



UTEC
**Ultra High Molecular Weight
Polyethylene (UHMWPE)**

Polyethylen mit ultrahohem
Molekulargewicht (UHMWPE)

Braskem
New ways to look at the world

Characteristics Eigenschaften

High impact strength
Hohe Schlagzähigkeit

Low coefficient of friction
Niedriger Reibungskoeffizient

High abrasion resistance
Hohe Abriebfestigkeit

Chemical resistance
Chemikalienbeständigkeit

UTEC is the trade name of the Ultra High Molecular Weight Polyethylene (UHMWPE) developed and produced by Braskem with its own technology resources.

UTEC has a molecular weight about 10 times higher than High Density Polyethylene (HDPE) resins. The Ultra High Molecular Weight of UTEC results in excellent mechanical properties such as high abrasion resistance, impact strength and low coefficient of friction. These special properties allow the product to be used in several high performance applications.

UTEC is sold in powder form in grades that vary according to the molecular weight and the average particle size. The molecular weight may be in the low range (3 million g/mol), medium range (5 million g/mol) or high range (7 to 10 million g/mol). Products with these different molecular weights are available in small (average diameter around 130 µm) or large particle sizes (average diameter around 190 µm).

UTEC ist der Markenname des von der Braskem anhand eigener Technologieressourcen entwickelten und produzierten Polyethylens mit ultrahohem Molekulargewicht (PE-UHMW - Ultra High Molecular Weight Polyethylen). Das Molekulargewicht von UTEC ist etwa 10 mal höher als das von High Density Polyethylen (HDPE). Dieses ultrahohe Molekulargewicht von UTEC bedingt ausgezeichnete mechanische Eigenschaften, wie eine hohe Abriebfestigkeit, hohe Schlagzähigkeit und einen niedrigen Reibungskoeffizienten. Diese besonderen Eigenschaften ermöglichen den Einsatz des Produktes in verschiedenen Hochleistungsanwendungen.

UTEC wird in Pulverform verkauft, in Sorten, die je nach Molekulargewicht und durchschnittlicher Partikelgröße variieren. Das Molekulargewicht kann sich im niedrigen Bereich (3 Millionen g / mol), im mittleren Bereich (5 Millionen g / mol) oder im hohen Bereich (7 bis 10.000.000 g / mol) befinden. Sorten mit diesen unterschiedlichen Molekulargewichten sind in kleinen (ca. 130 µm Durchmesser im Durchschnitt) oder großen Partikelgrößen (mittlerer Durchmesser rund 190 µm) verfügbar.

Impact Strength Schlagzähigkeit

UTEC is the best solution because of its remarkable impact strength property when compared with other materials. Figure 2 compares the impact strength of the most important commodities resins and engineering plastics with UTEC.

Im Vergleich mit anderen Materialien ist UTEC aufgrund seiner bemerkenswerten Schlagzähigkeit die beste Wahl. Abbildung 2 vergleicht die Schlagzähigkeit der wichtigsten Werkstoffe des allgemeinen Bedarfs und von Konstruktions-Plastwerkstoffen mit UTEC.

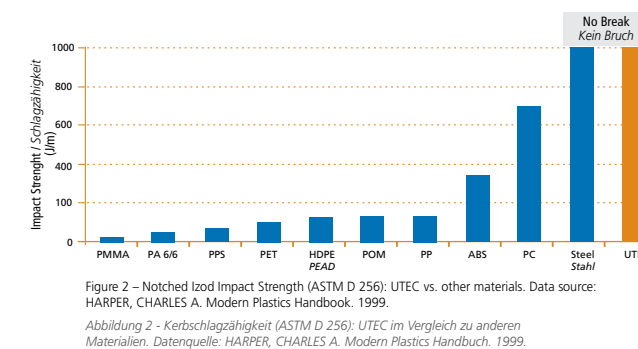


Figure 2 – Notched Izod Impact Strength (ASTM D 256): UTEC vs. other materials. Data source: HARPER, CHARLES A. Modern Plastics Handbook. 1999.

