

Makrolon® Chemische Beständigkeit

Die in den Makrolon® Druckschriften aufgelisteten Eigenschaftswerte wurden an genormten und normgerecht hergestellten Prüfkörpern ermittelt. Dabei wird in der Regel im Umgebungsmedium "saubere Luft" gearbeitet.

Ist ein Fertigteil aus Makrolon® mit anderen Medien in Kontakt, so können seine Eigenschaften u. U. deutlich abweichen.

1. Einflussparameter

Die Beeinflussung der Eigenschaften hängt ab von:

- Zusammensetzung der Umgebungsmedien
- Temperatur
- Einwirkzeit
- Höhe der im Formteil vorhandenen oder den aufgetragten Spannungen bzw. Dehnungen

2. Schädigungsarten

Es sind verschiedene Schädigungsarten zu unterscheiden, wobei einzelne Umgebungsmedien auch nach mehreren Schädigungsarten gleichzeitig wirken können.

Auflösen bzw. Anquellen

Niedermolekulare, aromatische, halogenierte und polare Komponenten migrieren in das Polycarbonat. Die Schädigung kann von völligem Auflösen bis zu einer klebrigen Oberfläche reichen.

Bildung von Spannungsrisen

Einige Chemikalien dringen geringfügig und in sehr kleiner Menge in die Oberfläche, führen zu einem Konzentrationsgradienten im Polycarbonat und zu einer Lockerung der zwischenmolekularen Bindungskräfte. In diesem Falle relaxieren Spannungen

im Formteil durch Spannungsrisenbildung. Spannungsrisen können optisch stören. Durch die starke Kerbwirkung der Spannungsrisen werden einige mechanische Eigenschaften deutlich verschlechtert, insbesondere die aus dem Schlag-, Biege-, und Zugversuch ableitbaren Eigenschaften. Bei transparenten Einstellungen sind die Spannungsrisen in der Regel gut zu erkennen. Bei gedeckt eingefärbten Einstellungen können die Spannungsrisen oft nicht erkannt werden. In diesem Falle sind mechanische Prüfungen erforderlich, wobei in Laborversuchen meist die Schlagzähigkeit oder die Biegefestigkeit als Indikatoreigenschaften gewählt werden.

Molekül-Abbau

Einige Makrolon® Eigenschaften werden von der Molekülgröße bestimmt. Bewirkt ein Kontaktmedium durch chemische Reaktion einen Molekulargewichtsabbau, so wird insbesondere das zäh elastische Eigenschaftsverhalten beeinflusst. Die elektrischen Eigenschaften werden praktisch nicht, die thermischen Eigenschaften nur sehr wenig von der Höhe des Molekulargewichts beeinflusst.

Polycarbonat als Ester des Bisphenol-A und der Kohlensäure wird z. B. durch Wasser bei hoher Temperatur langsam in die Komponenten zurückgespalten. Alkalien wirken bei der Hydrolyse als starke Katalysatoren. Die saure Katalyse ist nur schwach.

Alkohole und Karbonsäuren können durch Umesterung des Polycarbonats ebenfalls zu einem Molekülabbau führen. Amine können durch Umamidierung teilweise zu einer sehr starken Molekülschädigung führen. Besonders aggressiv sind Ammoniak und niedermolekulare, aliphatische, primäre und sekundäre Amine in Gegenwart von Wasserspuren. Hochmolekulare, schwach basische Amine sind weniger kritisch.

Oxidative Schädigung

Die bei einigen anderen Polymeren wie Naturkautschuk und Polypropylen mögliche oxidative Schädigung spielt bei Polycarbonat eine relativ geringe Rolle. Makrolon[®] ist gegen Oxidationsmittel verhältnismäßig stabil. So spielt auch die Reaktion mit Luftsauerstoff selbst bei Abwesenheit von Stabilisatoren und Temperaturen über 100 °C eine nur geringe Rolle. Daher zeigt Makrolon[®] gegen 10%ige Salpetersäure und Wasserstoffperoxid eine bemerkenswert hohe Stabilität, in Relation zu vielen anderen Polymeren.

