

Makrolon® 2805, 2865, 2807, 2867 und 2858

- **Polycarbonat (PC)**
- **Standardtypen**
- **Mittelviskos**
- **Spritzgießen**

Charakterisierung

Die Makrolon® 28.. Spritzgießtypen sind lineare, mittelviskose Polycarbonate auf Basis Bisphenol-A.

- Makrolon® 2805: leicht entformbar
- Makrolon® 2865: leicht entformbar, verbesserte Flammwidrigkeit
- Makrolon® 2807: UV-stabilisiert, leicht entformbar
- Makrolon® 2867: UV-stabilisiert, leicht entformbar, verbesserte Flammwidrigkeit
- Makrolon® 2858: leicht entformbar, EU-/FDA-Qualität, gute Hydrolysebeständigkeit

Makrolon® 2865 und 2867 sind weitgehend vergleichbar mit Makrolon® 2805 bzw. 2807. Der wesentliche Unterschied zwischen Makrolon® 2865 und 2805 bzw. Makrolon® 2867 und 2807 liegt in der Flammwidrigkeit.

So ist Makrolon® 2865 und 2867 nach UL geprüft, in die Brandklasse UL 94V-2/3,0 mm und UL 94V-0/6,0 mm eingestuft. (Makrolon® 2805 und 2807 UL 94HB/≥ 2,5 mm).

Makrolon® 2858 ist ein sogenannter "FDA-Typ", welcher die Anforderungen der EU-Länder (also auch der BfR-Empfehlungen) und der FDA-Regelungen für Materialien im Lebensmittelkontakt erfüllt. Makrolon® 2858 ist nur in Einfärbungen erhältlich, welche auch hinsichtlich der Farbmittel den FDA-Regelungen für den Kontakt mit allen Lebensmitteln und Verwendungstemperaturen bis 100 °C entsprechen.

Kurzzeichen nach DIN EN ISO 1043-1: PC

- Globaler Typ

Bezeichnung nach DIN EN ISO 7391-1:

- Makrolon® 2805:
Thermoplast ISO 7391-PC,MR,61-09-9
- Makrolon® 2865:
Thermoplast ISO 7391-PC,MR,61-09-9
- Makrolon® 2807:
Thermoplast ISO 7391-PC,MLR,61-09-9
- Makrolon® 2867:
Thermoplast ISO 7391-PC,MLR,61-09-9
- Makrolon® 2858:
Thermoplast ISO 7391-PC,MR,61-09-9

Es handelt sich um amorphe Thermoplaste, welche - spritzgegossen - in einmaliger Weise Festigkeit, Steifigkeit und Härte mit Zähigkeit und Bruchfestigkeit vereinigen. Die Wärmeformbeständigkeit reicht je nach Formteilbelastung bei diesen Makrolon® Typen bis 135 °C. In Verbindung mit der für viele Anwendungen ausreichenden Schlagzähigkeit bei tiefen Temperaturen ergibt sich ein breiter Temperaturanwendungsbereich (-100 bis +135 °C).

Lieferform

Granulat, verpackt in 25-kg-PE-Säcken, FIBC (flexible intermediate bulk containers - big bags), Großkartons mit PE-Innensack oder als Siloware lieferbar.

Alle Makrolon® Partien werden nach der Produktion homogenisiert.

Die Makrolon® 28.. Typen werden in allen Farbtönen; transparent, transluzent oder gedeckt eingefärbt, mit ausgezeichneter Farbtiefe geliefert.

Die Herstellbetriebe für Makrolon® sind von den zuständigen Zertifizierungsgesellschaften nach DIN ISO zertifiziert.



Einzelheiten hierzu sind unserer Technischen Informationsschrift "QM- Zertifikate des GB-KU weltweit ; ISO 9000ff. , ISO/TS 16949" zu entnehmen.

Anwendungen

Elektronik/Elekrotechnik:

Verteilerkästen-Deckel, Lampenfassungen, Schalter, Steckdosen, Funktionsteile für die Elektroindustrie

Lichttechnik:

Leuchtenabdeckungen, Leuchtengehäuse, Leuchtenreflektoren

Haushalt-/Bedarfsartikel:

Rasierer-Gehäuse, Küchenmaschinenteile, Bügelgeräte

Verkehrswesen:

Warnleuchten, Signalleuchten, Verkehrszeichen

Sicherheitswesen:

Schutzbrillen, Helmvisiere, Verscheibungen

Medizintechnik:**

Dialysatoren, Aterienkanülen, Milchpumpen

Verpackung/Lagerung:

Mehrweg-Milchflaschen, Babyflaschen, Schokoladenformen, Foodcontainer

Das Sicherheitsdatenblatt wird auf Anfrage zugesandt.

Eigenschaften (siehe auch Tabelle)

Wesentliche kennzeichnende Merkmale von Formteilen aus Typen der Makrolon® 28.. Reihe sind:

- ausgezeichnete Lichtdurchlässigkeit (transparente Typen)
- hohe Festigkeit und Schlagzähigkeit
- Maßhaltigkeit, sehr geringe Maßänderungen
- hohe Wärmeformbeständigkeit
- vorzügliche elektrische und dielektrische Eigenschaften
- Anwendungen mit Lebensmittelkontakt und in der Medizintechnik** (Makrolon® 2858)

** Siehe Haftungsausschluss für Medizinische Anwendungen

Mechanische Eigenschaften

Formteile aus der Makrolon® 28.. Typenreihe sind aufgrund ihrer Festigkeit und Härte den harten, andererseits wegen ihrer Zähigkeit den elastischen Werkstoffen zuzuordnen. Bemerkenswert ist die geringe Abhängigkeit der mechanischen Eigenschaften von der Temperatur; bis 140 °C bleiben spannungsfreie Teile hart und formsteif.

Formteile aus Typen der Reihe 28.. besitzen ein besonders günstiges Arbeitsaufnahmevermögen bei schockartigen Beanspruchungen. Für Gleitlager und Zahnräder eignet sich der Werkstoff, wenn deutliche Belastungen vorliegen, jedoch nicht. Wenn Teile hergestellt werden sollen, die einer dynamischen Beanspruchung ausgesetzt werden, empfehlen wir, vorher Modellversuche durchzuführen.

Durch Belastung oberhalb 20 MPa bei 20 °C und oberhalb von 10 MPa bei 60 °C können nach Zeiten von mehr als 10⁴ Stunden Oberflächenrisse auftreten. Werden die Teile in anderen Medien als Luft eingesetzt, können die zulässigen Werte abweichen. Darüber hinaus sind in Abhängigkeit von verschiedenen Einflussfaktoren (z. B. der Formteilgeometrie, Angussgestaltung und Verarbeitungsbedingungen) Minderungsfaktoren zu berücksichtigen, die von Fall zu Fall festgelegt werden müssen.

Einfluss der Einfärbung auf die Zähigkeit

Die meisten transparenten Einfärbungen führen zu keiner oder keiner wesentlichen Eigenschaftsänderung. Gedeckte Einfärbungen beeinflussen das Zähigkeitsniveau je nach Art und Menge des Pigments.

Thermische Eigenschaften

Makrolon® Teile aus Typen der 28.. Reihe zeichnen sich durch eine hohe Wärmeformbeständigkeit aus; bei geringer Belastung (z. B. Eigengewicht) bis 135 °C verformen sich die Teile nicht wesentlich. Oberhalb 145 °C (Glasübergangstemperatur) beginnt Makrolon® zu erweichen. Ab etwa 220 °C liegt es als Schmelze vor, erreicht aber erst bei höheren Temperaturen eine Fließfähigkeit, die seine Verarbeitung auf Spritzgießmaschinen und Extrudern erlaubt. Bei längerem Erhitzen auf Temperaturen oberhalb 320 bis 340 °C beginnt die thermische



Zersetzung unter Kohlendioxidabspaltung und Verfärbung.

