

---

# Chemische Eigenschaften

## Quellung

---

### Allgemeines

Die Eignung eines Kunststoffes für eine bestimmte Anwendung ist oft abhängig von seiner Beständigkeit gegenüber Chemikalien. Thermoplastische Polyurethane können sich sehr verschieden bei der Einwirkung von chemischen Substanzen verhalten, da ihre Zusammensetzungen teilweise sehr voneinander abweichen und die verschiedenen Komponenten unterschiedlich stark auf die Einwirkung von anderen Stoffen reagieren.

Daher kann eine klare Trennung der nachfolgend beschriebenen Wirkungen nicht in jedem Falle vorgenommen werden. Für besondere Anwendungen ist eine spezielle Beständigkeitsprüfung bezüglich Quellverhalten und mechanischer Eigenschaften anzuraten!

### Quellung

Quellung ist der rein physikalische Vorgang der Aufnahme von flüssigen Stoffen in einen Feststoff. Hierbei dringt der Stoff von außen ein, ohne dass zwischen diesem und dem Kunststoff eine chemische Reaktion abläuft. Die Folgen sind eine Volumen- und Gewichtszunahme in Verbindung mit einer entsprechenden Abnahme der mechanischen Werte. Nach Abdampfen des eingedrungenen Stoffes und dem damit verbundenen Rückgang der Quellung werden die ursprünglichen Eigenschaften des Produkts fast wieder erreicht. Die Quellung ist damit ein reversibler Vorgang.

# Chemische Eigenschaften

## Chemische Beständigkeit

### Allgemein

Die chemische Beständigkeit hängt wesentlich von der Art, der Einwirkungszeit, Temperatur, Menge und Konzentration einer einwirkenden Chemikalie ab. Beim dadurch möglichen chemischen Abbau reagieren die Molekülketten des Polyurethans mit der betreffenden Chemikalie und werden aufgespalten. Diesem Vorgang geht meist eine Quellung voraus. Das Polyurethan zeigt im Verlauf des Abbaus einen Verlust an Festigkeit, der unter extremen Umständen soweit gehen kann, dass das Material sich zersetzt.

### Säuren und Laugen

Von konzentrierten Säuren und Alkalilösungen werden Elastollan®-Produkte bereits bei Raumtemperatur angegriffen. Ein Kontakt mit diesen Reagenzien sollte vermieden werden. Gegen verdünnte Säuren und Alkalilösungen ist Elastollan® bei Raumtemperatur kurzzeitig beständig.

### Gesättigte Kohlenwasserstoffe

Durch den Kontakt von Elastollan® mit gesättigten Kohlenwasserstoffen, wie z. B. Dieselöl, Isooktan, Petrolether und Kerosin findet eine geringe Quellung statt, die bei Raumtemperatur ca. 1 bis 3 % beträgt und mit einem Abfall der Zugfestigkeit von höchstens 20 % verbunden ist. Nach dem Abdampfen und Rückgang der Quellung werden die ursprünglichen mechanischen Werte fast wieder erreicht.

### Aromatische Kohlenwasserstoffe

Im Kontakt mit aromatischen Kohlenwasserstoffen, wie Benzol und Toluol, quillt ein Elastollan®-Bauteil bei Raumtemperatur sehr stark auf und nimmt unter Abfall der mechanischen Werte bis ca. 50 % des Gewichtes von diesen Aromaten auf.

### Schmieröle und Schmierfette

Die Prüföle IRM 901, IRM 902 und IRM 903 bewirken bei Raumtemperatur keinen Festigkeitsabfall. Auch nach dreiwöchiger Lagerung bei 100 °C erfolgt kein Abfall der Zugfestigkeit. Die Beständigkeit von Elastollan® gegenüber vielen Schmierstoffen ist von deren Additiven abhängig, die eine irreversible Schädigung bewirken können. Hier sind spezielle Untersuchungen zu empfehlen.

### Lösemittel

Aliphatische Alkohole, wie Ethanol und Isopropanol, bewirken eine Quellung der Elastollan®-Produkte. Entsprechend ist der Abfall der Zugfestigkeit. Steigende Temperaturen verstärken diesen Effekt. Ketone, wie Aceton, Methylethylketon (MEK) und Cyclohexanon (Anon), sind partielle Lösemittel für thermoplastische Polyurethan-Elastomere. Für den Dauereinsatz in diesen Lösungsmitteln sind Elastollan®-Produkte ungeeignet.

