

Tough 1000 Resin

Duktiles, schlagfestes Material mit einer Zähigkeit vergleichbar mit Hart-Polyethylen (HDPE)

Teile mit der Festigkeit und Steifigkeit von HDPE

Nachgiebige Mechanismen, die wiederholtem Biegen standhalten

Schlagfeste Halterungen und Vorrichtungen für den langfristigen Einsatz im Werk

Reibungsarme Baugruppen und verschleißfeste Oberflächen (wie Kugelenke)



FLT01001

Erstellt am: 09/23/2025

Revision 01: 09/23/2025

Nach unserer Kenntnis sind die angegebenen Informationen korrekt. Dennoch übernimmt Formlabs Inc. keine explizite oder implizite Garantie für die Genauigkeit der Ergebnisse, die durch die Nutzung erzielt werden.

Tough 1000 Resin ist ein duktiles, schlagfestes Material, dessen Festigkeit, Steifigkeit und Zähigkeit mit Hart-Polyethylen (HDPE) vergleichbar ist. Es verfügt über eine ausgezeichnete Verschleiß- und Ermüdungsbeständigkeit für langfristige Nutzbarkeit.

Seine Bruchdehnung von 180 % und Gardner-Schlagzähigkeit von 14,5 J übertreffen jene von HDPE. Das macht das Material ideal für Teile, die Biegung, Kompression oder Verformung ohne Risse überstehen. Scharniere und Funktionsteile halten wiederholter Belastung und Verschleiß stand, dank einer Brucharbeit von 3200 J/m² und einer Ross-Biegegewecheelfestigkeit von > 100 000 Zyklen (bei 23 °C). Tough 1000 Resin hat eine matte, dunkelgraue Farbe und ist für Anwendungen bestimmt, die glatte, reibungsarme Oberflächen erfordern.

Es handelt sich bei Tough 1000 Resin um eine neue Materialformulierung, die dank der Technologie der Druckerserie Form 4 eine 5-mal höhere Bruchzähigkeit, eine 2-mal höhere Bruchdehnung und eine bessere Temperatur-, Kriech- und Alterungsbeständigkeit bietet als Durable Resin.

Materialeigenschaften ¹			METHODE
	Grün ²	Nachgehärtet ³	
Zugeigenschaften ¹			METHODE
Maximale Zugfestigkeit	23,7 MPa	26,3 MPa	ASTM D638-14
Zugmodul	844 MPa	932 MPa	ASTM D638-14
Streckzugfestigkeit	18,6 MPa	21,4 MPa	ASTM D638-14
Streckdehnung	4,8 %	5,0 %	ASTM D638-14
Bruchdehnung	217 %	180 %	ASTM D638-14
Biegeeigenschaften ¹			METHODE
Biegebruchfestigkeit	22,6 MPa	29 MPa	ASTM D790-17
Biegemodul	595 MPa	761 MPa	ASTM D790-17
Zähigkeitseigenschaften ¹			METHODE
Schlagzähigkeit nach Izod	69 J/m	72 J/m	ASTM D256-10
Izod-Schlagzähigkeit (ungekerbt)	Kein Bruch	Kein Bruch	ASTM D4812-11
Charpy-Schlagzähigkeit (gekerbt)	7,6 kJ/m ²	9,0 kJ/m ²	ISO 179-1
Charpy-Schlagzähigkeit (ungekerbt)	Kein Bruch	180 kJ/m ²	ISO 179-1
Gardner-Schlagzähigkeit bei 0,79 mm (1/32") Dicke	13,1 J	13,1 J	ASTM D5420-21
Gardner-Schlagzähigkeit bei 1,6 mm (1/16") Dicke	14,0 J	14,5 J	ASTM D5420-21
Ross-Biegegewecheelfestigkeit	> 100 000 Zyklen	> 100 000 Zyklen	Intern (23 °C, 30° Verformung bei 1 Hz)
Brucheigenschaften ¹			METHODE
Maximaler Spannungsintensitätsfaktor (K _{max})	Nicht getestet	1,94 MPa·m ^{1/2}	ASTM D5045-14
Brucharbeit (W _I)	Nicht getestet	3200 J/m ²	ASTM D5045-14

¹ Materialeigenschaften können abhängig von Druckgeometrie, Druckausrichtung, Druckeinstellungen und Temperatur variieren.

