. PA 6 is the last to soften, but therefore deforms much earlier (see also elastic modulus). PA 12G remains solid and elastic up to 150°C.

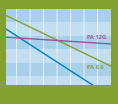
2.4 Eigenschaften + Vorteile | Properties + advantages



Mehr Diagramme:
Technischer Anhang 5.1
More diagrams:
Technical appendix 5.1



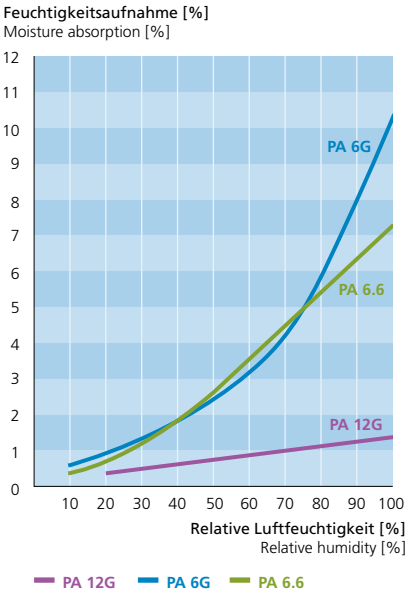




2.4.1 Geringste Wasseraufnahme
Least water absorption

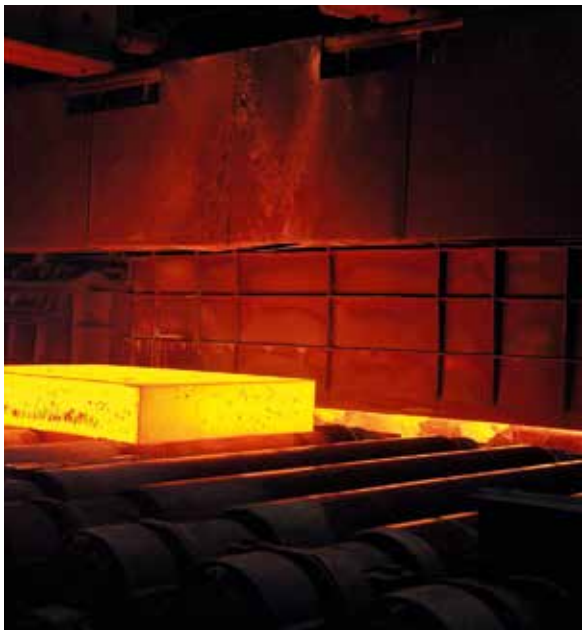
PA 12G hat die geringste Wasseraufnahme aller Polyamide: 0,9% bei Normklima und gerade mal 1,1% bei Direktlagerung (zum Vergleich: PA 6 bis zu 12%). Wo andere Kunststoffe quellen und ihre mechanischen Eigenschaften verlieren, bleibt HAWAMID PA 12G unverändert formstabil, maßhaltig und belastbar. Deshalb wird HAWAMID PA 12G gerne für mechanische Bauteile und Dichtungen in Klärwerken, in Abfüllanlagen oder im Schiffsbau eingesetzt.
Durch den Einsatz unserer Entwicklung HAWAMID PA 12G + Öl lassen sich diese hervorragenden Materialeigenschaften nochmals verbessern – auf gerade mal 0,85% Wasseraufnahme bei Direktlagerung. Auch Trockenheit hat keinen Einfluss auf die Materialeigenschaften von PA 12G – wohingegen hier z.B. PA 6 sprödes Verhalten zeigt.

PA 12G absorbs the least amount of water amongst all polyamides: 0.9% in standard atmospheric conditions and only 1.1% when immersed in water (for comparison: PA 6 up to 12%). Where other plastics start to swell and lose their mechanical properties, HAWAMID PA 12G keeps its shape, dimensional stability and resilience. HAWAMID PA 12G is therefore often used for mechanical parts and gaskets in sewage treatment plants, bottling plants or shipbuilding. By using our development HAWAMID PA 12G + oil, the outstanding material properties can be enhanced yet again to only 0.85% water absorption when immersed in water. Dryness also has no effect on the material properties of PA 12G – whereas e.g. PA 6 starts to brittle.



Die hohe Feuchtigkeitsaufnahme von PA 6 hat eine geringere Festigkeit und, bedingt durch das Quellverhalten, eine geringere Maßhaltigkeit zur Folge. Bei Frost besteht zudem die Gefahr des Berstens. PA 12G hat mit 1,1% seine Sättigung erreicht – das bedeutet eine konstante Maßhaltigkeit und Festigkeit auch in feuchter Umgebung und bei Temperaturen bis -50°C.

Owing to its high moisture absorption, PA 6 exhibits lower strength and, due to its swelling behaviour, lower dimensional stability. In the case of frost, there is also the risk of bursting. PA 12G is saturated at 1.1% – this means lasting dimensional stability and strength even in damp environments and at temperatures as low as -50°C.



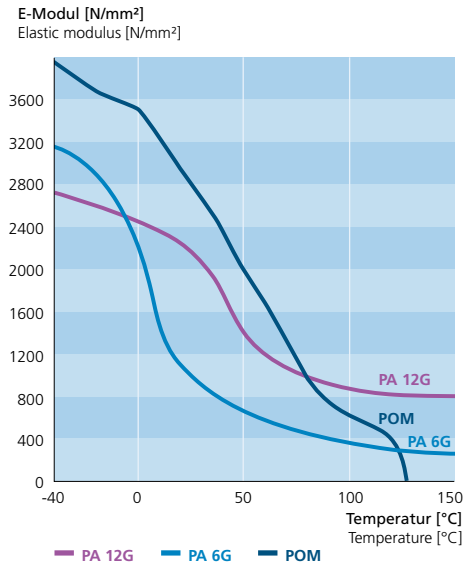
2.4.2 Kältebeständig
Cold-resistant

Auch bei tiefen Temperaturen verliert HAWAMID PA 12G seine zähelastischen Eigenschaften nicht: Bei -50°C erreicht es noch eine Schlagzähigkeit von 6 bis 8 mJ/mm². Ein idealer Werkstoff für den Fahrzeugbau, die Seilbahnindustrie oder im Kühl- und Klimaanlagenbau.

Even at low temperatures HAWAMID PA 12G does not lose its viscoelastic properties: at -50°C it still exhibits an impact strength of 6 to 8 mJ/mm². A perfect material for vehicle manufacturing, the cableway industry or refrigeration/air-conditioning systems.

PA 12G hat die ausgeglichenste Kurve: Bei -50°C zeigt PA 12G kein „sprödes" und bei 120°C kein „weiches" Verhalten. PA 12G ist über ein breites Temperaturintervall elastisch mit gutem Rückstellverhalten.

PA 12 G has the most evenly shaped curve: at -50°C PA 12G does not „brittle" and at 120°C does not „soften". PA 12G is elastic and exhibits good elastic recovery across a wide range of temperatures.



2.4.3 Hitzebeständig
Heat-resistant

Auch bei hohen Umgebungstemperaturen oder Hitzeentwicklung durch mechanische Beanspruchung zeigt PA 12G seine Überlegenheit: Bis 120°C Dauereinsatztemperatur ist das E-Modul noch konstant (zum Vergleich: POM bis 60°C). Diese Eigenschaft nutzen z.B. Hersteller von Wasch- oder Galvanikanlagen für sich und fertigen Antriebselemente aus PA 12G.

Even in hot-temperature environments or heat caused by mechanical stress PA 12G demonstrates its superiority: the elastic modulus remains constant in the case of long-term exposure to temperatures of up to 120°C (for comparison: POM up to 60°C). Manufacturers of washing and electroplating plants utilise this property for themselves and manufacture drive elements made of PA 12G.

2.4.4 Chemikalienresistent/lösemittelbeständig
Chemical-/solvent-resistant

Ganz besonders gute Beständigkeit zeigt PA 12G im basischen Bereich und bei Säuren in niederer Konzentration. PA 12G wird deshalb oft in Waschanlagen, Abfüllanlagen, Lackieranlagen oder im Anlagenbau der Petrol- und chemischen Industrie eingesetzt. Eine detaillierte Aufstellung der Chemikalienbeständigkeit finden Sie im „Technischen Anhang".

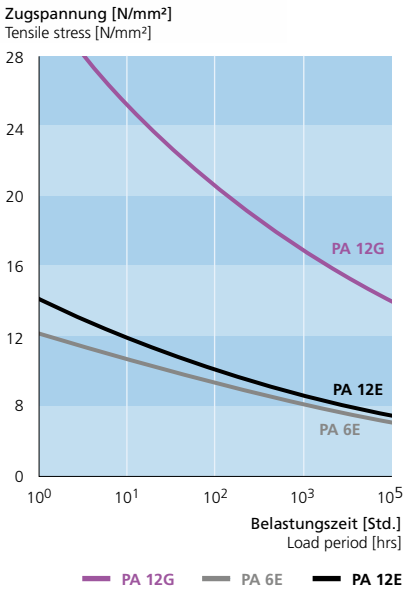
PA 12G exhibits particularly good resistance to alkaline solutions and low-concentration acids. PA 12G is therefore often used in washing plants, bottling plants and enamelling lines or by the petroleum and chemical industry during plant construction. Detailed information on chemical resistance can be found in the „Technical appendix".

2.4.5 Abriebfest, materialschonend bei Metall/Kunststoff-Paarung
Abrasion-proof, material-friendly in the case of metal/plastic pairings

PA 12G ist extrem zähelastisch und dadurch verschleißfest. Die hohe Rückstellkraft kann bei Belastung viel Energie aufnehmen, ohne zu verschleißen. Von besonders hohem Nutzen ist diese Eigenschaft, wenn PA 12G in Paarung mit Metall eingesetzt wird. Bei der Paarung von PA 12G mit Metall, z.B. bei Zahnrad/Zahnrad, Laufrad/Laufbahn, Rolle/Seil oder Gleitbuchse/Welle, kann sich die Standzeit im Vergleich zu Metall/Metall-Paarungen vervielfachen.

PA 12G is extremely viscoplastic and therefore wear-resistant. The high restoring force can absorb a large amount of energy without resulting in wear. This property is particularly useful when PA 12G is used in combination with metal. If PA 12G is combined with metal, e.g. gear/gear, runner/running track, pulley/cable or sliding bush/shaft, durability can multiply compared to metal/metal applications.

2.4.6 Kein Abplatten, geringes Kriechverhalten
No flattening out, low creep behaviour



Der direkte Vergleich von gegossenen zu extrudierten Polyamiden – d.h. der Vergleich von Polyamiden mit hoher zu niedriger Kristallinität: Das hochkristalline, gegossene PA 12G kann weitaus höher und länger belastet werden als die niederkristallinen, extrudierten Polyamide PA 12E und PA 6E.

Direct comparison of cast and extruded polyamides – i.e. comparison of polyamides with high and low crystallinity: The high-crystalline, cast PA 12G can be subjected to considerably higher and longer loads than the low-crystalline, extruded polyamides PA 12E and 6E.

Ein Nachteil vieler Kunststoffe ist ihr Kriechverhalten. Unter statischer und dynamischer Last verschiebt sich das innere Gefüge dauerhaft und wird auch nach Entlastung nicht mehr zurückgebildet. Laufrollen aus POM oder PET bilden z. B. Abplattungen, welche im weiteren Betrieb zu Erschütterungen, Unwucht und erhöhtem Verschleiß führen. Dagegen verfügen Rollen aus PA 12G über eine hohe Rückstellkraft. Verformungen innerhalb der Belastungsgrenzen werden aufgrund der sphärolithischen Kristallinität zurückgebildet und die Laufruhe bleibt erhalten. Der Verschleiß von Rolle und Laufbahn bleibt durch die größere Druckfläche und damit geringere Flächenpressung gering.
Auch eingepresste Kugellager halten die Presspassung und bilden unter statischer Last kein Spiel.

A disadvantage of many plastics is their creep behaviour. When subjected to static and dynamic loads, the inner structure changes permanently and does not return to its original shape even after the loads have been removed. Runners made of POM or PET for example start to flatten out and result in vibrations, imbalance and increased wear. Runners made of PA 12G, however, exhibit a high restoring force. Thanks to the spherulitic crystallinity, the material returns to its original shape after having been deformed within the load limit. The smooth running properties of the material are thus preserved. Due to the large contact surface and thus lower surface pressure, wear on the runner and running track is minimal.
Pressed-in ball bearings retain their press fit and do not loosen when subjected to static loads.

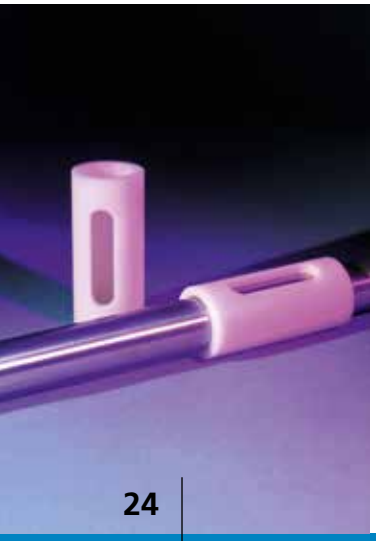
2.4.7 Selbstschmierende Gleiteigenschaften
Self-lubricating antifriction properties

Bei mechanischer Gleitbeanspruchung wird die Oberfläche von HAWAMID PA 12G verdichtet und poliert: Es entsteht eine dauerhafte Gleitschicht, die den Betrieb im Trockenlauf – ohne zusätzliche Schmiermittel – ermöglicht. In der Lebensmittel- oder Textilindustrie, wo der Einsatz von Schmierstoffen oft nicht möglich ist, werden mechanische Bauteile wie Rollen, Zahnräder, Führungen oder Gleitplatten aus HAWAMID PA 12G eingesetzt. Der Einsatz von HAWAMID PA 12G + Öl verbessert die Gleiteigenschaften nochmals (siehe 2.2.2).
Idealer Gleitpartner zu PA 12G ist Stahl mit einer Oberflächenhärte >50 HRC. Diese Paarung kann höher belastet werden als die Paarung zweier Kunststoffe, da entstehende Wärme schneller abgeführt wird. Aber auch in diesem Falle erweist sich HAWAMID PA 12G als der überlegene Werkstoff: Wie die Diagramme (Vicat-B-50 und E-Modul) zeigen, ist PA 12G auch bei Dauereinsatz-Temperaturen von 120°C formstabil.

Wo die Verwendung von Schmiermitteln möglich ist, wird eine Einlaufschmierung zur Erhöhung der Standzeiten empfohlen.

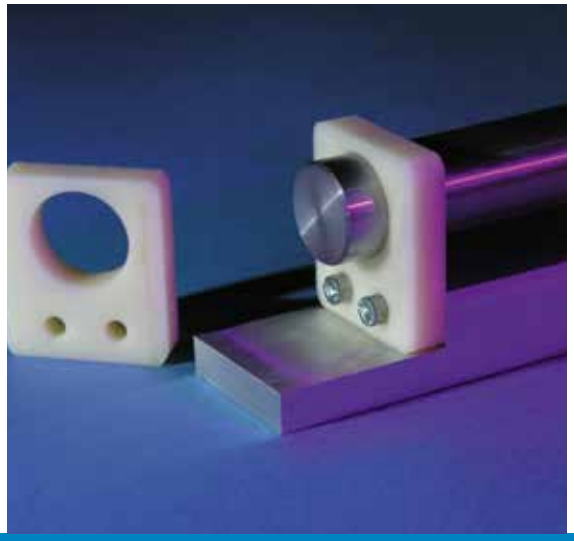
When subjected to frictional stress, the surface of HAWAMID PA 12G is compressed and polished: This produces a permanent antifriction layer that allows for dry-run operation – without the need of additional lubricants. In the food and textile industry where the use of lubricants is often not possible, mechanical parts such as runners, gears, guides and sliding plates are often made of HAWAMID PA 12G. By using HAWAMID PA 12G + oil, the antifriction properties are enhanced even more (see 2.2.2).
An ideal sliding partner for PA 12G is steel with a surface hardness of >50 HRC. This pairing can withstand higher loads compared to plastic/plastic pairings because the heat that is generated can be removed more quickly. But in this case too HAWAMID PA 12G proves to be the superior material: As can be seen in the diagrams (Vicat-B-50 and elastic modulus), PA 12G keeps its shape even if exposed to a long-term temperature of 120°C.

Wherever the use of lubricants is possible, running-in lubrication is recommended in order to increase operating times.