Aliphatische Ester, wie Ethylacetat und Butylacetat, quellen Elastollan® stark an. Hochpolare, organische Lösemittel, wie z. B. Dimethylformamid (DMF), Dimethylsulfoxid (DMSO), N-Methylpyrrolidon und Tetrahydrofuran (THF) lösen thermoplastische Polyurethane unter extremer Quellung auf.

# Chemische Eigenschaften

## Chemische Beständigkeit

Für die folgenden Medien ist die Beständigkeit von Elastollan® geprüft worden:

Chemikalien	Nummer
Adblue	11.
Alkohol	11./16.
Ameisensäure	1.
Ammoniaklösung	10.
Ammoniumchloridlösung	10.
ASTM-Öle 1, 2 und 3	13./15.
Batteriesäure	5.
„Benzin“	12./16.
Benzylalkohol	16.
Biodiesel (RME)	16.
Bleichlauge	7.
Borsäure	1.
Bremsflüssigkeit	14.
Buttersäure	1.
Calciumhydroxidlösung	9.
Essigsäure	1.
Ethanol = Ethylalkohol	11./16.
Ethylacetat	14./15.
FAM-Prüfflüssigkeiten nach DIN 51 604, A, B und C	12./16.
Glysantin-Wasser-Gemisch	14.
Harnstofflösung	10.
IRM Öle	13..
Isopropanol = Isopropylalkohol	11./16
gelöschter Kalk = Calciumhydroxidlösung	9.
Laurinsäure	1.
Leitungswasser	0.
Methanol = Methylalkohol	11./16.
Milchsäure	1.
Natriumhydrogensulfatlösung	3.
Natriumhypochloritlösung	7.
Natriumnitratlösung	7.
Natriumsulfatlösung	8.
Natriumhydroxidlösung	9.
verdünnte Natronlauge	9.
Ölsäure	1.
Phenollösung	1.
verdünnte Phosphorsäure	3.
Propionsäure	1.
verdünnte Salpetersäure	6.
verdünnte Salzsäure	4.
verdünnte Schwefelsäure	4.
Seewasser	0.
Siliconöl = Dimethylpolysiloxan	14.
Sodalösung	9.
Stearinsäure	1.
Trichlorethan	14./15.
Triethanolaminlösung	9.
Wasser	0.
Wasserstoffperoxid	7.
Zitronensäure	2.

Lösemittel	Nummer
Aceton	15.4
Amylacetat	15.3
ASTM-Öle 1, 2 und 3	13./15.7
Benzol	15.2
Benzylalkohol	16.
Butan	15.1
Butylacetat	15.3
Chlorbenzol	15.6
Chloroform	15.5
Cyclohexan	15.1
Dimethylacetamid	15.8
Dimethylformamid = DMF	15.8
Dimethylsulfoxid = DMSO	15.8
Diesekraftstoff	16.
Essigester	15.3
Ethan	15.1
Ethanol	16./11.
Ethylacetat = Essigester	15.3
Ethylenglykol = Glykol	16.
FAM-Prüfflüssigkeiten nach DIN 51 604 A, B und C	16./12.
Fuel A, B, C und D nach ASTM D 471	16.
Glykol = Ethylenglykol	16.
Glycerin	16.
Hexan	15.1
Isooctan	15.1
Isopropanol = Isopropylalkohol	16./11.
Kerosin	15.1
Methan	15.1
Methanol	16./11.
Methylenchlorid	15.5
Methylethylketon = MEK	15.4
Methylisobutylketon = MIBK	15.4
N-Methylpyrrolidon = NMP	15.8
Oktan	15.1
Paraffinöl	15.1
Pentan	15.1
Propan	15.1
Pyridin	15.8
Petrolether	15.1
Tetrachlorethylen	15.5
Tetrahydrofuran	15.8
Toluol	15.2
Trichlorethan	15.5
Xylol	15.2

# Chemische Eigenschaften

## Chemische Beständigkeit

### Prüfbedingungen

#### Prüfkörper

Normstäbe 5A nach DIN EN ISO 527-2, die vorher 20 Stunden bei 100 °C getempert wurden

#### Prüftemperatur

60 °C bei Chemikalien; 23 °C bei Lösemitteln

#### Prüfkriterien

bei Chemikalien: Erreichung der Restzugfestigkeit von 20 MPa  
bei Lösemitteln: Abfall der Zugfestigkeit durch Quellung nach einer Lagerung von 3 Wochen.

Die Beständigkeitsangaben können nur grob in Tagen, Wochen, Monaten oder Jahren erfolgen. Einer allgemeinen Faustregel folgend kann bei Verringerung der Temperatur um 10 °C die Haltbarkeit auf das Doppelte extrapoliert werden, bei einer Temperaturerhöhung um 10 °C um die Hälfte.

