



# DuraForm® ProX® PA

Polyamid/Polypropylen-ähnlich

Der produktionsfähige Kunststoff Polyamid 12 bietet eine leistungsstarke Kombination aus Härte, Hitzebeständigkeit, Chemikalienbeständigkeit und Biokompatibilität für Endnutzungsanwendungen. Selektives Lasersintern

## EIN LANGLEBIGER, ZÄHER THERMOPLAST MIT AUSGEWOGENEN MECHANISCHEN EIGENSCHAFTEN UND FEINER OBERFLÄCHENAUFKLÖSUNG

DuraForm ProX PA wurde für Funktionstests in der Praxis und für kleine bis mittlere Produktionsserien entwickelt. Der Werkstoff bietet eine ausgewogene Mischung aus Eigenschaften wie Haltbarkeit, Zähigkeit, Schlagfestigkeit, Genauigkeit und feiner Oberflächenaufklärung. DuraForm ProX PA erfüllt die Anforderungen der USP-Klasse VI und ist mit seiner weißen Oberfläche ideal für eine Reihe von funktionalen Komponenten für Medizingeräte sowie chirurgische Hilfsmittel und Schablonen.

DuraForm ProX PA wurde für die langfristige Umweltbeständigkeit hinsichtlich mechanischer Eigenschaften entwickelt und nach ASTM-Methoden getestet für den Einsatz im Innenbereich für eine Dauer von bis zu 8 Jahren bzw. im Außenbereich von bis zu 1,5 Jahren. Dampfgehobte Teile aus DuraForm ProX PA weisen eine verbesserte, glatte Oberfläche auf, die am besten mit spritzgegossenen Kunststoffteilen vergleichbar ist. Darüber hinaus trägt das Dampfgehoben dazu bei, die poröse Oberfläche von SLS-Teilen zu versiegeln, sodass sie für luft- und wasserdichte Anwendungen geeignet sind.

## ANWENDUNGEN

- Prototypen, die eine gute Haltbarkeit und Stärke erfordern
- Direkte Fertigung von Endnutzungsteilen mit kleinen bis mittleren Auflagen
- Medizinische Teile, die nach USP Klasse VI zertifiziert oder sterilisiert werden müssen
- Komplexe, dünnwandige Leitungen
- Teile für Flugzeuge und Motorsport
- Abdeckungen und Gehäuse
- Teile mit Einrastmechanismen und Filmscharnieren
- Armaturenbretter, Kühlergrills und Stoßstangen für Fahrzeuge

## VORTEILE

- Langfristige Stabilität der mechanischen Eigenschaften
- Ausgewogene mechanische Eigenschaften und Verarbeitbarkeit
- Herstellung von Prototypen, die Funktionstests standhalten
- Werkzeuglose Herstellung langlebiger Endanwendungsteile
- Herstellung genauer und wiederholbarer Teile, wie von den Herstellern gefordert
- Bearbeitbar und lackierbar, um Demoteile zu erstellen

## EIGENSCHAFTEN

- Hervorragende Oberflächenaufklärung und Details
- Leicht zu verarbeiten
- Gute isotrope Eigenschaften
- Erfüllt Testvorgaben gemäß USP Klasse VI
- Für Sterilisation mit Autoklav geeignet
- Kompatibel mit Kfz-Flüssigkeiten und -Chemikalien

*Hinweis: Nicht alle Produkte und Werkstoffe sind in allen Ländern verfügbar – bei Fragen zur Verfügbarkeit wenden Sie sich bitte an Ihren lokalen Vertriebspartner.*

**WERKSTOFFEIGENSCHAFTEN**

Alle mechanischen Eigenschaften werden nach ASTM- und ISO-Standards angegeben, wo zutreffend. Zu den zusätzlich genannten Eigenschaften zählen Entflammbarkeit, dielektrische Eigenschaften und Wasserabsorption innerhalb von 24 Stunden. Dies erlaubt ein besseres Verständnis der Materialeigenschaften und hilft dabei, zu entscheiden, wie das jeweilige Material optimal eingesetzt werden kann. Alle Teile werden nach den von der ASTM empfohlenen Standards für mindestens 40 Stunden bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit konditioniert.

Die angegebenen Materialeigenschaften wurden entlang der X-Achse gedruckt.