Bei der Idealpaarung von PA 12G mit gehärtetem Stahl können wir den Gleitreibungskoeffizienten nochmals von 0,35 auf 0,18 senken. Der Gleitverschleiß wird durch die Ölzugabe von 0,1 auf 0,05 µm/km halbiert.

In the ideal pairing of PA 12G with hardened steel, we can reduce the coefficient of sliding friction again from 0.35 to 0.18. By adding oil, friction wear can be halved from 0.1 to 0.05 µm/km.



2.4.8 Geringes Gewicht
Low weight

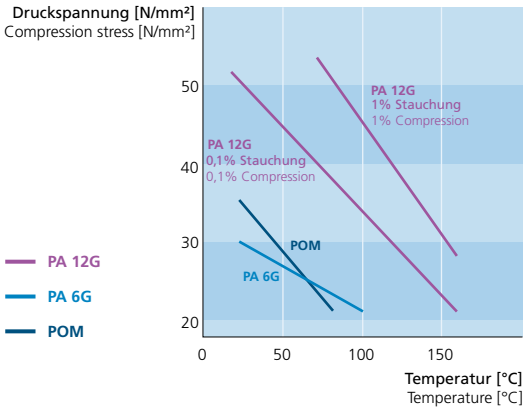
HAWAMID PA 12G hat nur eine Dichte von 1,025 kg/dm³. Zum Vergleich: Stahl hat 7,85, Alu 2,8 kg/dm³. Geringes Gewicht bedeutet weniger Schwungmasse und Fliehkräfte, weniger Energieeinsatz beim Beschleunigen und Bremsen und weniger Verschleiß. HAWAMID PA 12G wird gerade deshalb häufig als Ersatzwerkstoff für Stahl eingesetzt. Fördersysteme, Kettenräder oder Zahnräder aus HAWAMID ermöglichen zudem geringer dimensionierte Konstruktionen und energiesparenden Leichtbau.

HAWAMID PA 12G has a density of only 1.025 kg/dm³. As a comparison: steel has a density of 7.85, aluminium of 2.8 kg/dm³. Lower weight means lower centrifugal mass and forces, less energy consumption during acceleration and braking and less wear. HAWAMID PA 12G is therefore often used as a substitute material for steel. Conveying systems, sprockets or gear wheels made of HAWAMID also allow for smaller and energy-saving light-weight design.

2.4.9 Dämpfungsverhalten
Damping behaviour

Antriebselemente aus PA 12G verhalten sich elastisch: Kraftspitzen können abgefedert werden, ohne zu Verschleiß zu führen. Auch nachfolgende Bauteile werden geschont. Bei 0,1% Stauchung kann PA 12G mit 46 N/mm² belastet werden. Die Kugeldruckhärte liegt bei 103 N/mm².

Drive elements made of PA 12G respond to loads elastically: force peaks can thus be cushioned without causing any wear. Wear on the following parts is also reduced. If compressed by 0.1%, PA 12G can withstand a load of 46 N/mm². The ball indentation hardness is 103 N/mm².



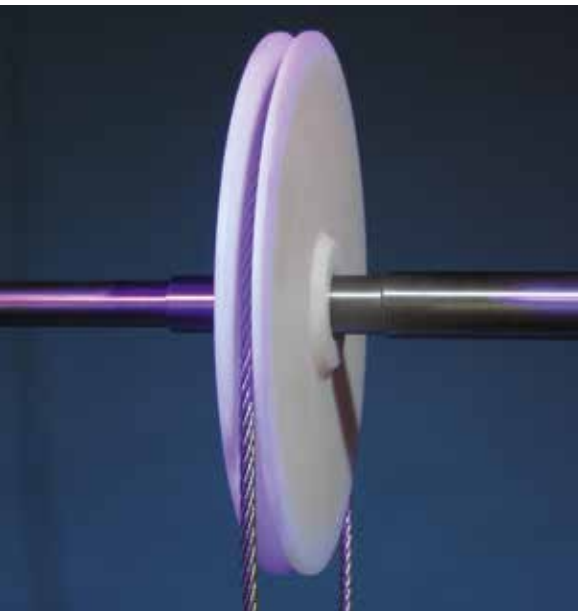
Rechts: Stirnzahnrad mit Polygonstahlnabe wird mit bis zu 550 Nm stoßbelastet. Durch den Ersatz einer Stahl/Stahl- durch eine Stahl/Kunststoff-Paarung wurde eine 3-fache Lebensdauer erreicht.

Right: spur gear with polygon steel hub subjected to impact loads of up to 550 Nm. By replacing a steel/steel pairing with a steel/plastic pairing, it was possible to treble the operating life.

2.4.10 Geräuschreduzierung
Noise reduction

Im Vergleich zu Metall ist HAWAMID PA 12G flüsterleise. Zahnradantriebe aus Stahl/Stahl-Paarungen sind bis zu 3-mal lauter als Stahl/Kunststoff-Paarungen.

Compared to metal, HAWAMID PA 12G is whisper quiet. Gear drives involving steel/steel pairings are up to 3 times louder than steel/plastic pairings.



Links: Mit diesen Seilrollen heben und senken sich die Kulissen des Hamburger Theaters – lautlos!

Left: With these pulleys, set constructions at the Hamburg Theatre are lifted and lowered – silently!

2.4.11 Kerbschlagzähigkeit von HW und HI
Impact strength of HW and HI

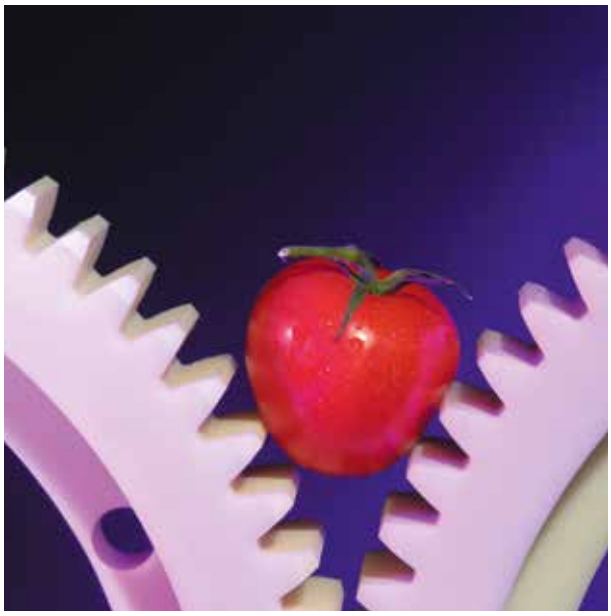
Die Kerbschlagzähigkeit liegt temperaturabhängig bei 10-15 mJ/mm², bei -50°C noch bei 6-8 mJ/mm². Dieser Wert zeigt die Charakteristik von PA 12G: hart und zäh über ein großes Temperaturintervall. Je nach Anforderung können wir diese Werte durch den Produktionsprozess beeinflussen. Unsere Qualität HAWAMID PA 12G HW durchläuft den normalen Produktionsprozess. Unsere Qualität HAWAMID PA 12G HI ist etwas weicher eingestellt und erreicht dadurch eine höhere Schlagzähigkeit.

Depending on the temperature, the impact strength lies between 10-15 mJ/mm², at -50°C still at 6-8 mJ/mm². This value highlights the characteristics of PA 12G: hard and tough across a wide range of temperatures. Depending on the requirement, we can modify these values through the production process. Our grade HAWAMID PA 12G HW passes through the normal production process. Our grade HAWAMID PA 12G HI is slightly softer and thus exhibits a higher impact strength.

2.4.12 Lebensmittelecht
Food-safe

HAWAMID PA 12G in natur, schwarz und gelb wurde nach CFR21 § 177.1500 auf extrahierbare Substanzen (Wasser, Äthanol, Athylacetat, Toluol) geprüft und ist im Umgang mit Lebensmitteln zugelassen.

HAWAMID PA 12G in the colours natural, black and yellow has been tested for extractable substances (water, ethanol, ethyl acetate, toluene) according to CFR21 Section 177.1500 and been approved for use in food handling applications.



Rechts: Hightech für ein wartungsfreies Getriebe: HAWAMID PA 12G + Öl in Hybridverbindung mit 120mm Stahlnabe aus 34CrNiMo6 mit konischem Wellensitz für Taper-Lock-Klemmverbindung, übertragene Drehmomente bis 345 Nm, Drehzahl bis 330 U/Min, Trockenlauf in Paarung mit Stahlzahnrad
Links: HAWAMID PA 12G hat die Lebensmittelzulassung

Right: high-tech for a maintenance-free gear drive: HAWAMID PA 12G + oil in hybrid connection with 120 mm steel hub made of 34CrNiMo6 with conical shaft seat for taper lock clamp. Transferred torques up to 345 Nm, speed up to 330 rpm. Dry-run operation paired with steel gear. Left: HAWAMID PA 12G is approved for food handling

2.4.13 Hohe Kraftübertragung durch Hybridverbindung
High load transfers thanks to hybrid connection

PA 12G ist neben PA 6/12G der einzige hochfeste Kunststoff, der eine form- und kraftschlüssige Verbindung mit Metall zulässt. Bei Rollen, Walzen oder Zahnrädern werden die besonderen Eigenschaften des PA 12G im Mantel und die besonderen Fähigkeiten von Metall im Kern in einem Werkstück vereint (siehe 2.2.1).

PA 12G is, with the exception of PA 6/12G, the only high-strength plastic capable of forming positive and non-positive connections with metal. In the case of runners, rollers or gear wheels the special properties in the coating of PA 12G and the special features of metal inside the core are combined in one workpiece (see 2.2.1).

3.0 Anwendungen | Applications

3.1 Zahnräder
Gear wheels

Auch wenn Zahnräder aus Kunststoffen nicht an die Belastungswerte von Metallwerkstoffen herankommen, sind Kunststoffe in anderen Anforderungsbereichen den Metallen überlegen.
Kunststoffzahnräder zeichnen sich aus durch:

- geringes Gewicht und somit geringe Massenträgheit und geringeren Energieeinsatz
- Schwingungsdämpfung
- Geräuschreduzierung
- Korrosionsbeständigkeit

HAWAMID PA 12G zeichnet sich zudem aus durch:

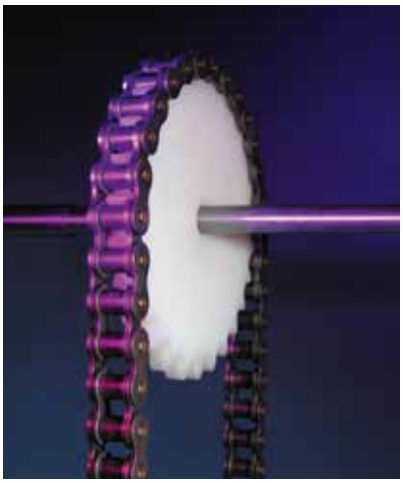
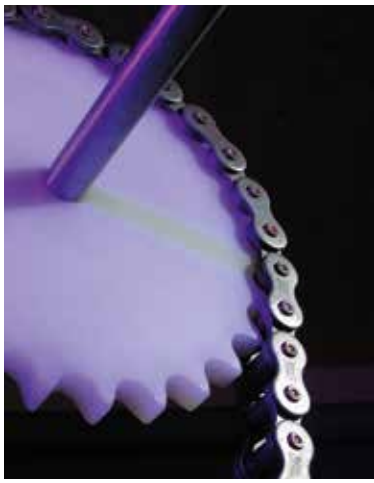
- besonders hohe Verschleißfestigkeit
- besonders gute Selbstschmierung und Trockenlauf
- Formstabilität und mechanisch gleichbleibende Belastbarkeit auch in feucht-nassem Milieu durch geringe Wasseraufnahme
- besonders hohe Belastbarkeit bei stoßartigen Lastspitzen
- hohe Passgenauigkeit bei eingepressten Kugellagern durch geringes Kriechverhalten
- weitgehend stabile mechanische Werte in breitem Temperaturintervall von -50°C bis +120°C im Dauereinsatz

Even if gear wheels made of plastic do not come near to the load capacity values of metallic materials, plastics are superior to metals in other ranges of requirements.
Plastic gear wheels are characterised by:

- Low weight and thus low mass inertia and low energy requirement
- Vibration damping
- Noise reduction
- Corrosion resistance

HAWAMID PA 12G is furthermore characterised by:

- Especially high abrasion resistance
- Especially good self-lubrication and dry-run properties
- Dimensional stability and unvarying mechanical strength even in damp/wet environments thanks to low water absorption
- Especially high load capacity in the case of intermittent load peaks
- High accuracy in fitting in the case of pressed-in ball bearings thanks to low creep behaviour
- Largely stable mechanical values across wide range of temperatures between -50°C and +120°C during continuous operation

3.2 Kettenräder
Sprockets

HAWAMID PA 12G + FE bringt weitere Vorzüge durch die Hybridverbindung (siehe 2.2.1):

- Übertragung hoher Kräfte über die Metallnabe an die Kunststoffbandage
- schnelle Ableitung entstehender Wärme
- Konstruktion nach Stahlnormen

HAWAMID PA 12G + Öl verbessert durch das eingelagerte Öl die Gleit- und Trockenlaufeigenschaften nochmals (siehe 2.2.2).

Bei Kettenrädern stehen ähnliche Materialparameter im Vordergrund wie bei Zahnrädern. Besondere Vorteile bei der Konstruktion von Kettenrädern aus HAWAMID PA 12G bietet das geringe Gewicht. Beim Beschleunigen und Abbremsen kann mit wesentlich geringeren Trägheitsmomenten gerechnet werden. In Kombination mit den Gleit- und Trockenlauf-Eigenschaften ist PA 12G ein idealer Werkstoff für wartungsfreie Konstruktionen.

HAWAMID PA 12G + FE offers additional advantages thanks to hybrid connection (see 2.2.1):

- Transfer of high forces via metal hub to plastic lining
- Fast removal of heat
- Design according to steel standards

HAWAMID PA 12G + oil enhances the antifriction and dry-run properties yet again thanks to the oil incorporated into the material (see 2.2.2).

In the case of sprockets, similar material parameters are important as with gears. The low weight offers particular advantages when designing sprockets made of HAWAMID PA 12G. Considerably lower moments of inertia can be expected during acceleration and braking. Combined with the sliding friction and dry-run properties PA 12G is an ideal material for maintenance-free constructions.

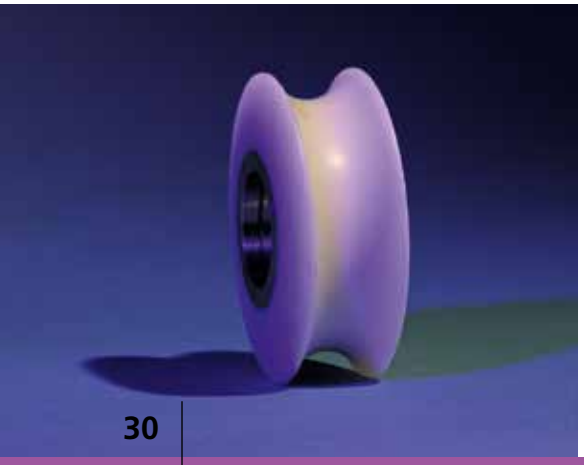
3.3 Laufrollen
Runners

HAWAMID PA 12G verfügt über eine Reihe von mechanischen Eigenschaften, welche besonders bei Rollenanwendungen gefordert sind und welche Metalle oder andere Kunststoffe wie POM oder PET nicht oder nur ungenügend erfüllen können:

- Die hohe Rückstellkraft mit hohen Belastungsgrenzen verhindert das Abplatten. Nach statischer Belastung auftretende Verformungen bilden sich schnell wieder zurück und gewährleisten einen erschütterungsfreien Rundlauf, einen geringen Rollwiderstand und geringen Verschleiß.
- Durch das geringe Kriechverhalten von PA 12G über ein großes Temperaturintervall bilden eingepresste Kugellager auch unter statischer Last kein Spiel – ein entscheidendes Kriterium bei hochpräzisen Materialführungen.
- HAWAMID PA 12G ist geräuschdämpfend, schwingungsdämpfend und besonders stabil bei stoßartiger Spitzenbelastung.
- Die Hybridverbindung HAWAMID 12G + FE mit Metallnaben ermöglicht für Antrieb und Bremse eine hohe Kraftübertragung auf die Rolle.
- Die Zähigkeit und Abriebfestigkeit ermöglicht hohe Standzeiten. Bei der Paarung einer HAWAMID PA 12G-Rolle mit einer Metall-Laufbahn haben sich ideale Partner gefunden. Geringer Verschleiß, Laufruhe und Schonung der Laufbahn auch bei hoher Last sind so erreichbar.