Die Prüfung wurde an den Qualitäten Standard-Ester (z.B. 500, 800), Elastollan® C 85 A und Standard-Ether (z.B. 1100er) durchgeführt. Quellung und Lösung werden in erster Linie durch die Zahl der zwischen den Molekülketten wirksamen Wasserstoffbrücken vorgegeben, deren Zahl mit zunehmender Härte ansteigt. Daraus ist abzuleiten: Härtere Produkte quellen weniger auf, die Beständigkeit ist höher.

Stark polare Substanzen können die zwischenmolekularen Bindungen ganz oder teilweise aufheben und sind damit starke Quellungs- bzw. Lösemittel für Elastollan®.

# Chemische Eigenschaften

## Chemische Beständigkeit

### Chemische Beständigkeit

Nummer:	geprüft:	Elastollan® Standard-Ester (z.B. 500, 800)		Elastollan® C 85 A		Elastollan® Ether-Typen (z.B. 1100)	
		23 °C	60 °C	23 °C	60 °C	23 °C	60 °C
0. Wasser	Leitungswasser	Jahre	Monate	Jahre	Monate	Jahre	Jahre
	Seewasser	Jahre	Monate	Jahre	Monate	Jahre	Jahre
1. Schwache Säuren, Carbonsäuren	3%ige Essigsäure	Wochen	Tage	Wochen	Tage	Jahre	Monate
	3%ige Milchsäure	Wochen	Tage	Wochen	Tage	Jahre	Monate
	3%ige Borsäure	Monate	Wochen	Monate / Jahre	Wochen / Monate	Jahre	Monate
	3%ige Phenollösung	Wochen / Monate	Tage	Monate / Jahre	Wochen	Jahre	Monate
		Analog ist einzuschätzen die Wirkung von Ameisensäure, Propionsäure, Buttersäure, Laurinsäure, Ölsäure, Stearinsäure etc. jeweils in 3%iger wässriger Lösung.					
2. Komplexbildende Carbonsäuren	3%ige Zitronensäure	Monate	Tage	Monate	Tage	Jahre	Monate
3. Schwache Mineralsäuren	3%ige Natriumhydrogensulfatlösung	Monate	Tage / Wochen	Monate / Jahre	Wochen	Jahre	Monate
	3%ige Phosphorsäure	Monate	Tage	Monate	Wochen	Jahre	Monate
4. Starke Mineralsäuren	3%ige Salzsäure	Tage	Stunden	Tage	Stunden	Jahre	Monate
	Analog einzustufen ist 3%ige Schwefelsäure.						
5. Batteriesäure	Batteriesäure	Tage	Stunden	Tage	Stunden	Jahre	Monate
6. Oxydierende Mineralsäuren	3%ige Salpetersäure	Tage	Stunden	Tage	Stunden	Tage	Stunden
7. Oxydierende Lösungen, pH-Wert um 7	Wasserstoffperoxid, 35%ig	Wochen / Monate		Monate		Monate	
	Natriumnitrat, 3%ig	Monate / Jahre	Wochen	Jahre	Monate	Jahre	Monate
	Natriumhypochlorit = Bleichlauge, 3%ig	Wochen	Tage	Wochen	Tage	Monate	Wochen
	Bleichlauge, 0,5%ig	Monate	Wochen	Monate	Wochen	Jahre	Monate
		Oberfläche wird klebrig					
8. Reduzierende Lösungen	Natriumsulfit, 3%ig	Monate / Jahre	Wochen / Monate	Jahre	Monate	Jahre	Monate
9. Laugen	gesättigte Calciumhydroxid- lösung (gelöschter Kalk)	Monate / Jahre	Wochen	Jahre	Monate	Jahre	Monate
	3%ige Sodalösung	Monate / Jahre	Wochen	Jahre	Monate	Jahre	Monate
	3%ige Natronlauge (Natriumhydroxid)	Wochen	Tage	Monate	Wochen	Jahre	Monate
	3%ige Triethanolaminlösung	Monate	Wochen	Monate / Jahre	Monate	Jahre	Monate
10. Basische Lösungen	3%ige Harnstofflösung	Monate	Wochen	Monate / Jahre	Wochen	Jahre	Monate
	3%ige Ammoniaklösung	Tage	Stunden	Wochen	Tage	Jahre	Monate
	3%ige Ammoniumchlorid- lösung	Monate / Jahre	Wochen / Monate	Jahre	Monate	Jahre	Monate
		verringerte Zugfestigkeit durch Quellung					