Einfluss von Temperatur und Einwirkzeit

Mit steigender Temperatur reduziert sich die Schädigungszeit. Die notwendige Einwirkzeit für eine erste Schädigung reicht von wenigen Sekunden bis zu mehr als 1000 Stunden, je nach Chemikalie, Temperatur und Spannung. So bilden sich in Formteilen mit starken Spannungen bei Eintauchen in Propylencarbonat schon nach weniger als 1 Minute Spannungsrisse. Spannungsarme Formteile aus hierfür geeigneten Makrolon[®] Typen können dagegen häufig mit 2%iger wässriger Natronlauge bei 80 °C gereinigt werden; die Verweilzeit ist hierbei kurz und das aggressive Medium wird nach Gebrauch vollständig von der Formteiloberfläche entfernt.

3. Praxisgerechte Prüfung am Fertigteil

Wenn Fertigteile im praktischen Einsatz mit aggressiven Medien in Kontakt treten können, so ist unbedingt eine praxisgerechte Prüfung erforderlich. Labormäßig ermittelte Informationen über Verträglichkeiten sind nur Richtwerte. Die Spannungszustände im Formteil in Verbindung mit der von außen einwirkenden Kraftbeanspruchung können zu abweichenden Ergebnissen führen.

Ein kurzzeitiger Kontakt mit aggressiven Medien unterhalb der Schädigungsschwelle setzt voraus, dass das Medium quantitativ entfernt wird und auch nicht durch Kapillarkräfte, z. B. an Verschraubungen längerfristig gebunden wird. Praxisversuche sind insbesondere bei derartigen Anwendungsfällen unumgänglich.

Bei Kontakt mit an und für sich verträglichen Feststoffen kann bei Langzeitkontakt eine migrationsfähige Komponente auf das Polycarbonat übertreten und dieses schädigen. Beispiel hierfür ist der Kontakt von Polycarbonat mit Weich PVC, z. B. Klemmleisten und PVC Isolationen, bei dem spannungsrisseauslösende Weichmacher wie Dioctylphthalat zur Schädigung führen.

Spannungsrisse bilden sich jedoch nur dann, wenn herstellbedingte Zugspannungen im Formkörper vorhanden sind und/oder von außen aufgebracht werden. Ist der Formkörper völlig spannungsfrei oder steht er gar ausschließlich unter Druckspannung so treten keine Spannungsrisse auf. Klemmt man z. B. einen Weich PVC Schlauch auf ein spannungsfreies Polycarbonat Rohr, so erfolgt lediglich eine mit zunehmender Weichmacherwanderung stärker werdende Anquellung des Polycarbonats unter Verschweißung der Komponenten. Auch bei solchen Anwendungen ist unbedingt eine praxisgerechte Prüfung am Fertigteil erforderlich.

Zu beachten ist, dass sich die Zusammensetzung einiger technischer Stoffe verändern kann. Eine Laborprüfung kann dann nur eine Aussage über die geprüfte Charge geben.

Es wurde in unseren Prüflabors eine Reihe von Chemikalien und Handelsprodukten auf Beeinflussung der Polycarbonat Eigenschaften geprüft. Wenn die weiter unten gegebenen Informationen nicht ausreichen, so können Sie sich an unseren für Sie zuständigen Außendienst mit der Frage wenden, ob für eine konkrete Fragestellung weitere Erfahrung bei uns vorliegt.

4. Methode zur Bewertung der Verträglichkeit

Die einfachste Methode ist die Anwendung der Schablonenmethode (Biegesteifenverfahren nach DIN 53449-3), bei der 80 x 10 x 4 mm Prüfkörper auf Radienschablonen gespannt werden, derart, dass abgestufte Randfaserdehnungen von 0 bis 2 % aufgebracht werden. Eine Vergleichsprüfung an Luft unter ansonsten gleichen Bedingungen ist erforderlich. Verglichen wird die Abnahme der maximalen Dehnung, die keine Schädigung bewirkte mit und ohne Medium.

Einzelheiten hierzu sind unserer Technischen Informationsschrift "Spannungsrisssbildung - Biegestreifenverfahren" zu entnehmen.

5. Bewertungsmaßstäbe

Bei den Angaben der folgenden Tabelle wurde geprüft, ab welcher Randfaserdehnung Makrolon® 2800 bei 23 °C bzw. den angegebenen höheren Temperaturen in 6 Tagen geschädigt wird. Komponenten, die zu einer Schädigung bei einer Randfaserdehnung von $\epsilon < 1,0\%$ führen, sind pauschal als unverträglich eingestuft.