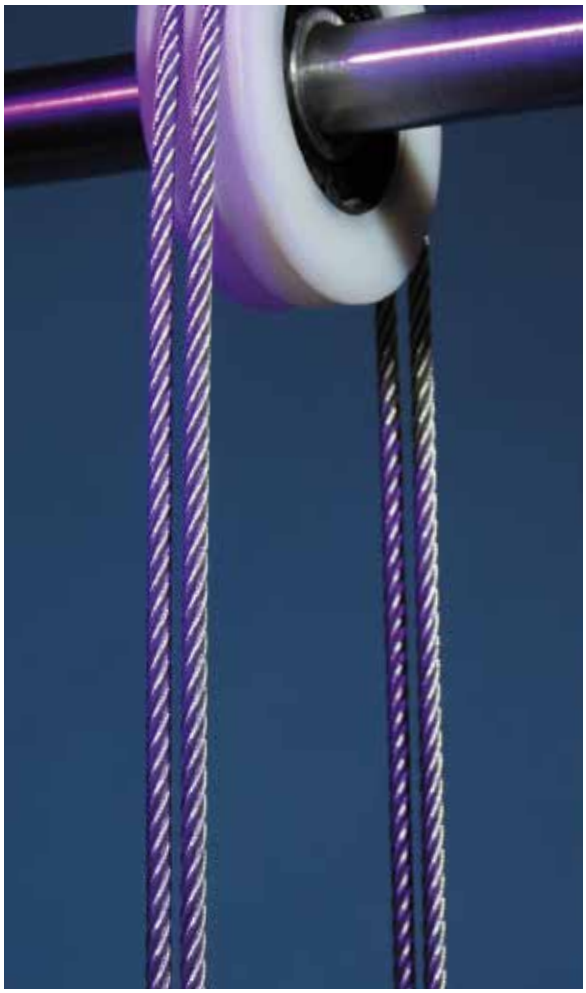
HAWAMID PA 12G exhibits a number of mechanical properties required in particular in applications using runners and which are not or only insufficiently offered by metals and other plastics such as POM or PET:

- The high restoring force in conjunction with the high load limits prevent the rollers from flattening out. After being deformed by static loads the material quickly returns to its original shape, thus ensuring vibration-free concentric running, low rolling resistance and little wear.
- Thanks to the low creep behaviour of PA 12G across a wide range of temperatures the pressed-in ball bearings do not become loose even when subjected to static loads – a decisive criterion for high-precision guide materials.
- HAWAMID PA 12G is noise-absorbing, vibration-absorbing and especially resistant to intermittent peak loads.
- The hybrid connection HAWAMID 12G + FE with metal hubs allows for high power transmission onto the runner during acceleration and braking.
- The toughness and abrasion resistance allow for long operating times. Ideal partners have been found by pairing a HAWAMID PA 12G runner with a metal runner track. Little wear, smooth running properties and reduced strain on the running track are thus possible even in the case of high loads.



Links: Präzisions-Laufrolle mit Kugellagersitz für eine Linear-Messstation
Rechts: Laufrolle mit dünner Bandage zur schnellen Wärmeableitung. Die breite, ballig gedrehte Lauffläche verteilt die Flächenpressung und schont die Laufbahn.

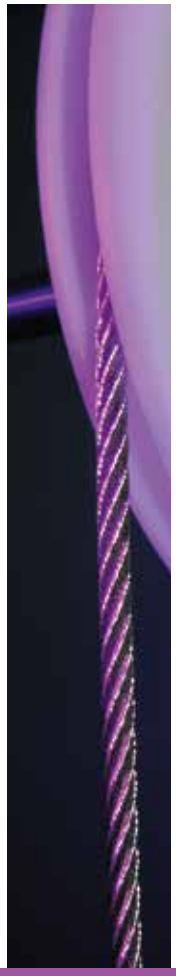
Left: precision runner with ball bearing seat for linear measuring station
Right: runner with thin lining for fast heat removal. The wide, high-faced bearing surface distributes the surface pressure and reduces the strain on the track.



3.4 Seilrollen
Pulleys

Die hohe Abriebfestigkeit in Kombination mit der elastischen Verformbarkeit bei geringem Eigengewicht sind die Argumente für den Einsatz von HAWAMID PA 12G für Seilrollen. Auch hier zeigt sich, dass die Materialpaarung einer PA 12G-Seilrolle mit einem Stahlseil zu hohen Standzeiten und Laufruhe führt. Unter Last gibt das elastische PA 12G nach – das Seil drückt sich in die Laufbahn ein – vergrößert dadurch die Auflageflächen der einzelnen Seillitzen und verringert die Flächenpressung: Das Seil hat eine wesentlich höhere Lebensdauer als im Betrieb mit Metallrollen.
Im Gegensatz zu PA 6G verfügt HAWAMID PA 12G nicht nur über höhere Belastungsgrenzen, sondern kann auch in feuchter, nasser Umgebung oder bei tiefen Temperaturen eingesetzt werden, ohne zu erweichen, bei Frost zu bersten, spröde zu werden oder die mechanische Belastbarkeit zu verlieren.

The arguments in favour of HAWAMID PA 12G being used for pulleys are its high abrasion resistance and elasticity. Here too the pairing of the material PA 12G with a steel cable results in long operating times and smooth running properties. Under load the elastic PA 12G gives way – the cable presses into the pulley – thus increases the bearing surfaces of the individual cable strands and reduces the surface pressure: the cable has a much longer service life compared to when used with metal pulleys.
Compared to PA 6G, HAWAMID PA 12G not only has higher load limits but can also be used in damp, wet or cold environments without becoming soft, bursting during frost, becoming brittle or losing its mechanical strength.



Lange Lebensdauer, hohe Belastungsgrenzen, hohe Betriebssicherheit und ruhiger, leiser Betrieb: Seilrollen aus HAWAMID PA 12G in Paarung mit Stahlseilen

Long service life, high load limits, high operational dependability and smooth and quite operation: pulleys made of HAWAMID PA 12G paired with steel cables

Oben: Über diese kleine Seilrolle mit Kugellager wird ein Stahlseil in der Mechanik eines Tresors geräuschlos umgelenkt

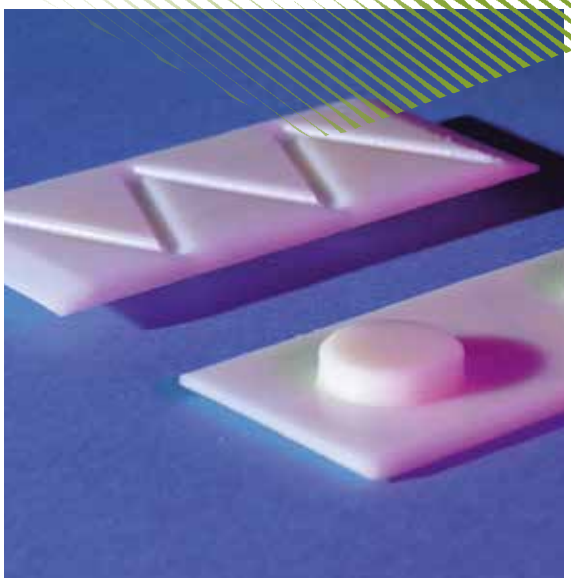
Top: Via this small pulley with a ball bearing a steel cable is silently reversed in the mechanism of a safe

3.5 Gleitlager, Gleitplatten
Friction bearings, sliding plates

HAWAMID PA 12G und ganz besonders HAWAMID PA 12G + ÖL sind ideale Werkstoffe für Gleitanwendungen mit hoher Belastung, da sie alle entscheidenden Anforderungen bestens erfüllen:

- gute Gleit- und Notlaufeigenschaften
- hohe Verschleißfestigkeit
- gutes Dämpfungsvermögen gerade bei stoßartiger Belastung
- hohe Maßhaltigkeit auch in nasser Umgebung
- chemische Beständigkeit
- Korrosionsbeständigkeit
- Lebensmittelzulassung
- breites Temperaturintervall im Dauereinsatz

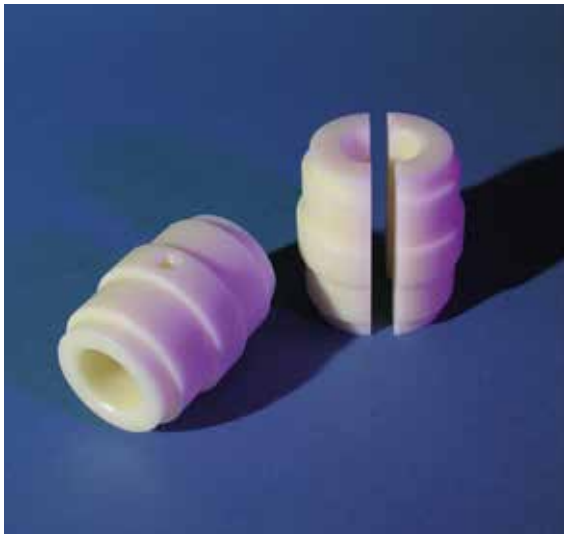
Die Vorzüge gegenüber PA 6G liegen auch hier in der höheren Kristallinität begründet, wodurch HAWAMID PA 12G belastbarer wird und kaum Wasser aufnimmt.
Bei der Auswahl von Werkstoffen für Gleitanwendungen sind neben den mechanischen Werten die Resistenz der Gleitpartner gegenüber den Umgebungseinflüssen und eingesetzten Medien von besonderer Bedeutung.
Wo die Verwendung von Schmiermitteln möglich ist, wird eine Einlaufschmierung zur Erhöhung der Standzeiten empfohlen.

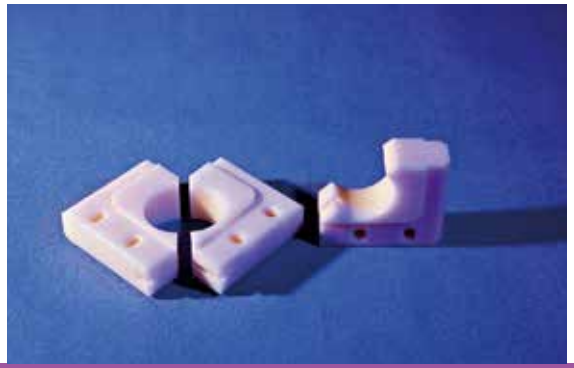


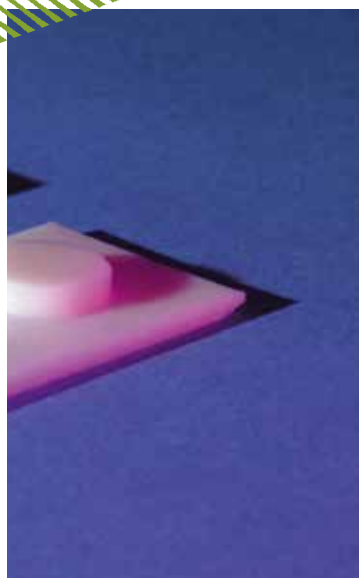
HAWAMID PA 12G and especially HAWAMID PA 12G + oil are ideal materials for high-load sliding applications since they meet all essential requirements:

- Good antifriction and emergency running properties
- High abrasion resistance
- Good damping capacity especially in the case of intermittent loads
- High dimensional stability even in wet environments
- Chemical-resistant
- Corrosion-resistant
- Approved for food handling
- Wide range of temperatures during continuous operation

Here too the advantages over PA 6G lie in the higher degree of crystallinity which makes HAWAMID PA 12G more resilient and ensures minimal water absorption.
When choosing materials for sliding applications, not only the mechanical values are important but also the resistance of the sliding partners against ambient conditions and the media used.
Wherever the use of lubricants is possible, running-in lubrication is recommended in order to increase operating times.







3.6 Dichtungen
Gaskets

Je nach Umgebungsbedingungen und eingesetzten Medien eignet sich HAWAMID PA 12G auch als Werkstoff für die Herstellung hoch belastbarer Dichtungen.
Die Eigenschaften:

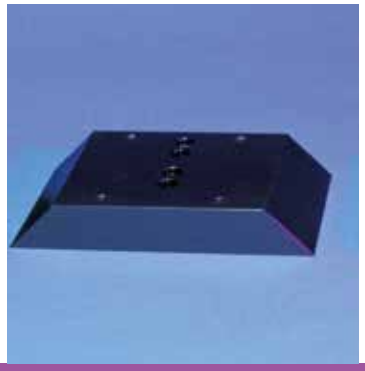
- chemische Beständigkeit
- hohe Elastizität und Rückstellvermögen
- kein Abplatten unter statischer Dauerbelastung
- hohe Beständigkeit gegenüber abrasiven Medien
- breites Temperaturintervall bei Spitzen- und Dauerbelastung und
- geringe Wasseraufnahme / Quellverhalten

vereinen sich in einem Werkstoff – eine nicht alltägliche Zusammenstellung.

Depending on the ambient conditions and media used, HAWAMID PA 12G is also a suitable material for producing heavy-duty gaskets.
The properties:

- chemical-resistant
- high elasticity and resilience
- no flattening out when subjected to continuous static loads
- highly resistant against abrasive media
- wide range of temperatures in the case of peak loads and continuous loads and
- low water absorption / swelling behaviour

are combined in one material – an unusual composition.



3.7 Kurvenscheiben
Cam discs

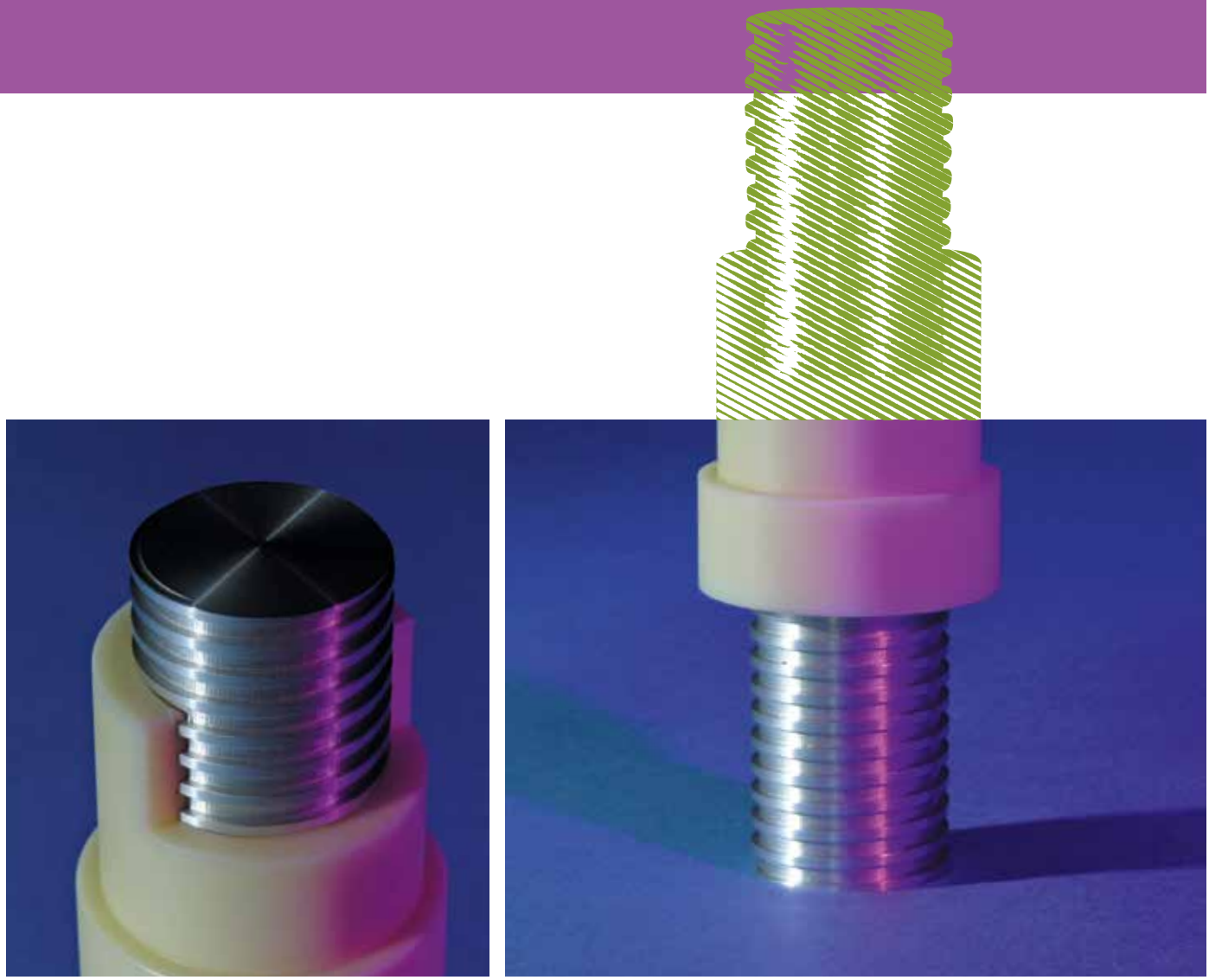
Geringe Schwungmasse, guter Trockenlauf, Verschleißfestigkeit und enge Toleranzen sind die Materialanforderungen an Kurvenscheiben. HAWAMID PA 12G erfüllt diese auch in feuchter Umgebung und bei Dauereinsatztemperaturen von -40°C bis +120°C.

