



Figure 4[®] Rigid Gray

Production Rigid

Kontrastreicher, grauer Kunststoff für Teile im Langzeiteinsatz mit ausgewogenen thermischen und mechanischen Eigenschaften

Figure 4

SPAREN SIE WERKZEUGKOSTEN UND ZEIT MIT KUNSTSTOFFTEILEN AUS DEM 3D-DRUCKER

Figure 4[®] Rigid Gray ist ein graues Material in Produktionsqualität, das eine mit dem Spritzguss vergleichbare Oberflächengüte liefert und eine langfristige Umweltstabilität bietet. Die kontrastreiche, graue Farbe ist ideal für Teile, die eine feine Auflösung für Merkmale wie z. B. Texturen und Schriftzüge erfordern. Dieser Werkstoff eignet sich zum Malen, Beschichten und Laserätzen und wird empfohlen für die Prototypenerstellung und Produktion von Verbraucherprodukten sowie für Kleinteile für den allgemeinen Einsatz, die für Kleinteile empfohlen, die feine Details und Genauigkeit erfordern.

Dieses Harz weist ein thermoplastisches Verhalten mit Einschnürung am Bruch auf, wodurch es ideal für stabile Einrastmechanismen oder Abdeckungen geeignet ist. Es zeichnet sich außerdem durch eine Wärmeformbeständigkeitstemperatur von 72 °C und eine Zugbruchdehnung von 30 % aus. Hohe Druckgeschwindigkeiten und eine vereinfachte Nachbearbeitung ermöglichen einen außergewöhnlich hohen Durchsatz.

LEITFADEN FÜR DIE HANDHABUNG UND NACHBEARBEITUNG

Das Material muss ordnungsgemäß gemischt und gereinigt werden sowie richtig trocknen und aushärten. Informationen zur Nachbearbeitung finden Sie am Ende dieses Dokuments.

Hinweis: Damit das Material die aufgeführten Eigenschaften aufweist, muss die dokumentierte Nachbearbeitungsmethode eingehalten werden. Jede Abweichung von dieser Methode könnte ein anderes Ergebnis zur Folge haben.

Weitere Informationen finden Sie im Figure 4-Benutzerhandbuch unter <http://infocenter.3dsystems.com>

Figure 4 Standalone:

<http://infocenter.3dsystems.com/figure4standalone/node/1546>

Figure 4 Modular:

<http://infocenter.3dsystems.com/figure4modular/node/1741>

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

ANWENDUNGEN

- Statische, starre Produktionskomponenten wie Gehäuse und Abdeckungen
- Kleinteile, die Detailgenauigkeit und Präzision erfordern, in Konsumgütern, Sportartikeln und für allgemeine Anwendungen
- Teile, die lackiert, beschichtet und mit Laser geätzt werden sollen
- Erstellung von funktionalen Prototypen und Produktionsteilen in geringer Stückzahl, bei denen die Visualisierung von Funktionen entscheidend ist

VORTEILE

- Teile für den langfristigen Gebrauch im Innen- und Außenbereich
- Kontrastreiche, graue Farbe, die sich gut für die Detailvisualisierung von Texturen und Schriftzügen eignet
- Schneller Durchsatz bis hin zum fertigen Teil, ohne dass eine sekundäre Wärmehärtung erforderlich ist
- Hervorragende Oberflächenqualität, Genauigkeit und Wiederholbarkeit
- Geeignet zum Malen, Beschichten und Laserätzen

EIGENSCHAFTEN

- Langfristige Stabilität der mechanischen Eigenschaften und Farbe im Innen- und Außenbereich; getestet nach ASTM-Methoden auf eine Lebensdauer von 8 bzw. 1,5 Jahren
- Thermoplastisches Verhalten mit Einschnürung am Bruch
- 72 °C HDT bei 0,455 MPa
- 30 % Bruchdehnung
- 2200 MPa Biegemodul
- Biokompatibel nach ISO 10993-5
- Entflammbarkeit UL 94 HB
- Hohe Druckgeschwindigkeit von bis zu 48 mm/Std. bei 50 Mikron Schichtstärke

Figure 4 Rigid Gray

WERKSTOFFEIGENSCHAFTEN

Alle mechanischen Eigenschaften werden nach ASTM- und ISO-Standards angegeben, wo zutreffend. Eigenschaften wie Entflammbarkeit, dielektrische Eigenschaften und Wasseraufnahme über 24 Stunden sind zum besseren Verständnis der Materialeigenschaften ebenfalls angegeben, um Designentscheidungen bei dessen Verwendung zu erleichtern. Alle Teile werden nach den von der ASTM empfohlenen Standards für mindestens 40 Stunden bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit konditioniert.