Abbildung 2 - Kerbschlagzähigkeit (ASTM D 256): UTEC im Vergleich zu anderen Materialien. Datenquelle: HARPER, CHARLES A. Modern Plastics Handbuch. 1999.

Coefficient of Friction Reibungskoeffizient

UTEC is an excellent material for sliding applications (low coefficient of friction), working as a self-lubricating material. Figure 3 compares the static and dynamic coefficient of friction of UTEC with other engineering thermoplastics, where it can be seen that, even without additives, UTEC is still the best cost/performance solution for sliding applications.

UTEC ist ein ausgezeichnetes Material für Gleitanwendungen (geringer Reibungskoeffizient), es arbeitet als selbstschmierendes Material. Abbildung 3 vergleicht den statischen und dynamischen Reibungskoeffizienten von UTEC mit anderen technischen Thermoplasten, woraus ersichtlich wird, daß UTEC auch ohne Zusatzstoffe immer noch die Lösung mit dem besten Preis / Leistungsverhältnis für Gleitanwendungen ist.

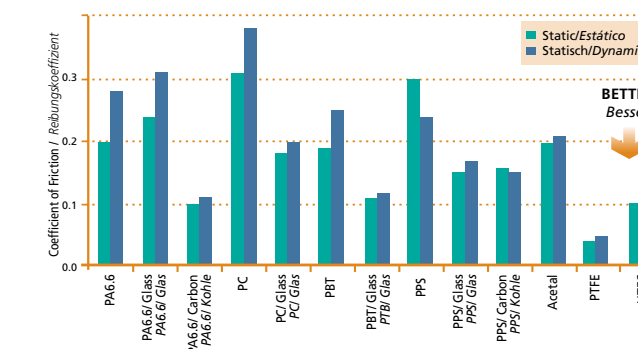


Figure 3 – Static and Dynamic Coefficient of Friction of UTEC and other materials. Data Source: CRAWFORD, R.J. Plastics Engineering. 3ª edição, 1998.

Abbildung 3 - Statischer und dynamischer Reibungskoeffizient von UTEC und anderen Materialien. Datenquelle: CRAWFORD, R.J. Plastics Engineering. 3. Auflage, 1998.

Abrasion Wear Resistance Abriebfestigkeit

Other outstanding UTEC property is its abrasion wear resistance. This makes UTEC suitable for replacing metals in applications that require high abrasion resistance and, besides that, UTEC parts are lighter than metal ones. Figure 4 compares UTEC with other materials used in high wear applications such as tubes, liners, silos, containers and other equipment.

Eine weitere herausragende Eigenschaft von UTEC ist seine Abriebfestigkeit. Dies macht UTEC geeignet für den Ersatz von Metallen in Anwendungen, die eine hohe Abriebfestigkeit erfordern und darüber hinaus sind UTEC-Teile leichter als Metallteile. Abbildung 4 vergleicht UTEC mit anderen Materialien, die in Anwendungen mit hohem Verschleiß wie Rohren, Auskleidungen, Silos, Containern und weiteren Einrichtungen verwendet werden.



Figure 4 – Relative abrasion wear of UTEC grades and various materials, STEEL SAE 1020 = 100. The pictures show the tested parts. Measured by Braskem internal sand-slurry method.

Abbildung 4 - Relativer Abrieb von UTEC Sorten und verschiedenen Materialien, Stahl SAE 1020 = 100. Die Bilder zeigen die geprüften Teile. Gemessen mit dem Braskem internen Sand-Slurry-Verfahren.

In the UHMWPE technology, it is well-known that the abrasion wear decreases with molecular weight as can be seen in figure 5.

In der UHMWPE-Technologie ist bekannt, dass der Abriebverschleiß mit zunehmendem Molekulargewicht abnimmt, wie in Abbildung 5 ersichtlich.