Low inertia mass, good dry-run properties, wear resistance and exacting tolerances are the material requirements of cam discs. HAWAMID PA 12G meets these requirements even in damp environments and when exposed to long-term temperatures of -40°C to +120°C.

3.8 Pumpenlaufräder, Pumpenrückwand
Pump impellers, pump back plate

Pumpen unterliegen einem besonders hohen Verschleiß. Druck, Unterdruck, hohen Geschwindigkeiten und abrasiven Medien hält HAWAMID PA 12G besser stand als hochlegierte Edelstähle. Und das bei weit weniger Gewicht.

Pumps are particularly prone to high wear. HAWAMID PA 12G withstands pressure, vacuum, high speeds and abrasive media better than high-alloyed stainless steels. And it does so with a considerably lower weight.

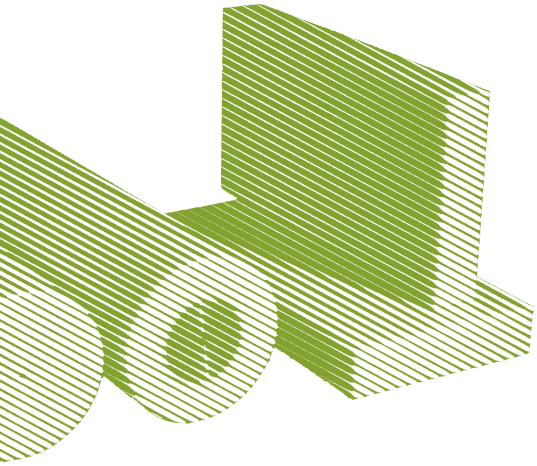


3.9 Spindelmuttern (Linearführungen, Hubtische)
Spindle nuts (linear guides, lift tables)

Im Gewinde werden gute Gleit- und Verschleißeigenschaften, für die Krafteinleitung hohe Festigkeit und Elastizität gefordert. HAWAMID PA 12G + Öl – selbstschmierend ausgerüstet – bietet sich hier als idealer Werkstoff an. Besonders dort, wo Stäube vermischt mit Schmiermitteln zu hohem Verschleiß an Mutter und Spindel führen. Denn HAWAMID PA 12G + Öl kann ohne Zusatzschmierung im Trockenlauf eingesetzt werden.

The thread requires good antifriction and wear resistance properties, and strength and elasticity are required for the load transfer. HAWAMID PA 12G + oil – self-lubricating – offers itself as the ideal material. In particular in applications where dust comes in contact with lubricants and causes a lot of wear on nuts and spindles. Because HAWAMID PA 12G + oil can be used in dry-running applications without the use of additional lubricants.

4.1 Halbzeuge
Semi-finished products

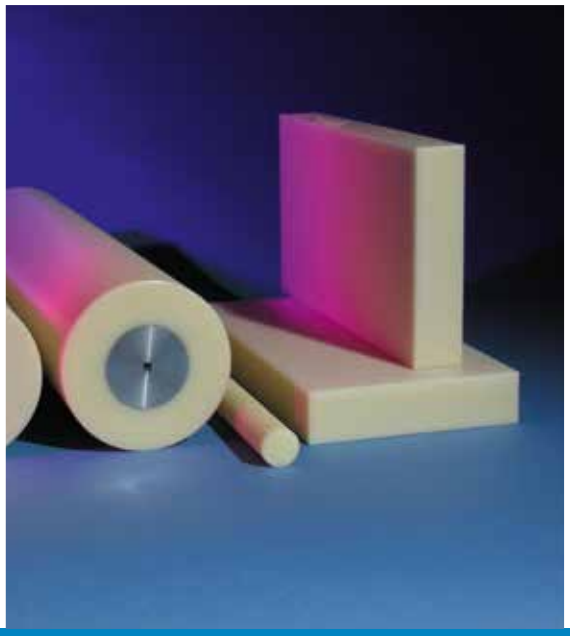


Wir verfügen über fein abgestufte Gießformen für Platten, Blöcke, Zylinder, Rohre etc.
So bekommen Sie das, was Sie brauchen – nicht mehr und nicht weniger.
Auf den folgenden Seiten haben wir die Abmessungen zusammengestellt, innerhalb derer wir standardmäßig fertigen – andere Größen auf Anfrage.
Die meisten Artikel sind lagermäßig vorrätig oder werden kurzfristig produziert. Fertigungsgerechte Zuschnitte liefern wir vom Einzelstück bis zur Großserie.

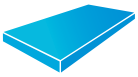
Verfügbar in den Standardfarben natur, gelb und schwarz. Weitere Farben auf Anfrage.

We have a finely graduated selection of casting moulds for plates, blocks, cylinders, pipes etc.
As a result you will receive exactly what you need – not more and not less.
On the following pages with have put together all the standard sizes we produce – other sizes upon request.
Most of our products are in stock and are produced at short notice. We supply blanks that are ready for production – from the one-off piece to volume series.

Available in the standard colours natural, yellow and black. Other colours upon request.



4.1.1 Platten, Blöcke, Leisten
Plates, blocks, strips



Das Halbzeug für die mechanische Fertigung.

Wir liefern Zuschnitte in beliebigen Abmessungen innerhalb u. g. maximaler Plattenmaße.

L Länge bis 3000 mm

B Breite bis 1000 mm

D Stärke von 4 mm bis 80 mm
ab 80 mm auf Anfrage

Platten und Leisten gehobelt oder geschliffen

In der Stärke auf Fertigmaß

- gehobelt bis 1000 mm oder
- geschliffen bis 1000 mm Breite
  kurzfristig lieferbar

Blöcke

Sonderformate in vielen Abmessungen bis zu einem Stückgewicht von 300 kg (ca. 320 Liter Volumen) auf Anfrage möglich.

Unser Service:

- Leisten und Blöcke auf Maß gesägt
- Lieferung „just in time“ an Ihre Fertigung

Semi-finished products for machining.

We supply blanks in any desired dimensions, provided they are within the maximum plate dimensions mentioned below.

L Length up to 3000 mm

B Width up to 1000 mm

D Thickness between 4 mm and 80 mm
Thicker than 80 mm upon request

Planed and ground plates and strips

Thickness to finished dimension

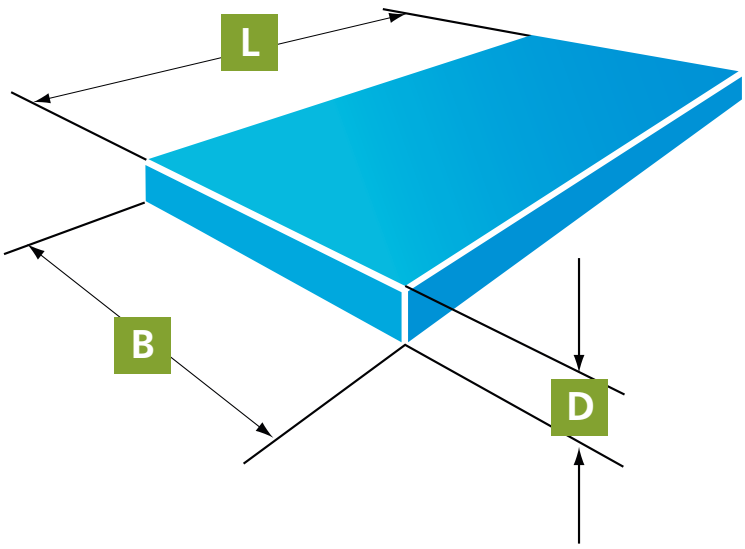
- planed up to 1000 mm or
- ground up to 1000 mm width
  available at short notice

Blocks

Special formats in many dimensions weighing up to 300 kg/unit (approx. 320 litres volume) available upon request.

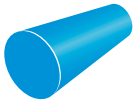
Our service:

- Strips and blocks cut to size
- Just in time delivery to your production site



4.1.2 Zylinder, Scheiben
Cylinders, discs

X-rayed
geröntgt



Wir fertigen Zylinder nach Kundenwunsch innerhalb u. g. maximaler Abmessungen. Die Zylinder sind gegossen und am Außendurchmesser überdreht.

L Länge bis 500 mm

D Durchmesser von 70 mm bis 1200 mm

Unser Service:

- Scheibenabschnitte gesägt
- Scheiben überdreht
- Lieferung „just in time“ an Ihre Fertigung
- Fertigteile nach Zeichnung

Für große Kraftübertragung
empfehlen wir kraftschlüssig eingegossene Metallnaben.

We produce cylinders according to our customers' requirements within the maximum dimensions mentioned below. The cylinders are cast and their outer diameter is turned.

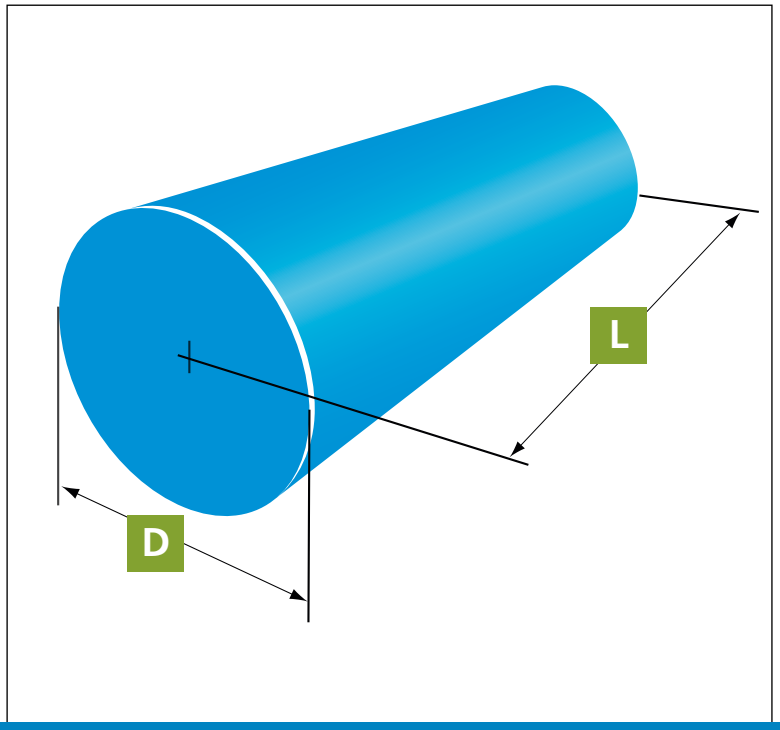
L Length up to 500 mm

D Thickness between 70 mm and 1200 mm

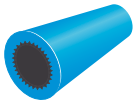
Our service:

- Serrated disc sections
- Turned discs
- Just in time delivery to your production site
- Finished parts according to drawing

For applications involving high power transmissions
we recommend frictional coupled metal hubs that are cast into the part.



4.1.3 Zylinder, Scheiben mit Metallnabe
Cylinders, discs with metal hub



Wir fertigen Zylinder nach Kundenwunsch innerhalb u. g. maximaler Abmessungen. Die Zylinder sind gegossen und am Außendurchmesser überdreht.

L Länge bis 500 mm

D Außendurchmesser von 20 mm bis 1200 mm

d Innendurchmesser = gerändelte Metallnabe von Ø 5 mm bis Ø 1000 mm

Die Kombinationen von Innen- zu Außendurchmesser sind frei wählbar. Als Richtwert einer optimierten Konstruktion ist von einem Verhältnis D:d = 2:1 auszugehen.

Unser Service:

- Scheiben gesägt
- Scheiben überdreht
- Lieferung „just in time“ an Ihre Fertigung
- Fertigteile nach Zeichnung

We produce cylinders according to our customers' requirements within the maximum dimensions mentioned below. The cylinders are cast and their outer diameter is turned.

L Length up to 500 mm

D Outer diameter between 20 mm and 1200 mm

d Inner diameter = knurled metal hub between Ø 5 mm and Ø 1000 mm

Free choice of combination of inner and outer diameters. As a guideline for an optimised design, a ratio of D:d = 2:1 is to be assumed.

Our service:

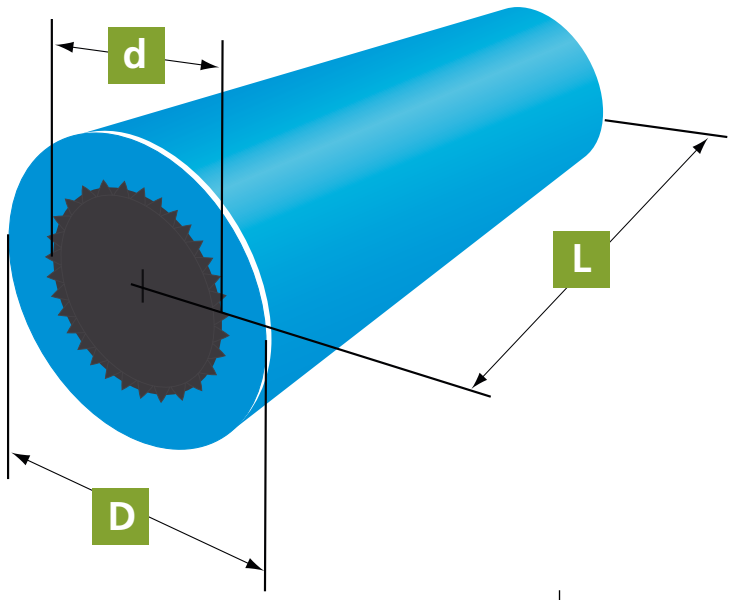
- Serrated discs
- Turned discs
- Just in time delivery to your production site
- Finished parts according to drawing

Nabenwerkstoffe:

- *11SMn30*
- *36SMnPb14*
- *C45*
- *St52K*
- *1.4301 V2A*
- *1.4305 V2A*
- *1.4571 V4A*
- *Aluminium*
- *Messing*
- *Sonderwerkstoffe*

Hub materials:

- *11SMn30*
- *36SMnPb14*
- *C45*
- *St52K*
- *1.4301 V2A*
- *1.4305 V2A*
- *1.4571 V4A*
- *Aluminium*
- *Brass*
- *Special materials*



4.1.4 Stangen, Stäbe
Bars, poles

Hergestellt aus Plattenmaterial.

Ideal für die Verwendung in Stangenautomaten mit Spannzangen.