Die angegebenen Festkörpereigenschaften gelten für den Druck entlang der vertikalen Achse (ZX-Ausrichtung). Wie im Abschnitt "Isotrope Eigenschaften" beschrieben, sind die Eigenschaften des Figure 4-Materials in allen Druckausrichtungen relativ einheitlich. Die Teile müssen nicht in einer bestimmten Dimension ausgerichtet werden, um diese Eigenschaften zu zeigen.

FLÜSSIGER WERKSTOFF			
MESSWERT	BEDINGUNG/METHODE	METRISCH	U.S.
Viskosität	Brookfield-Viskosimeter bei 25 °C (77 °F)	300 cps	726 lb/ft-hr
Farbe		Grau	
Flüssigkeitsdichte	Krüss K11 Kraft-Tensiometer bei 25 °C (77 °F)	1,07 g/cm ³	0,036 lb/in ³
Standard-Druckschichtstärke	Intern	50 µm	0,002 in
Geschwindigkeit - Standardmodus	Intern	mm/Std.	48
Packungsvolumen		1-kg-Flasche - Figure 4 Standalone 2,5-kg-Patrone - Figure 4 Modular 9-kg-Behälter - Figure 4 Production	

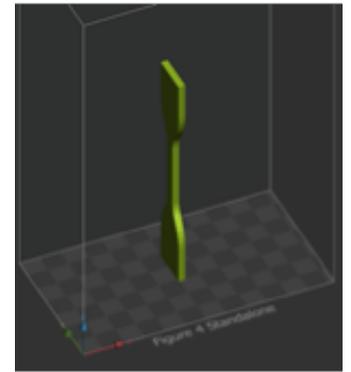
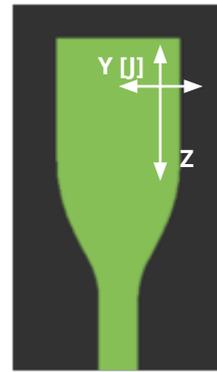
FESTES MATERIAL						
METRISCH	ASTM-METHODE	METRISCH	U.S.	ISO-METHODE	METRISCH	U.S.
PHYSISCH				PHYSISCH		
Körperdichte	ASTM D792	1,15 g/cm ³	0,042 lb/in ³	ISO 1183	1,15 g/cm ³	0,042 lb/in ³
Wasserabsorption in 24 Stunden	ASTM D570	0,99 %	0,99 %	ISO 62	0,99 %	0,99 %
MECHANISCH				MECHANISCH		
Max. Zugfestigkeit	ASTM D638	61 MPa	8800 psi	ISO 527 -1/2	57 MPa	8.200 psi
Zugfestigkeit	ASTM D638	61 MPa	8800 psi	ISO 527 -1/2	57 MPa	8.200 psi
Zugmodul	ASTM D638	2.400 MPa	350 ksi	ISO 527 -1/2	2.600 MPa	373 ksi
Bruchdehnung	ASTM D638	30 %	30 %	ISO 527 -1/2	20 %	20 %
Streckgrenzendehnung	ASTM D638	4,6 %	4,6 %	ISO 527 -1/2	4,4 %	4,4 %
Biegefestigkeit	ASTM D790	87 MPa	12700 psi	ISO 178	90 MPa	12500 psi
Biegemodul	ASTM D790	2.200 MPa	320 ksi	ISO 178	2.400 MPa	346 ksi
Izod-Schlagfestigkeit, gekerbt	ASTM D256	21 J/m	0,4 ft-lb/in	ISO 180-A	2,9 kJ/m ²	1,4 ft-lb/in ²
Izod-Schlagfestigkeit, ungekerbt	ASTM D4812	150 J/m	3 ft-lb/in	ISO 180-U	12,6 kJ/m ²	6 ft-lb/in ²
Shore-Härte	ASTM D2240	82 D	82 D	ISO 7619	82 D	82 D
THERMISCH				THERMISCH		
Tg (DMA, E'')	ASTM E1640 (E'' bei 1 C/min)	60 °C	142 °F	ISO 6721-1/11 (E'' bei 1 C/min)	60 °C	142 °F
HDT bei 0,455 MPa/66 PSI	ASTM D648	72 °C	162 °F	ISO 75- 1/2 B	70 °C	157 °F
HDT bei 1,82 MPa/264 PSI	ASTM D648	59 °C	138 °F	ISO 75-1/2 A	56 °C	133 °F
CTE unter Tg	ASTM E831	81 ppm/°C	45 ppm/°F	ISO 11359-2	81 ppm/°K	45 ppm/°F
CTE über Tg	ASTM E831	166 ppm/°C	92 ppm/°F	ISO 11359-2	166 ppm/°K	92 ppm/°F
UL-Entflammbarkeit	UL 94	HB	HB			
ELEKTRIK				ELEKTRIK		
Spannungsfestigkeit (kV/mm) bei Stärke von 3,0 mm	ASTM D149	15				
Dielektrizitätskonstante bei 1 MHz	ASTM D150	3,27				
Verlustfaktor bei 1 MHz	ASTM D150	0,02				
Volumen-Widerstand (Ohm - cm)	ASTM D257	7,16 x 10 ¹⁵				