# Chemische Eigenschaften

## Chemische Beständigkeit

Nummer:	geprüft:	Elastollan® Standard-Ester (z.B. 500, 800)		Elastollan® C 85 A		Elastollan® Ether-Typen (z.B. 1100)	
		23 °C	60 °C	23 °C	60 °C	23 °C	60 °C
11. Adblue	Adblue	Wochen	Wochen	Monate	Wochen	Monate / Jahre	Monate
12. Alkohole	Methanol	Tage		Wochen / Monate		Monate	
	Ethanol	Monate		Monate		Jahre	
	Isopropanol	Monate		Monate		Jahre	
13. FAM-Prüfflüssigkeiten nach DIN 51604*	Prüfflüssigkeit A	Monate		Jahre		Jahre	
	Prüfflüssigkeit B	Tage		Monate		Jahre starke Quellung	
	Prüfflüssigkeit C	Tage		Wochen		Jahre starke Quellung	
14. ASTM-Öle nach ASTM D 471-06**	IRM 901	Jahre	Monate	Jahre	Monate	Jahre	Monate
	IRM 902	Jahre	Monate	Jahre	Monate	Jahre	Monate
	IRM 903	Jahre	Monate	Jahre	Monate	Jahre	Monate
	Glysantin / Wasser 1/1.5	Monate	Wochen	Monate / Jahre	Wochen	Jahre	Monate
	Siliconöl (Dimethylpolysiloxan)	Jahre	Monate	Jahre	Monate	Jahre	Monate
15. Verschiedene	Bremsflüssigkeit	Stunden	Stunden	Stunden	Stunden	Stunden	
		Bremsflüssigkeit / viele Hydrauliköle lösen TPU auf					
	Ethylacetat	Monate		Monate		Monate verringert Zugfestigkeit durch Quellung	
	Volumenquellung	75 %		70 %		70 %	

\* Nach DIN 51604 werden Kunststoffe in FAM-Prüfflüssigkeiten gelagert, um deren Beständigkeit gegenüber Automobiltreibstoffen definiert angeben zu können.

\*\* Die IRM-Referenzöle sind Mineralöle mit unterschiedlichen Paraffin- und Aromatenanteil. Die früher verwendeten ASTM-Öle 1, 2 und 3 wurden wegen gesundheitlicher Risiken durch die IRM Öle 1, 2 und 3 ersetzt und sind nicht mehr verfügbar. Die IRM Öle 1, 2 und 3 sind in ihrem Verhalten sehr ähnlich, aber nicht identisch.

(FAM = Fachausschuss Mineral- und Brennstoffnormung)

(ASTM = American Society for Testing and Materials)

Prüfflüssigkeit A besteht aus:

50,0 Vol. % Toluol  
30,0 Vol. % Isooctan  
15,0 Vol. % Diisobutylen  
5,0 Vol. % Ethanol

Prüfflüssigkeit B besteht aus:

42,0 Vol. % Toluol  
25,5 Vol. % Isooctan  
13,0 Vol. % Diisobutylen  
15,0 Vol. % Methanol  
4,0 Vol. % Ethanol  
0,5 Vol. % Wasser

Prüfflüssigkeit C besteht aus:

20,0 Vol. % Toluol  
12,0 Vol. % Isooctan  
6,0 Vol. % Diisobutylen  
58,0 Vol. % Methanol  
2,0 Vol. % Ethanol  
2,0 Vol. % Wasser

# Chemische Eigenschaften

## Chemische Beständigkeit

Kein Abbau der Elastollan®-Produkte, aber je nach Lösemittelklasse geringere oder stärkere Quellung und dadurch Rückgang der Zugfestigkeit (nach Abdunsten der Lösemittel bildet sich die Zugfestigkeit etwa auf ihren Ausgangswert zurück). Methanol ist eher als Chemikalie denn als Lösemittel zu sehen. In einigen Lösemitteln ist TPU löslich.

### 16. Lösemittel

Zur Prüfung wurden 5A-Stäbe (DIN EN ISO 527-2) über drei Wochen bei 23 °C im Lösemittel gelagert und dann 15 min nach Entnahme noch feucht einem Zugversuch unterzogen. Bei den Werten der Volumenquellung und der Abnahme der Zugfestigkeit handelt es sich um gerundete Werte.