L Länge bis 3000 mm

D Durchmesser in mm:
13, 16, 18, 19, 21, 26, 31, 33, 36, 37, 41, 43, 44, 46, 51, 53, 56, 61, 63, 67

Unser Service:
- Abschnitte gesägt
- Fertigteile nach Zeichnung
- Lieferung „just in time“ an Ihre Fertigung

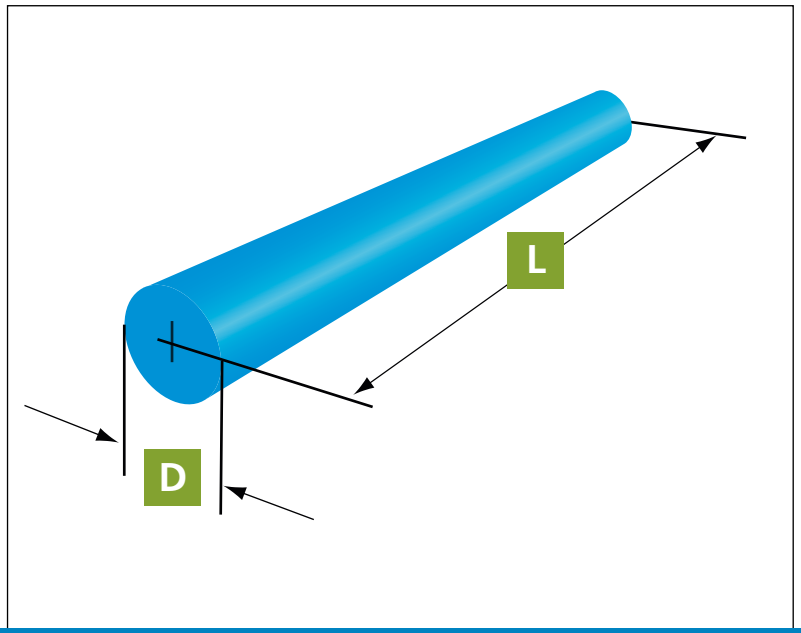
Manufactured from plate material.

Ideal for use in bar machines with collet chucks.

L Length up to 3000 mm

D Diameter in mm:
13, 16, 18, 19, 21, 26, 31, 33, 36, 37, 41, 43, 44, 46, 51, 53, 56, 61, 63, 67

Our service:
- Serrated sections
- Finished parts according to drawing
- Just in time delivery to your production site



4.1.5 Hohlzylinder, Rohre, Ringe
Hollow cylinders, pipes, rings

X-rayed
geröntgt

Wir fertigen Rohre nach Kundenwunsch innerhalb u. g. maximaler Abmessungen. Die Rohre sind gegossen und am Außendurchmesser überdreht.

L Länge bis 500 mm

D Außendurchmesser von 60 mm bis 1200 mm

d Innendurchmesser von 20 mm bis 1000 mm

Die Kombinationen von Innen- zu Außendurchmesser sind frei wählbar.

Unser Service:

- Ringe gesägt
- Ringe überdreht
- Lieferung „just in time“ an Ihre Fertigung
- Fertigteile nach Zeichnung

We produce pipes according to our customers' requirements within the maximum dimensions mentioned below. The pipes are cast and their outer diameter is turned.

L Length up to 500 mm

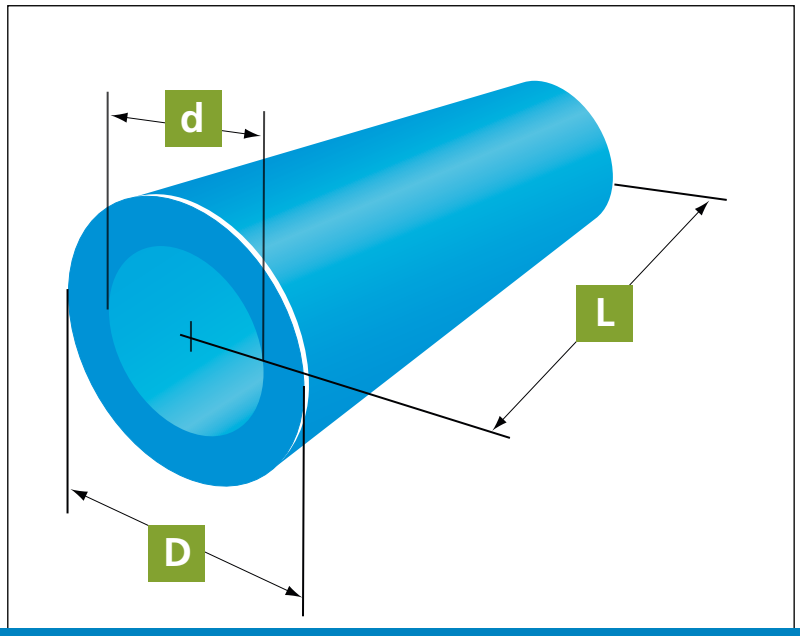
D Outer diameter between 60 mm and 1200 mm

d Inner diameter between 20 mm and 1000 mm

Free choice of combination of inner and outer diameters.

Our service:

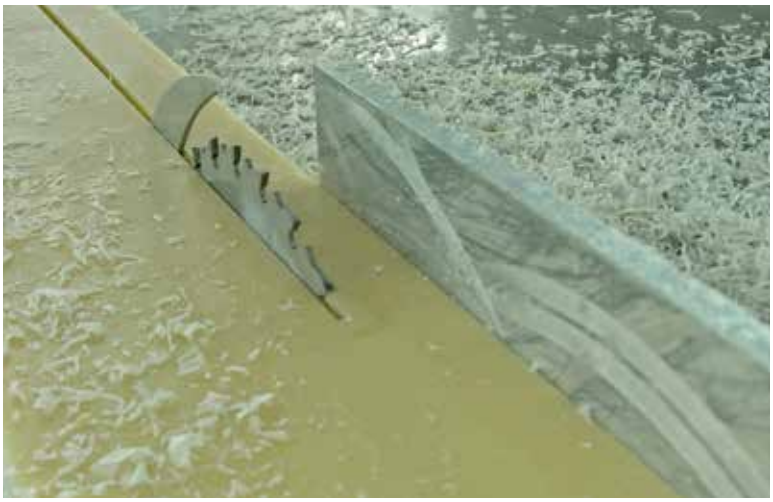
- Serrated rings
- Turned rings
- Just in time delivery to your production site
- Finished parts according to drawing



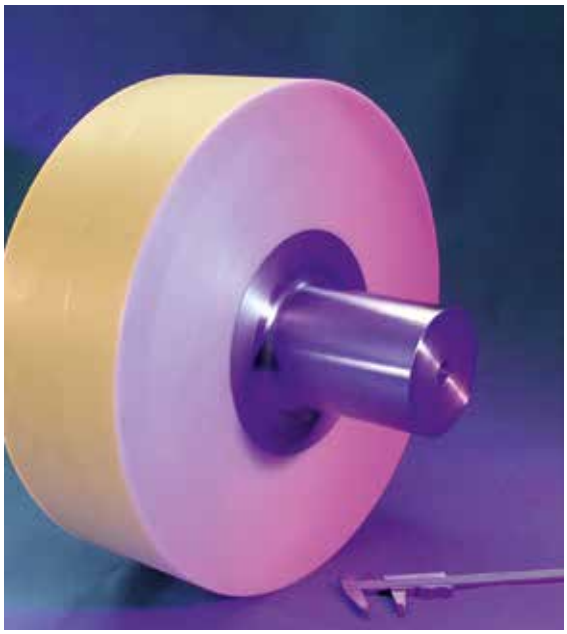
4.2 Zuschnitte | Blanks

Ob Scheiben, Ringe, Leisten oder Blöcke – bei uns bekommen Sie Halbzeuge passgenau und in beliebiger Stückzahl für Ihre Fertigung vorbereitet. Rohre und Zylinder sind standardmäßig am Außendurchmesser überdreht. Platten bis zu 1000 mm Breite können wir auf Dicke hobeln oder schleifen – mit Bearbeitungszugabe oder auf Fertigmaß mit Oberflächenfinish. Die lieferbaren maximalen Größen entnehmen Sie bitte unserem Lieferprogramm.

Whether you need discs, rings, strips or blocks – we can supply you with any number of precision-fit semi-finished parts for your production. The outer diameter of pipes and cylinders are turned as standard. Plates up to 1000 mm wide can be planed or ground to thickness – with machining allowance or to finished size with surface finish. Please refer to our product range for information on the maximum sizes we can supply.



4.3 Sonderformate | Special formats



Dieses Laufrad (ø= 450mm) einer Mischtrommel wird stoßweise mit bis zu 22 t belastet. Die dicke Bandage aus HAWAMID PA 12G kann diese Belastung elastisch abfedern und die Laufbahn wird geschont. Wenn die Bandage verschlissen ist, wird sie entfernt und die Welle von uns neu eingegossen.

This runner (ø= 450mm) of a mixing drum is subjected to intermittent loads of up to 22 t. The thick lining made of HAWAMID PA 12G can cushion these loads and thus protect the track. Once the lining has worn out we remove it and re-cast the shaft.

PA 12G ist ein kostbarer Werkstoff, weshalb eine materialsparende Verarbeitung wichtig ist. Speziell an die Geometrie des Fertigteiles angepasste Gießformen helfen Rohstoff und somit Kosten zu sparen – oft schon nach wenigen Abgüssen hat sich die Investition in die Gießform amortisiert. Auch können so die Bearbeitungszeiten verringert werden, weil weniger Material abgetragen werden muss.
Gerne beraten wir Sie über die Möglichkeiten, Ihre Konstruktion optimal und kostengünstigst zu realisieren. Unser spezialisierter Formenbau verfügt über jahrelange Erfahrung.

Wiederverwendung gebrauchter Naben
Wenn der Kunststoffmantel verbraucht, die Nabe aber noch fehlerfrei ist, kann die Nabe in einer angepassten Gießform erneut eingegossen werden. Bei großen und aufwändigen Naben kann dies zu einer großen Kostenreduzierung führen – fragen Sie uns.

PA 12G is a precious material and must therefore be processed in a material-saving manner. Casting moulds specifically designed to match the geometry of the moulded part help to save raw material and costs – the investment costs for the casting moulds are often amortised after only a few castings. Machining times can thus also be reduced because less material has to be removed.
We will be happy to advise you on how to realise your construction as optimally and cost-efficiently as possible. We have many years of experience in specialised mould design and construction.

Recycling of used hubs
If the plastic sheathing has worn out but the hub is still in working order, the hub can be re-cast into a customised casting mould. In the case of large and complex hubs this can save considerable costs – ask us.

4.4 Fertigteile | Formed parts

Ob Großserie oder Einzelanfertigungen – Sie erhalten von uns auch gerne gleich das fertige Teil.

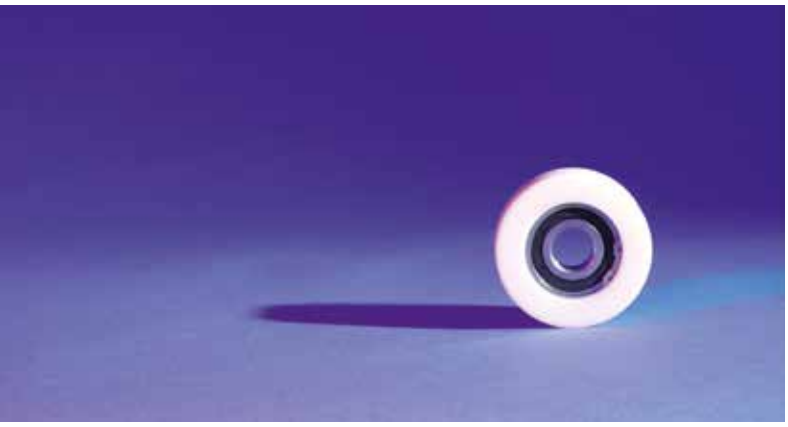
Durch unsere enge Kooperation mit spezialisierten Unternehmen der mechanischen Fertigung verfügen diese über das notwendige Know-how und die Erfahrung in der Bearbeitung von PA 12G. So können wir Ihnen Fertigteile zu günstigen Konditionen in höchster Qualität und Maßhaltigkeit liefern.

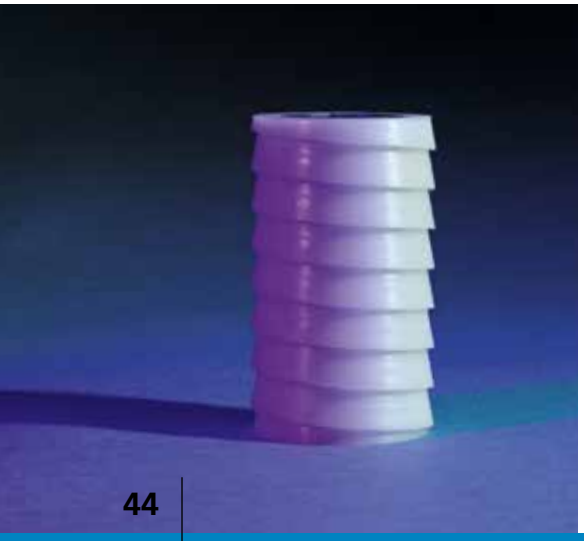
Gerne unterbreiten wir Ihnen ein konkretes Angebot nach Ihren Zeichnungen.

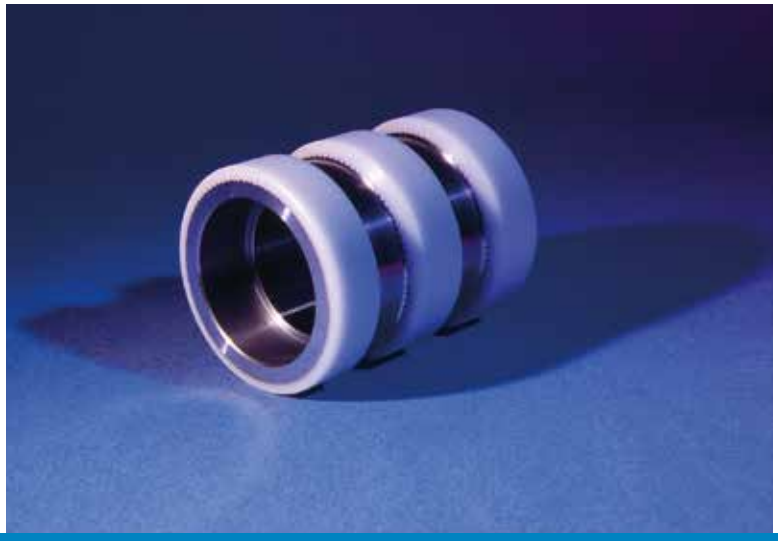
Whether for large volume or single-part production – we are also happy to supply you with formed parts ready for use.

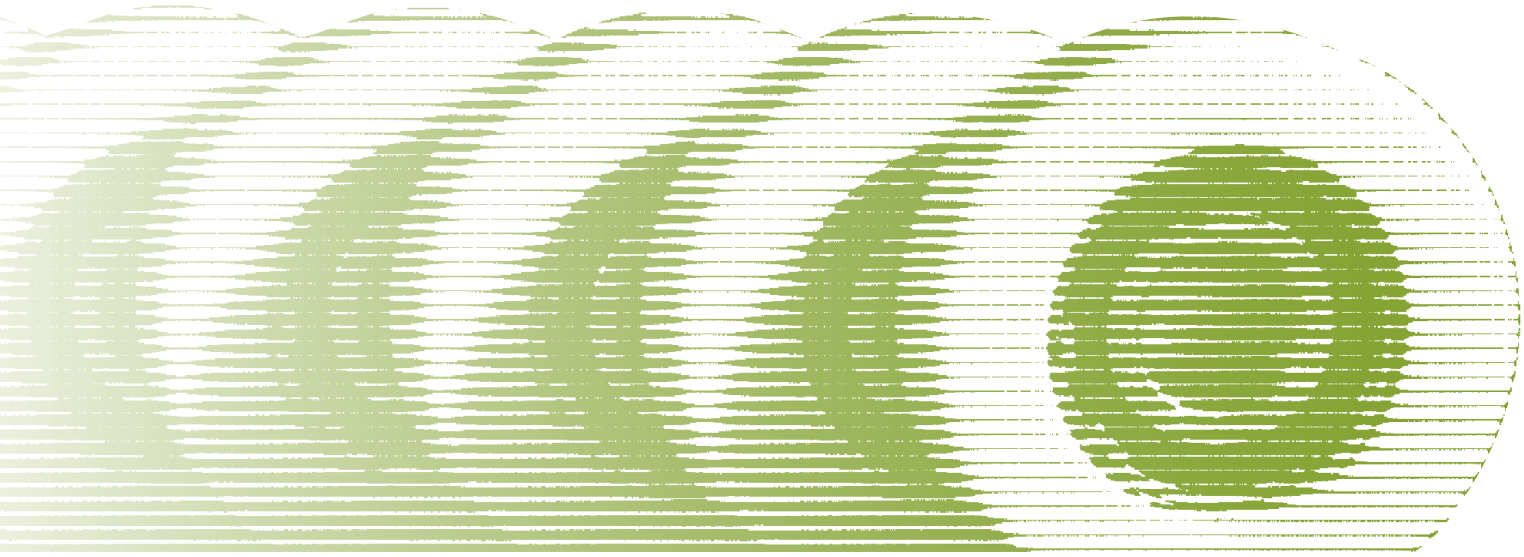
Thanks to our close collaboration with specialised mechanical production companies, they have the necessary know-how and experience in working with PA 12G. We are thus able to supply you with top quality and dimensionally accurate formed parts at favourable conditions.