Figure 4 Rigid Gray

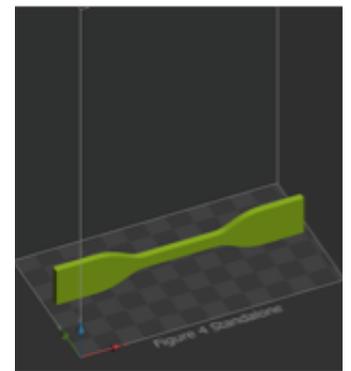
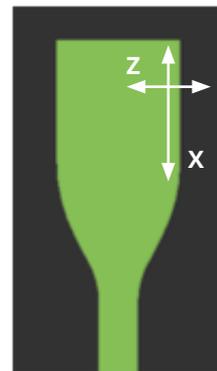
ISOTROPE EIGENSCHAFTEN

Mit der Figure 4-Technologie werden Teile gedruckt, die in ihren mechanischen Eigenschaften im Allgemeinen isotrop sind. Das bedeutet, dass beim Druck entlang der X-, Y- oder Z-Achse ähnliche Ergebnisse erzielt werden.

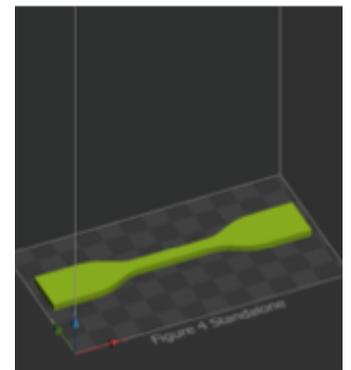
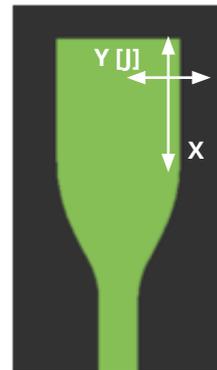
Die Teile müssen nicht ausgerichtet werden, um die bestmöglichen mechanischen Eigenschaften zu erzielen. Dadurch bietet sich eine höhere Gestaltungsfreiheit bei der Ausrichtung der Teile für mechanische Eigenschaften.



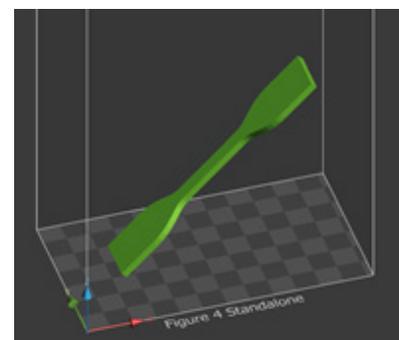
ZY-Ausrichtung



XZ-Ausrichtung



XY-Ausrichtung



Z45-Grad-Ausrichtung

FESTES MATERIAL					
METRISCH	METHODE	METRISCH			
MECHANISCH					
		ZY	XZ	XY	Z45
Max. Zugfestigkeit	ASTM D638	61 MPa	56 MPa	62 MPa	58 MPa
Zugfestigkeit	ASTM D639	61 MPa	56 MPa	62 MPa	58 MPa
Zugmodul	ASTM D640	2.400 MPa	2300 MPa	2.200 MPa	2300 MPa
Bruchdehnung	ASTM D641	30 %	17 %	20 %	15 %
Streckgrenzdehnung	ASTM D642	4,6 %	4,5 %	4,8 %	4,3 %
Biegefestigkeit	ASTM D790	87 MPa	88 MPa	78 MPa	71 MPa
Biegemodul	ASTM D790	2.200 MPa	2.200 MPa	1800 MPa	1600 MPa
Izod-Schlagfestigkeit, gekerbt	ASTM D256	21 J/m	24 J/m	23 J/m	24 J/m
Shore-Härte	ASTM D2240	82 D	K.A.	K. A.	K. A.