FESTES MATERIAL						
METRISCH	ASTM-METHODE	METRISCH	ENGLISCH	ISO-METHODE	METRISCH	ENGLISCH
<b>PHYSISCH</b>				<b>PHYSISCH</b>		
Farbe		Natürlich				
Dichte des gesinterten Teils	ASTM D792	0,95 g/cm <sup>3</sup>	0,034 lbs/in <sup>3</sup>	ISO 1183	0,95 g/cm <sup>3</sup>	0,034 lb/in <sup>3</sup>
Wasserabsorption in 24 Stunden	ASTM D570	0,65 %	0,65 %	ISO 62	0,65 %	0,65 %
Mischungsverhältnis - % Frisch		40 %				
<b>MECHANISCH</b>				<b>MECHANISCH</b>		
Max. Zugfestigkeit	ASTM D638 Typ I	48 MPa	7000 psi	ISO 37	49 MPa	7100 psi
Zugfestigkeit	ASTM D638 Typ I	48 MPa	7000 psi	ISO 37	49 MPa	7100 psi
Zugmodul	ASTM D638 Typ I	2.100 MPa	300 ksi	ISO 37	1900 MPa	273 ksi
Bruchdehnung	ASTM D638 Typ I	19 %	19 %	ISO 37	17 %	17 %
Streckgrenzendehnung	ASTM D638 Typ I	13 %	13 %	ISO 37	12,3 %	12,3 %
Biegefestigkeit	ASTM D790	63 MPa	9100 psi	ISO 178	60 MPa	8100 psi
Biegemodul	ASTM D790	1700 MPa	240 ksi	ISO 178	1700 MPa	244 ksi
Izod-Schlagfestigkeit, gekerbt	ASTM D256	47 J/m	0,9 ft-lb/in	ISO 180-A	3,7 kJ/m <sup>2</sup>	1,8 ft-lb/in <sup>2</sup>
Izod-Schlagfestigkeit, ungekerbt	ASTM D4812	460 J/m	9 ft-lb/in	ISO 180-U	22 kJ/m <sup>2</sup>	1,7 ft-lb/in <sup>2</sup>
Shore-Härte	ASTM D2240	74D	74D	ISO 7619	74D	74D
<b>THERMISCH</b>				<b>THERMISCH</b>		
Tg (DMA, E'')	ASTM E1640 (E'' Peak bei 1 °C/min)	46 °C	115 °F	ISO 6721-1/11 (E'' Peak)	46 °C	115 °F
HDT bei 0,455 MPa/66 PSI	ASTM D648	176 °C	349 °F	ISO 75- 1/2 B	153 °C	308 °F
HDT bei 1,82 MPa/264 PSI	ASTM D648	82 °C	180 °F	ISO 75-1/2 A	58 °C	136 °F
CTE -20 bis 70 °C	ASTM E831	91 ppm/°C	51 ppm/°F	ISO 11359-2	91 ppm/K	51 ppm/°F
CTE 95 bis 180 °C	ASTM E831	201 ppm/°C	112 ppm/°F	ISO 11359-2	201 ppm/K	112 ppm/°F
Spezifische Wärmekapazität	ASTM E1269	1,55 J/g·°C	0,37 BTU/lb·°F			
Thermische Leitfähigkeit	ASTM E1530	0,21 W/m-K	1,46 BTU-in/hr-ft <sup>2</sup> ·°F			
Angabe der UL-Entflammbarkeit	UL 94	HB	HB			
<b>ELEKTRIK</b>				<b>ELEKTRIK</b>		
Spannungsfestigkeit (kV/mm) @ 3 mm Stärke	ASTM D149	15				
Dielektrizitätskonstante @ 1 kHz	ASTM D150	2,85				
Verlustfaktor @ 1 kHz	ASTM D150	0,022				
Volumenwiderstand (Ohm - cm)	ASTM D257	1,5 x 10 <sup>15</sup>				
Oberflächenwiderstand (Ohm/sq)	ASTM D257	4,7 x 10 <sup>15</sup>				

### ISOTROPE EIGENSCHAFTEN

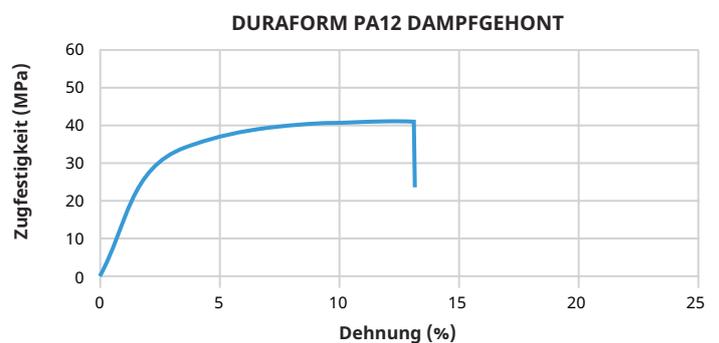
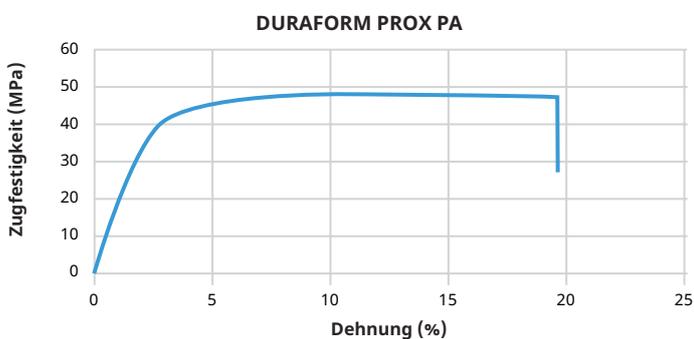
Die Teile werden in XYZ- und winkligen Ausrichtungen geprüft, um den Grad der Isotropie der mechanischen Eigenschaften zu bestimmen.

Die Teile müssen nicht ausgerichtet werden, um die bestmöglichen mechanischen Eigenschaften zu erzielen. Dadurch bietet sich eine höhere Gestaltungsfreiheit bei der Ausrichtung der Teile in Bezug auf die mechanischen Eigenschaften.