² Die Daten wurden von Teilen gewonnen, die mit einem Form 4 bei 100 µm mit Einstellungen für Tough 1000 Resin gedruckt und in einem Form Wash V2 10-15 Minuten lang in > 99%igem Isopropylalkohol gewaschen wurden.

³ Die Daten wurden von Teilen gewonnen, die mit einem Form 4 bei 100 µm mit Einstellungen für Tough 1000 Resin gedruckt, in einem Form Wash V2 10-15 Minuten lang in > 99%igem Isopropylalkohol gewaschen und 12 Minuten lang bei 70 °C nachgehärtet wurden.

Materialeigenschaften ¹			METHODE
	Grün ²	Nachgehärtet ³	
Thermische Eigenschaften ¹			METHODE
Wärmeformbeständigkeitstemp. bei 1,8 MPa	40,4 °C	44,6 °C	ASTM D648-16
Wärmeformbeständigkeitstemp. bei 0,45 MPa	49,7 °C	55,3 °C	ASTM D648-16
Wärmeausdehnung (0–150 °C)	161,6 µm/m/°C	168,2 µm/m/°C	ASTM E831-13
Entflammbarkeit	Nicht getestet	HB	UL 94
Elektrische Eigenschaften ¹			METHODE
	Nachgehärtet ³		
Durchschlagfestigkeit	15,1 kV/mm		ASTM D149-20
Dielektrische Konstante (50 Hz)	0,014		ASTM D150 (50 Hz)
Dielektrische Konstante (1 kHz)	0,013		ASTM D150 (1 kHz)
Verlustfaktor (50 Hz)	3,70		ASTM D150 (50 Hz)
Verlustfaktor (1 kHz)	3,59		ASTM D150 (1 kHz)
Volumenwiderstand	4 * 10 ¹⁵ Ω-cm		ASTM D257-14
Sonstige Eigenschaften ¹			METHODE
Shore-Härte D	56D		ASTM D2240
Schüttdichte	1,07 g/ml		ASTM D792-20
Viskosität bei 25 °C	4030 cP		ASTM D792-20
Flüssigkeitsdichte	1,01 g/ml		ASTM D792-20

CHEMIKALIENBESTÄNDIGKEIT

Gewichtszunahme in Prozent über einen Zeitraum von 24 Stunden für einen gedruckten und nachgehärteten Würfel von 1 x 1 x 1 cm im jeweiligen Lösungsmittel:

Lösungsmittel	Gewichtszunahme in % über 24 Std.	Lösungsmittel	Gewichtszunahme in % über 24 Std.
Essigsäure (5 %)	0,2	Isooctan (Benzin)	39,8
Aceton	30,4	Mineralöl (leicht)	0,0
Isopropylalkohol	6,9	Mineralöl (schwer)	0,1
Bleichmittel (~5 % NaOCl)	0,0	Salzlösung (3,5 % NaCl)	0,2
Butylacetat	38,9	Natriumhydroxid (0,025 %, pH 10)	0,2
Dieselmotorenöl	0,7	Wasser	0,0
Diethylen glykolmonomethylether	6,9	Xylol	62,7
Hydrauliköl	0,1	Starke Säure (Chlorwasserstoff)	7,3
Skydrol 5	5,0	TPM	7,0
Wasserstoffperoxid (3 %)	0,2		

¹ Materialeigenschaften können abhängig von Druckgeometrie, Druckausrichtung, Druckeinstellungen und Temperatur variieren.

² Die Daten wurden von Teilen gewonnen, die mit einem Form 4 bei 100 µm mit Einstellungen für Tough 1000 Resin gedruckt und in einem Form Wash V2 10-10 Minuten lang in > 99%igem Isopropylalkohol gewaschen wurden.

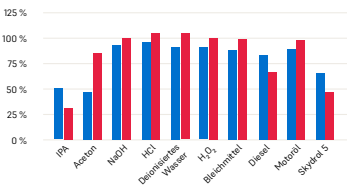
³ Die Daten wurden von Teilen gewonnen, die mit einem Form 4 bei 100 µm mit Einstellungen für Tough 1000 Resin gedruckt, in einem Form Wash V2 10-10 Minuten lang in > 99%igem Isopropylalkohol gewaschen und 12 Minuten lang bei 70 °C nachgehärtet wurden.