Der thermische Ausdehnungskoeffizient ist kleiner als bei vielen anderen Thermoplasten. Bei längerer Einwirkung von Temperaturen oberhalb etwa 80 °C, tritt je nach Temperatur und Dauer der thermischen Behandlung eine Gefügeveränderung auf, die durch eine geringfügige Erhöhung der Zug- und Biegefesteit und eine Minderung der Kerbschlagzähigkeit gekennzeichnet ist. Die maximal zulässige Einsatztemperatur von Teilen aus den Makrolon® 28.. Typen ist abhängig von der Gestalt des Formteils, der Belastungsart und den Anforderungen. Als praxisgerechte Richtwerte für die zulässigen Maximaltemperaturen im Langzeiteinsatz können die Temperaturindices nach IEC 60216-1 bzw. UL 746 B angesehen werden.

Bei gleichzeitig erhöhter Temperatur und mechanischer Belastung muss das Zeitstandverhalten berücksichtigt werden; siehe hierzu auch die Angaben in der CAMPUS® Datenbank.

Elektrische Eigenschaften

Die guten elektrischen Eigenschaften von Formteilen aus den Makrolon® 28.. Typen werden weder durch Temperaturschwankungen noch durch Feuchtigkeit der Umgebung nennenswert beeinflusst. Die Änderung der Messwerte zu hohen Frequenzen hin muss bei der Verwendung von Makrolon® im Hochfrequenzsektor berücksichtigt werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass keine elektrolytische Korrosion hervorgerufen wird.

Optische Eigenschaften

Makrolon® Teile aus der 28.. Reihe haben den hohen Brechungsindex von 1,586. Die praktisch farblosen, transparenten Typen besitzen eine Lichtdurchlässigkeit bis zu 89 % im sichtbaren Bereich. Ultraviolettes Licht wird dagegen absorbiert und bewirkt im Laufe der Zeit eine Vergilbung und Minderung der Schlagzähigkeit. Überall dort, wo UV-Strahlung emittiert wird, vor allem in Verbindung mit hohen Temperaturen, sollte deshalb eine Einstellung mit UV-Stabilisator verwendet werden (Makrolon® 2807, 2867). Fertigteile, beispielsweise Leuchtenabdeckungen, werden gegebenenfalls nachträglich einer UV-Schutzbehandlung unterzogen.

Verhalten gegen Feuchtigkeit und Wasser (Hydrolysebeständigkeit)

Formteile aus Makrolon® 28.. nehmen bei Raumtemperatur und 50 % relativer Feuchte nur 0,10 bis 0,17 % Wasser auf. Die physikalisch-technologischen Eigenschaften werden praktisch nicht beeinflusst. Die Maßänderung ist ebenfalls unbedeutend. Bei Lagerung in Wasser werden mit steigender Temperatur Werte von nur etwa 0,5 % erreicht. Obwohl die EU-/FDA-Typen beispielsweise als Geschirr viele tausend Male in heißem Wasser gereinigt werden können, ist ein Dauereinsatz in Wasser bei Temperaturen oberhalb etwa 60 °C nicht anzuraten, denn heißes Wasser bewirkt einen allmählichen chemischen Abbau, der mit einem Absinken der Schlagzähigkeit verbunden ist. Makrolon® Teile aus den Typen 2805, 2865, 2807 und 2867 sind für Anwendungen mit Heißwasserkontakt über 60 °C weniger geeignet als solche aus Makrolon® 2858. Entsprechendes gilt auch für eine Wasserdampfsterilisation. Die Schlagzähigkeit, die Kerbschlagzähigkeit und die Bruchdehnung werden durch langandauernden Heißwasserkontakt reduziert. Dieser Effekt kann auch bei Lagerung in sehr feuchter, heißer Luft eintreten. Die Wasserdampfdurchlässigkeit, gemessen an 100 µm dicken Folien, beträgt 15 g/m² · d. Auch für andere Gase (Wasserstoff, Kohlendioxid, Schwefeldioxid, Helium und Ethylenoxid) besteht zum Teil eine merkliche Permeabilität.

Chemikalienbeständigkeit

Makrolon® ist beständig gegen Mineralsäuren bis zu höheren Konzentrationen, vielen organischen Säuren (z. B. Kohlen-, Milch-, Öl- und Zitronensäure), Oxidations- und Reduktionsmittel, neutrale und saure Salzlösungen, eine Reihe von Fetten und Ölen, gesättigte aliphatische und cycloaliphatische Kohlenwasserstoffe und Alkohole, ausgenommen Methylalkohol. Zerstört wird Makrolon® durch Laugen, Ammoniakgas und dessen Lösung und Amine. In einer Anzahl technischer Lösungsmittel ist Makrolon® löslich. Andere organische Verbindungen, wie Benzol, Aceton und Tetrachlorkohlenstoff, quellen es an.

Witterungsbeständigkeit

Die Witterungsbeständigkeit ist für viele Anwendungen, besonders im Innenbereich, ausreichend. Für hohe Ansprüche ist der UV-stabilisatorhaltige



Typ Makrolon® 2807 und 2667 zu empfehlen. Höchste Widerstandsfähigkeit von Fertigteilen wird durch eine nachträgliche UV-Schutzbehandlung (Lackierung) erzielt.

Lebensmittelrechtliche Bestimmungen

Teile aus den Makrolon® 28.. Typen sind geruchs- und geschmacksfrei und werden durch den normalen Kontakt mit natürlichen und synthetischen Farbstoffen nicht angefärbt. Sie zeigen zwar keine Abwehrwirkungen gegen Mikroorganismen, fördern aber auch keinen Bewuchs auf der Oberfläche. Makrolon® 2858 kann zur Herstellung von Bedarfsgegenständen im Lebensmittelkontakt verwendet werden.

1. Betr. EU-Länder

Die Monomerbausteine von Kunststoffen, sowie eine Vielzahl von Additiven werden durch EU-Richtlinien und deren Umsetzungen in nationale Verordnungen, in Deutschland z. B. die Bedarfsgegenständeverordnung, geregelt.

Für alle übrigen Kunststoff-Bestandteile (weitere Additive, Polymerisationshilfsmittel, Farbmittel etc.) gibt es dagegen noch keine abgeschlossenen EU-Regelungen, sie müssen daher mit den z.T. von einander abweichenden, nationalen Bestimmungen/Positivlisten, soweit im Detail festgelegt, übereinstimmen. In Deutschland sind also für Additive etc. nach wie vor die "BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung, früher BgVV bzw. BGA)"-Empfehlungen zu beachten.

Makrolon® 2858 stimmt hinsichtlich seiner Monomer- und/oder Additivzusammensetzung überein mit:

- der EU-Richtlinie : "Richtlinien 2002/72/EG" der Kommission vom 06.08.02, über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen" (Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, Nr. L 220/18 von 2002)

*) Diese "Konsolidierte" Richtlinie fasst die Richtlinie 90/128/EWG und deren Ergänzungen 92/39/EWG, 93/9/EWG, 95/3/EG, 96/11/EG, 1999/91/EG, 2001/62/EG und 2002/17/EG zusammen

- der novellierten deutschen "Bedarfsgegenständeverordnung" vom 07.04.2003 (Bundesgesetzblatt, Teil I, Nr. 14, Jg. 2003, S. 486 ff.).