Nummer:	geprüft:	Elastollan® Standard-Ester (z.B. 500, 800)		Elastollan® C 85 A		Elastollan® Ether-Typen (z.B. 1100)		
		% Quellung	% Abnahme Zugfestigkeit	% Quellung	% Abnahme Zugfestigkeit	% Quellung	% Abnahme Zugfestigk.	
16.1. Aliphatische Kohlenwasserstoffe	Pentan	3	20	4,5	10	10	20	
	Cyclohexan	4	15	7	10	22	10	
	Isooctan	2,5	keine	2,5	keine	7,5	keine	
	Analog verhalten sich die Elastollan®-Typen in anderen aliphatischen und cycloaliphatischen Kohlenwasserstoffen wie Methan, Ethan, Propan, Butan, Hexan, Oktan, Petrolether, Paraffinöl, Dieselmotorenkraftstoff und Kerosin ohne Zusatzstoffe.							
16.2. Aromatische Kohlenwasserstoffe	Toluol	52	55	60	45	65	50	
	Analog verhalten sich andere aromatische Kohlenwasserstoffe wie Benzol und Xylol.							
16.3. Aliphatische Ester	Ethylacetat	75	70	70	65	70	75	
	Analog verhalten sich andere kurzkettige Ester wie Butylacetat und Amylacetat.							
16.4. Aliphatische Ketone	Methylethylketon	105	80	110	80	130	90	
	Analog verhalten sich andere aliphatische kurzkettige Ketone wie Aceton und Methylisobutylketon = MIBK.							
16.5. Aliphatische Halogenkohlenwasserstoffe, 1 C-Atom	Methylenchlorid	175	75	155	65	190	95	
	Chloroform	280	75	260	70		praktisch aufgelöst	
		20	40	28	35	50	45	
	Tetrachlorethylen	54	39	65	39	75	54	
ab 2 C-Atomen	Trichlorethan							
	Analog verhalten sich andere aliphatische Halogenkohlenwasserstoffe ab 2 C-Atomen.							
16.6. Aromatische Halogenkohlenwasserstoffe	Chlorbenzol	90	60	100	55	110	60	
	Analog verhalten sich andere aromatische Halogenkohlenwasserstoffe.							
16.7. ASTM-Öle nach ASTM D 471-06**	IRM 901 bei 100 °C	500 h	keine	1	keine	keine	1	6
		1000 h			keine	6	1	14
	IRM 902 bei 100 °C	500 h	3	8	3	keine	9	4
		1000 h			4	18	10	5
	IRM 903 bei 100 °C	500 h	7	20	7	keine	18	8
		1000 h			12	50	20	30
16.8. TPU-lösende Agentien	Tetrahydrofuran	> 450	praktisch aufgelöst	> 450	praktisch aufgelöst		aufgelöst	
	Dimethylformamid (DMF)		aufgelöst		aufgelöst		aufgelöst	
	Dimethylacetamid		aufgelöst		aufgelöst		aufgelöst	
	N-Methylpyrrolidon (NMP)		aufgelöst		aufgelöst		aufgelöst	
	Dimethylsulfoxid (DMSO)		aufgelöst		aufgelöst		aufgelöst	
	Pyridin		aufgelöst		aufgelöst		aufgelöst	

# Chemische Eigenschaften

## Chemische Beständigkeit

Nummer:	geprüft:	Elastollan® Standard-Ester (z.B. 500, 800)		Elastollan® C 85 A		Elastollan® Ether-Typen (z.B. 1100)	
		% Quellung	% Abnahme Zugfestigkeit	% Quellung	% Abnahme Zugfestigkeit	% Quellung	% Abnahme Zugfestigk.
17. Alkohole und Treibstoffe	Methanol	18	80	18	58	28	60
			unbeständig	einige Wochen beständig			
	Ethanol	16	52	18	52	33	64
	Isopropanol	14	44	17	42	30	50
	Benzylalkohol	300	95	270	85	nicht messbar	angelöst
			unbeständig	unbeständig		unbeständig	
	Ethylenglykol	2	keine	2	keine	4	15
	Glycerin	keine	keine	keine	keine	keine	keine
FAM-Prüfflüssigkeiten nach DIN 51 604*	Prüfflüssigkeit A	39	55	45	50	67	60
	Prüfflüssigkeit B	38	72	38	55	68	74
			unbeständig	einige Wochen beständig			
	Prüfflüssigkeit C	21	60	24	50	43	70
				einige Wochen beständig			
Dieseltreibstoff Biodiesel (RME) bei 60°C	Dieseltreibstoff	3,0	15	5,0	keine	11	keine
	Biodiesel			9	9	27	21
Fuel-Typen ASTM D 471	Fuel A = Isooctan	2,5	keine	2,5	keine	7,5	keine
	Fuel B = Isooctan / Toluol 70 % / 30 %	13	30	18	32	25	36
	Fuel C = Isooctan / Toluol 50 % / 50 %	21	40	27	38	38	44
	Fuel D = Isooctan / Toluol 60 % / 40 %	17	37	21	36	31	44

\* Nach DIN 51604 werden Kunststoffe in FAM-Prüfflüssigkeiten gelagert, um deren Beständigkeit gegenüber Automobiltreibstoffen definiert angeben zu können.