DURAFORM PROX PA						DURAFORM PROX PA DAMPFGEHONT				
	METHODE	METRISCH					METRISCH			
MECHANISCH						MECHANISCH				
		X	Y [J]	Z	Z45		X	Y [J]	Z	Z45
Max. Zugfestigkeit	ASTM D638 Typ I	48 MPa	48 MPa	42 MPa	46 MPa	ASTM D638 Typ I	41 MPa	35 MPa	46 MPa	47 MPa
Zugfestigkeit	ASTM D638 Typ I	48 MPa	48 MPa	k.A.	k. A.	ASTM D638 Typ I	41 MPa	34 MPa	46 MPa	47 MPa
Zugmodul	ASTM D638 Typ I	1900 MPa	2000 MPa	2.100 MPa	2000 MPa	ASTM D638 Typ I	1500 MPa	1200 MPa	1600 MPa	1800 MPa
Bruchdehnung	ASTM D638 Typ I	19 %	21 %	5 %	8 %	ASTM D638 Typ I	13 %	13 %	14 %	20 %
Streckgrenzendehnung	ASTM D638 Typ I	13 %	13 %	k. A.	k. A.	ASTM D638 Typ I	13 %	13 %	14 %	15 %
Biegefestigkeit	ASTM D790	63 MPa	58 MPa	62 MPa	60 MPa	ASTM D790	52 MPa	55 MPa	60 MPa	56 MPa
Biegemodul	ASTM D790	1700 MPa	1500 MPa	1700 MPa	1600 MPa	ASTM D790	1400 MPa	1500 MPa	1700 MPa	1500 MPa
Izod-Schlagfestigkeit, gekerbt	ASTM D256	47 J/m	42 J/m	42 J/m	48 J/m	ASTM D256	38 J/m	36 J/m	42 J/m	42 J/m
Shore-Härte	ASTM D2240	74D	74D	75D	k. A.	ASTM D2240	73D	73D	73D	74D
Wasserabsorption in 24 Stunden	ASTM D570	0,65 %	0,65 %	0,65 %	0,65 %	ASTM D570	0,23 %	0,23 %	0,23 %	0,23 %

### SPANNUNGS-DEHNUNGS-KURVE

Das Diagramm stellt die Spannungs-Dehnungs-Kurve für DuraForm ProX PA gemäß ASTM D638-Test dar.

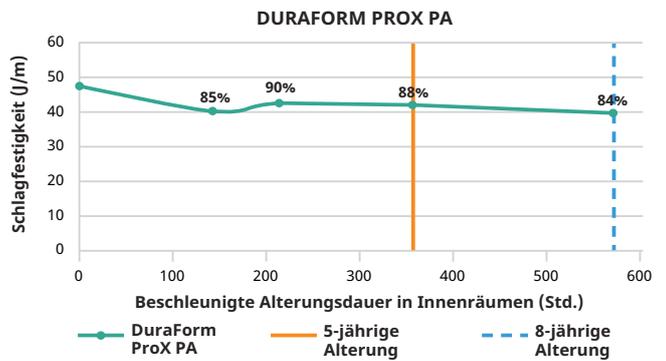
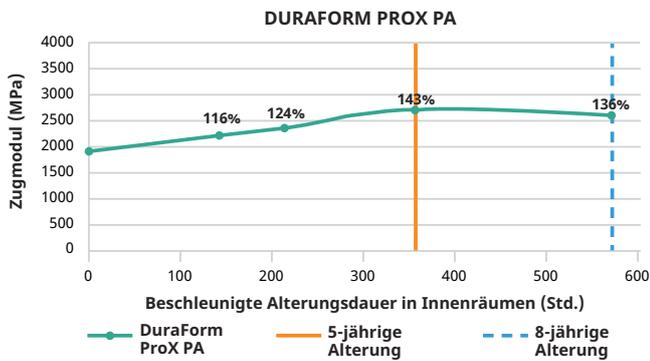
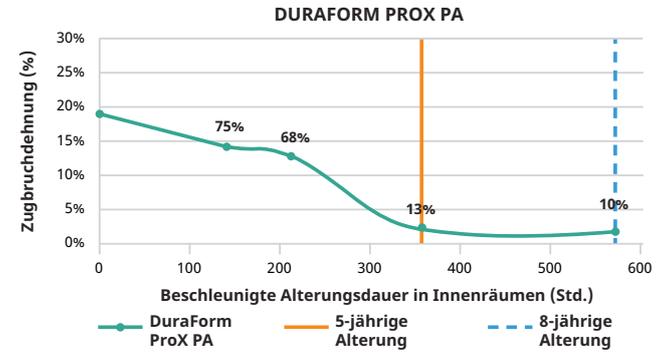
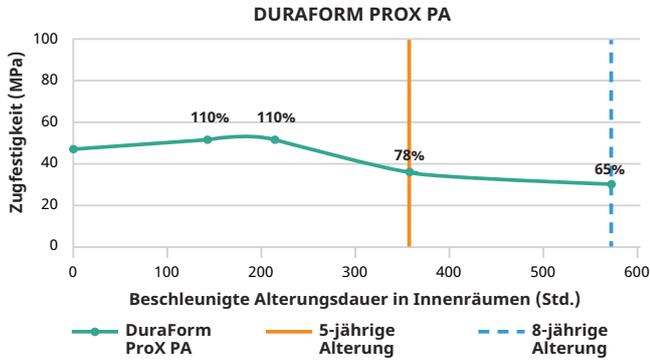