Die o.a. EU-Richtlinien und Bedarfsgegenständeverordnung enthalten in ihren wichtigsten Abschnitten

- die Begrenzung des "Gesamt migrats": < 10mg/dm² bezogen auf die Oberfläche des Bedarfsgegenstandes bzw. < 60 mg/kg bezogen auf Lebensmittel
- die Liste der zulässig verwendbaren Monomeren
- die unvollständige Liste der zulässig verwendbaren Additive
- die spezifischen Begrenzungen für einzelne Monomere und Additive (spezifische Migrationlimits bzw. maximale Restgehalte im fertigen Kunststoffartikel).

Bei den in Makrolon® 2858 verwendeten Monomeren und/oder Additiven sind gemäß der Richtlinie 2002/72/EG und Bedarfsgegenständeverordnung die folgenden Begrenzungen zu beachten:

Phosgen -> max. Restgehalt im Artikel:
< 1 mg/kg bezogen auf Kunststoff

Bisphenol A -> spezifisches Migrationslimit:
< 3 mg/kg bezogen auf Lebensmittel

Makrolon® 2858 stimmt außerdem hinsichtlich der Additive und/oder weiteren Bestandteile überein mit

- der Empfehlung XI "Polycarbonate und Mischungen von Polycarbonaten mit Polymerisaten bzw. Mischpolymerisaten", des früheren BgVV bzw. BGA, heute Bundesinstitut für Risikobewertung, BfR, Stand: 01.03.01 (202. Mitteilung: BGesundh. Bl. 44, 546 (2001))
- dem italienischen Decreto Ministeriale vom 21.03.1973 und Ergänzungen,
- dem belgischen Arrêté Royal vom 25.08.1976: Annex 3 und Ergänzungen,
- dem niederländischen Verpakkingen- en Gebruiksartikelen-Besluit (Warenwet) vom 01.10.1979 und Ergänzungen,
- der französischen Repression des Fraudes,



- der spanischen Resolución de 04.11.1982 de la Subsecretaria para la Sanidad-Anexo und Ergänzungen.

Bewertung:

Anerkannte Analysenmethoden mit überprüfter Präzision zur Überwachung dieser Grenzwerte liegen auf absehbare Zeit nicht vor, sie werden vielmehr erst in langwierigen Standardisierungsprozeduren nach Abschluss der erforderlichen Ringversuche als europäische Norm bei CEN erarbeitet.

Wir können für unsere Produkte nur vorläufige und unverbindliche Aussagen machen, die auf internen Untersuchungen und Produktkenntnissen beruhen.

Wir gehen davon aus, dass bei Anwendung von Makrolon® 2858 im Lebensmittelkontakt bei Raumtemperatur und kurzzeitig bis 100 °C die genannten Begrenzungen eingehalten werden.

2. Betr. USA

Makrolon® 2858 stimmt mit der FDA-Regulation 21 CFR § 177.1580 "Polycarbonate resins" für Lebensmittelkontaktanwendungen bis 100 °C überein.

Nicht alle Farbeinstellungen entsprechen den Bestimmungen der FDA, der BfR (früher BgvV bzw. BGA) sowie der französischen Positivliste.

Verarbeitung

Folgende Verarbeitungsverfahren sind möglich:

Urformen:

Spritzgießen, Extrusion, Blasformen, Rotationsformen

Vorbehandlung / Trocknung¹⁾

Makrolon® muss vor der Verarbeitung getrocknet werden. Für die Spritzgießverarbeitung darf maximal 0,02 % und für die Extrusionsverarbeitung maximal 0,01 % Granulatrestfeuchte vorhanden sein. Feuchtigkeit in der Schmelze führt zu Oberflächenstörungen sowie zu einem erhöhten Molekulargewichtsabbau. Das Trocknen von Makrolon® erfolgt in hierfür geeigneten Trocknern bei 120 °C. Die Trocknungsduer von feucht gewordenem Granulat richtet sich weitgehend nach Art und Typ des Trockengerätes und kann je nach Trockenleistung zwischen 2 und 12 Stunden betragen. In modernen Trockenlufttrocknern sind Trocknungszeiten von 2 bis 4 Stunden ausreichend. Eine Möglichkeit, auf die vorherige Trocknung zu verzichten, ist der Entzug der Feuchtigkeit während des Aufschmelzens mit Hilfe einer Entgasungseinheit wie das bei der Extrusion meist üblich ist.

Spritzgießen¹⁾

Zur Verarbeitung von Makrolon® sind alle modernen Spritzgießmaschinen geeignet. Verschlussdüsen sind geeignet bei ausreichender und gleichmäßiger Beheizung. Bei hohen Massetemperaturen kann aus offenen Düsen Schmelze ausfließen. Die Verarbeitungsschwindung ist in allen Achsen nahezu gleich und beträgt 0,6 bis 0,8 %.

Die bei der Verarbeitung gebräuchlichen Massetemperaturen liegen im Allgemeinen zwischen 280 bis 320 °C.

Die Werkzeuge sollen intensiv und gleichmäßig temperierbar sein. Die Werkzeugtemperatur sollte mindestens 80 °C betragen um möglichst spannungsarme Teile mit guter Oberfläche zu erzielen. Bis 120 °C treten keine Entformungsschwierigkeiten auf. Die Verwendung von geeigneten Formtrennmittel erübrigt sich im Allgemeinen bei dem Einsatz der leicht entformbar eingestellten Makrolon® Typen.



Bei der Verarbeitung können unter den empfohlenen Verarbeitungsbedingungen geringe Mengen Spaltprodukte abgegeben werden. Gemäß Sicherheitsdatenblatt ist die Einhaltung der angegebenen Arbeitsplatzgrenzwerte durch ausreichende Absaugung und Belüftung am Arbeitsplatz zu gewährleisten, um Gesundheit und Wohlbefinden der Maschinenbediener nicht zu beeinträchtigen.

Die vorgeschriebenen Verarbeitungstemperaturen dürfen nicht wesentlich überschritten werden, um eine stärkere partielle Zersetzung des Polymeren und Abspaltung von flüchtigen Zersetzungspolen zu vermeiden. Da überhöhte Temperaturen meist auf Bedienfehler oder Störungen in den Heizsystemen zurückzuführen sind, ist diesbezüglich besondere Sorgfalt und Kontrolle notwendig.

¹⁾ Einzelheiten hierzu sind auch unseren nachfolgenden Technischen Informationsschriften zu entnehmen.

"Bestimmung des Trockenheitsgrades von Makrolon® durch den TVI-Test"

"Spritzen von Qualitätsformteilen"

- Vorbereitung des Materials Trocknen
- Einführung und Produktsortiment
- Fertigungseinrichtungen – Maschinen-ausrüstung
- Verarbeitungsdaten und -hinweise
- Produktivitätssteigerung durch Prozess-optimierung
- Verfahrenstechnische Alternativen und Verfahrensauswahl
- Verschleißschutz für die Plastifiziereinheit

Extrusion

Die Verarbeitung der Makrolon® 28.. Typen auf Extrudern wird in Ausnahmefällen angewandt. Im Allgemeinen lassen sich die höherviskosen Typen der Reihe Makrolon® 3... leichter extrudieren (höhere Schmelzesteifigkeit).