Chemikalienbeständigkeit (ASTM D543)

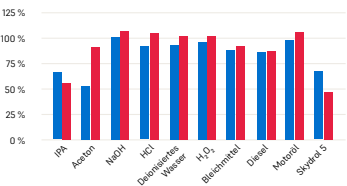
Gemäß ASTM D543 auf seine Chemikalienbeständigkeit geprüft. Der Einfluss verschiedener Chemikalien wurde getestet, indem nach unterschiedlichen Kontaktdauern der Zugmodul und die Festigkeit gemessen wurden. Die Proben wurden in Behältern platziert und einen Tag sowie eine Woche lang vollständig in die Testchemikalien eingetaucht. Nach der Entnahme wurden die getesteten Proben gewaschen und vor der mechanischen Prüfung für 24 Stunden bei 22 °C konditioniert. Die mechanische Prüfung erfolgte gemäß ASTM D638 mit Zugproben des Typs IV bei standardmäßigen Laborbedingungen (22 °C). Die Ergebnisse werden als prozentuale Abweichung von den an Proben ohne Chemikalienkontakt gemessenen Werten angegeben.

Lösungsmittel	IPA	ACETON	NaOH (0,025 % pH10)	HCl (10%)	Deionisiertes Wasser	H ₂ O ₂ (3 %)	Bleichmittel (~5 % NaOCl)	Diesel	Motoröl	Skydrol 5
Relativer Zugmodul										
1 Tag	52 %	47 %	94 %	97 %	91 %	91 %	88 %	83 %	91 %	65 %
1 Woche	34 %	87 %	101 %	105 %	105 %	100 %	100 %	68 %	99 %	46 %
Relative Festigkeit										
1 Tag	66 %	53 %	102 %	92 %	94 %	95 %	89 %	86 %	98 %	68 %
1 Woche	56 %	92 %	108 %	106 %	102 %	102 %	93 %	88 %	107 %	47 %
Relative Dehnung										
1 Tag	109 %	99 %	87 %	94 %	94 %	96 %	87 %	95 %	103 %	91 %
1 Woche	140 %	138 %	117 %	111 %	118 %	117 %	80 %	141 %	133 %	97 %
Relative Masse										
1 Tag	111 %	144 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	103 %	100 %	107 %
1 Woche	130 %	142 %	100 %	100 %	100 %	101 %	100 %	108 %	100 %	116 %

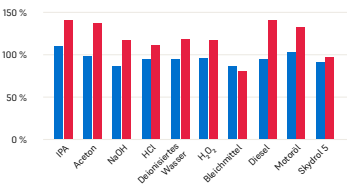
Zugmodul nach Eintauchzeit



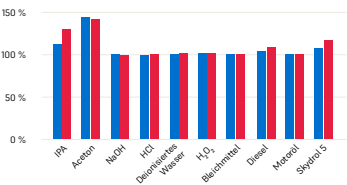
Maximale Zugfestigkeit nach Eintauchzeit