**LANGZEIT-UMWELTBESTÄNDIGKEIT**

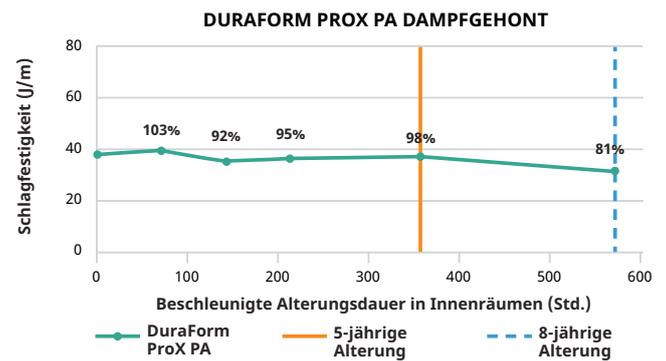
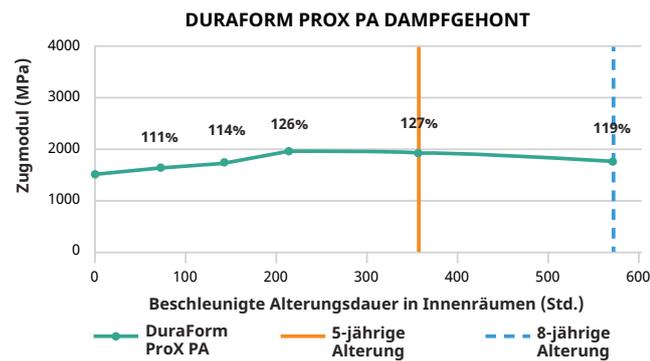
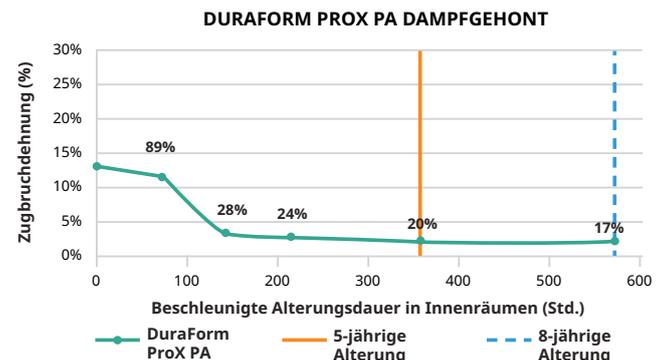
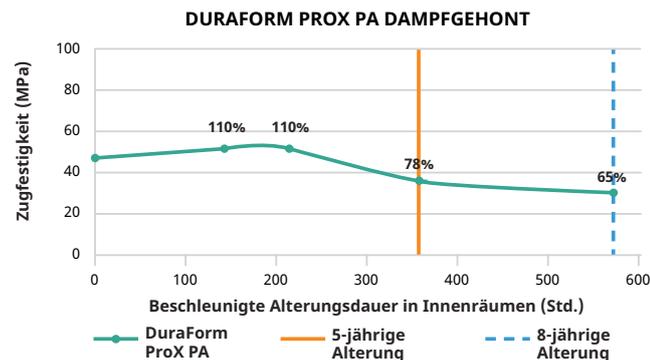
DuraForm ProX PA bietet Langzeit-Umweltbeständigkeit sowie UV-Stabilität und Feuchtigkeitsbeständigkeit. Was bedeutet das? Es wurde getestet, ob das Material über einen bestimmten Zeitraum einen hohen Prozentsatz seiner mechanischen Eigenschaften beibehält. Diese Tests liefern die realen Konstruktionsbedingungen, die bei der Anwendung oder den Teilen zu berücksichtigen sind. **Die Ist-Daten stehen auf der Y-Achse, und die Datenpunkte sind % des Ausgangswerts.**