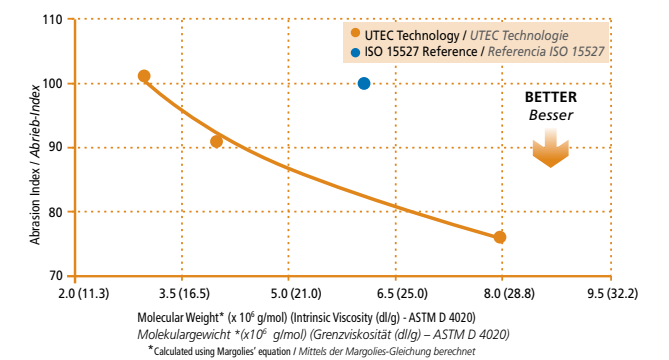


Figure 5 – Abrasion Index (Braskem internal sand slurry method) as a function of the Molecular Weight for the UTEC technology, measured according to ISO 15527 (ISO reference set as 100).

Abbildung 5 - Abrieb-Index (Braskem internes Sand Slurry-Verfahren) als Funktion des Molekulargewichts für die UTEC-Technologie, ermittelt gemäß ISO 15527 (ISO Referenzmaterial gesetzt gleich 100)

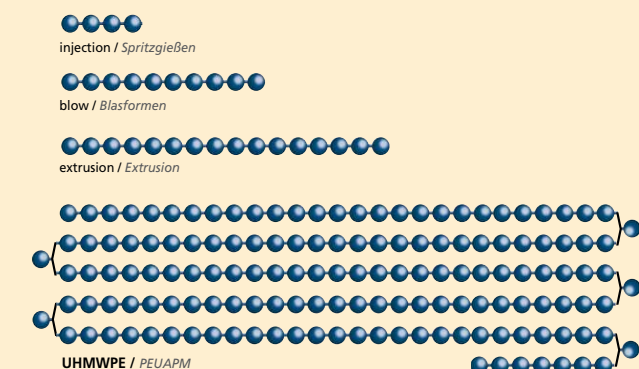


Figure 1 – Schematic drawing comparing polyethylenes for injection, blow and extrusion molding with UHMWPE polymeric chain.

Abbildung 1 - Schematische Darstellung des Vergleichs von Polyethylenen für die Verarbeitung mittels Spritzgießen, Blasformen und Extrusion mit UHMWPE-Polymerketten



Chemical Resistance

Chemikalienbeständigkeit

UTEC is extremely resistant to a wide variety of substances. The material is almost totally inert, therefore it is used in the most corrosive or aggressive environments at moderate temperatures. Even at high temperatures, it is resistant to several solvents, except aromatic, halogenated hydrocarbons and strong oxidizing materials, such as nitric acid.

Compatibility tests between a product sample and the chemical environment are strongly recommended to verify satisfactory part performance, at the same conditions, for a period of time equal to the life time expected, at each new application. Even the substances classified with high attack or absorption frequently show good practical results.

UTEC ist gegen eine Vielzahl von Substanzen äußerst resistent. Das Material ist fast völlig inert und wird aus diesem Grund bei moderaten Temperaturen in höchst korrosivem oder aggressivem Umfeld verwendet. Selbst bei hohen Temperaturen ist es gegen verschiedene Lösungsmittel resistent, ausgenommen aromatische, halogenierte Kohlenwasserstoffe und stark oxidierende Medien wie Salpetersäure.

Verträglichkeitstests mit einer Produktprobe und der chemischen Umgebung werden dringend empfohlen, um eine befriedigende Leistung der Formteile zu überprüfen. Das selbe gilt bei gleichen Bedingungen für einen längeren Zeitraum, entsprechend der zu erwartenden Lebensdauer für jede neue Anwendung. Auch die Substanzen mit einer erhöhten Einstufung bezüglich ihrer Angriffsneigung oder Absorptionseinstufung zeigen häufig gute praktische Ergebnisse.