Nachbearbeitung / Nachbehandlung (Formteile)

Folgende Bearbeitungsverfahren sind möglich:

- Umformen:
Warmverformen, z. B. Tiefziehen, Biegen, Prägen

Kaltverformen, z. B. Hochdruckformen, Abkanten

- Bearbeiten:
Sägen, Bohren, Fräsen, Drehen, Hobeln, Feilen, Gewindeschneiden, Stanzen, Schneiden
- Verbinden:
Verschrauben, Kleben, Schweißen
- Nachbehandlung:
Lackieren, Bedrucken, Bedampfen im Hochvakuum, Laserbeschriften

Spritzgießteile aus Makrolon® der 28.. Typenreihe können ohne Schwierigkeiten spanend bearbeitet werden. Die Neigung zum "Schmieren" ist wegen der hohen Erweichungstemperatur gering. Als Kühlmittel können dabei nur Luft oder klares Wasser in Betracht kommen. Die Makrolon® Teile lassen sich leicht auf Hochglanz polieren. Es dürfen jedoch nur alkalifreie Polierpasten verwendet werden, damit eine chemische Schädigung der Oberfläche vermieden wird.

Zum Lackieren, Bedrucken und Prägen liefert die einschlägige Industrie speziell auf Polycarbonat eingestellte Erzeugnisse. Makrolon® Teile können im Vakuum bedampft werden.

Sollen Teile aus Makrolon® miteinander verklebt werden²⁾, so eignen sich dazu besonders Lösungsmittel wie Methylenchlorid (Dichlormethan), 1,2-Dichlorethan und 1,3-Dioxolan (1,3-Dioxetan), mit dem die Kontaktflächen vor dem Verkleben angeöst werden (siehe Sicherheitshinweise).

Reaktionskleber auf z. B. Epoxidharzbasis, Siliconbasis (mit aminfreiem Härter) oder Polyurethanbasis, eignen sich sowohl zur Verklebung von Teilen aus Makrolon® miteinander als auch zur Verbindung von Makrolon® Teilen mit anderen Materialien. Voraussetzung für die Einsetzbarkeit von Klebern auf Epoxidharz-, Silicon- und Polyurethanbasis ist, dass diese frei sind von mit Makrolon® unverträglichen Bestandteilen.

Das Verschweißen von Makrolon® Teilen ist mittels Vibrations-, Reib-, Heizelement- oder Warmgas-schweißverfahren möglich. Bevorzugt ist das Verschweißen und Vernieten mit Ultraschall.



Sicherheitshinweise²⁾

Beim Umgang mit den empfohlenen Klebern und Lösemitteln sind die in den Sicherheitsdatenblättern für diese Produkte enthaltenen Hinweise zu beachten. Die Sicherheitsdatenblätter werden von den jeweiligen Lieferanten zur Verfügung gestellt.

Dichlormethan (Methylenchlorid)

Methylenchlorid ist eine gesundheitsschädliche farblose Flüssigkeit. Dämpfe erhöhen den CO-Hämoglobin-Spiegel im Blut, wirken in hoher Konzentration narkotisch und reizen Augen, Haut (Hautresorption) und Atemwege (Kühn-Birett: Merkblätter Gefährliche Arbeitsstoffe M 25). Dichlormethan schädigt Leber und Nieren und steht zudem in Verdacht, krebserzeugend zu sein (Abschnitt III, 3A der MAK-Liste). Die Handhabung von Methylenchlorid sollte daher nur in einem Abzug erfolgen, wobei man auch auf den Schutz von Augen und Haut achten sollte. Gefährliche Zersetzungprodukte im Brandfalle sind Phosgen und Chlorwasserstoff; nicht in Gewässer oder Kanalisation gelangen lassen, Wassergefährdungsklasse WGK 2: wassergefährdend.

1,2-Dichlorethan (Ethylendichlorid-1,2)

Diese farblose Flüssigkeit ist leichtentzündlich, brennt aber nicht selbstständig weiter. Sie ist beim Verschlucken und Einatmen gesundheitsschädlich. Dämpfe reizen die Augen, Atemwege und die Haut und haben eine narkotische Wirkung; u. a. sind Leber- und Nierenschäden möglich (Kühn-Birett: Merkblätter Gefährliche Arbeitsstoffe M 19); Gefahr der Hautresorption 1,2-Dichlorethan ist krebserzeugend im Tierversuch (Abschnitt III 2) der MAK-Liste), und sollte daher nur unter dem Abzug und Schutz von Augen und Haut gehandhabt werden. Gefährliche Zersetzungprodukte im Brandfalle sind Phosgen, Chlor und Chlorwasserstoff; nicht in Gewässer oder Kanalisation gelangen lassen, Wassergefährdungsklasse WGK 3: stark wassergefährdend.

1,3-Dioxolan (Glykolformal)

Die akute Toxizität dieser leicht brennbaren Flüssigkeit liegt im Bereich üblicher organischer Flüssigkeiten. Die Substanz reizt Augen und Haut, Einatmen oder Verschlucken verursacht Kopfschmerz, Schwindel und Erbrechen. Unstabilisiert und unter Lufteinwirkung bilden sich Peroxide (Stabilisator gegen Peroxidbildung und Polymerisation ist z. B. 2,6-Di-tert.-butyl-4-methylphenol). Bei der Handhabung ist für eine gute Lüftung zu sorgen. Zersetzungprodukte im Brandfalle sind Aldehyde, Ketone und Peroxide; 1,3-Dioxolan ist vollständig mit Wasser mischbar, nicht in Gewässer oder unkontrolliert in die Kanalisation gelangen lassen, Wassergefährdungsklasse WGK 1: schwach wassergefährdend.

Beim Umgang mit den genannten Lösungsmitteln sind die einschlägigen Sicherheitsvorschriften zu beachten. Es sind Augenschutz und geprüfte Handschuhe zu tragen. Die empfohlene Tragezeit der Handschuhe darf wegen der Gefahr der Diffusion der Lösemittel durch das Handschuhmaterial nicht überschritten werden. Einatmen der Dämpfe ist zu vermeiden. Für eine ausreichende Belüftung des Arbeitsplatzes ist zu sorgen. Die Arbeiten werden deshalb zweckmäßigerweise in einem Abzug ausgeführt. Reste und Abfälle der genannten Lösungsmittel werden zur Entsorgung einer technisch geeigneten und dafür genehmigten Verbrennungsanlage zugeführt.

²⁾ Einzelheiten hierzu sind unserer Technischen Informations-schrift "Kleben von Makrolon®" zu entnehmen.



Recycling/Materialbeseitigung

Verarbeitungsausschuss und -abfälle können unter Beachtung der Trocknungs- und Verarbeitungshinweise für Primärware regranuliert und zu neuen Formteilen verarbeitet werden. In jedem Fall muss das Eigenschaftsniveau und die Farbe von Formmassen, die Regenerate enthalten, im Hinblick auf die Verwendung geprüft werden. Der zulässige Anteil eines wiedereingesetzten Materials ist im Einzelfall zu ermitteln.

Bei Einsatz von Mahlgut ist zu berücksichtigen, dass die vom Extrudergranulat abweichende Korngeometrie das Einzugs- und Plastifizierverhalten beeinflusst. Aus dem gleichen Grund neigen auch physikalische Mischungen aus Mahlgut und Granulat unter der Bewegung bei Transport, Förderung und Dosierung zur Entmischung.

Bei der Wiederverwertung von Makrolon® ist darauf zu achten, dass keine Fremdmaterialien und kein Schmutz eingeschleppt werden. Schadstoffhaltige oder vermischt Abfälle können rohstofflich oder energetisch verwertet werden.

Nicht verwertbare Abfälle aus Makrolon® können zudem durch fachgerechte Verbrennung und anschließende Deponierung der Schlacken umweltverträglich beseitigt werden.

Die Teilekennzeichnung erfolgt nach DIN EN ISO 11469, sie lautet für Teile aus Makrolon® 2805, 2865, 2807, 2867 und 2858:



>PC<

Einzelheiten hierzu sind unserer Technischen Informationsschrift "Formteil-Kennzeichnung von Thermoplasten für Recycling" zu entnehmen.