We will be happy to make you a concrete offer based on your drawings.







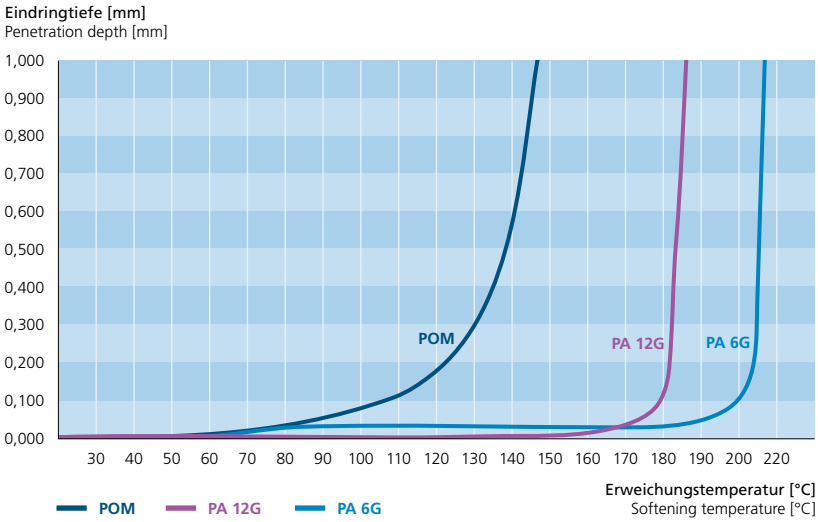


5.1 Diagramme
Diagrams

5.1.1 Vicat-B-50
Vicat-B-50

Drei Werkstoffe im direkten Vergleich: POM erweicht schon ab 50°C und dann allmählich ansteigend. PA 6 wird am spätesten weich, verformt sich aber schon wesentlich früher (vergl. auch E-Modul). PA 12G bleibt bis 150°C stabil und elastisch.

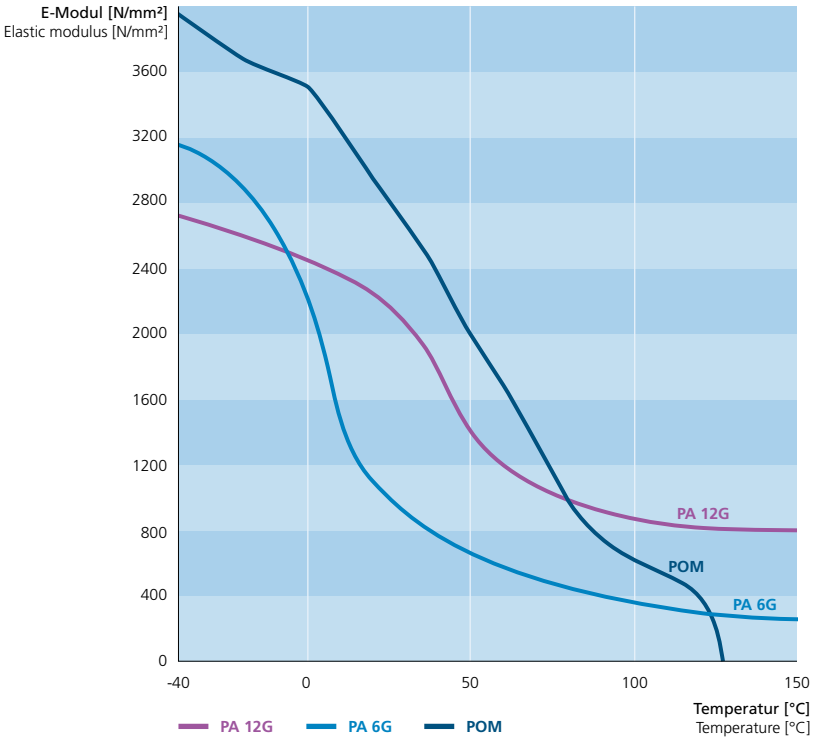
Three materials in direct comparison: POM softens already at 60°C and then gradually becomes softer. PA 6 is the last to soften, but therefore deforms much earlier (see also elastic modulus). PA 12G remains solid and elastic up to 150°C.



5.1.2 E-Modul
Elastic modulus

PA 12G hat die ausgeglichenste Kurve: Bei -50°C zeigt PA 12G kein „sprödes“ und bei 120°C kein „weiches“ Verhalten. PA 12G ist über ein breites Temperaturintervall elastisch mit gutem Rückstellverhalten.

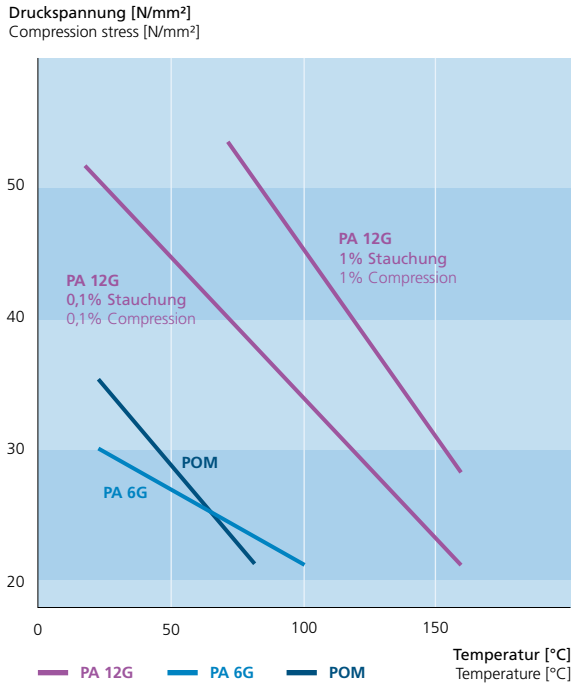
PA 12G has the most evenly shaped curve: at -50°C PA 12G exhibits no „brittling“ and at 120°C no „softening“. PA 12G is elastic across a wide range of temperatures and exhibits good resilience.



5.1.3 Druckspannung/Temperatur
Compressive stress/temperature

Schon bei Raumtemperatur von 23°C liegt die zulässige Druckspannung von PA 12G um 43% bzw. 31% höher als bei POM oder PA 6. Steigt die Temperatur, sind die Einsatzgrenzen bei POM und PA 6 schnell erreicht. PA 12G hingegen zeigt über ein breites Temperaturintervall ein gutes Rückstellverhalten und geringes Kriechverhalten.

Even at ambient temperatures as low as 23°C the permissible compression stress of PA 12G is 43% or rather 31% higher than with OPM or PA 6. If the temperature rises, the application limits are soon reached with POM and PA 6. PA 12G, however, exhibits good elastic recovery and low creep behaviour across a wide range of temperatures.



5.1.4 Zugversuch
Tensile test

PA 12G erreicht eine Zugfestigkeit von 66 N/mm². Bei isolierten Umgebungsbedingungen von 23°C und ohne Feuchtigkeit erreichen PA 6 und POM höhere Werte – aber nur dann! Sobald Wärme oder Feuchtigkeit hinzukommen, verlieren POM und PA 6 ihre Festigkeit rasch (vergl. 5.1.7).

PA 12G has a tensile strength of up to 66 N/mm². In isolated conditions at 23°C and under the exclusion of moisture PA 6 and POM obtain higher values – but only then! As soon as heat or moisture come into play POM and PA 6 quickly lose their strength (see 5.1.7).

Zugversuch DIN 53455

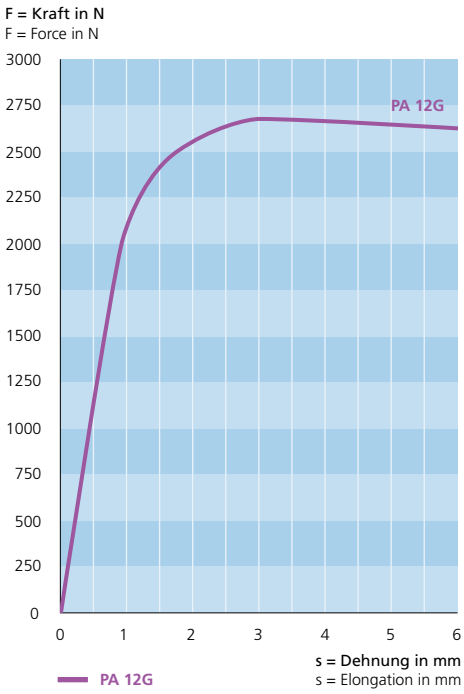
E-modul DIN 53457
E-modul: 2225,679 N/mm²
ς-max: 66 N/mm²
ς-s: 66 N/mm²
ε-(Fs): 8,366 %

Probendicke: 3,98 mm
Probenbreite: 10,05 mm

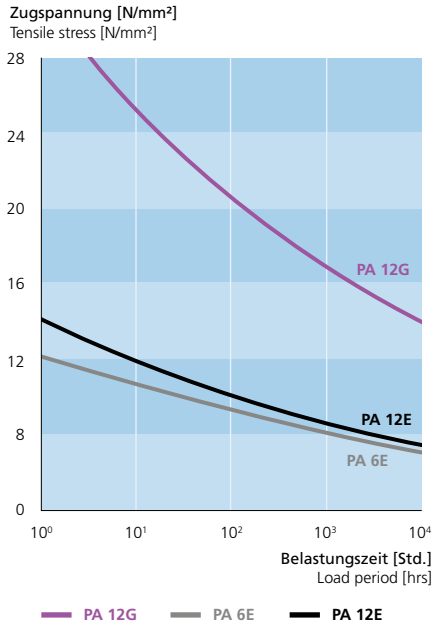
Tensile test DIN 53455

Elastic modulus DIN 53457
Elastic modulus: 2225,679 N/mm²
ς-max: 66 N/mm²
ς-s: 66 N/mm²
ε-(Fs): 8,366 %

Specimen thickness: 3,98 mm
Specimen width: 10,05 mm



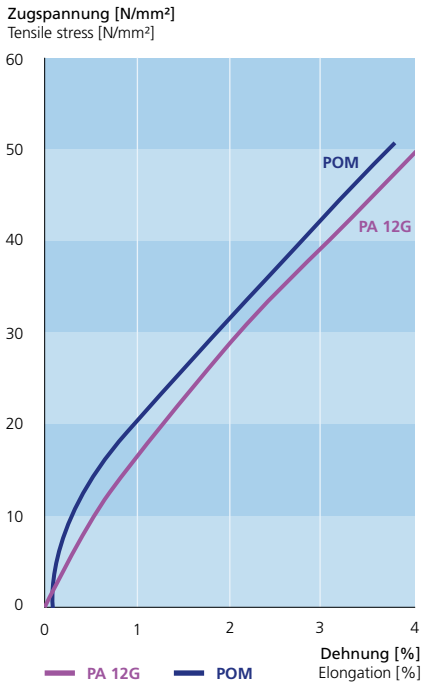
5.1.5 Zugspannung/Belastungszeit
Tensile stress/load period



Der direkte Vergleich von gegossenen zu extrudierten Polyamiden – d.h. der Vergleich von Polyamiden mit hoher zu niedriger Kristallinität: Das hochkristalline, gegossene PA 12G kann weitaus höher und länger belastet werden als die niederkristallinen, extrudierten Polyamide PA 12E und PA 6E.

Direct comparison of cast and extruded polyamides – i.e. comparison of polyamides with high and low crystallinity: The high-crystalline, cast PA 12G can be subjected to considerably higher and longer loads than the low-crystalline, extruded polyamides PA 12E and 6E.

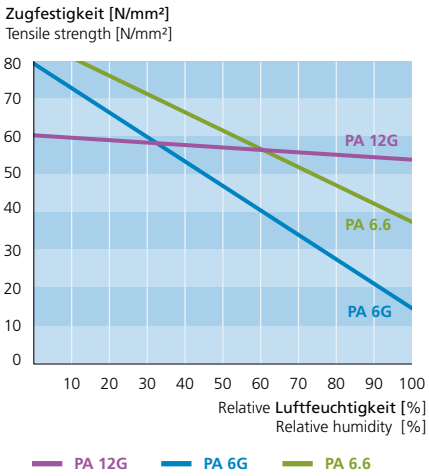
5.1.6 Zugspannung/Dehnung
Tensile stress/elongation



Auf Basis der E-Modulwerte müsste der Zugspannungs-Dehnungsverlauf von POM um ca. 25% höher liegen – d.h. trotz hoher Elastizität im E-Modul zeigt PA 12G einen hohen Widerstand gegen Verformung.

Based on the elastic modulus values the elongation curve representing the tensile stress of POM should be approx. 25% higher – i.e. despite high elasticity in the elastic modulus PA 12G exhibits a high resistance against deformation.

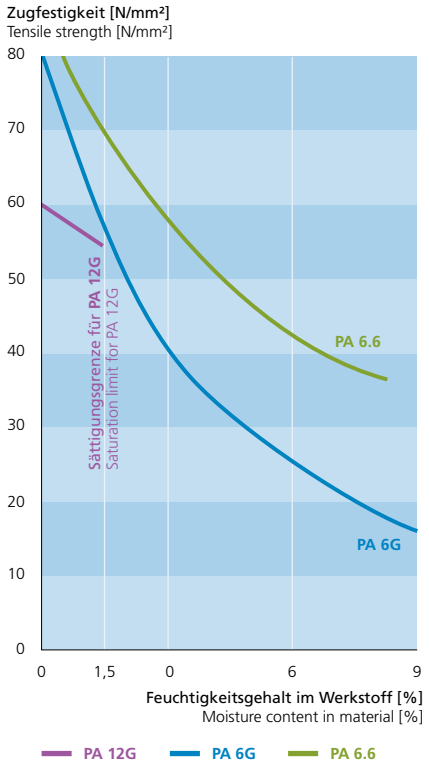
5.1.7 Zugfestigkeit/relative Luftfeuchtigkeit
Tensile strength/relative humidity



Die Summe der Einflussfaktoren bestimmt die Wahl des Werkstoffes: Ist mit Feuchtigkeit – und sei es nur Luftfeuchtigkeit – zu rechnen, verlieren PA 6 und PA 6.6 schnell ihre Zugfestigkeit.

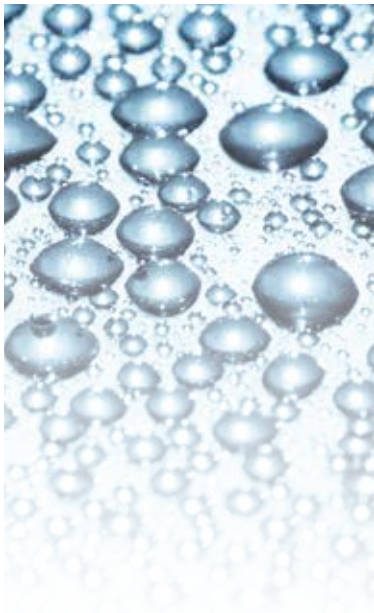
The sum of all influencing factors determines the choice of the material: If dampness – or even humidity – is to be expected, PA 6 and PA 6.6 quickly lose their tensile strength.

5.1.8 Zugfestigkeit/Feuchtigkeitsgehalt im Werkstoff
Tensile strength/moisture content in material



Hier zeigen sich die besonderen Eigenschaften besonders deutlich: PA 12G hat die geringste Wasseraufnahme aller Polyamide und somit auch konstante und verlässliche physikalische Eigenschaften in nasser Umgebung.

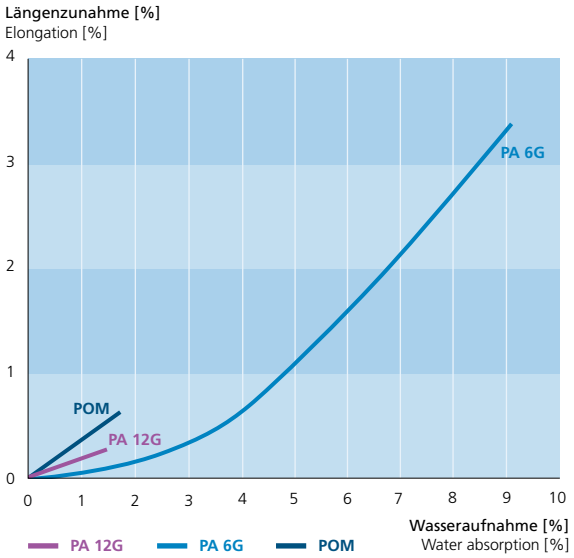
Here the special properties become particularly clear: PA 12G is the least water-absorbent polyamide and thus also exhibits constant and reliable physical properties even in wet environments.