Molecular Structure

Molekulare Struktur

The UTEC molecular structure has direct impact on its physical-thermal properties and processing performance. There are some characterization methods which can be used to measure the molecular weight of polymers. In the case of UHMWPE resins, the viscosity of polymer diluted solutions is widely used for that purpose. Figure 6 shows the typical UTEC technology MWD (Molecular Weight Distribution) curves measured by GPC (Gel Permeation Chromatography) method.

Die molekulare Struktur von UTEC hat direkte Auswirkungen auf die physikalisch-thermischen Eigenschaften und die Verarbeitungsleistung. Es gibt einige Charakterisierungsmethoden, die zur Messung des Molekulargewichts von Polymeren herangezogen werden können. Im Falle der UHMWPE-Harze wird dazu häufig die Viskosität von verdünnten Polymerlösungen herangezogen. Abbildung 6 zeigt die MWD (Molekulargewichtsverteilung) - Kurven für die UTEC-Technologie, gemessen mit Hilfe der GPC (Gel Permeation Chromatographie)-Methode.

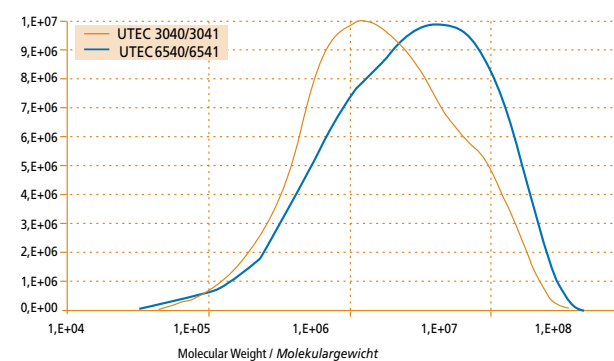


Figure 6 – UTEC Technology MWD curves.
Abbildung 6 - UTEC Technologie, MWD-Kurven

Processing

Verarbeitung

It is not possible to process UTEC through conventional methods such as injection, blow or extrusion molding, because this material does not flow even at temperatures above its melting point. It demands special processing techniques, being the most common RAM extrusion and compression molding. These processes are generally used to produce semi-finished parts such as rods and sheets. UTEC can also be sintered into porous parts (filters).

Those semi-finished parts can then be machined into parts for a wide range of applications. It is possible to use the same machining techniques as those used for wood or metal, such as sawing, milling, planing, drilling and turning. Other conversion processes may be used. By calendering of thin porous sheets battery separators for the automotive industry are produced.

Es ist nicht möglich, UTEC durch konventionelle Methoden wie durch Spritzgießen, durch Blasformen oder Extrusion zu verarbeiten, weil dieses Material nicht fließt, nicht einmal bei Temperaturen über seinem Schmelzpunkt. Es erfordert spezielle Verarbeitungstechniken, am häufigsten angewendet wird die RAM- Extrusion und das Formpressen. Diese Prozesse werden in der Regel verwendet, um Halbzeuge, wie Stangen und Platten zu produzieren. UTEC kann auch zu porösen Teilen (Filter) gesintert werden. Bearbeitete Halbzeuge können dann in Bauteilen für eine breite Palette von Anwendungen eingesetzt werden. Es ist möglich, die gleichen Bearbeitungstechniken wie für die Bearbeitung von Holz oder Metall zu verwenden, z.B. wie Sägen, Fräsen, Hobeln, Bohren und