SPANNUNGS-DEHNUNGS-KURVE

Figure 4 Rigid Gray verhält sich wie Thermoplast mit einem langen Verformungshals vor dem Bruch, was eine bessere Leistung bei Einrastmechanismen bietet.

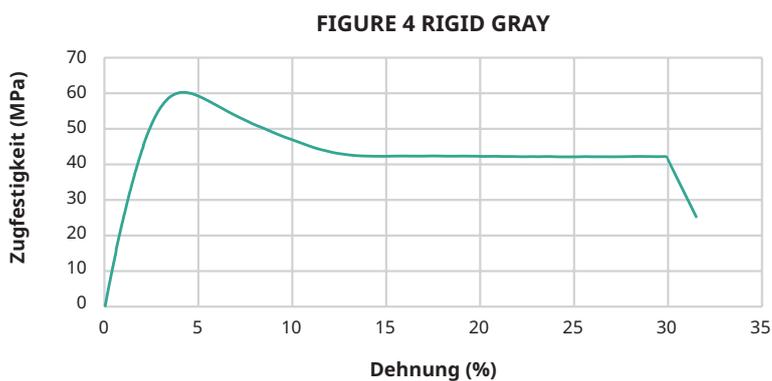


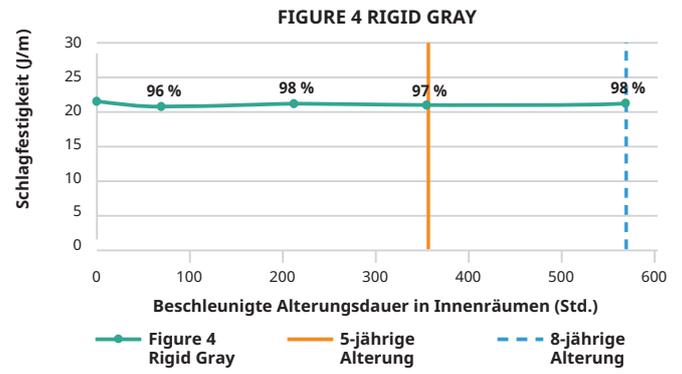
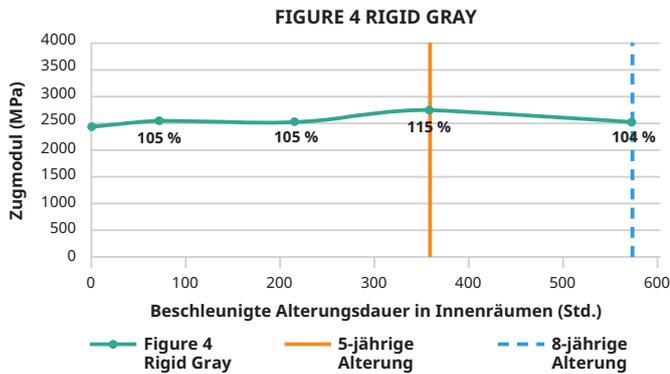
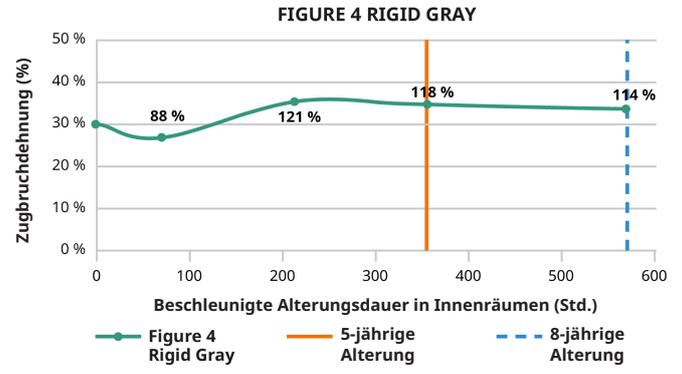
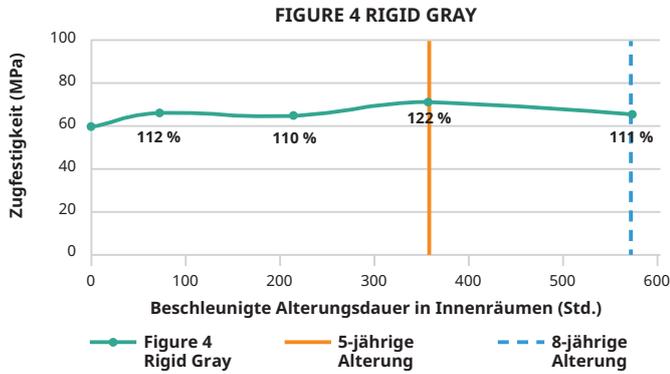
Figure 4 Rigid Gray