**INNENRAUMBESTÄNDIGKEIT:** Getestet nach der Standardmethode ASTM D4329.

INNENRAUMBESTÄNDIGKEIT



STABILITÄT IM INNENBEREICH - DAMPFGEHONT

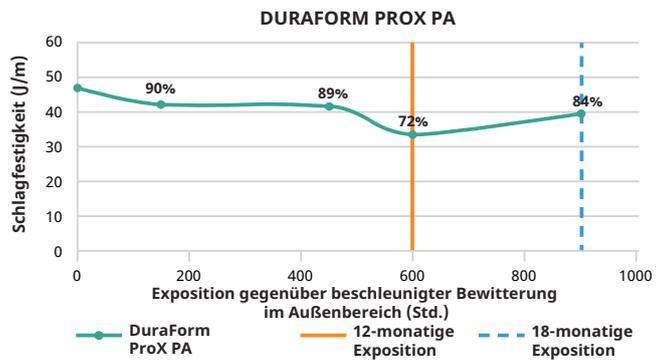
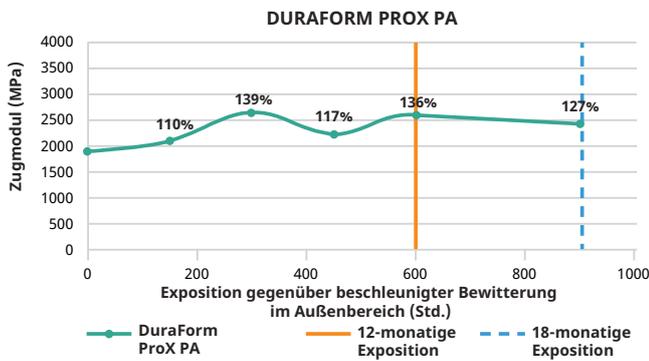
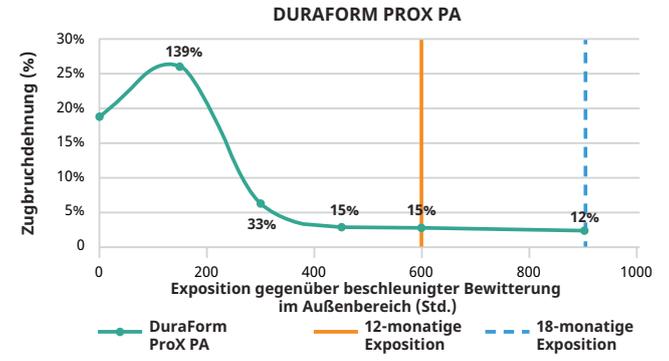
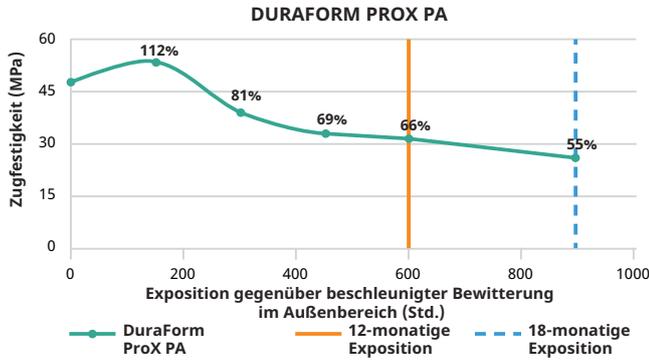


**LANGZEIT-UMWELTBESTÄNDIGKEIT**

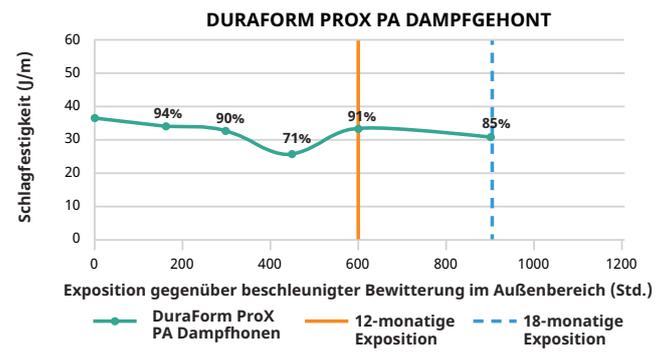
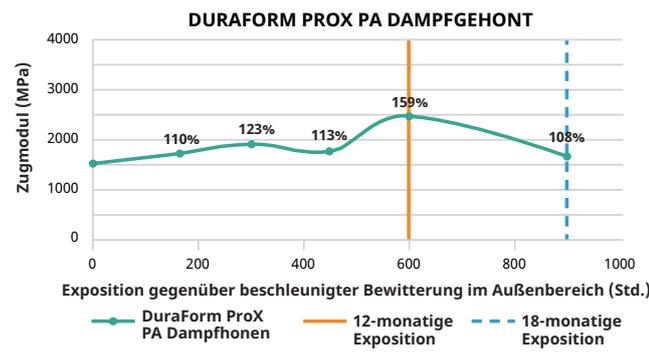
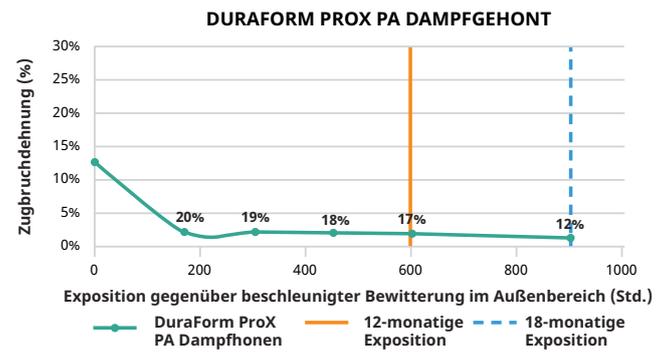
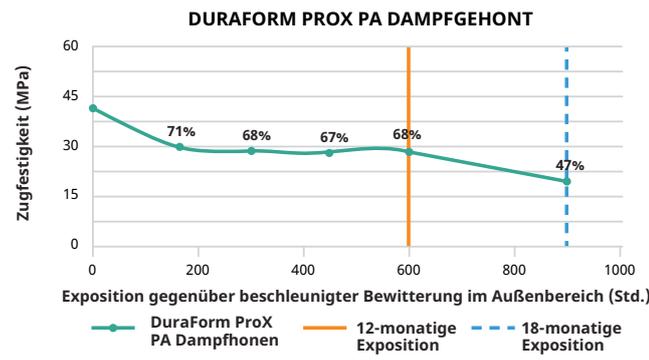
DuraForm ProX PA bietet Langzeit-Umweltbeständigkeit sowie UV-Stabilität und Feuchtigkeitsbeständigkeit. Was bedeutet das? Es wurde getestet, ob das Material über einen bestimmten Zeitraum einen hohen Prozentsatz seiner mechanischen Eigenschaften beibehält. Diese Tests liefern die realen Konstruktionsbedingungen, die bei der Anwendung oder den Teilen zu berücksichtigen sind. **Die Ist-Daten stehen auf der Y-Achse, und die Datenpunkte sind % des Ausgangswerts.**