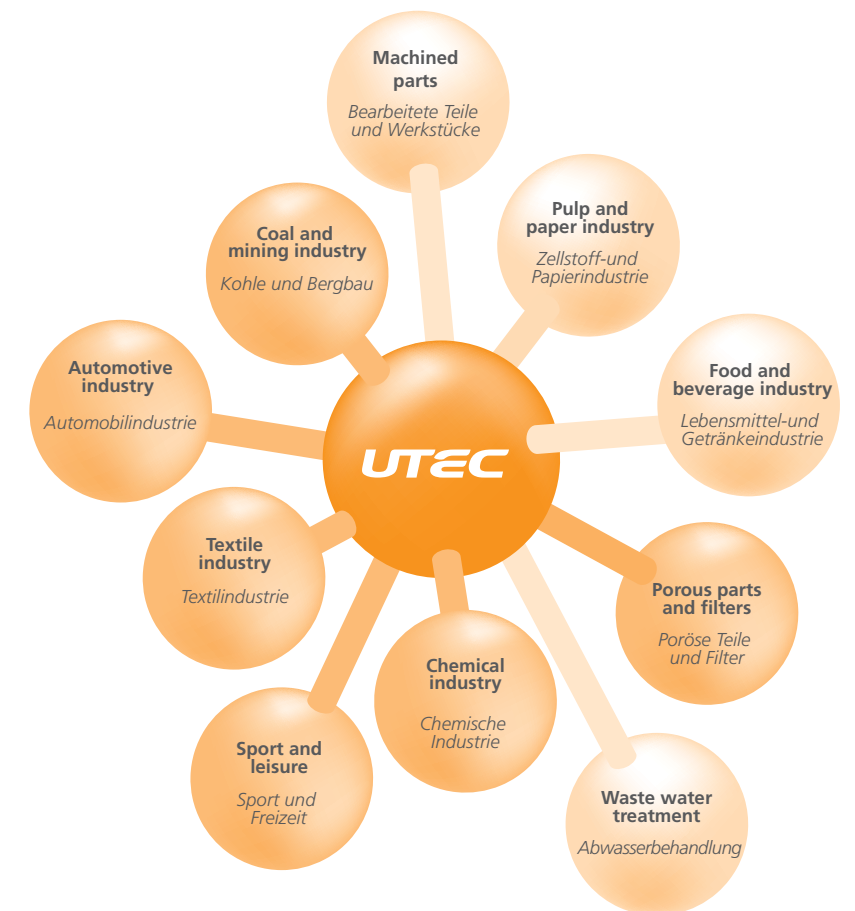
Drehen. Andere Umwandlungsverfahren können ebenso verwendet werden. Mittels Kalandrieren von dünnen porösen Platten können Batterie-Separatoren für die Automobilindustrie hergestellt werden.

Applications

Anwendungen

UTEC can be used in several applications such as:

UTEC kann in verschiedenen Anwendungen verwendet werden, z.B.:



Additional Properties

Weitere Eigenschaften

- Elongational Viscosity x Molecular Weight
Dehnviskosität x Molekulargewicht
- Impact Strength x Temperature
Schlagzähigkeit x Temperatur
- Stress x Strain
Spannung x Deformation

- Yield Stress x Temperature
Streckspannung x Temperatur
- Specific Enthalpy x Temperature
Spezifische Enthalpie x Temperatur
- Specific Heat x Temperature
Spezifische Wärme x Temperatur

For more information, visit our portal
Für weitere Information, besuchen Sie unser Internetportal

www.braskem.com.br/utec



Nomenclature

Nomenklatur

Here is an example of how UTEC products nomenclature is built:

Beispiel für die Nomenklatur von UTEC Produkten:

UTEC 3 0 4 0				
Molecular Weight 10 ⁶ g/mol (Intrinsic Viscosity, dL/g) Molekulargewicht 10 ⁶ g/mol (Grenzviskosität, dL/g)	3 – 3.0 (14) 5 – 6.0 (24)	4 – 4.5 (19) 6 – 8.0 (28)	0	Special Characteristic Besondere Eigenschaften
				Average Particle Size (µm) Mittlere Partikelgröße (µm)
				0 – 190 1 – 130
Acid Scavenger and powder flow additive Säurefänger und Fließhilfsmittel für Pulver				Bulk Density (g/cm ³) Schüttdichte (g/cm ³) 4 – 0.45
0 – High level / Hohes Niveau 5 – Low level / Geriges Niveau 1 – Absent / nicht vorhanden				