5.1.9 Längenzunahme/Wasseraufnahme
Elongation/water absorption

Die geringe Wasseraufnahme von PA 12G bedeutet auch eine hohe Maßhaltigkeit. PA 6 und POM quellen weitaus stärker auf und verlieren ihre Maßhaltigkeit, was wiederum erhöhten Verschleiß zur Folge hat.

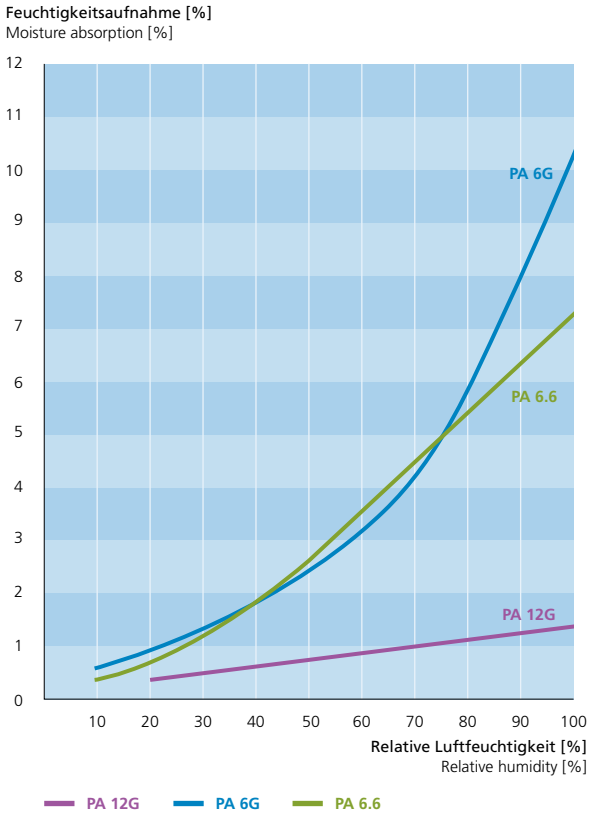
The low water absorption of PA 12G also means high dimensional stability. PA 6 and POM swell up considerably more and thus lose their dimensional stability, which in turn causes more wear.



5.1.10 Feuchtigkeitsaufnahme/rel. Luftfeuchtigkeit
Moisture absorption/rel. humidity

Die hohe Feuchtigkeitsaufnahme von PA 6 hat eine geringere Festigkeit und bedingt durch das Quellverhalten eine geringere Maßhaltigkeit zur Folge. Bei Frost besteht zudem die Gefahr des Berstens. PA 12G hat mit 1,1% seine Sättigung erreicht – das bedeutet eine konstante Maßhaltigkeit und Festigkeit auch in feuchter Umgebung und bei Temperaturen bis -50°C.

Owing to its high moisture absorption, PA 6 exhibits lower strength and, due to its swelling behaviour, lower dimensional stability. In the case of frost, there is also the risk of bursting. PA 12G is saturated at 1.1% – this means lasting dimensional stability and strength even in damp environments and at temperatures as low as -50°C.



5.2 Tabellen

5.2.1a Werkstoffeigenschaften

Das Besondere an HAWAMID PA 12G ist das Zusammentreffen entscheidender Eigenschaften. Alternative Werkstoffe wie POM oder PA 6G verfügen bei einzelnen Materialparametern wie Festigkeit, Wärmeformbeständigkeit oder Abriebbeständigkeit über bessere Ergebnisse – allerdings nur unter isolierter Betrachtung. Kommen Umgebungseinflüsse wie Feuchtigkeit, Hitze, Kälte, chemische Stoffe etc. hinzu, sinken die Materialwerte meist rapide ab.

HAWAMID PA 12G behält seine mechanischen Werte über ein breites Temperaturintervall, hat die geringste Wasseraufnahme aller Polyamide und ist weitgehend chemikalienresistent. Das Zusammenspiel von geforderten mechanischen Eigenschaften unter den gegebenen Umgebungseinflüssen in der konkreten Anwendung ist das Entscheidende.

	Prüf-verfahren	Maß-einheit	Polyamide				POM
Bezeichnung			HAWAMID HW	HAWAMID HI	HAWAMID + Öl		POM
Bezeichnung ISO/DIN			PA 12G HW	PA 12G HI	PA 12G +Öl	PA 6G	POM C
Allgemeine Eigenschaften							
Dichte	DIN 53479	g/cm³	1,03	1,03	1,025	1,15 – 1,17	1,41
Feuchtigkeitsaufnahme		%	0,9	0,9	0,75/0,85	2	0,2
Feuchtigkeitsaufnahme bei Sättigung		%	1,1	1,1	1	6 – 7	0,8
max. Wasseraufnahme bei Normklima 23/65		Gew.-%	ca. 1,1		0,75/0,8		
Mechanische Eigenschaften							
Zugfestigkeit	DIN 53455	N/mm²	66	62	64	85	72
Reißdehnung	DIN 53455	%	10	12	11	60 250*	35
E-Modul-Zugversuch	DIN 53457	N/mm²	2200	2100	2100	3000 1900*	2750 – 3000
Zugspannung nach 1000 h bei 1% Dehnung	DIN 53444	N/mm²	40	36	36	21	14
Biegefestigkeit trocken	DIN 53452	N/mm²	90		85	100	94
E-Modul Biegeversuch	DIN 53452	N/mm²	2400		2200	3300	2500
Druckbelastung zulässig bei 0,1% Stauchung	DIN 53505	N/mm²	46		42	32	35
Härte	Shore	D	78	72	76	80	85
Kugeldruckhärte	DIN 53456	N/mm²	106	100	95	140	150
Gleiteigenschaften (gegenüber Stahl)		µ	0,35	0,38	0,18	0,21 – 0,4	0,15 – 0,35
Gleitverschleiß (gegenüber Stahl)		µm/km	0,2	0,2	0,1	0,10	8,9
PV-Richtwerte bei v = 0,1 m/s p ≈ 24 N/mm² trocken		N/mm² * m/s	0,15 – 0,12	0,15 – 0,12	0,25 – 0,30	0,13	0,15
Reibwert statisch			0,35	0,35	0,35	o. A.	o. A.
Reibwert dynamisch			0,40	0,40	0,40	o. A.	o. A.

* feucht 23°C/ 50% Luftfeuchtigkeit

HW: Highly wear-resistant – hoch verschleißfest
HI: Highly impact-resistant – hoch schlagzäh

	Prüf-verfahren	Maß-einheit	Polyamide				POM
Bezeichnung			HAWAMID HW	HAWAMID HI	HAWAMID + Öl		POM
Bezeichnung ISO/DIN			PA 12G HW	PA 12G HI	PA 12G +Öl	PA 6G	POM C
Mechanische Eigenschaften							
Dehnung bei Streckspannung	DIN 53455	%	7	9	8		15 – 30
Dehnung bei Bruch		%	9	11	10		>30
Kerbschlagzähigkeit (Chapy) 20°C		KJ/m²	8 – 12	12 – 15	10 – 12	5 – 6	7
Kerbschlagzähigkeit (Chapy) -50°C		KJ/m²	6 – 10	8 – 12	8 – 10	4 – 5	5
Abriebfestigkeit	Taber-Abrazer	mg/ 100 U	24	24			
Schlagzähigkeit 23°C		mJ/mm²	110	140	130		>150
Schlagzähigkeit -30°C		mJ/mm²	65	80	80		
Vicat-B-50-Erweichungstemperatur		°C	188 ±3	177 ±3	185 ±3	210	140
Thermische Eigenschaften							
Temp. Grenze in der Anwendung dauernd (untere + obere Temp.) kurzzeitig		°C °C	-50 bis 120 150			-40 bis 100 120	-50 bis 80 100
Dauertemperatur (<10^4 h) in Öl		°C	140				
Dauertemperatur (<10^4 h) in Wasser		°C	90				
Dauertemperatur (<10^4 h) in Luft		°C	120				
Lin. therm. Längenausdehnungskoeffizient	DIN 52328	$K^{-1} * 10^{-5}$	8 – 10	9	8 – 10	9	12
Lin. Ausdehnungskoeffizient -50°C – (-30°C)	VDE 0304	10^{-4} °C	0,8 – 1,0				
Lin. Ausdehnungskoeffizient +30°C – (+80°C)	VDE 0304	10^{-4} °C	1,0 – 1,8				
Wärmeleitzahl	DIN 52612	W/m*K	0,23			0,24	0,31
UL-Brennbarkeitseinstufung		UL94	HB			V-2	HB
Anwendungstemperatur max. kurzzeitig		°C	bis 150				
Vicat-B-50 Erweichungstemperatur	DIN 53460	°C	182 – 190			210	140
Wärmeformbeständigkeit luftfeucht	ISO/R75/B	°C	185 – 190			o. A.	o. A.
Spezifische Wärme		kJ/kg K	2,4				
Versprödung in Kälte		°C	≦ -50				≦ -50
Elektrische Eigenschaften Prüfkörper 24 h in Normklima 23/50 konditioniert							
Spez. Durchgangswiderstand bei 23°C	DIN 53482	Ω cm	$2,7 * 10^{14}$			$10^{12}/10^{10}$*	10^{14}
Spez. Durchgangswiderstand bei 70°C		Ω cm	$1,0 * 10^{14}$				

HW: Highly wear-resistant – hoch verschleißfest
HI: Highly impact-resistant – hoch schlagzäh

5.2.1a Werkstoffeigenschaften

	Prüf-verfahren	Maß-einheit	Polyamide				POM
Bezeichnung			HAWAMID HW	HAWAMID HI	HAWAMID + Öl		POM
Bezeichnung ISO/DIN			PA 12G HW	PA 12G HI	PA 12G +Öl	PA 6G	POM C
Elektrische Eigenschaften Prüfkörper 24 h in Normklima 23/50 konditioniert							
Oberflächenwiderstand	DIN 53482 Verf. ROA	Ω	10^{13}			10^{12}	10^{13}
Durchschlagswiderstand	DIN 53481	kV/mm	30			20	>16
Dielektrizitätszahl (10^3 Hz) bei 23°C	DIN 53483	–	3,5 (bei 50 Hz)			3,7	3,7
Dielekt. Verlustfaktor (10^3 – 10^6 Hz)	DIN 53483	–	0,038 (bei 50 Hz)			0,03	0,005
Kriechstromfestigkeit KB	DIN 53480		KB 550				
Kriechstromfestigkeit KC	DIN 53480		KC 600				> 600
Anwendungsbereich							
Säurebeständigkeit			C			C	B
Laugenbeständigkeit			A			A	B
Heißwasserbeständigkeit (Hydrolyse)			B – C			B – C	B
UV-Bestrahlung (Außenanwendung)			B			B/ sw A	C/ sw A

A = kein Angriff
B = leichter Angriff
C = mäßiger Angriff, geringe Absorption
D = in kurzer Zeit zersetzt

HW: Highly wear-resistant – hoch verschleißfest
HI: Highly impact-resistant – hoch schlagzäh

In diesem Datenausdruck sind Richtwerte angegeben. Diese Werte sind beeinflussbar durch Verarbeitungsbedingungen, Modifikationen, Werkstoffzusätze und Umgebungseinflüsse und befreien den Anwender nicht von eigenen Prüfungen und Versuchen. Sie sind aufgrund der gegenwärtigen Erfahrungen und Kenntnisse zusammengestellt. Eine rechtlich verbindliche Zusicherung bestimmter Eigenschaften oder der Eignung für einen konkreten Einsatzzweck kann aus unseren Angaben nicht abgeleitet werden.
Etwaige Schutzrechte sowie bestehende Gesetze und Bestimmungen sind vom Empfänger unserer Produkte in eigener Verantwortung zu beachten.

5.2.1b Material properties

The special feature of HAWAMID PA 12G is that it combines two important properties. Alternative materials such as POM or PA 6G may have individual material parameters that are superior in terms of e.g. strength, heat deflection temperature or abrasion resistance – but only if observed in isolation. As soon as they are subjected to environmental stress such as dampness, heat, cold, chemical substances etc., the material property values generally decrease rapidly.

HAWAMID PA 12G maintains its mechanical properties across a wide range of temperatures, absorbs the least amount of water amongst all polyamides and, to a great extent, is resistant to chemicals. What is decisive is the interaction between the required mechanical properties when subjected to the existing environmental conditions in the correct application.

	Test method	Unit of measure	Polyamides				POM
Description			HAWAMID HW	HAWAMID HI	HAWAMID + oil		POM
Description ISO/DIN			PA 12G HW	PA 12G HI	PA 12G + oil	PA 6G	POM C
General properties							
Density	DIN 53479	g/cm³	1,03	1,03	1,025	1,15 – 1,17	1,41
Moisture absorption		%	0,9	0,9	0,75/0,85	2	0,2
Moisture absorption when saturated		%	1,1	1,1	1	6 – 7	0,8
Max. water absorption in standard atmospheric conditions 23/65		Gew.-%	ca. 1,1		0,75/0,8		
Mechanical characteristics							
Tensile strength	DIN 53455	N/mm²	66	62	64	85	72
Elongation at tear	DIN 53455	%	10	12	11	60 250*	35
Elastic modulus tensile test	DIN 53457	N/mm²	2200	2100	2100	3000 1900*	2750 – 3000
Tensile stress after 1000 h at 1% elongation	DIN 53444	N/mm²	40	36	36	21	14
Bending strength dry	DIN 53452	N/mm²	90		85	100	94
Elastic modulus bending test	DIN 53452	N/mm²	2400		2200	3300	2500
Permissible pressure load at 0.1% compression	DIN 53505	N/mm²	46		42	32	35
Hardness	Shore	D	78	72	76	80	85
Ball indentation hardness	DIN 53456	N/mm²	106	100	95	140	150
Antifriction properties (compared to steel)		µ	0,35	0,38	0,18	0,21 – 0,4	0,15 – 0,35
Friction wear (compared to steel)		µm/km	0,2	0,2	0,1	0,10	8,9
PV guiding value at v = 0.1 m/s p ≈ 24 N/mm² dry		N/mm² * m/s	0,15 – 0,12	0,15 – 0,12	0,25 – 0,30	0,13	0,15
Friction coefficient static			0,35	0,35	0,35	o. A.	o. A.
Friction coefficient dynamic			0,40	0,40	0,40	o. A.	o. A.

