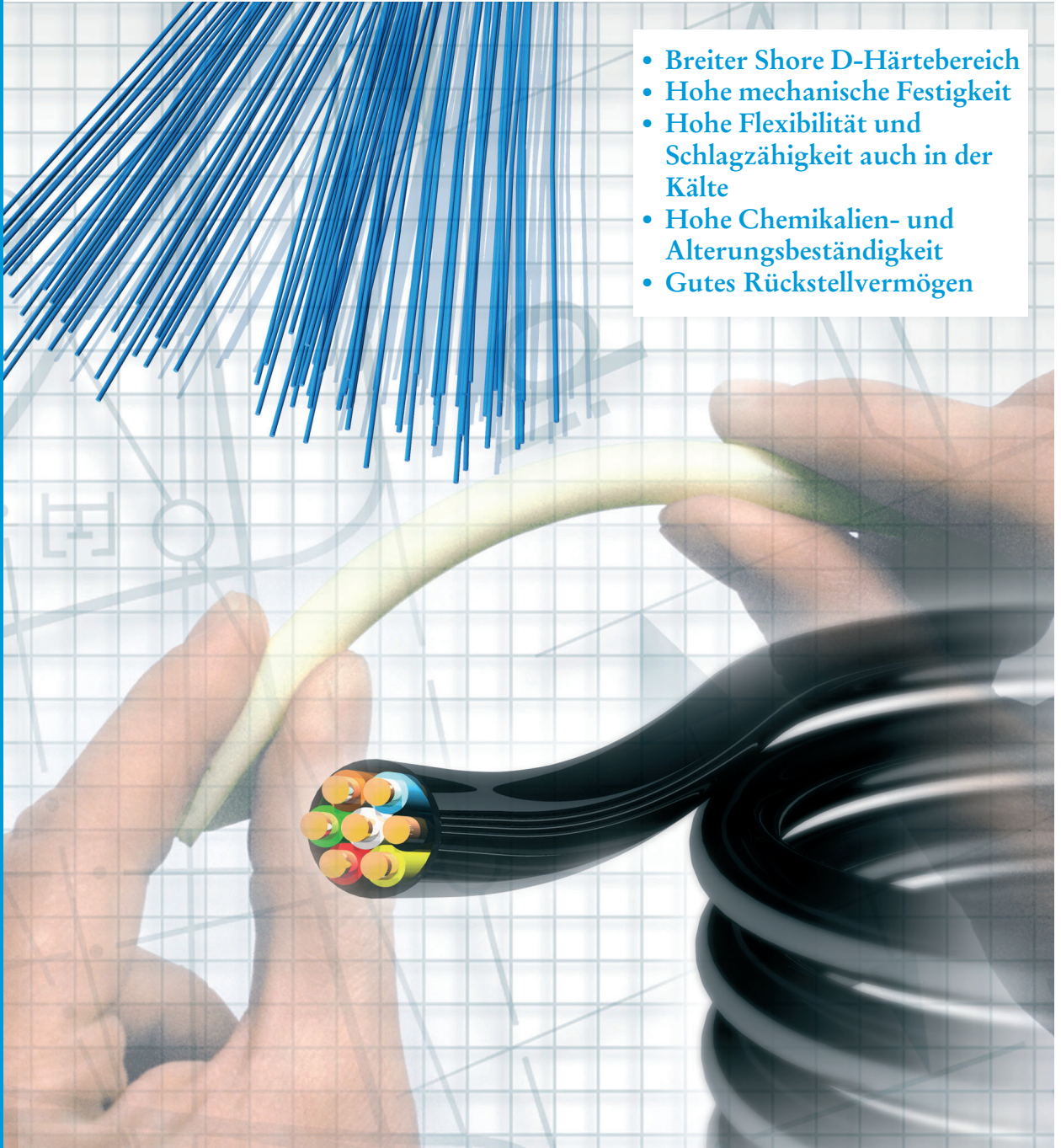


Riteflex®

Thermoplastische Polyester Elastomere (TPE-E)

Riteflex® Thermoplastische Polyester Elastomere (TPE-E)



- Breiter Shore D-Härtebereich
- Hohe mechanische Festigkeit
- Hohe Flexibilität und Schlagzähigkeit auch in der Kälte
- Hohe Chemikalien- und Alterungsbeständigkeit
- Gutes Rückstellvermögen