Bruchdehnung nach Eintauchzeit



Massenabsorption nach Eintauchzeit

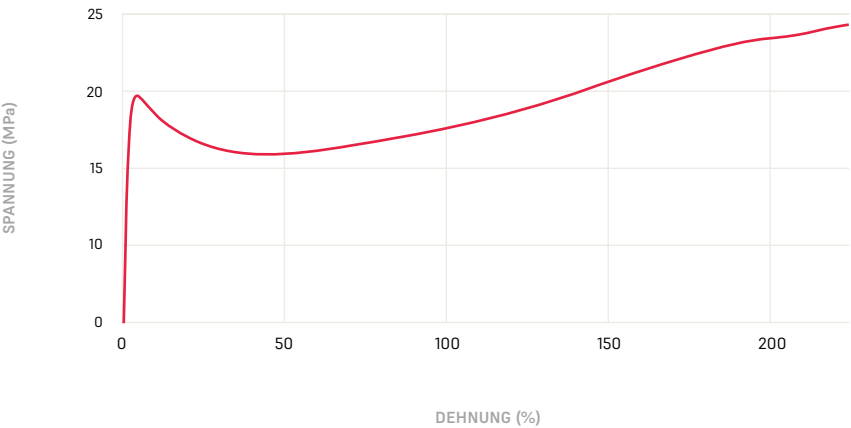


● 1 TAG ● 1 WOCHE

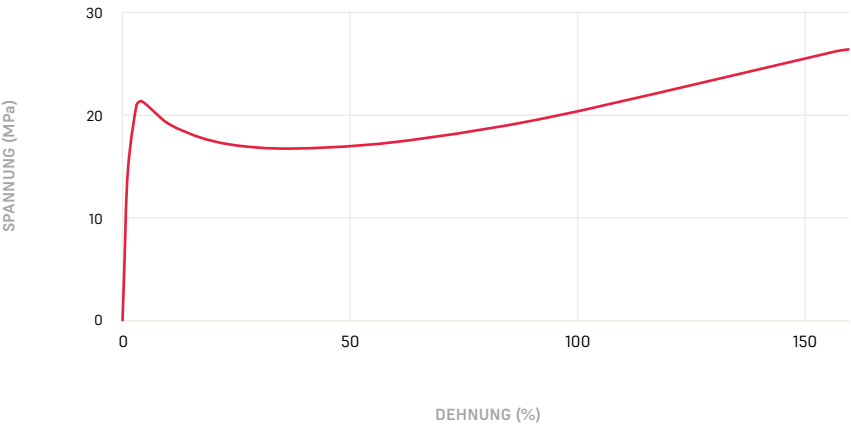
Repräsentativer Zugverlauf (ASTM D638-14)

Typ I, 50 mm/min

Grün

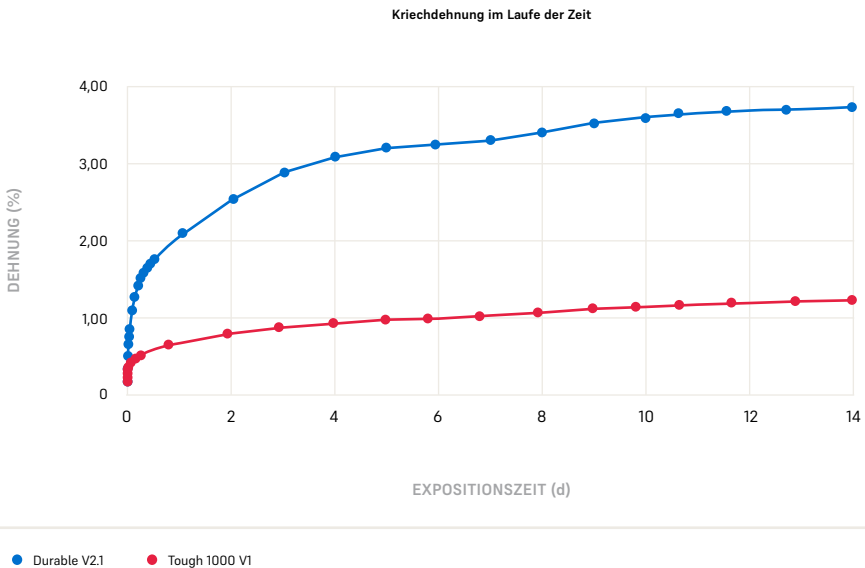


Nachgehärtet



Biegekriechverhalten ISO 6602

Formlabs hat die Kriechbeständigkeit von Tough 1000 Resin gemäß ISO 6602 bewertet. Bei diesem Test wird die Verformungsrate des Materials bei einer konstanten Temperatur unter fixer Belastung gemessen. Die Proben wurden bei 22 °C unter 2,0 MPa Belastung getestet. Die Verformung wurde über 14 Tage hinweg gemessen.



Dynamische mechanische Analyse (DMA)

Es ist eine DMA-Kurve von Tough 1000 Resin von 0 °C bis 140 °C bei 3 °C/min abgebildet. Bei 106,6 °C wird ein Glasübergang beobachtet, bei 68,4 °C hingegen ein Wendepunkt des Speichermoduls.