* damp 23°C/ 50% humidity

HW: Highly wear-resistant
HI: Highly impact-resistant

5.2.1b Material properties

	Test method	Unit of measure	Polyamides				POM
Description			HAWAMID HW	HAWAMID HI	HAWAMID + oil		POM
Description ISO/DIN			PA 12G HW	PA 12G HI	PA 12G + oil	PA 6G	POM C
Mechanical characteristics							
Elongation at yield point	DIN 53455	%	7	9	8		15 – 30
Elongation at break		%	9	11	10		>30
Impact strength (Chapy) 20°C		KJ/m²	8 – 12	12 – 15	10 – 12	5 – 6	7
Impact strength (Chapy) -50°C		KJ/m²	6 – 10	8 – 12	8 – 10	4 – 5	5
Abrasion resistance	Taber-Abrazer	mg/ 100 U	24	24			
Impact strength 23°C		mJ/mm²	110	140	130		>150
Impact strength -30°C		mJ/mm²	65	80	80		
Vicat-B-50 softening temperature		°C	188 ±3	177 ±3	185 ±3	210	140
Thermal properties							
Temperature limit in the application Constant (bottom and top temp.) Temporary		 °C °C	 -50 bis 120 150			-40 bis 100 120	-50 bis 80 100
Constant temperature (<10^4 h) in oil		°C	140				
Constant temperature (<10^4 h) in water		°C	90				
Constant temperature (<10^4 h) in air		°C	120				
Therm. coefficient of linear expansion	DIN 52328	$K^{-1} * 10^{-5}$	8 – 10	9	8 – 10	9	12
Coefficient of linear expansion -50°C – (-30°C)	VDE 0304	10^{-4} °C	0,8 – 1,0				
Coefficient of linear expansion +30°C – (+80°C)	VDE 0304	10^{-4} °C	1,0 – 1,8				
Coefficient of thermal conductivity	DIN 52612	W/m*K	0,23			0,24	0,31
UL flammability rating		UL94	HB			V-2	HB
Application temperature max. temporary		°C	bis 150				
Vicat-B-50 softening temperature	DIN 53460	°C	182 – 190			210	140
Heat distort resistance air humidity	ISO/R75/B	°C	185 – 190			o. A.	o. A.
Specific heat		kJ/kg K	2,4				
Brittling in cold		°C	≦ -50				≦ -50
Electrical properties test sample 24 h in standard atmospheric conditions 23/50 conditioned							
Spec. volume resistivity at 23 °C	DIN 53482	Ω cm	$2,7 * 10^{14}$			$10^{12}/10^{10}$*	10^{14}
Spec. volume resistivity at 70		Ω cm	$1,0 * 10^{14}$				
Surface resistance	DIN 53482 Verf. ROA	Ω	10^{13}			10^{12}	10^{13}

HW: Highly wear-resistant
HI: Highly impact-resistant

	Test method	Unit of measure	Polyamides				POM
Description			HAWAMID HW	HAWAMID HI	HAWAMID + oil		POM
Description ISO/DIN			PA 12G HW	PA 12G HI	PA 12G + oil	PA 6G	POM C
Electrical properties test sample 24 h in standard atmospheric conditions 23/50 conditioned							
Percussion strength	DIN 53481	kV/mm	30			20	>16
Relative permittivity (10^3 Hz) at 23°C	DIN 53483	–	3,5 (bei 50 Hz)			3,7	3,7
Dissipation factor (10^3 – 10^6 Hz)	DIN 53483	–	0,038 (bei 50 Hz)			0,03	0,005
Track resistance KB	DIN 53480		KB 550				
Track resistance KC	DIN 53480		KC 600				> 600
Area of application							
Acid resistance			C			C	B
Alkali resistance			A			A	B
Hot water resistance (hydrolysis)			B – C			B – C	B
UV radiation (outside use))			B			B/ sw A	C/ sw A

A = no corrosion
B = slight corrosion
C = moderate corrosion, low absorption
D = disintegrated in short time

HW: Highly wear-resistant
HI: Highly impact-resistant

This data printout contains guiding values. These values can be influenced by processing conditions, modifications, material additives and ambient influences and do not exempt the user from performing his own tests and trials. They have been compiled according to our current experience and knowledge. No legally binding guarantee of certain properties or suitability for concrete applications can be derived from our specifications.
It is the responsibility of the recipient of our products to observe possible property rights as well as existing laws and provisions.

5.2.2 Chemische Eigenschaften
Chemical properties

Hinweise zur Verwendung der Liste „Chemische Beständigkeit“

Die Angaben zur chemischen Beständigkeit in der nachfolgenden Liste beziehen sich auf Versuche, in denen die Probekörper frei von äußeren Spannungen und Belastungen den jeweiligen Medien ausgesetzt waren. Hinzu kommen unsere Erfahrungen aus dem praktischen und zum Teil langjährigen Einsatz der Kunststoffe im Kontakt mit den Medien. Die vorliegende Liste stellt aufgrund der Medienvielfalt nur einen Auszug aus den uns zur Verfügung stehenden Daten dar. Sollte das von Ihnen verwendete Medium nicht darin enthalten sein, geben wir Ihnen auf Nachfrage gerne Auskunft zur Beständigkeit der von uns gelieferten Kunststoffe.

Die hier aufgeführten Beständigkeitswerte haben nur Richtwertcharakter und können durch einflussbestimmende Faktoren, wie z. B.
- abweichender Reinheitsgrad des Mediums
- abweichende Konzentration des Mediums
- andere Temperaturen als die angegebenen
- Wechseltemperaturen
- mechanische Belastung
- Teilgeometrien, insbesondere solche, die zu dünnen Wandstärken oder starken Wandstärkenunterschieden führen
- Spannungen, die durch die Verarbeitungen erzeugt werden
- Mischungen, die aus den verschiedenen Medien zusammengesetzt sind
- Kombinationen aus den vorstehend genannten Faktoren

grundlegende Änderungen ergeben. Deshalb können wir für diese Angaben keine Garantie übernehmen.

Anwendungen müssen vorab auf Beständigkeiten für den jeweiligen Anwendungsfall geprüft werden.
Für Gemische aus verschiedenen Medien kann die Beständigkeit in der Regel nicht vorhergesagt werden, auch wenn der Kunststoff gegen die einzelnen Bestandteile des Gemisches beständig ist. Daher empfehlen wir für diesen Fall einen Einlagerungsversuch mit dem entsprechenden Mischmedium unter den zu erwartenden Umgebungsbedingungen. Dabei ist zu beachten, dass bei Teilen, die im Bereich des unmittelbaren Zusammentreffens zweier oder mehrerer Medien eingesetzt werden sollen, zusätzlich eine Temperaturbelastung aufgrund der entstehenden Reaktionswärme auftreten kann.
Trotz der Einstufung >beständig< kann es in verschiedenen Fällen im Kontakt mit dem Medium zu Oberflächenveränderungen wie z. B. Mattierung oder Verfärbung, bei transparenten Kunststoffen zu Trübung kommen. Die Widerstandsfähigkeit bleibt jedoch trotz dieser Oberflächenveränderung erhalten.
Die in der Liste enthaltenen Angaben entsprechen dem derzeitigen Stand unserer Kenntnisse und sind als Empfehlung und Richtwert zu verstehen. Wir empfehlen für den konkreten Einsatzfall bzw. im Zweifel, die Beständigkeit durch einen Einlagerungsversuch unter den zu erwartenden Einsatzbedingungen zu überprüfen.

Information on how to use the list „Chemical resistance“

The information provided on chemical resistance in the following list is based on tests involving specimens that were unexposed to external stress or loads while being subjected to the relevant media. Also included are our experiences we gathered from our practical and often long-standing use of plastics when in contact with these media. Due to the variety of media, the present list represents only an extract of the data available to us. In the event that the medium you use is not included in the list, we will, upon request, be happy to provide you with the information on the resistances of the plastics we supply.

The resistance values listed here are only approximate values and may be considerably affected by factors such as e.g.
- deviating degree of purity of the medium
- deviating concentration of the medium
- different temperatures as those mentioned
- alternating temperatures
- mechanical loading
- part geometries, in particular those that result in thin wall thicknesses or wall thicknesses that differ considerably from each other
- tensions caused by machining
- mixtures containing the various media
- combination of the above-mentioned factors.

For this reason we cannot guarantee the accuracy of these values.

Applications must be tested in advance for relevant resistances.
In the case of mixtures containing different media, the resistance generally cannot be predicted even if the plastic is resistant to the individual constituents of the mixture. In this case we recommend that a storage test be performed with the relevant constituent in the ambient conditions to be expected. It must be emphasised that parts that are used is areas where two or more media come in direct contact with each other may be subject to additional thermal stress as a result of the reaction heat that is generated.
Despite the grading >stable<, contact with the medium may in individual cases result in changes to the surface such as e.g. deadening or discolouration or, in the case of translucent plastics, opacification. Despite these changes to the surface, however, the resistance is maintained.
The details provided in the list are based on our present state of knowledge and are to be understood as recommendations and approximate values. If in doubt, we recommend that for concrete applications the resistance be tested by means of a storage test performed in the ambient conditions to be expected.

UV = unverdünnt	UD = undiluted
WL = wässrige Lösung	HS = hydrous solution
GL = gesättigte Lösung	SS = saturated solution
HÜ = handelsüblich	CA = commercially available
RT = Raumtemperatur	AT = ambient temperature
+ = beständig	+ = stable
o = bedingt beständig	o = conditionally stable
- = nicht beständigt	- = unstable
L = löslich	S = soluble
/ = nicht geprüft	/ = not tested

Bezeichnung ISO/DIN Description ISO/DIN	Konzentration Concentration	Temperatur °C Temperature °C	Hawamid PA 12G	PA 6G	POM
Chem. Beständigkeit Chem. resistance					
Acetalaldehyd • Acetalaldehyde	40	20	+	+	+
Acetamid • Acetamide	50	20	+	+	+
Aceton • Acetone	UV • UD	RT • AT	+	+	+
Acrylnitril • Acrylonitrile	UV • UD	RT • AT	+	+	/
Alylalkohol • Allyl alcohol	UV • UD	RT • AT	o	o	/
Aluminiumchlorid • Aluminium chloride	10	RT • AT	+	+	o
Ameisensäure • Formic acid	2	RT • AT	o	o	+
Ameisensäure • Formic acid	UV • UD	RT • AT	o	L • S	-
Ammoniak • Ammonia	10	RT • AT	+	+	+
Ammoniumhydroxid • Ammonium hydroxide	30	RT • AT	+	+	-
Ammoniumnitrat • Ammonium nitrate	UV • UD	RT • AT	+	+	+
Anilin • Aniline	UV • UD	RT • AT	o	-	o
Antimontrichlorid • Antimony trichloride	10	RT • AT	-	-	/
Benzaldehyd • Benzaldehyde	UV • UD	RT • AT	o	o	+
Benzin, normal • Petrol, normal	HÜ • CA	40	+	+	+
Benzin, super • Petrol, super	HÜ • CA	40	+	+	+
Benzol • Benzene	UV • UD	RT • AT	+	+	o
Benzolsäure • Benzoic acid	UV • UD	RT • AT	+	-	o
Benzylalkohol • Benzyl alcohol	UV • UD	RT • AT	o	o	+
Bleichlauge (12,5% AC) • Bleaching lye (sodium hypochlorite) (12.5% AC)	HÜ • CA	RT • AT	o	-	-
Borax • Borax	WL • HS	RT • AT	+	+	+
Borsäure • Boric acid	10	RT • AT	+	+	+
Bromwasserstoffsäure • Hydrobromic acid	10	RT • AT	-	-	-
Bromwasserstoffsäure • Hydrobromic acid	50	RT • AT	-	-	-
Butanol • Butanol	UV • UD	RT • AT	+	+	+
Butylacetat • Butyl acetate	UV • UD	RT • AT	+	+	+
Calciumchlorid • Calcium chloride	5	RT • AT	+	+	o
Calciumchlorid in Alkohol • Calcium chloride in alcohol	20	RT • AT	-	-	-
Calciumhypochlorid • Calcium hypochloride	GL • SS	RT • AT	-	-	-
Chlorbenzol • Chlorobenzene	UV • UD	RT • AT	+	+	+
Chloressigsäure • Chloroacetic acid	UV • UD	RT • AT	-	-	-
Chloroform • Chloroform	UV • UD	RT • AT	o	o	-
Chromsäure • Chromic acid	1	RT • AT	o	o	o
Chromsäure • Chromic acid	50	RT • AT	-	-	-
Cyclohexan • Cyclohexane	UV • UD	RT • AT	+	+	+
Cyclohexanol • Cyclohexanol	UV • UD	RT • AT	+	+	+
Cyclohexanon • Cyclohexanone	UV • UD	RT • AT	+	+	+
Dibutylphtalat • Dibutyl phthalate	UV • UD	RT • AT	+	+	+
Dichlorethan • Dichloroethane	UV • UD	RT • AT	+	+	+
Dichlorethylen • Dichloroethylene	UV • UD	RT • AT	+	+	L • S
Eisen(II)chlorid • Iron (II) chloride	GL • SS	RT • AT	-	-	o
Eisen(III)chlorid • Iron (III) chloride	GL • SS	RT • AT	-	-	o
Essig • Vinegar	HÜ • CA	RT • AT	+	-	+
Essigsäure • Acetic acid	5	RT • AT	+	+	+
Essigsäure • Acetic acid	10	RT • AT	+	o	o
Essigsäure • Acetic acid	10	50	o	-	-
Essigsäure • Acetic acid	95	RT • AT	-	-	-
Essigsäure • Acetic acid	95	50	-	-	-

Bezeichnung ISO/DIN Description ISO/DIN	Konzentration Concentration	Temperatur °C Temperature °C	Hawamid PA 12G	PA 6G	POM
Chem. Beständigkeit Chem. resistance					
Ethylether • Ethyl ether	UV • UD	RT • AT	+	+	+
Flusssäure • Hydrofluoric acid	WL • HS	RT • AT	L • S	L • S	-
Formaldehyd • Formaldehyde	UV • UD	RT • AT	o	o	+
Glycerin • Glycerol	UV • UD	RT • AT	+	+	+
Heizöl • (Domestic) fuel oil	HÜ • CA	RT • AT	+	+	+
Heptan • Heptane	UV • UD	RT • AT	+	+	+
Hexan • Hexane	UV • UD	RT • AT	+	+	+
Isopropanol • Isopropanol	UV • UD	RT • AT	+	+	+
Kalilauge • Pottasium hydroxide	10	RT • AT	+	+	+
Kalilauge • Pottasium hydroxide	10	80	+	+	+
Kalilauge • Pottasium hydroxide	50	RT • AT	+	o	+
Ketone (aliphatisch) • Ketone (aliphatic)	UV • UD	RT • AT	o	o	+
Methanol • Methanol	50	RT • AT	+	+	+
Methanol • Methanol	UV • UD	RT • AT	+	+	+
Methylenchlorid • Methylene chloride	UV • UD	RT • AT	o	-	-
Mineralöl • Mineral oil	HÜ • CA	RT • AT	+	+	+
Natriumhypochlorid • Sodium hypochloride	10	RT • AT	-	-	-
Nitrobenzol • Nitrobenzene	UV • UD	RT • AT	-	-	o
Nitrotoluol • Nitrotoluene	UV • UD	RT • AT	o	o	o
Oxalsäure • Oxalic acid	10	RT • AT	o	o	-
Phenol • Phenol	90	RT • AT	L • S	L • S	-
Phenol • Phenol	UV • UD	40	L • S	L • S	-
Phenol • Phenol	UV • UD	60	L • S	L • S	-
Phenol • Phenol	UV • UD	80	L • S	L • S	-
Phosphorsäure • Phosphoric acid	10	RT • AT	-	-	+
Phosphorsäure • Phosphoric acid	25	RT • AT	-	-	o
Phosphorsäure • Phosphoric acid	85	RT • AT	L • S	L • S	-
Propanol • Propanol	UV • UD	RT • AT	+	+	+
Salpetersäure • Nitric acid	10	RT • AT	-	-	-
Salpetersäure • Nitric acid	80	RT • AT	-	-	-
Salpetersäure • Nitric acid	50	RT • AT	L • S	L • S	-
Salpetersäure • Nitric acid	80	RT • AT	L • S	L • S	-
Salzsäure • Hydrochloric acid	10	RT • AT	-	-	-
Salzsäure • Hydrochloric acid	20	RT • AT	-	-	-
Salzsäure • Hydrochloric acid	30	RT • AT	L • S	L • S	-
Schwefelsäure • Sulphuric acid	40	RT • AT	-	-	-
Schwefelsäure • Sulphuric acid	40	60	-	-	-
Schwefelsäure • Sulphuric acid	96	RT • AT	L • S	L • S	-
Schwefelsäure • Sulphuric acid	96	60	L • S	L • S	-
Tetrachlorkohlenstoff • Tetra-chlorocarbon	UV • UD	RT • AT	+	+	o
Toluol • Toluene	UV • UD	RT • AT	+	+	+
Trichlorethylen • Trichloroethylene	UV • UD	RT • AT	o	o	o
Wasserstoffperoxid • Hydrogen peroxide	10	RT • AT	+	+	+
Wasserstoffperoxid • Hydrogen peroxide	20	RT • AT	o	-	+
Wasserstoffperoxid • Hydrogen peroxide	30	RT • AT	-	-	o
Wasserstoffperoxid • Hydrogen peroxide	30	60	-	-	-
Xylol • Xylene	UV • UD	RT • AT	+	+	+
Zitronensäure • Citric acid	10	RT • AT	+	o	+
Zitronensäure • Citric acid	10	50	o	o	-

HAWACAST
Kunststofftechnik

HAWACAST GmbH
Kunststofftechnik für
Hightech-Anwendungen

Romualdstraße 82a
D-88416 Ochsenhausen

Tel.: +49 (0)7352 / 20 297-0
Fax: +49 (0)7352 / 20 297-77
Mail: info@hawacast.de
www.hawacast.de

Grafik, Text, Fotografie: www.zierdesign.de