\*\* Die IRM-Referenzöle sind Mineralöle mit unterschiedlichen Paraffin- und Aromatenanteil. Die früher verwendeten ASTM-Öle 1,2 und 3 wurden wegen gesundheitlicher Risiken durch die IRM Öle 1,2 und 3 ersetzt und sind nicht mehr verfügbar. Die IRM Öle 1, 2 und 3 sind in ihrem Verhalten sehr ähnlich, aber nicht identisch.

(FAM = Fachausschuss Mineral- und Brennstoffnormung)

(ASTM = American Society for Testing and Materials)

Prüfflüssigkeit A besteht aus:  
50,0 Vol. % Toluol  
30,0 Vol. % Isooctan  
15,0 Vol. % Diisobutylen  
5,0 Vol. % Ethanol

Prüfflüssigkeit B besteht aus:  
42,0 Vol. % Toluol  
25,5 Vol. % Isooctan  
13,0 Vol. % Diisobutylen  
15,0 Vol. % Methanol  
4,0 Vol. % Ethanol  
0,5 Vol. % Wasser

Prüfflüssigkeit C besteht aus:  
20,0 Vol. % Toluol  
12,0 Vol. % Isooctan  
6,0 Vol. % Diisobutylen  
58,0 Vol. % Methanol  
2,0 Vol. % Ethanol  
2,0 Vol. % Wasser



# Chemische Eigenschaften

## Mikrobenbeständigkeit

### Mikrobenbeständigkeit

Beim Einsatz von Teilen aus thermoplastischem Polyurethan auf Polyesterbasis unter klimatischen Bedingungen mit hoher Feuchtigkeit und Wärme kann es zu einer Schädigung mit Mikrobenbefall kommen. Insbesondere Mikroorganismen, die Enzyme produzieren, sind in der Lage, die Molekülketten von TPU auf Polyesterbasis anzugreifen. Der Mikrobenbefall ist optisch zunächst durch Verfärbung sichtbar. Nachfolgend entstehen Risse an der Oberfläche, die den Mikroben die Möglichkeit geben, tiefer einzudringen und eine vollständige Zerstörung des TPU herbeiführen.

Thermoplastisches Polyurethan auf Polyetherbasis ist gegen Mikrobenangriff beständig. Ein wichtiges Kriterium für die Mikrobenbeständigkeit ist die Verseifungszahl (VZ) (ehem. DIN VDE 0472, Teil 704). Bis zu einer Verseifungszahl von 200 mg KOH/g sind ungefüllte TPU mikrobienbeständig. Dieser Grenzwert ist auch in der VDE 0282/10 festgeschrieben.

Polyether-TPU erreichen je nach Rezeptur und Härte eine VZ von ca. 150, Polyester-TPU von ca. 450. Bei Polyether-Polyester-Mischungen kann die VZ aus den Mengenanteilen berechnet werden. Durch kleine Anteile von Ester- im Etherurethan bis etwa 10 % (z. B. durch Zugabe von Farbkonzentraten auf Esterbasis) wird die Mikrobenbeständigkeit nicht beeinträchtigt (VZ bleibt < 200). Größere Anteile von Ester-TPU führen zu einer Beeinträchtigung der Mikrobenbeständigkeit.