LANGZEIT-UMWELTBESTÄNDIGKEIT

Figure 4 Rigid Gray bietet Langzeit-Umweltbeständigkeit sowie UV-Stabilität und Feuchtigkeitsbeständigkeit. Was bedeutet das? Es wurde getestet, ob der Werkstoff über einen bestimmten Zeitraum einen Großteil seiner mechanischen Eigenschaften beibehält. Diese Tests liefern die realen Konstruktionsbedingungen, die bei der Anwendung oder Fertigung der Teile zu berücksichtigen sind. **Die Ist-Daten stehen auf der Y-Achse und die Datenpunkte sind Prozentanteile des Ausgangswerts.**

INNENRAUMBESTÄNDIGKEIT: Getestet nach der Standardmethode ASTM D4329.

INNENRAUMBESTÄNDIGKEIT



AUSSENRAUMBESTÄNDIGKEIT: Getestet nach der Standardmethode ASTM G154.

WITTERUNGSBESTÄNDIGKEIT

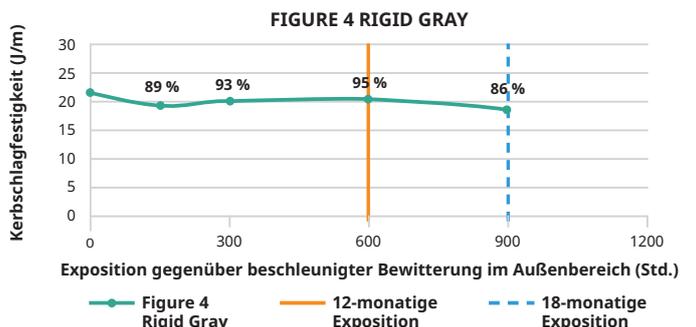
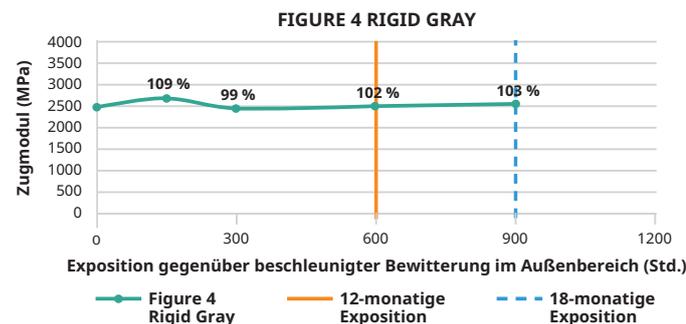
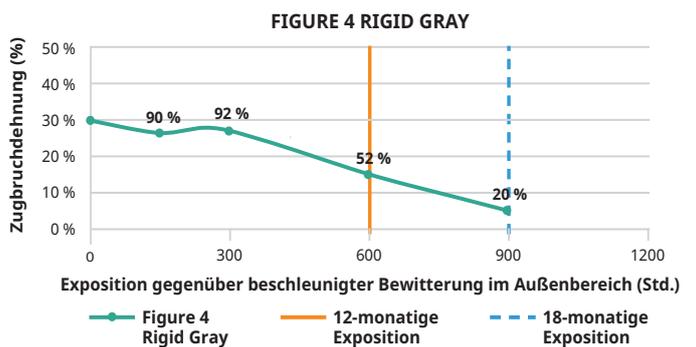
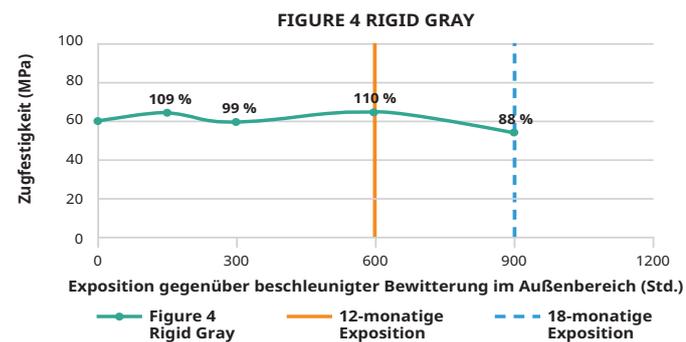