**AUSSENRAUMBESTÄNDIGKEIT:** Getestet nach der Standardmethode ASTM G154.

WITTERUNGSBESTÄNDIGKEIT



STABILITÄT IM AUSSENBEREICH - DAMPFGEHONT



## VERTRÄGLICHKEIT MIT KFZ-FLÜSSIGKEITEN

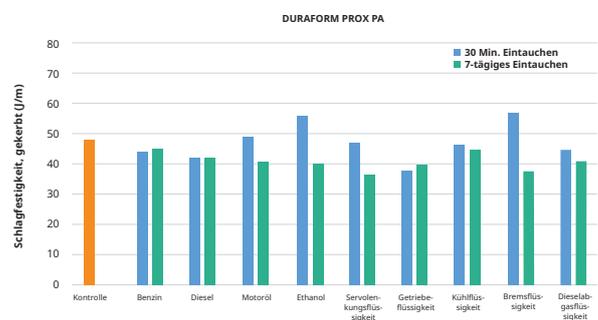
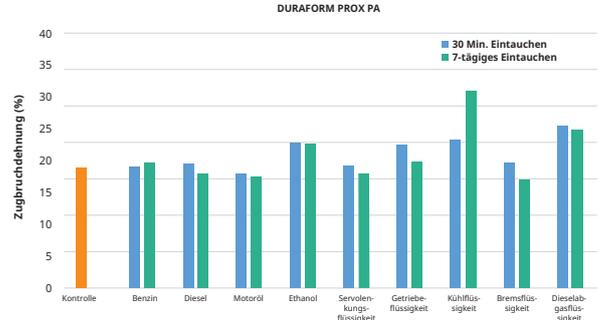
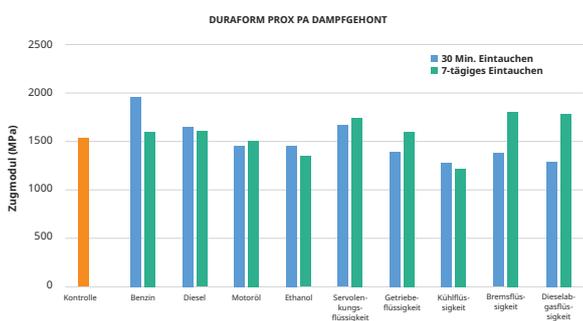
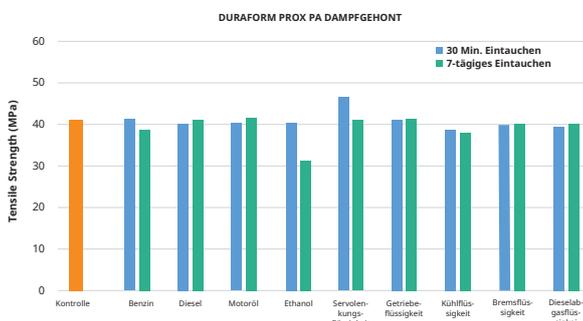
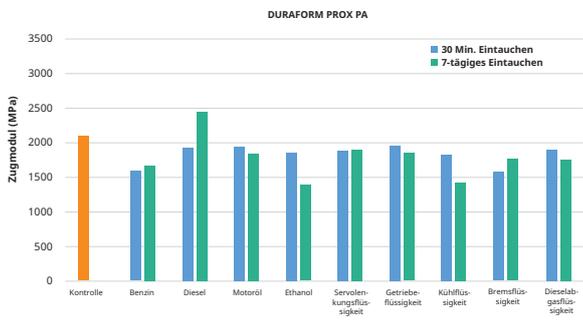
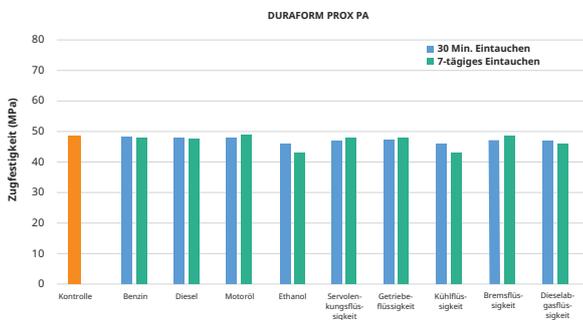
Die Verträglichkeit eines Materials mit Kohlenwasserstoffen und Reinigungschemikalien ist für die Anwendung der Teile entscheidend. Kunststoffteile aus DuraForm ProX PA wurden gemäß den USCAR2-Testbedingungen auf Dichtheit und Oberflächenkontaktverträglichkeit geprüft. Die Flüssigkeiten wurden je Spezifikation auf zwei verschiedene Arten getestet:

- Eintauchen für 7 Tage, dann Vergleichen der Daten der mechanischen Eigenschaften.
- Eintauchen für 30 Minuten, Herausnehmen und Erfassen der Daten zu den mechanischen Eigenschaften für den Vergleich mit der 7-Tage-Probe.