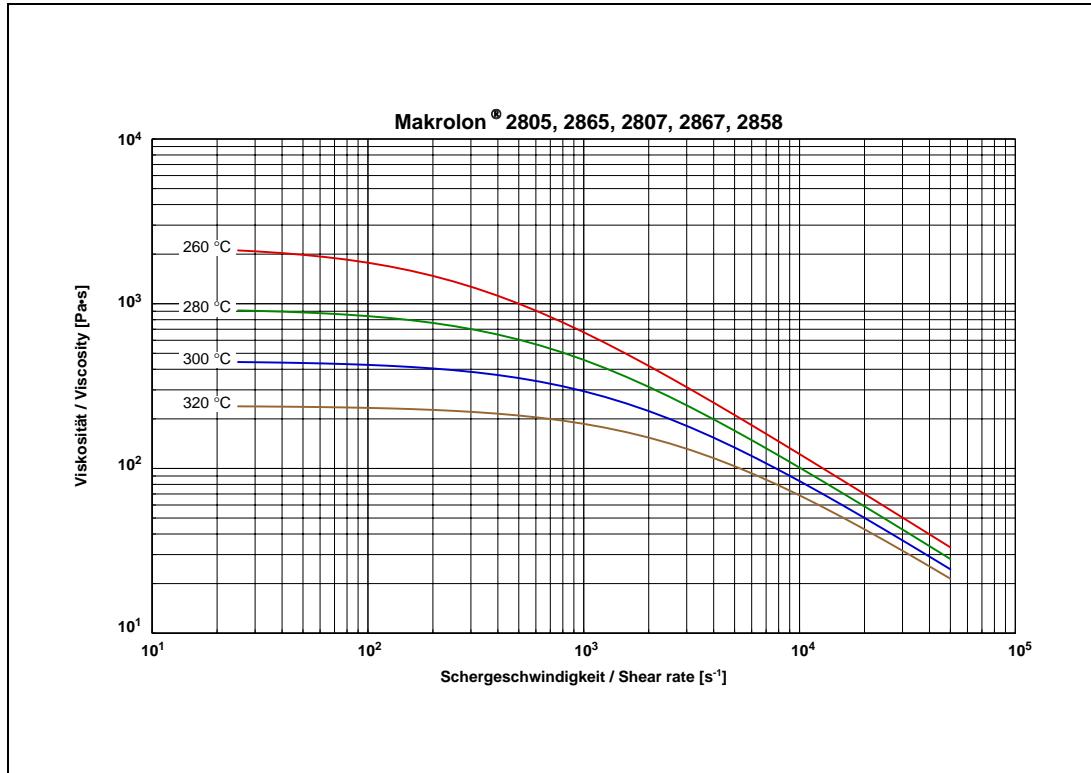


Bild 1: Schmelzeviskosität in Abhängigkeit von der Schergeschwindigkeit
(Makrolon® 2805, 2865, 2807, 2867, 2858)

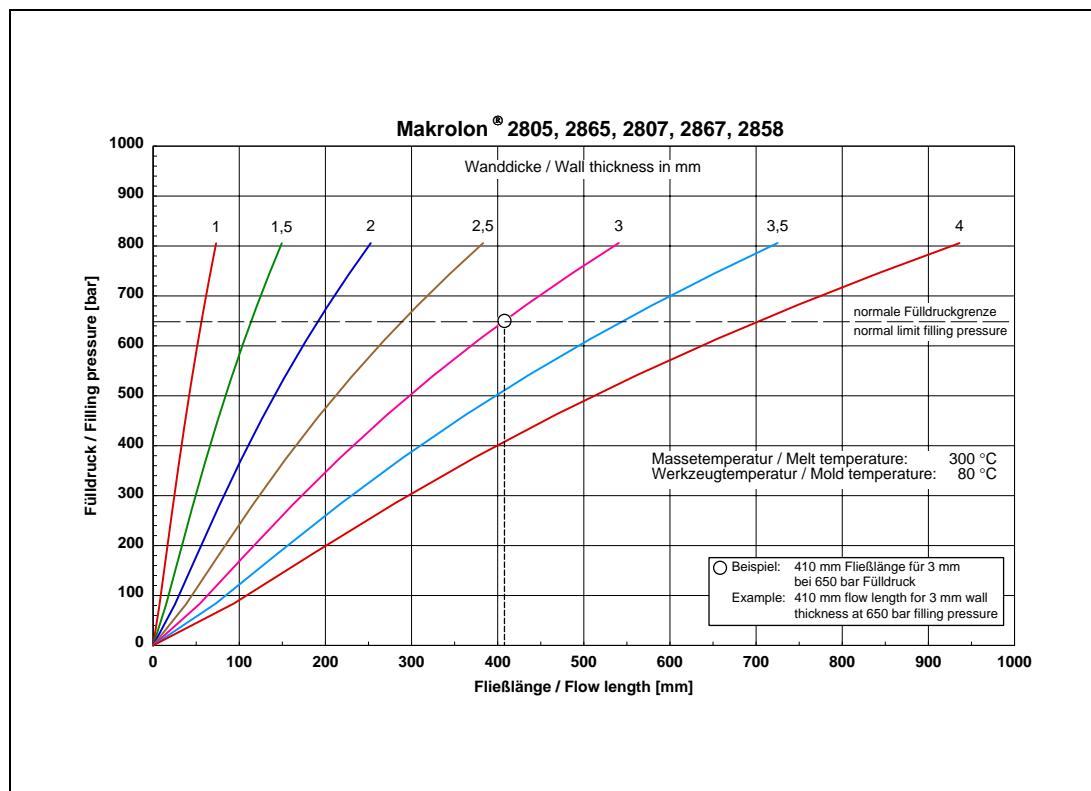


Bild 2: Fließverhalten - Theoretische Rechenwerte (Makrolon® 2805, 2865, 2807, 2867, 2858)