Figure 4 Rigid Gray

VERTRÄGLICHKEIT MIT KFZ-FLÜSSIGKEITEN

Die Verträglichkeit eines Materials mit Kohlenwasserstoffen und Reinigungschemikalien ist für die Anwendung der Teile entscheidend. Teile aus Figure 4 Rigid Gray wurden gemäß den USCAR2-Testbedingungen auf Verträglichkeit mit Oberflächenkontakt getestet. 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.

KFZ-FLÜSSIGKEITEN		
FLÜSSIGKEIT	SPEZIFIKATION	TEST-TEMPERATUR °C
Benzin	ISO 1817, Flüssigkeit C	23 ± 5
Diesel	905 ISO 1817, Öl Nr. 3 + 10 % P-xylen*	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
Fahrzeuggetriebeflüssigkeit	Dexron VI (nordamerikanisches Getriebeöl)	50 ± 3
Kühflüssigkeit	50 % Ethylenglykol + 50 % destilliertes Wasser*	50 ± 3
Bremsflüssigkeit	SAE RM66xx (neueste verfügbare Flüssigkeit für xx einsetzen)	50 ± 3
Diesel Exhaust Fluid (DEF)	API-zertifiziert nach ISO 22241	23 ± 5

* Lösungen werden in Volumenprozent angegeben

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

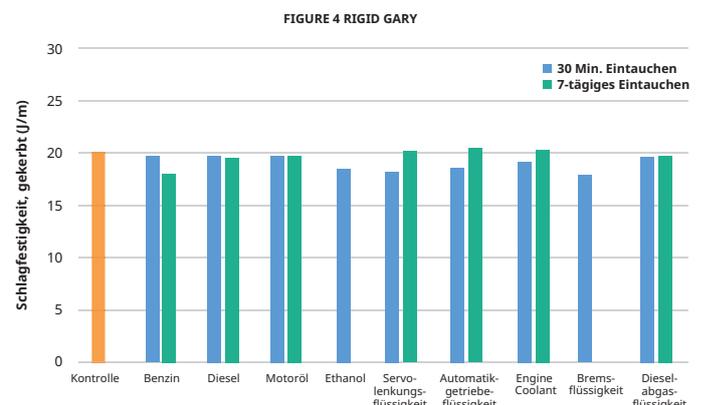
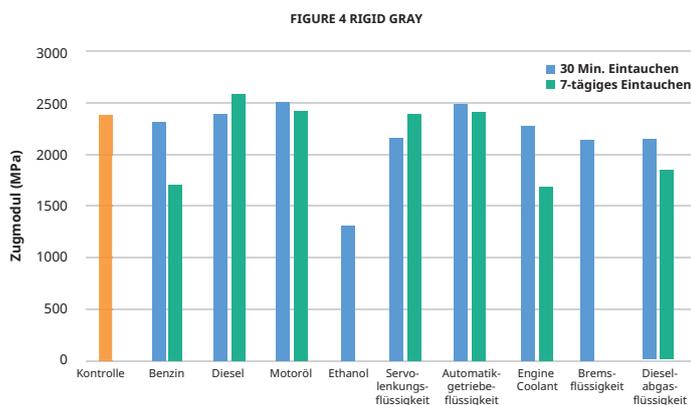
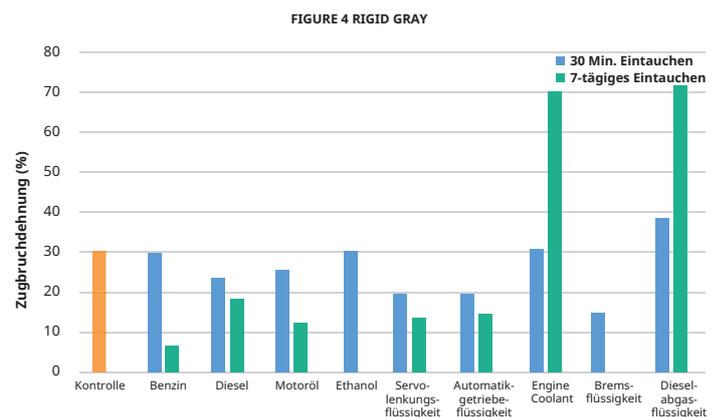
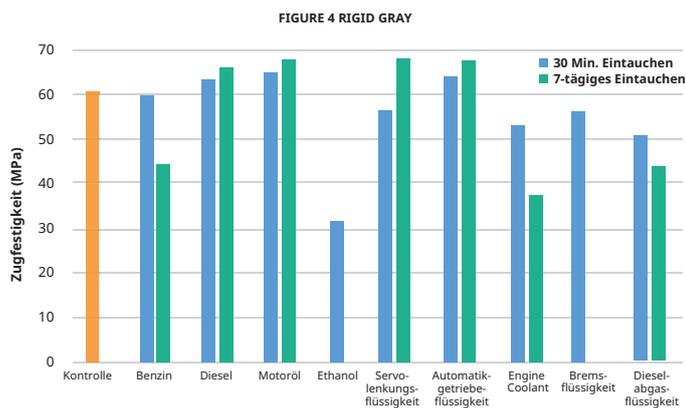