	Method Methoden	Units Einheiten	UTEC 3040	UTEC 3041
Control Properties / Kontrolleigenschaften				
Intrinsic Viscosity Grenzviskosität	ASTM D 4020	dl/g	14	14
Molecular Weight Molekulargewicht	internal intern	g/mol	3,0 x 10 ⁶	3,0 x 10 ⁶
Density Dichte	ASTM D 792 / ISO 1183 test method A	g/cm³	0,925	0,925
Elongational Stress F(150/10) Dehnspannung F(150/10)	ISO 11542-2	MPa	0,20	0,20
Bulk Density Schüttdichte	ASTM D 1895	g/cm³	0,45	0,45
Average Particle Size D50 (screen analysis) Mittlere Teilchengröße D50 (Siebanalyse)	ASTM D 1921	µm	190	130
Average Particle Size D50 (laser scattering) Mittlere Teilchengröße D50 (Laser-Streuung)	ISO 13320-1	µm	230	150
Mechanical Properties / Mechanische Eigenschaften				
Tensile Strength at Break Reißfestigkeit	ASTM D 638 / ISO 527	MPa	≥ 17	≥ 17
Tensile Strength at Break Bruchdehnung	ASTM D 638 / ISO 527	MPa	> 30	> 30
Ultimate Elongation Bruchdehnung	ASTM D 638 / ISO 527	%	> 350 / > 400	> 350 / > 400
Izod Impact Strength Izod Kerbschlagzähigkeit	ASTM D 256	J/m	no break Kein Bruch	no break Kein Bruch
Charpy Impact Strength Kerbschlagzähigkeit nach Charpy	ISO 11542-2	kJ/m²	> 180	> 180
Hardness Härte	ASTM D 2240 / ISO 868	Shore D	64	64
Hardness (15s) Härte(15s)	ASTM D 2240 / ISO 868	Shore D	57	57
Abrasion Index (ISO 15527 reference set to 100) Abrieb-Index (ISO 15527 Referenz als 100 gesetzt)	sand slurry method - internal Lodo de arena – interno	–	100	100
Abrasion Index (Stainless Steel SAE1020 = 100) Abrieb-Index (Edelstahl SAE1020=100)	sand slurry method - internal Lodo de arena – interno	–	25	25
Static Friction Coefficient Statischer Reibungskoeffizient	ASTM D 1894	–	0,10	0,10
Kinetic Friction Coefficient Kinetischer Reibungskoeffizient	ASTM D 1894	–	0,09	0,09
Thermal Properties / Thermische Eigenschaften				
Melt Temperature Schmelztemperatur	ASTM D 3418	°C	133	133
Vicat Softening Temperature (1 kg/10N) Vicat-Erweichungstemperatur (1 kg/10N)	ASTM D 1525 / ISO 306	°C	128	128
Heat Deflection Temperature Formbeständigkeitstemperatur @ 0,45 N/mm² / @ 1,81 N/mm²	ASTM D 648 / ISO 75-1/-2	°C	79 / 48	79 / 48
Thermal Conductivity @ 23 °C Wärmeleitfähigkeit bei 23°C	ASTM D 177	W/m.K	0,4	0,4
Coefficient of Linear Thermal Expansion (between -30°C and 100 °C) Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient (zwischen-30°C und 100°C)	ASTM D 696	°C ⁻¹	1,5 x 10 ⁻⁴	1,5 x 10 ⁻⁴
Specific Heat @ 23 °C Spezifische Wärme bei 23°C	ASTM E 1269	cal/g °C	0,48	0,48
Specific Melt Enthalpy Spezifische Schmelzenthalpie	ASTM D 3418	cal/g	34	34
Electrical Properties / Elektrische Eigenschaften				
Volume Resistivity Volumenwiderstand	ASTM D 257	ohm.cm	> 10 ¹⁴	> 10 ¹⁴
Surface Resistivity Spezifischer Oberflächenwiderstand	ASTM D 257	ohm	> 10 ¹²	> 10 ¹²
Dielectric Strength Durchschlagfestigkeit	ASTM D 149	kV/cm	900	900
Dielectric Constant @1kHz Dielektrizitätskonstante bei 1 kHz	ASTM D 150	–	2,3	2,3
Other Properties / Weitere Eigenschaften				
Water Absorption Wasseraufnahme	ASTM D 570	%	0,01	0,01
Applications			Applications which require high impact resistance - technical and porous parts, filters, compression molded sheets.	Applications which require high impact resistance and use of pigments and/or additives - filters, technical and porous parts, compression molded sheets.
Anwendungen			Anwendungen, die eine hohe Schlagfestigkeit erfordern - technische und poröse Teile, Filter, durch Formpressen hergestellte Platten.	Anwendungen, die eine hohe Schlagfestigkeit erfordern und ebenso die Verwendung von Pigmenten und / oder Zusatzstoffen - Filtern, technische und poröse Teile, durch Formpressen hergestellte Platten