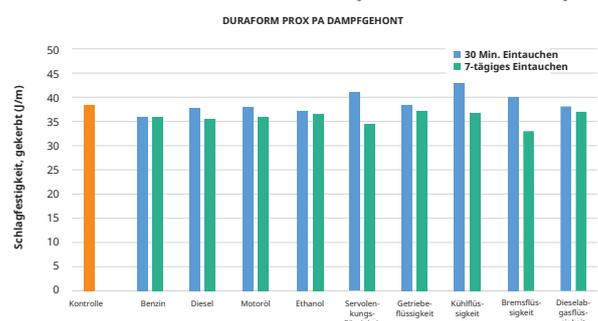
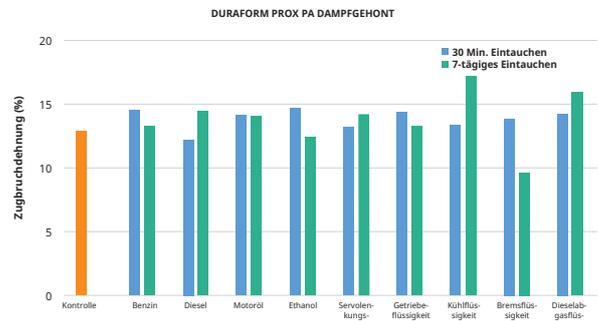
Die Daten zeigen, wie sich die Eigenschaften über diesen Zeitraum entwickelt haben.

KFZ-FLÜSSIGKEITEN		
FLÜSSIGKEIT	SPEZIFIKATION	TESTTEMPERATUR °C
Benzin	ISO 1817, Flüssigkeit C	23 ± 5
Diesel	905 ISO 1817, Öl Nr. 3 + 10 % P-xylol*	23 ± 5
Motoröl	ISO 1817, Öl Nr. 2	50 ± 3
Ethanol	85 % Ethanol + 15 % ISO 1817 Flüssigkeit C*	23 ± 5
Servolenkungsflüssigkeit	ISO 1917, Öl Nr. 3	50 ± 3
Fahrzeuggetriebe-Flüssigkeit	Dexron VI (nordamerikanisches Getriebeöl)	50 ± 3
Kühlflüssigkeit	50 % Ethylenglykol + 50 % destilliertes Wasser*	50 ± 3
Bremsflüssigkeit	SAE RM66xx (neueste verfügbare Flüssigkeit für xx einsetzen)	50 ± 3
Dieselsabgasflüssigkeit (DEF)	API-zertifiziert nach ISO 22241	23 ± 5

\* Lösungen werden in Volumenprozent angegeben



## DAMPFGEHONT



### CHEMISCHE VERTRÄGLICHKEIT

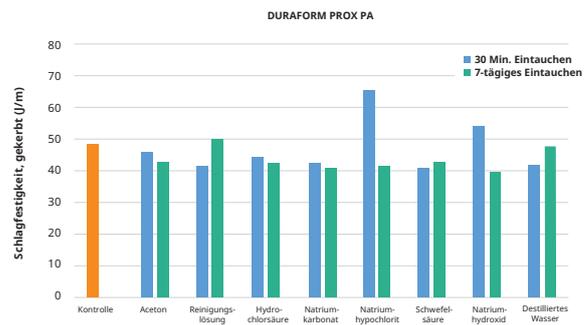
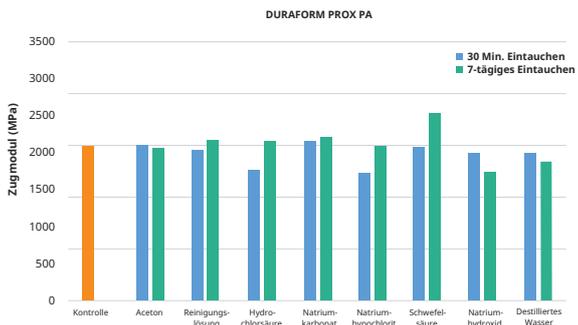
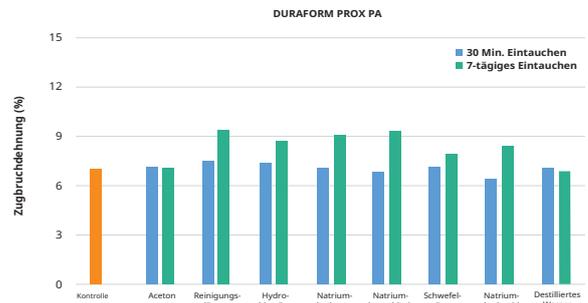
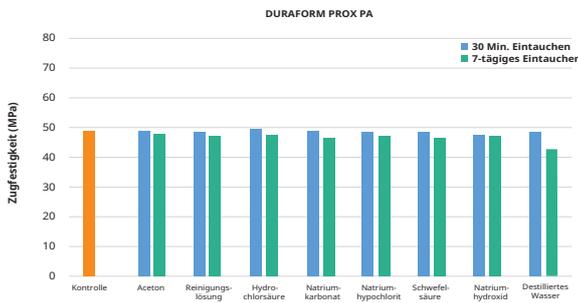
Die Verträglichkeit eines Materials mit Reinigungschemikalien ist für die Teileanwendungen entscheidend. Teile aus DuraForm ProX PA wurden gemäß den ASTM D543-Testbedingungen auf Dichtheit und Oberflächenkontaktverträglichkeit geprüft. Die Flüssigkeiten wurden je Spezifikation auf zwei verschiedene Arten getestet.