Figure 4 Rigid Gray

CHEMISCHE VERTRÄGLICHKEIT

Die Verträglichkeit eines Materials mit Reinigungschemikalien ist für die Teileanwendung entscheidend. Teile aus Figure 4 Rigid Gray wurden gemäß den Testbedingungen der ASTM D543 auf Verträglichkeit mit Dichtungen und Oberflächenkontakt getestet. 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.

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

CHEMISCHE VERTRÄGLICHKEIT
6.3.3 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

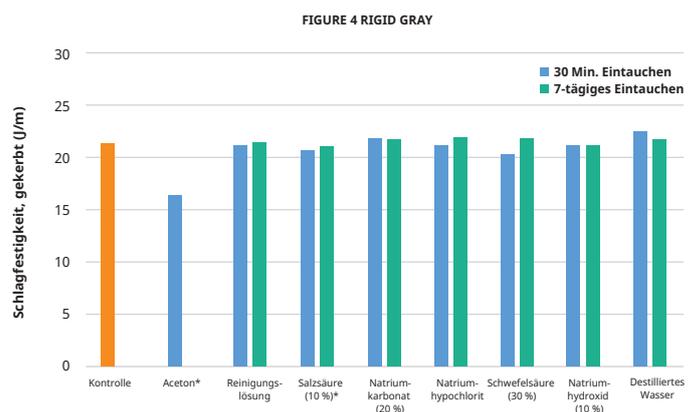
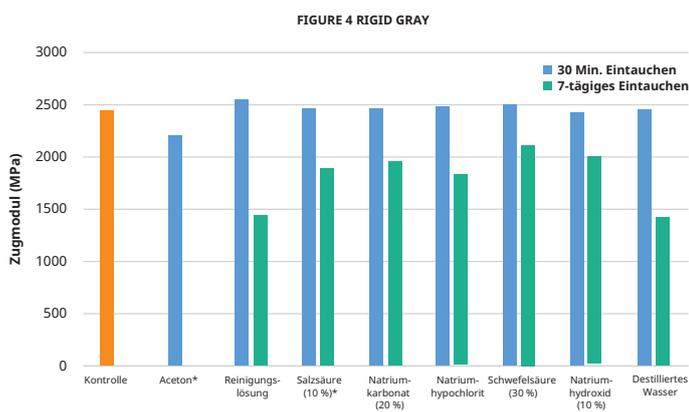
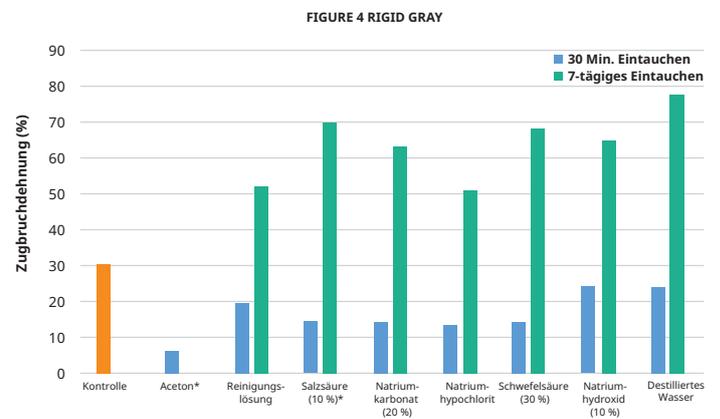
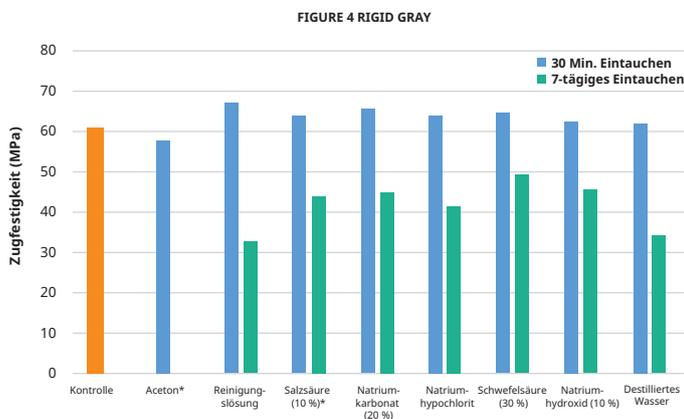