	Method Methoden	Units Einheiten	UTEC 6540	UTEC 6541
Control Properties / Kontrolleigenschaften				
Intrinsic Viscosity Grenzviskosität	ASTM D 4020	dl/g	14	14
Molecular Weight Molekulargewicht	internal intern	g/mol	3,0 x 10 ⁶	3,0 x 10 ⁶
Density Dichte	ASTM D 792 / ISO 1183 test method A	g/cm³	0,925	0,925
Elongational Stress F(150/10) Dehnspannung F(150/10)	ISO 11542-2	MPa	0,20	0,20
Bulk Density Schüttdichte	ASTM D 1895	g/cm³	0,45	0,45
Average Particle Size D50 (screen analysis) Mittlere Teilchengröße D50 (Siebanalyse)	ASTM D 1921	µm	190	130
Average Particle Size D50 (laser scattering) Mittlere Teilchengröße D50 (Laser-Streuung)	ISO 13320-1	µm	230	150
Mechanical Properties / Mechanische Eigenschaften				
Tensile Strength at Break Reißfestigkeit	ASTM D 638 / ISO 527	MPa	≥ 17	≥ 17
Tensile Strength at Break Bruchdehnung	ASTM D 638 / ISO 527	MPa	> 30	> 30
Ultimate Elongation Bruchdehnung	ASTM D 638 / ISO 527	%	> 350 / > 400	> 350 / > 400
Izod Impact Strength Izod Kerbschlagzähigkeit	ASTM D 256	J/m	no break Kein Bruch	no break Kein Bruch
Charpy Impact Strength Kerbschlagzähigkeit nach Charpy	ISO 11542-2	kJ/m²	> 180	> 180
Hardness Härte	ASTM D 2240 / ISO 868	Shore D	64	64
Hardness (15s) Härte(15s)	ASTM D 2240 / ISO 868	Shore D	57	57
Abrasion Index (ISO 15527 reference set to 100) Abrieb-Index (ISO 15527 Referenz als 100 gesetzt)	sand slurry method - internal Lodo de arena – interno	–	100	100
Abrasion Index (Stainless Steel SAE1020 = 100) Abrieb-Index (Edelstahl SAE1020=100)	sand slurry method - internal Lodo de arena – interno	–	25	25
Static Friction Coefficient Statischer Reibungskoeffizient	ASTM D 1894	–	0,10	0,10
Kinetic Friction Coefficient Kinetischer Reibungskoeffizient	ASTM D 1894	–	0,09	0,09
Thermal Properties / Thermische Eigenschaften				
Melt Temperature Schmelztemperatur	ASTM D 3418	°C	133	133
Vicat Softening Temperature (1 kg/10N) Vicat-Erweichungstemperatur (1 kg/10N)	ASTM D 1525 / ISO 306	°C	128	128
Heat Deflection Temperature Formbeständigkeitstemperatur @ 0,45 N/mm² / @ 1,81 N/mm²	ASTM D 648 / ISO 75-1/-2	°C	79 / 48	79 / 48
Thermal Conductivity @ 23 °C Wärmeleitfähigkeit bei 23°C	ASTM D 177	W/m.K	0,4	0,4
Coefficient of Linear Thermal Expansion (between -30°C and 100 °C) Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient (zwischen-30°C und 100°C)	ASTM D 696	°C ⁻¹	1,5 x 10 ⁻⁴	1,5 x 10 ⁻⁴
Specific Heat @ 23 °C Spezifische Wärme bei 23°C	ASTM E 1269	cal/g °C	0,48	0,48
Specific Melt Enthalpy Spezifische Schmelzenthalpie	ASTM D 3418	cal/g	34	34
Electrical Properties / Elektrische Eigenschaften				
Volume Resistivity Volumenwiderstand	ASTM D 257	ohm.cm	> 10 ¹⁴	> 10 ¹⁴
Surface Resistivity Spezifischer Oberflächenwiderstand	ASTM D 257	ohm	> 10 ¹²	> 10 ¹²
Dielectric Strength Durchschlagfestigkeit	ASTM D 149	kV/cm	900	900
Dielectric Constant @1kHz Dielektrizitätskonstante bei 1 kHz	ASTM D 150	–	2,3	2,3
Other Properties / Weitere Eigenschaften				
Water Absorption Wasseraufnahme	ASTM D 570	%	0,01	0,01
Applications			Applications which require high impact resistance - technical and porous parts, filters, compression molded sheets.	Applications which require high impact resistance and use of pigments and/or additives - filters, technical and porous parts, compression molded sheets.
Anwendungen			Anwendungen, die eine hohe Schlagfestigkeit erfordern - technische und poröse Teile, Filter, durch Formpressen hergestellte Platten.	Anwendungen, die eine hohe Schlagfestigkeit erfordern und ebenso die Verwendung von Pigmenten und / oder Zusatzstoffen - Filtern, technische und poröse Teile, durch Formpressen hergestellte Platten