Ticona

Inhaltsverzeichnis

1.	Übersicht	2
1.1	Produktbeschreibung	2
1.1.1	Kristallinität	2
1.2	Lieferbare Typen	3
1.3	Regularien	5
1.3.1	UL	5
1.3.2	USDA	5
1.3.3	FDA – Lebensmittelkontakt	5
1.3.4	FDA Drug Master File (DMF) Nr. 8299	5
1.3.5	FDA Device Master File (MAF) Nr. 316	5
1.3.6	Bioverträglichkeit	5
1.4	Allgemeine Hinweise zu Gesundheit und Sicherheit	5
1.5	Qualitätsmanagement	5
2.	Eigenschaften	7
2.1	Spannungs- und Dehnungskurven	7
2.2	Chemikalienbeständigkeit	7
2.3	Sterilisation	11
3.	Verarbeitung	12
3.1	Allgemeines	12
3.1.1	Lagerung	12
3.1.2	Regeneratzusatz	12
3.1.3	Belüftung des Arbeitsplatzes	12
3.2	Trocknung	12
3.3	Spritzguss	13
3.3.1	Anfahren und Abschalten	13
3.3.2	Verweilzeit im Zylinder und Heißkanal	13
3.3.3	Materialwechsel	13
3.3.4	Maschinenseitige Voraussetzungen	14
3.3.4.1	Schnecke	14
3.3.4.2	Düse	14
3.3.4.3	Rückstromsperre	14
3.4	Mehrkomponenten-Spritzguss	14
3.5	Extrusion	15
3.5.1	Verarbeitungsbedingungen	15
3.5.2	Extrusionsprozess	15
3.5.3	Anfahren	15
3.5.4	Reinigen und Abschalten	16
3.5.5	Maschinenseitige Voraussetzungen	16
3.5.5.1	Extruder	16
3.5.5.2	Schneckendesign	16
3.5.5.3	Lochscheiben und Extrudersiebe	16
3.5.5.4	Düsen	17

3.6	Spezielle Extrusionsverfahren	17
3.6.1	Drahtummantelung	17
3.6.2	Rohr- und Schlauchextrusion	18
3.6.3	Plattenextrusion	18
3.6.4	Folienextrusion	19
3.6.5	Monofilamente	19
4.	Oberflächenbehandlung	20
4.1	Lackieren	20
4.2	Heißprägen	20
4.3	Bedrucken	20
4.4	Lasermarkierung	20



Tankdeckelhalterung aus
Riteflex® 655

Übersicht

1



Spiralkabelummantelung
aus Riteflex® TPE-E

Eigenschaften

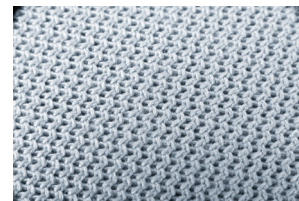
2



Monofilamente aus Riteflex® TPE-E

Verarbeitung

3



Polstergewebe aus
Riteflex® TPE-E Monofilamenten

Oberflächenbehandlung

4

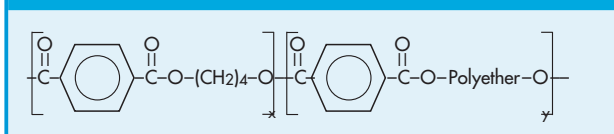
1. Übersicht

1.1 Produktbeschreibung

Thermoplastische Elastomere (TPE) sind hochwertige Werkstoffe, die insbesondere im Hinblick auf ihre thermo-oxidative Beständigkeit und Chemikalienbeständigkeit Anforderungen erfüllen können, die über die Möglichkeiten vieler vulkanisierter Kautschuke hinausgehen. Dies wird durch die Kombination kristallisierbarer (= harter) und amorpher (= weicher) Segmente ermöglicht, wodurch TPEs viele der wünschenswerten Eigenschaften von vernetzten Elastomeren mit den guten Verarbeitungseigenschaften, der Wiederverwertbarkeit und der Möglichkeit des Rezyklateinsatzes von Thermoplasten verbinden.

Riteflex® Copolyester-Elastomere (COPE) sind Blockcopolymerer (siehe Abb. 1.1), die Zähigkeit und Rückstellelastizität in sich vereinigen und eine hervorragende Kriechfestigkeit, Schlagzähigkeit, Reißfestigkeit und Dauerbiegefestigkeit aufweisen. Sie können in einem breiten Temperaturspektrum von -40 bis 120 °C eingesetzt werden. Bei niedrigen Temperaturen besitzen sie eine gute Schlagzähigkeit, und auch bei hohen Temperaturen bleiben ihre vorteilhaften Eigenschaften erhalten. Ferner weisen sie eine hervorragende Beständigkeit gegenüber Chemikalien wie gebräuchlichen Lösemitteln, Kraftstoffen, Ölen und Fetten sowie verdünnten Säuren und Basen auf. Diese Eigenschaften von Riteflex TPE beruhen auf ihrer chemischen Verwandtschaft zu den übrigen Mitgliedern der Polyester-Familie von Ticona, wobei die harten Segmente in der Regel auf Polybutylenterephthalat (PBT) basieren, dem Basispolymer für die Celanex® PBT-Produkte von Ticona.