- Eintauchen für 7 Tage, dann Vergleichen der Daten der mechanischen Eigenschaften.
- Eintauchen für 30 Minuten, Herausnehmen und Erfassen der Daten zu den mechanischen Eigenschaften für den Vergleich mit der 7-Tage-Probe.

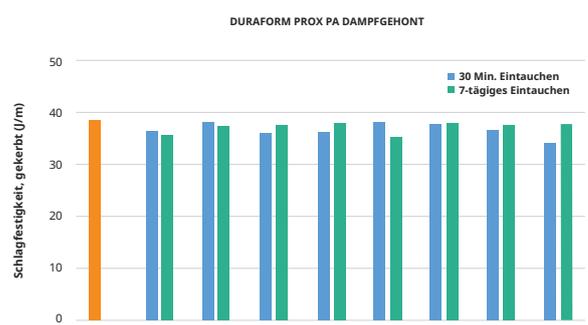
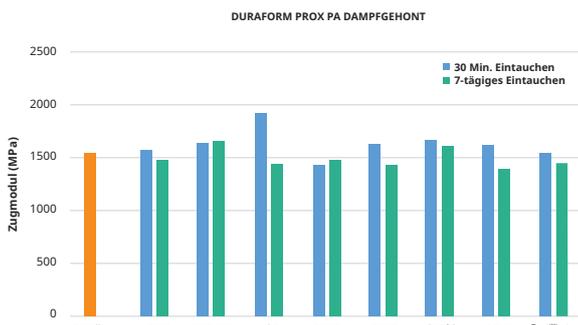
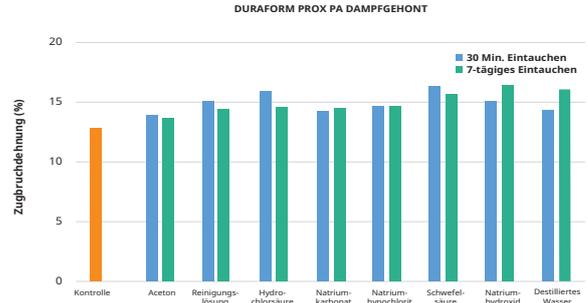
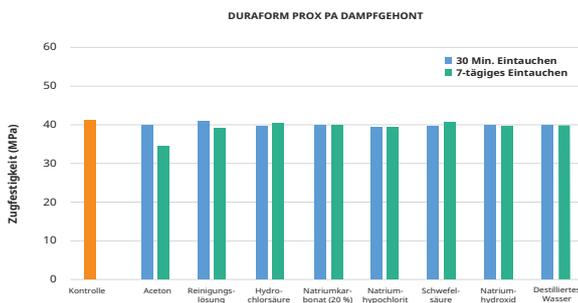
**Die Daten zeigen, wie sich die Eigenschaften über diesen Zeitraum entwickelt haben.**

\* Kennzeichnet Materialien, die nicht 7 Tage in der Chemikalie gelagert wurden.

CHEMISCHE VERTRÄGLICHKEIT
6.3.3.3 Aceton
6.3.12 Reinigungslösung
6.3.23 Hydrochloresäure (10 %)
6.3.38 Natriumkarbonatlösung (20 %)
6.3.44 Natriumhypochloritlösung
6.3.46 Schwefelsäure (30 %)
6.3.42 Natriumhydroxidlösung (10 %)
6.3.15 Destilliertes Wasser



### DAMPFGEHONT



## ANGABEN ZUR BIOKOMPATIBILITÄT

DuraForm ProX PA-Testcoupons wurden gemäß den Standardmethoden gedruckt und bearbeitet und einem externen Bio-Prüflabor zur Bewertung gemäß *ISO 10993-5, Biologische Beurteilung von Medizinprodukten – Teil 5: Prüfungen auf In-vitro-Zytotoxizität, sowie ISO 10993-10, Biologische Beurteilung von Medizinprodukten – Teil 10: Prüfungen auf Irritation und Hautsensibilisierung (GPMT) – vorgelegt*. DuraForm ProX PA hat bei den Tests sämtliche Anforderungen an Biokompatibilität erfüllt.

Jeder Kunde haftet selbst für die sichere, rechtmäßige sowie technisch geeignete Nutzung von DuraForm ProX PA für die beabsichtigten Anwendungen des Kunden. Kunden sollten ihre eigenen Testverfahren durchführen, um dies sicherzustellen. Aufgrund möglicher Änderungen von Gesetzen und Vorschriften sowie möglicher Änderungen dieser Werkstoffe kann 3D Systems nicht garantieren, dass der Status dieser Werkstoffe unverändert bleibt oder dass sie bei einer bestimmten Verwendung als biokompatibel gelten. Daher empfiehlt 3D Systems seinen Kunden, den Status dieser Werkstoffe bei ihrer weiteren Verwendung regelmäßig zu überprüfen.