Figure 4 Rigid Gray

ANGABEN ZUR BIOKOMPATIBILITÄT

Figure 4® Rigid Gray Testcoupons, gedruckt und verarbeitet gemäß den nachstehenden Anweisungen zur Nachbearbeitung, wurden an ein externes biologisches Testlabor zur Bewertung gemäß *ISO 10993-5, Biologische Bewertung medizinischer Geräte, Teil 5 – Tests auf In-Vitro-Zytotoxizität* geschickt. Die Testergebnisse zeigen an, dass Figure 4 Rigid Gray die Anforderungen an die Biokompatibilität gemäß den obigen Tests erfüllt hat.

Jeder Kunde haftet selbst für die sichere, rechtmäßige sowie fach- und sachgerechte Verwendung des Werkstoffs Figure 4® Rigid Gray entsprechend dem jeweils durch den Kunden beabsichtigten Anwendungszweck. 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.

Figure 4 Rigid Gray

NACHBEARBEITUNGSANWEISUNGEN, DIE ZUM BESTEHEN DER ISO 10993-5 ERFORDERLICH SIND

MISCHANLEITUNG

Dieser Werkstoff verfügt über ein Pigment, das sich vor dem Drucken mit der Zeit sehr langsam absetzt. Mischen Sie das Material für optimale Ergebnisse in der Flasche:

1-kg-Flasche für Figure 4 Standalone

- Flasche vor der ersten Verwendung 1 Stunde auf dem 3D Systems LC-3D Mixer rollen
- Bei weiteren Verwendungen jeweils 10 Minuten rollen

2,5-kg-Patrone für Figure 4 Modular

- Schütteln Sie die Flasche vor dem Einsetzen der Patrone 2 Minuten lang kräftig.
- Beim Modular-System muss die Flasche 20 Minuten zu Beginn eines jeden Einsatztages gerollt werden.

Verwenden Sie die Harz-Mischspachtel, um das Material in der Schale zwischen den Druckaufträgen 30 Sekunden lang zu rühren.

ANLEITUNG ZUR MANUELLEN REINIGUNG

- Für die manuelle Reinigung benötigen Sie zwei Behälter von IPA (waschen und spülen).
- Reinigen und bewegen Sie das Teil 2,5 Minuten lang in „Wash“-IPA.
- Spülen und bewegen Sie das Teil 2,5 Minuten lang mit „Clean“-IPA.
 - Setzen Sie das Teil IPA insgesamt NICHT LÄNGER ALS 10 Minuten aus, damit es seine mechanischen Eigenschaften beibehält.
- Sie können das Teil beim Reinigen mit der Hand reiben und/oder eine weiche Bürste verwenden.
- Frischen Sie den IPA auf, wenn er nicht mehr effektiv reinigt.

TROCKENANLEITUNG

- Ofentrocknen bei 35 °C für 25 Minuten

UV-NACHHAUSHÄRTUNGSDAUER

- UV-Nachhärtungsgerät LC-3DPrint Box oder Figure 4 UV-Härtungsgerät 350 von 3D Systems: 90 Minuten

Weitere Informationen finden Sie im Figure 4-Benutzerhandbuch unter <http://infocenter.3dsystems.com>

Figure 4 Standalone: <http://infocenter.3dsystems.com/figure4standalone/node/1546>

Figure 4 Modular: <http://infocenter.3dsystems.com/figure4modular/node/1741>