6. Beständigkeit

Beständigkeit gegen Chemikalien (siehe Tabelle auf Seite 4)

Beständigkeit gegen Öle, Fette, Wachse und Kraftstoffe

Makrolon® ist gegen die meisten in unseren Labors geprüften technischen Öle, Fette und Wachse bei 6 Tagen/23 °C beständig. Eine Reihe der geprüften Produkte verursachte auch bei 6 Tagen/60 °C keine unzulässige Veränderung an Prüfkörpern aus Makrolon® 2800. Eine Beständigkeit ist nur dann gegeben, wenn die technischen Produkte frei sind von niedermolekularen aromatischen und polaren Komponenten bzw. anderen spannungsrisssauslösenden Komponenten. Zu beachten ist, dass hoch erhitzte Öle sich auch zersetzen können und dann aggressive Komponenten bilden. Gegen die üblichen Vergaser- und Dieselmotorkraftstoffe ist Makrolon® nicht beständig. Die, insbesondere in Vergaserkraftstoff- anwesenden niedermolekularen, aromatischen Kohlenwasserstoffe verursachen bei spannungsbehafteten Teilen Risse.

Beständigkeit gegen Dichtungsmassen und Kunststoffe

Makrolon® ist gegen viele Dichtungsmassen 6 Tage/23 °C und 6 Tage/60 °C beständig.

Einzelheiten hierzu sind unserer Technischen Informationsschrift "Dichtungsmaterialien für den Einsatz mit Makrolon®" zu entnehmen.

Voraussetzung für die Beständigkeit ist, dass keine aggressiven Komponenten wie Weichmacher oder Lösemittel aus der Masse heraus migrieren und das Polycarbonat angreifen. Die gleiche Situation betrifft auch den Kontakt mit anderen Kunststoffen. Hochmolekulare Kunststoffe wirken zwar selbst inert auf Makrolon®, doch können migrierende Weichmacher (z. B. Weich PVC), physikalische Treibmittel (bei einigen Schaumkunststoffen), ausgasende Amine (z. B. Spaltprodukte aus Vulkanisationsbeschleuniger bei Gummi oder Amine aus Aminoplasten) das Polycarbonat schädigen. Ebenso kann bei gemeinsamer thermischer Behandlung von Polycarbonat mit Polyamid-6 ϵ -Caprolactam vom PA auf das PC übertreten und Abbau bewirken.

Es ist somit in jedem Einzelfall zu prüfen, ob die Materialkomponenten im praktischen Einsatz auch ausreichend verträglich sind.

Beständigkeit gegen Klebstoffe

Makrolon® ist gegen eine Reihe von Klebstoffen beständig. Einzelheiten hierzu sind unserer Technischen Informationsschrift "Kleben von Makrolon®" zu entnehmen.

Beständigkeit gegen Lacke

Bei Lösungsmittel enthaltenden Lacken ist je nach Lösungsmittel und Ablüftungsbedingungen die Möglichkeit einer Spannungsrisssbildung oder eines Anquellens gegeben. Durch Abstimmung der Aggressivität des Lösemittels sowie der Ablüftbedingungen sind Lacke erhältlich, die Polycarbonat nicht schädigen; der ausgehärtete Lack kann sogar die Medienverträglichkeit des Fertigteils erhöhen. Auch gegen 2-Komponenten Lacke ist Makrolon® ausreichend beständig, wenn die Einzelkomponenten in der kurzen Zeit nach der Applikation und vor der Lackaushärtung keine Schädigung bewirken. Makrolon® ist gegen Terpentin unbeständig, damit auch gegen Terpentin enthaltende Lacke.