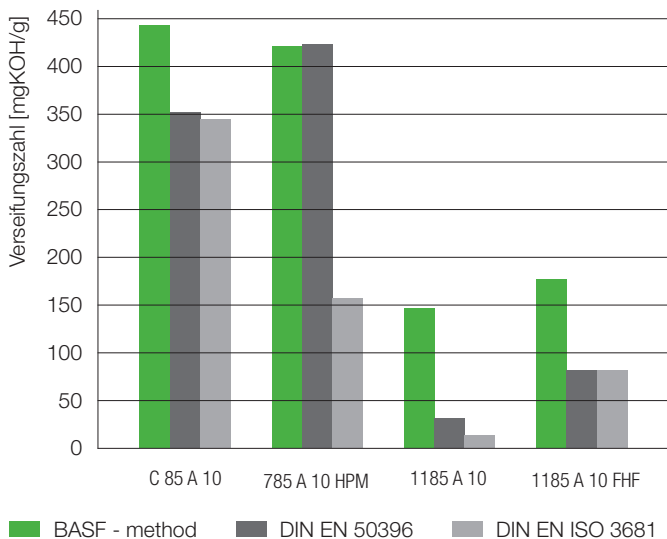


Abb. 40: Verseifungszahl ausgewählter Elastollan®-Typen

# Chemische Eigenschaften

## Hydrolysebeständigkeit

### Hydrolysebeständigkeit

Bei längerer Lagerung in warmem Wasser, Sattendampf oder tropischem Klima tritt bei Polyurethanen auf Polyesterbasis eine irreversible Aufspaltung der Polyesterketten ein (Hydrolyse). Die Folge ist eine Abnahme der mechanischen Festigkeitseigenschaften. Diese Erscheinung tritt um so deutlicher auf, je weicher das Material ist, da hier der Polyesteranteil entsprechend größer ist als bei härteren Einstellungen. Allerdings ist auch bei Elastollan® auf Polyesterbasis bei Raumtemperatur eine Schädigung durch hydrolytischen Abbau aufgrund der guten Stabilisierung kaum zu beobachten.

Elastollan® auf Polyetherbasis ist aufgrund seiner chemischen Struktur wesentlich beständiger gegenüber einem hydrolytischen Abbau.

Die folgenden Diagramme zeigen anhand von thermischen Langzeitgeraden die unterschiedliche Hydrolysebeständigkeit von TPU auf Polyether- und Polyesterbasis.

Abb. 41: Thermische Langzeitgerade für Hydrolyse

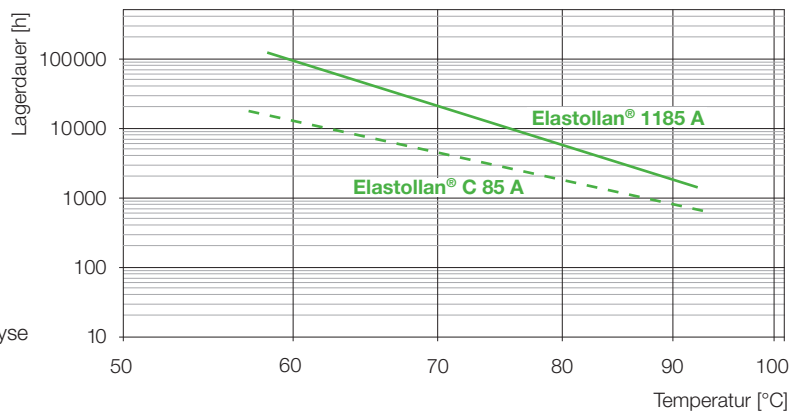
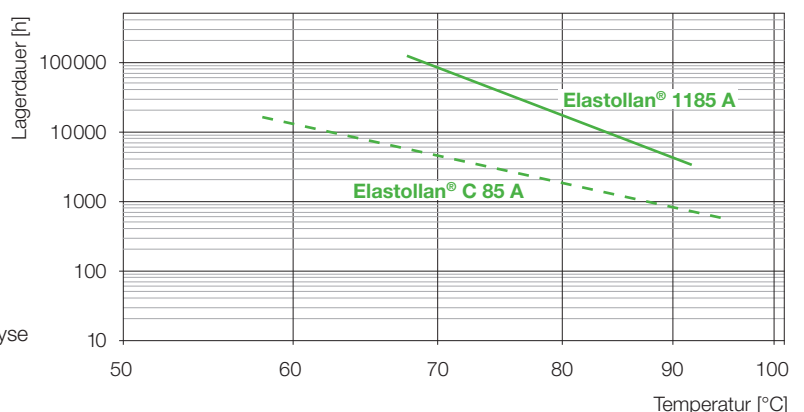


Abb. 42: Thermische Langzeitgerade für Hydrolyse



# Chemische Eigenschaften

## Strahlungsbeständigkeit · Ozonbeständigkeit

### UV-Strahlung

Kunststoffe werden durch Einwirkung von UV-Strahlung, je nach Dauer und Intensität, chemisch abgebaut (Alterung). Bei Polyurethanen findet dabei, beginnend auf der Oberfläche, eine Versprödung des Werkstoffes statt. Dieser Effekt geht mit einer Vergilbung des Teiles einher. Die Folge ist u. a. ein Absinken der mechanischen Eigenschaftswerte.