a) Calculated using Margolies' equation. b) Determined with double-notched specimens (14° v-notch on both sides) in accordance with ISO 11542-2. Braskem does not recommend the use of its products for manufacturing packages, pieces or any other type of product that will be used for storing of or be in contact with parenteral solutions or that will have any type of internal contact with the human body, except when explicitly indicated otherwise.

a) mittels der Margolies-Gleichung berechnet. b) Determiniert mit doppelt-gekerbten Proben (14 ° V-Kerbe auf beiden Seiten) in Übereinstimmung mit ISO 11542-2. Braskem rät ab von der Verwendung seiner Produkte für die Herstellung von Verpackungen, Teilen oder jeder anderen Art von Erzeugnissen, die für Speicherung verwendet werden oder in Kontakt mit parenteralen Lösungen kommen, oder in jedweder Weise internen Kontakt mit dem menschlichen Körper haben werden, außer wenn ausdrücklich anders angegeben.

a) Calculated using Margolies' equation. b) Determined with double-notched specimens (14° v-notch on both sides) in accordance with ISO 11542-2. Braskem does not recommend the use of its products for manufacturing packages, pieces or any other type of product that will be used for storing of or be in contact with parenteral solutions or that will have any type of internal contact with the human body, except when explicitly indicated otherwise.

a) mittels der Margolies-Gleichung berechnet. b) Determiniert mit doppelt-gekerbten Proben (14 ° V-Kerbe auf beiden Seiten) in Übereinstimmung mit ISO 11542-2. Braskem rät ab von der Verwendung seiner Produkte für die Herstellung von Verpackungen, Teilen oder jeder anderen Art von Erzeugnissen, die für Speicherung verwendet werden oder in Kontakt mit parenteralen Lösungen kommen, oder in jedweder Weise internen Kontakt mit dem menschlichen Körper haben werden, außer wenn ausdrücklich anders angegeben.

www.braskem.com.br

Braskem
New ways to look at the world