Abb. 1.1: Struktur von Riteflex® TPE-E



Riteflex Polyester-Elastomere werden als unverstärkte Polymere mit verschiedenen Shore D-Härtegraden angeboten. Die härteren Varianten weisen im Allgemeinen eine höhere Wärme- und Chemikalienbeständigkeit auf, während die weicheren Materialien

gute mechanische Eigenschaften bei tiefen Temperaturen besitzen. Die Bandbreite der Eigenschaften von Riteflex-Elastomeren zeigt sich auch in der Vielfalt der Anwendungen dieser vielseitigen Materialien: Rohre und Schläuche, Dichtungen, Pumpenmembranen, Kabelummantelungen, Befestigungselemente, Folien und Platten, Vliesstoffe und Monofilamente, um nur einige der wichtigsten zu nennen. Bei richtiger Auswahl des Riteflex-Polymerstyps ist es in vielen Anwendungen möglich, ein mehrteiliges Kunststoff- oder Kautschukbauteil durch ein einziges Formteil zu ersetzen. Daneben werden auch spezielle Riteflex TPE-Produkte angeboten, beispielsweise hitze- und UV-stabilisierte oder halogenfrei flammhemmend ausgerüstete Typen. Diese Materialien können auch mit Füllstoffen und/oder Verstärkungsmitteln wie zum Beispiel Glasfasern compoundingiert werden. Auf Wunsch sind auch eingefärbte Formulierungen für bestimmte Anwendungen lieferbar.

Riteflex TPE-Materialien können mit den herkömmlichen Verarbeitungsmethoden für Thermoplaste, insbesondere Spritzguss und Extrusion, verarbeitet werden. Die harten Segmente auf PBT-Basis verleihen diesen Werkstoffen eng definierte Schmelzpunkte und sind dank ihrer hohen Schmelzestabilität problemlos zu verarbeiten. Ein weiteres Verfahren ist der Zweikomponenten-Spritzguss von Riteflex-Polymeren zum Umspritzen von Komponenten oder zur Herstellung von Formteilen, die miteinander verbundene harte und weiche Komponenten enthalten.

Das breite Eigenschaftsspektrum der Riteflex-Polymere bietet Designern vielfältige neue Möglichkeiten. Die Konstruktionsverfahren für Formteile aus Riteflex TPE ähneln im Allgemeinen den für andere technische Kunststoffe verwendeten Prinzipien. Dabei muss jedoch die niedrigere Streckspannung von Elastomerwerkstoffen berücksichtigt werden. Wie bei allen Kunststoffen ist eine Prüfung in der Endanwendung, insbesondere unter Extrembedingungen, ein wesentliches Element der Eignungsnachweise für Material und Formteile. Vor der Verarbeitung von Riteflex-Polymeren ist das entsprechende Sicherheitsdatenblatt zu konsultieren.

1.1.1 Kristallinität

Die harten Segmente auf PBT-Basis in den verschiedenen Riteflex TPE-Typen können sowohl kristalline als

auch amorphe Bereiche enthalten. Je länger das harte Segment, desto eher weist es kristalline Bereiche auf. Dementsprechend zeichnen sich die härteren Riteflex TPE-Typen gegenüber den weicheren Typen durch ein höheres Maß an Kristallinität aus und zeigen einen ausgeprägteren Kristallit.

1.2 Lieferbare Typen

Ticona bietet Riteflex TPE-Polymere in drei Standard-Produktgruppen mit einem breiten Spektrum von Shore D-Härtegraden an – den Serien 400, 600 und MT9000. Neben diesen Standardtypen werden Spezialprodukte wie etwa hitzestabilisierte, eingefärbte oder glasfaserverstärkte Varianten und halogenfrei flammhemmend ausgerüstete Typen für spezifische Anwendungen angeboten. Standardmäßig steht ein UV-Konzentrat (RXX-106) und ein Schwarz-Konzentrat (RXX-027) zur Verfügung.