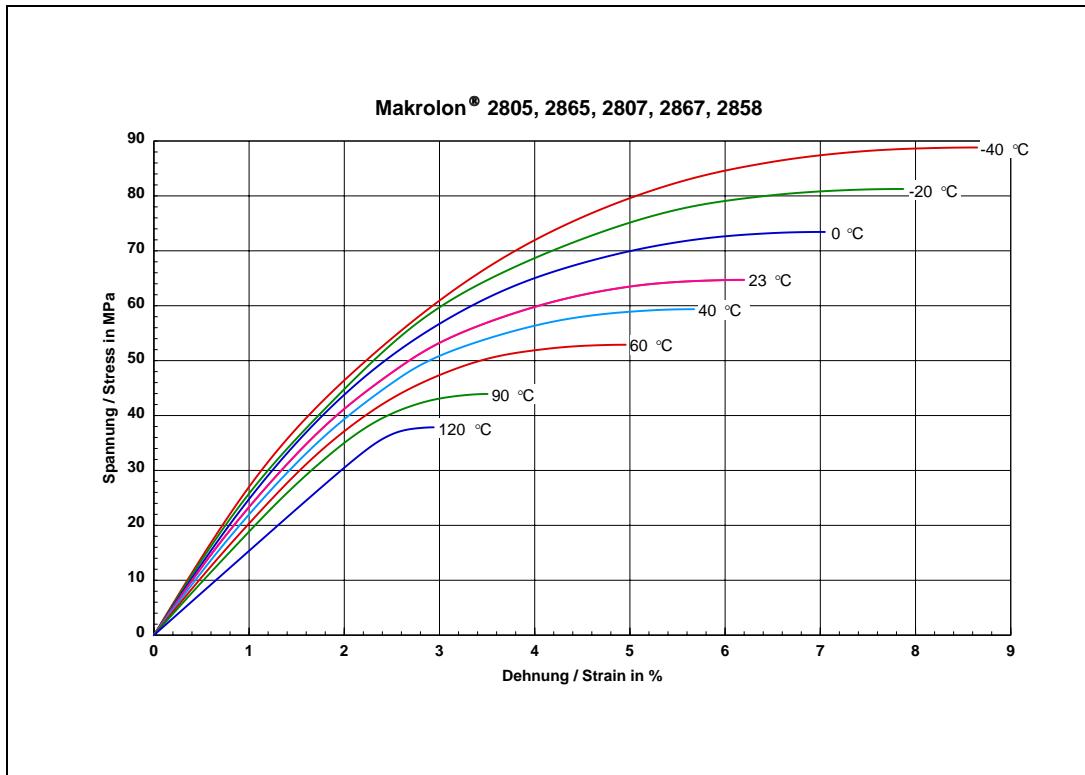


Bild 3: Isotherme Spannungsdehnungslinien aus dem Kurzzeit-Zugversuch nach ISO 527-1, -2 (Makrolon® 2805, 2865, 2807, 2867, 2858)

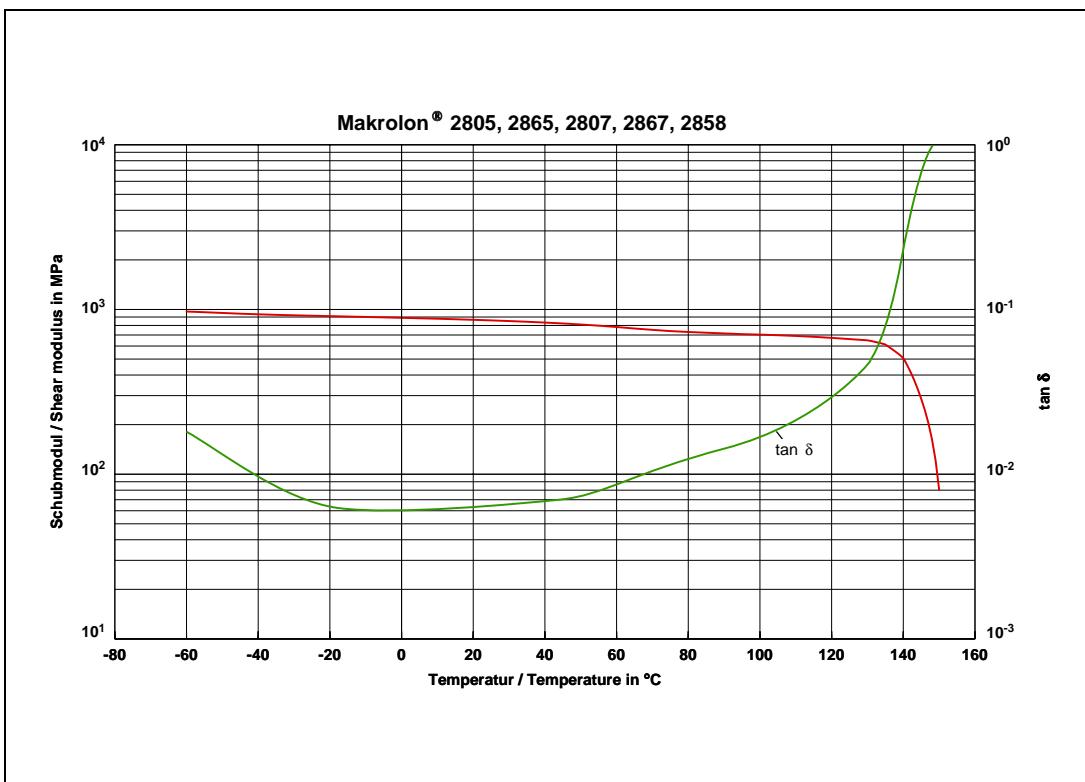


Bild 4: Schubmodul in Abhängigkeit von der Temperatur nach ISO 6721-1, -2 (Makrolon® 2805, 2865, 2807, 2867, 2858)

Richtwerte

Eigenschaften	Prüfbedingungen	Einheiten	Normen	Makrolon®				
				2805	2865	2807	2867	2858
Rheologische Eigenschaften								
C Schmelze-Volumenfließrate (MVR)	300 °C; 1.2 kg	cm³/(10 min)	ISO 1133	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
Verarbeitungsschwindung, parallel/senkrecht	Wertebereich entsprechend allgemeiner Praxiserfahrungen	%	i A. ISO 2577	0.6 - 0.8	0.6 - 0.8	0.6 - 0.8	0.6 - 0.8	0.6 - 0.8
C Schmelze-Massenfließrate (MFR)	300 °C; 1.2 kg	g/(10 min)	ISO 1133	10	10	10	10	10
Mechanische Eigenschaften (23 °C/50 % r. F.)								
C Zug-Modul	1 mm/min	MPa	ISO 527-1,-2	2400	2400	2400	2400	2400
C Streckspannung	50 mm/min	MPa	ISO 527-1,-2	66	66	67	67	66
C Streckdehnung	50 mm/min	%	ISO 527-1,-2	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
C Nominelle Bruchdehnung	50 mm/min	%	ISO 527-1,-2	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50
Bruchspannung	50 mm/min	MPa	ISO 527-1,-2	65	65	65	65	65
Bruchdehnung	50 mm/min	%	i A. ISO 527-1,-2	115	115	115	115	115
C Zug-Kriech-Modul	1 h	MPa	ISO 899-1	2200	2200	2200	2200	2200
C Zug-Kriech-Modul	1000 h	MPa	ISO 899-1	1900	1900	1900	1900	1900
Biege-Modul	2 mm/min	MPa	ISO 178	2350	2350	2350	2350	2350
Biegefestigkeit	2 mm/min	MPa	ISO 178	98	98	98	98	98
Randfaserdehnung bei Höchstkraft	2 mm/min	%	ISO 178	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
3.5 % - Biegespannung	2 mm/min	MPa	ISO 178	74	74	74	74	74
C Charpy-Schlagzähigkeit	23 °C	kJ/m²	ISO 179-1eU	N	N	N	N	N
C Charpy-Schlagzähigkeit	-30 °C	kJ/m²	ISO 179-1eU	N	N	N	N	N
Charpy-Kerbschlagzähigkeit	23 °C; 3 mm	kJ/m²	i A. ISO 179-1eA	70P	70P	70P(C)	70P(C)	70P
Charpy-Kerbschlagzähigkeit	-30 °C; 3 mm	kJ/m²	i A. ISO 179-1eA	12C	12C	12C	12C	12C
Izod-Kerbschlagzähigkeit	23 °C; 3.2 mm	kJ/m²	i A. ISO 180-A	85P	85P	85P(C)	85P(C)	85P
Izod-Kerbschlagzähigkeit	-30 °C; 3.2 mm	kJ/m²	i A. ISO 180-A	12C	12C	12C	12C	12C
C Durchstoß-Maximalkraft	23 °C	N	ISO 6603-2	5400	5400	5400	5400	5400
C Durchstoß-Maximalkraft	-30 °C	N	ISO 6603-2	6300	6300	6300	6300	6300
C Durchstoß-Arbeit	23 °C	J	ISO 6603-2	60	60	60	60	60
C Durchstoß-Arbeit	-30 °C	J	ISO 6603-2	65	65	65	65	65
Kugeldruckhärte		N/mm²	ISO 2039-1	115	115	115	115	115
Thermische Eigenschaften								
C Glasübergangstemperatur	10 °C/min	°C	ISO 11357-1,-2	145	145	145	145	145
C Formbeständigkeitstemperatur	1.80 MPa	°C	ISO 75-1,-2	125	125	124	124	125
C Formbeständigkeitstemperatur	0.45 MPa	°C	ISO 75-1,-2	138	138	137	137	138
C Vicat-Erweichungstemperatur	50 N; 50 °C/h	°C	ISO 306	145	145	144	144	145
Vicat-Erweichungstemperatur	50 N; 120 °C/h	°C	ISO 306	146	146	145	145	146
C Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient, parallel	23 bis 55 °C	10⁻⁴/K	ISO 11359-1,-2	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
C Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient, senkrecht	23 bis 55 °C	10⁻⁴/K	ISO 11359-1,-2	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
Brennverhalten UL 94	0.75 mm	Klasse	UL 94	V-2		V-2		V-2
UL Registrierung	0.75 mm			UL		UL		UL
C Brennverhalten UL 94 (1.6 mm)	1.5 mm	Klasse	UL 94	V-2	V-2	V-2	V-2	V-2
UL Registrierung	1.5 mm			UL	UL	UL	UL	UL
C Brennverhalten UL 94	2.5 mm	Klasse	UL 94	HB		HB		HB
UL Registrierung	2.5 mm			UL		UL		UL
C Brennverhalten UL 94	3.0 mm	Klasse	UL 94	HB	V-2	HB	V-2	HB
UL Registrierung	3.0 mm			UL	UL	UL	UL	UL
Brennverhalten UL 94	6.0 mm	Klasse	UL 94	HB	V-0	HB	V-0	HB
UL Registrierung	6.0 mm			UL	UL	UL	UL	UL
C Sauerstoff-Index	Verfahren A	%	ISO 4589-2	27	30	27	30	27
Wärmeleitfähigkeit	23 °C	W/(m·K)	ISO 8302	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Wärmesicherheit (Kugelindruckversuch)	-	°C	IEC 60335-1	135	135	135	135	135
Temperaturindex (Zugfestigkeit)	20000 h; 1.5 mm	°C	IEC 60216-1	130		130		130
Halbzeitintervall (Zugfestigkeit)	1.5 mm	°C	IEC 60216-1	8.7		8.7		8.7
Temperaturindex (Schlagzugzähigkeit)	20000 h; 1.5 mm	°C	IEC 60216-1	120		120		120
Halbzeitintervall (Schlagzugzähigkeit)	1.5 mm	°C	IEC 60216-1	7.4		7.4		7.4
Temperaturindex (elektrische Festigkeit)	20000 h; 1.5 mm	°C	IEC 60216-1	135		135		135
Halbzeitintervall (elektrische Festigkeit)	1.5 mm	°C	IEC 60216-1	7.4		7.4		7.4
Relativer Temperaturindex (Zugfestigkeit)	1.5 mm	°C	UL 746 B	125	125	125	125	125
Relativer Temperaturindex (Schlagzugzähigkeit)	1.5 mm	°C	UL 746 B	115	115	115	115	115
Relativer Temperaturindex (elektrische Festigkeit)	1.5 mm	°C	UL 746 B	125	125	125	125	125