Beständigkeit gegen Chemikalien

	6 Tage / 23 °C	6 Tage / 50 °C
Aceton	quillt an	
Ammoniak, 0,1%ig in Wasser	-	
Ammoniumnitrat, 10%ig in Wasser/ neutral	+	-
Benzin (aromatenfrei)	+	+
Benzol	quillt an	
Butylacetat	-	
Chloroform	löst	
Dibutylphthalat	-	
Diethylether	-	
Dimethylformamid	löst	
Dioctylphthalat	-	
Dioxan	löst	
Eisen(III)-chlorid, gesättigte/wässrige Lösung	+	+
Essigsäure, 10%ig in Wasser	+	+
Ethanol (rein)	+	+
Ethylacetat	quillt an	
Ethylamin	-	
Ethylenchlorid	quillt an	
Ethylenglykol, 1:1 mit Wasser	+	+
Glycerin	reagiert	
Hexan	+	+
Isocctan (2,2,4-Trimethylpentan), rein	+	+ (40 °C)
Isopropanol, rein	+	
Kaliumhydroxid (Kalilauge), 1%ig in Wasser	-	
Methanol	-	
Methylamin	reagiert	
Methylenchlorid	löst	
Methylethylketon	quillt an	
Natriumcarbonat (Soda), 10%ig in Wasser	+	- (70 °C)
Natriumchlorid (Kochsalz), gesättigte/wässrige Lösung	+	+
Natriumhydroxid (Natronlauge), 1%ig in Wasser	-	
Natriumnitrat, 10%ig in Wasser	+	
n-Propanol	- (30 °C)	
Ozon, 1% in Luft	-	
Paraffin, Paraffinöl, rein/aromatenfrei	+	+
Phosphorsäure, 1%ig in Wasser	+	-
Propan	+	+
Salpetersäure, 10%ig in Wasser	+	
Salzsäure, 10%ig in Wasser	+	+
Schwefelsäure, 10%ig in Wasser	+	+
Silikonöl	+	+
Styrol	-	
Tetrachlorethan	quillt an	
Tetrachlorethylen	-	
Tetrachlorkohlenstoff	quillt an	
Trichlorethylen	quillt an	
Tricresylphosphat	-	
Triethylenglykol	+	+
Wasserstoffperoxid, 30%ig in Wasser	+	
Xylol	quillt an	
Zitronensäure, 10%ig in Wasser	+	

+ = beständig - = nicht beständig

Beständigkeit gegen Reinigungs- und Waschmittel

Reinigungs- und Waschmittel sind eine Produktklasse, mit vielen unterschiedlichen Zusammensetzungen. Sie enthalten oft Einzelkomponenten, gegen die Makrolon® nicht beständig ist.

Makrolon® ist beständig gegen normale Seifen, jedoch nicht beständig gegenüber Amininen, Ammoniak, einige Lösemittelkomponenten und gegenüber vielen Glanzrockner. Spülmittel mit Glanzrockner sind teilweise für Polycarbonat ebenfalls nicht geeignet.

Zwar sind Glanzrockner bei Kurzzeitprüfungen entsprechend den kurzen Spülzeiten meist als verträglich einzustufen; wesentlich ist jedoch, dass ein Teil der verdünnten Glanzrockner Lösung auf der Polycarbonat-Oberfläche verbleibt, dort aufkonzentriert und dann über längere Zeit auf dem Formteil verbleibt.

Einzelheiten hierzu sind unserer Technischen Informationsschrift "Reinigung, Desinfektion und Sterilisation von Makrolon® Formteilen" zu entnehmen.

Beständigkeit gegen Nahrungs- und Genussmittel

Makrolon® verändert sich nicht bei Kontakt mit den meisten Nahrungs- und Genussmitteln unter üblichen Gebrauchsbedingungen. Unverträglich ist Makrolon® gegen einige Kräuter- und Heiltee-Sorten mit etherischen Ölen, sowie gegen einige Gewürze. So können Nelken, Muskat und Piment Makrolon® schädigen. Von Fenchel-Tee ist bekannt, dass aus Früchten bereiteter Sud etherische Öle in Mengen enthalten kann, die Polycarbonat aufquellen.

Beständigkeit gegen Desinfektionsmittel, Pharmazeutika und Kosmetika

Diese enthalten teilweise Lösemittel oder Wirkstoffe, die Makrolon® schädigen. So ist Polycarbonat gegen Nagellackentferner und Nagellack unverträglich.

Bei Kenntnis von Zusammensetzung und Wirkung der Einzelbestandteile ist oft eine Abschätzung der zu erwartenden Eigenschaftsbeeinflussung möglich. Besser ist eine praxisgerechte Fertigteilprüfung. Liegen keine Erfahrungswerte vor, so ist eine Fertigteilprüfung immer erforderlich.

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.

Herausgeber: Business Development – Polycarbonate
Bayer MaterialScience AG
D-51368 Leverkusen
www.plastics.bayer.de