Die UV-Beständigkeit kann zum einen durch Zugabe von Farbpigmenten, die das tiefe Eindringen von UV-Strahlen und damit die mechanische Zerstörung weitgehend verhindern, verbessert werden. Dunkle Farbtöne, insbesondere Schwarz, überdecken zusätzlich die Oberflächenverfärbung. Zum anderen kann dieser Alterungsprozess durch Zugabe von UV-Stabilisatoren verzögert werden. Entsprechende Konzentrate stehen zur Verfügung.

### Energiereiche Strahlung

Elastollan® ist in seiner Beständigkeit gegen energiereiche Strahlung wie  $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlung den meisten anderen Kunststoffen überlegen. Die Beständigkeit gegen diese Arten von Strahlung ist abhängig u. a. von der Dosis und Dosisleistung der Strahlung, Form und Abmessungen der Probe, Klima und Atmosphäre des Prüfraums.

Durch Zugabe von Vernetzungshilfsmitteln und anschließende Bestrahlung mit  $\beta$ - oder  $\gamma$ -Strahlen kann eine Vernetzung von Elastollan® erreicht werden. Die maximal erzielbaren Vernetzungsgrade liegen bei ca. 90%. Dadurch können die kurzzeitige Wärmeformbeständigkeit und die Beständigkeit gegen Chemikalien verbessert werden.

### Ozonbeständigkeit

Ozon ist die Verbindung dreier Sauerstoffatome zu einem Molekül (O<sub>3</sub>). Es entsteht unter der Einwirkung energiereicher UV-Strahlung aus dem in der Luft vorhandenen Sauerstoff. Durch seinen Aufbau ist Ozon sehr reaktiv und reagiert leicht mit organischen Substanzen. Elastomere auf Kautschukbasis werden bei Einwirkung von Ozon durch Rissbildung zerstört.

Elastollan® weist eine gute Beständigkeit gegen Ozon auf. Die Prüfung nach VDE 0472 führt zu der Bewertung „rissfrei, Stufe 0“. Die Elastizität bleibt vollständig erhalten; die Oberflächenhärte erhöht sich nicht.

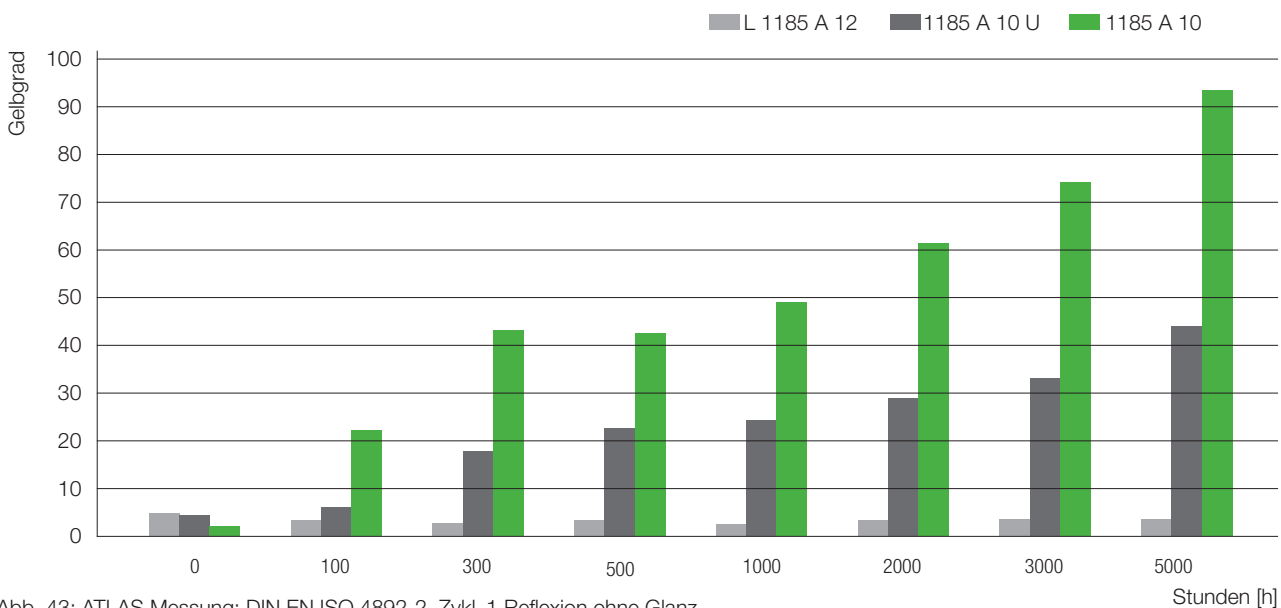


Abb. 43: ATLAS Messung; DIN EN ISO 4892-2, Zykl. 1 Reflexion ohne Glanz