C Diese Eigenschaftsmerkmale sind Bestandteil der Kunststoffdatenbank CAMPUS und basieren auf dem international festgelegten Katalog von Grunddaten für Kunststoffe ISO 10350.

Schlagegenschaften: N = Nicht-Bruch, P = Teilbruch, C = Vollständiger Bruch

Richtwerte (Fortsetzung)

Eigenschaften	Prüfbedingungen	Einheiten	Normen	Makrolon®				
				2805	2865	2807	2867	2858
Thermische Eigenschaften								
Glühdrahtprüfung (GWFI)	1.0 mm	°C	IEC 60695-2-12	850	850	850	850	850
Glühdrahtprüfung (GWFI)	1.5 mm	°C	IEC 60695-2-12	850	850	850	850	850
Glühdrahtprüfung (GWFI)	2.0 mm	°C	IEC 60695-2-12	850	960	850	960	850
Glühdrahtprüfung (GWFI)	3.0 mm	°C	IEC 60695-2-12	900	960	900	960	900
Glühdrahtprüfung	1.5 mm	°C	i A. EDF HN60 E.02	750		750		750
Glühdrahtprüfung	3.0 mm	°C	i A. EDF HN60 E.02	750		750		750
Beflammlung mit dem Kleinbrenner	Verfahren K; 2.0 mm	Klasse	DIN 53438-1,-3	K1	K1	K1	K1	K1
Beflammlung mit dem Kleinbrenner	Verfahren F; 2.0 mm	Klasse	DIN 53438-1,-3	F1	F1	F1	F1	F1
Nadelflammtest	Verfahren K; 1.5 mm	s	IEC 60695-2-2	5	5	5	5	5
Nadelflammtest	Verfahren K; 2.0 mm	s	IEC 60695-2-2	5	5	5	5	5
Nadelflammtest	Verfahren K; 3.0 mm	s	IEC 60695-2-2	10	10	10	10	10
Nadelflammtest	Verfahren F; 1.5 mm	s	IEC 60695-2-2	60	60	60	60	60
Nadelflammtest	Verfahren F; 2.0 mm	s	IEC 60695-2-2	60	60	60	60	60
Nadelflammtest	Verfahren F; 3.0 mm	s	IEC 60695-2-2	120	120	120	120	120
Glühstabprüfung	-	Stufe	IEC 60707-BH	BH2< 30 mm				
Brenngeschwindigkeit, US-FMVSS	>=1.0 mm	mm/min	ISO 3795	passed	passed	passed	passed	passed
Fremdenzündungstemperatur	Methode B	°C	ASTM D1929	470	470	470	470	470
Selbstentzündungstemperatur	Methode B	°C	ASTM D1929	540	540	540	540	540
Elektrische Eigenschaften (23 °C/50 % r. F.)								
C Relative Dielektrizitätszahl	100 Hz	-	IEC 60250	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
C Relative Dielektrizitätszahl	1 MHz	-	IEC 60250	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
C Dielektrischer Verlustfaktor	100 Hz	10-4	IEC 60250	5	5	5	5	5
C Dielektrischer Verlustfaktor	1 MHz	10-4	IEC 60250	90	90	85	85	90
C Spezifischer Durchgangswiderstand		Ohm·m	IEC 60093	1E14	1E14	1E14	1E14	1E14
C Spezifischer Oberflächenwiderstand		Ohm	IEC 60093	1E16	1E16	1E16	1E16	1E16
C Elektrische Festigkeit	1 mm	kV/mm	IEC 60243-1	33	33	33	33	33
C Vergleichszahl zur Kriechwegbildung CTI	Prüflösung A	Stufe	IEC 60112	275	275	275	275	275
Vergleichszahl zur Kriechwegbildung CTI M	Prüflösung B	Stufe	IEC 60112	125	125	125	125	125
Elektrolytische Korrosionswirkung		Stufe	IEC 60426	A1	A1	A1	A1	A1
Sonstige Eigenschaften (23 °C)								
C Wasseraufnahme, Sättigungswert	Wasser bei 23 °C	%	ISO 62	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
C Wasseraufnahme, Gleichgewichtswert	23 °C; 50 % r. F.	%	ISO 62	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
C Dichte	-	kg/m³	ISO 1183	1200	1200	1200	1200	1200
Wasserdampfdurchlässigkeit	23 °C; 85 % r. F.;	g/(m²·24 h)	ISO 15106-1	15	15	15	15	15
	100 µm Film							
Gasdurchlässigkeit, Sauerstoff	100 µm Film	cm³/(m²·24 h·bar)	i A. ISO 2556	700	700	700	700	700
Gasdurchlässigkeit, Sauerstoff	25.4 µm (1 mil) Film	cm³/(m²·24 h·bar)	i A. ISO 2556	2760	2760	2760	2760	2760
Gasdurchlässigkeit, Stickstoff	100 µm Film	cm³/(m²·24 h·bar)	i A. ISO 2556	130	130	130	130	130
Gasdurchlässigkeit, Stickstoff	25.4 µm (1 mil) Film	cm³/(m²·24 h·bar)	i A. ISO 2556	510	510	510	510	510
Gasdurchlässigkeit, Kohlendioxid	100 µm Film	cm³/(m²·24 h·bar)	i A. ISO 2556	4300	4300	4300	4300	4300
Gasdurchlässigkeit, Kohlendioxid	25.4 µm (1 mil) Film	cm³/(m²·24 h·bar)	i A. ISO 2556	16900	16900	16900	16900	16900
Schüttdichte	Granulat	kg/m³	ISO 60	660	660	660	660	660
Formmasse-spezifische Eigenschaften								
C Viskositätszahl	-	cm³/g	ISO 1628-4	59	59	59	59	59
Brechungsindex	Methode A	-	ISO 489	1.586	1.586	1.586	1.586	1.586
Trübung von transparenten Materialien	3 mm	%	ISO 14782	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8
Lichttransmission (farblos transparentes Material)	1 mm	%	ISO 13468-2	89	89	89	89	89
C Lichttransmission (farblos transparentes Material)	2 mm	%	ISO 13468-2	89	89	89	89	89
Lichttransmission (farblos transparentes Material)	3 mm	%	ISO 13468-2	88	88	88	88	88
Lichttransmission (farblos transparentes Material)	4 mm	%	ISO 13468-2	87	87	87	87	87
Herstellbedingungen für Probekörper								
C Spritzgießen-MassenTemperatur	-	°C	ISO 294	300	300	300	300	300
C Spritzgießen-WerkzeugTemperatur	-	°C	ISO 294	80	80	80	80	80
C Spritzgießen-Einspritzgeschwindigkeit	-	mm/s	ISO 294	200	200	200	200	200

C Diese Eigenschaftsmerkmale sind Bestandteil der Kunststoffdatenbank CAMPUS und basieren auf dem international festgelegten Katalog von Grunddaten für Kunststoffe ISO 10350.

** Für Medizinprodukte im Geltungsbereich der ISO 10 993-1 dürfen nur Bayer-Kunststoffe eingesetzt werden, die die Prüfkriterien dieser Norm erfüllen.

Die von uns nach Maßgabe dieser Norm durchgeführten Biokompatibilitätsprüfungen decken allerdings folgende Einsatzbereiche eines aus unserem Werkstoff hergestellten Medizinproduktes nicht ab:

- Langzeiteinsatz über 30 Tage, insbesondere Einsatz als (kosmetisches oder rekonstruktives) Implantat
- Langzeitkontakt über 30 Tage mit körpereigenen Substanzen (Blut, Gewebe, Dentin, andere Körperflüssigkeiten)
- Mehrfachverwendung im medizinischen Einsatzbereich

In den Bereichen Langzeiteinsatz und Langzeitkontakt sollen Bayer-Kunststoffe daher nicht zum Einsatz kommen.

Einsatz von Rezyklaten und typfremden Zuschlägen

Unsere Prüfergebnisse zur Biokompatibilität sind nicht verwendbar bei Einsatz rezyklierter Werkstoffe sowie bei Einsatz zusätzlicher Werkstoffkomponenten im Endprodukt.

Verantwortung des Medizinprodukteherstellers

Der Einsatz unseres Werkstoffs außerhalb unseres vorbeschriebenen Prüfbereichs der ISO 10 993-1 erfolgt ausschließlich im Verantwortungsbereich des Verarbeiters unserer Werkstoffe bzw. des Herstellers des Endproduktes.

Im Hinblick auf uns nicht bekannte Produktionsbedingungen des Verarbeiters unserer Werkstoffe liegt es im Verantwortungsbereich des Verarbeiters, die Eignung unserer Werkstoffe im Endprodukt bezüglich der anzuwendenden Richtlinien und Gesetze sicherzustellen.

Die Eignung unserer Werkstoffe ist auch abhängig von den Umfeldgegebenheiten (s. u.) für das Endprodukt.

Chemische Verträglichkeit, Temperatur, Design des Medizinproduktes, Sterilisationsmethode, innere Spannungen im Fertigteil und äußere Lasten beeinflussen die Eignung und liegen daher im Verantwortungsbereich des Verarbeiters und des Herstellers des Endproduktes.

Mehrfachverwendung von Medizinprodukten

Medizinprodukte, die für die Einmalverwendung vorgesehen sind und aus einem Bayer-Kunststoff gefertigt wurden, sind nicht für Mehrfachgebrauch geeignet.

Wird das Medizinprodukt für einen mehrfachen Nutzen hergestellt, liegt es im Verantwortungsbereich des Herstellers des Endproduktes, die angemessene Zahl der erlaubten Verwendungen zu ermitteln, indem die entsprechenden Sterilisations- und Endnutzenbedingungen ermittelt und bewertet werden.

An den Endabnehmer müssen entsprechende Warnhinweise und Verwendungsvorschriften herausgegeben werden.

Sterilisation

Die Anwendbarkeit diverser Sterilisationsmethoden und die Zahl zulässiger Sterilisationszyklen eines Medizinproduktes, das aus unseren Werkstoffen hergestellt wurde, hängt von Teiledesign, Verarbeitungsparametern, Sterilisationstemperatur und chemischer Umgebung ab. Daher muss der Hersteller für jedes Medizinprodukt die geeignete Sterilisationsmethode (und ggf. die Zahl zulässiger Sterilisationszyklen) ermitteln und bewerten. An den Endabnehmer müssen entsprechende Verwendungsvorschriften und Warnhinweise herausgegeben werden.

Die vorstehenden Informationen und unsere anwendungstechnische Beratung in Wort, Schrift und durch Versuche erfolgen nach bestem Wissen, gelten jedoch nur als unverbindliche Hinweise, auch in bezug auf etwaige Schutzrechte Dritter. Die Beratung befreit Sie nicht von einer eigenen Prüfung unserer aktuellen Beratungshinweise – insbesondere unserer Sicherheitsdatenblätter und technischen Informationen – und unserer Produkte im Hinblick auf ihre Eignung für die beabsichtigten Verfahren und Zwecke. Anwendung, Verwendung und Verarbeitung unserer Produkte und der aufgrund unserer anwendungstechnischen Beratung von Ihnen hergestellten Produkte erfolgen außerhalb unserer Kontrollmöglichkeiten und liegen daher ausschließlich in Ihrem Verantwortungsbereich. Der Verkauf unserer Produkte erfolgt nach Maßgabe unserer jeweils aktuellen Allgemeinen Verkaufs- und Lieferbedingungen.

Die angegebenen Werte wurden, wenn nicht ausdrücklich anders angegeben, an genormten Prüfkörpern bei Raumtemperatur ermittelt. Die Angaben sind als Richtwerte anzusehen, nicht aber als verbindliche Mindestwerte. Bitte beachten Sie, dass die Eigenschaften durch die Werkzeuggestaltung, die Verarbeitungsbedingungen und durch die Einfärbung unter Umständen erheblich beeinflusst werden können.