Die Härte von Kunststoffen wird üblicherweise mit dem Shore-Test (Durometer) oder dem Rockwell-Test gemessen. Beide Verfahren liefern empirische Werte, die jedoch keine zuverlässigen Indikatoren für andere Eigenschaften wie Festigkeit oder Kratz-, Abrieb- oder Verschleißfestigkeit sind. Sie sollten daher nicht als alleinige Kriterien für die Produktauswahl verwendet werden. Die Messung erfolgt mit einem als Durometer bezeichneten Prüfgerät, das die Eindringtiefe eines Prüfstempels in die Probe bestimmt. Aufgrund des Rückstellvermögens von Kautschuken und Kunststoffen kann sich die Eindringtiefe im Laufe der Zeit ändern, weshalb die Eindringzeit gelegentlich zusammen mit der Härtezahl angegeben wird. Die Messung der Shore-Härte ist das bevorzugte Verfahren für Kautschuke/Elastomere und wird üblicherweise auch für „weichere“ Kunststoffe wie Polyolefine, Fluorpolymere und Vinylmaterialien verwendet. Die Shore A-Härteskala wird für „weichere“ und die Shore D-Härteskala für „härtere“ Kautschuke verwendet.

Die Polymere der Riteflex® TPE 600-Serie umfassen Shore D-Härtegrade von 47 bis 77. Bei den fünf Typen dieser 600er Serie geben die letzten beiden Ziffern der Typenbezeichnung die Shore D-Härte an. Allgemein gilt, dass in der 600er Serie Dichte, Steifigkeit und Festigkeit mit zunehmender Härte ansteigen, während Feuchtigkeitsaufnahme, Dehnung und Schlagzähigkeit abnehmen.

Die Produkte der Riteflex TPE 400-Serie sind weiche Polyester-Elastomere mit gutem Hochtemperaturverhalten. Diese Typen verfügen über hervorragende Flexibilität und Biegefestigkeit bei niedrigeren Temperaturen sowie niedrige E-Module bei Raumtemperatur und darüber. Die 400er Serie umfasst die Riteflex-Typen 425, 430, 435, 440 und 447. Wie bei der 600er Serie geben die letzten beiden Ziffern der Typenbezeichnung die Shore D-Härte des betreffenden Typs an.

Ticona hat Spezialtypen vieler Produkte entwickelt, die den hohen Anforderungen für medizintechnische Geräte entsprechen, insbesondere der Forderung, dass die Polymerformulierungen über längere Zeit nicht verändert werden dürfen, um zu vermeiden, dass Geräte und Verpackungen aufgrund einer Materialänderung aufwändig neu zugelassen werden müssen. Im Riteflex-Produktsortiment bilden diese Spezialtypen die MT9000-Serie. Auch hier geben die letzten beiden Ziffern der Typenbezeichnung die Shore D-Härte für den betreffenden Typ an. Die Produkte in der Riteflex MT9000-Serie entsprechen den jeweiligen Werkstoffen aus der 400er und 600er Serie, so dass insgesamt neun Typen mit Härten zwischen 25 und 77 angeboten werden.

Die MT-Typen erfüllen die geltenden Vorschriften der Food and Drug Administration (FDA) in den USA für den wiederholten Kontakt mit Lebensmitteln sowie die Anforderungen der US-Pharmakopöe nach Klasse VI. Die entsprechenden Drug and Device Master Files bei der FDA liegen vor. Diese Typen enthalten keine Weichmacher oder tierischen Erzeugnisse und sind für alle üblichen Sterilisationsverfahren von der Autoklavenbehandlung bis zur Bestrahlung mit Gammastrahlen geeignet. Sie können in Arzneimitteldosiersystemen wie etwa Arzneimittel-Pflastern und Beuteln für intravenöse Flüssigkeiten verwendet werden, aber auch in Komponenten für medizintechnische Geräte wie etwa Schläuche, Verschlüsse, Ventile und dergleichen.

Tabelle 1.1 gibt einen Überblick über die Standardtypen von Riteflex TPE zusammen mit einer kurzen Beschreibung der einzelnen Typen.

Tabelle 1.1 · Standardtypen von Riteflex® TPE

Typen	Beschreibung	Mögliche Anwendungen
425	Für Extrusion und Spritzguss geeigneter Typ, Shore D-Härte 25, Schmelzpunkt: 156 °C	Folienextrusion, im Spritzguss hergestellte weiche Griffe, rutschfeste Oberflächen
430	Für Extrusion und Spritzguss geeigneter Typ, Shore D-Härte 30, Schmelzpunkt: 170 °C	Folien, weiche Griffe, rutschfeste Oberflächen
435	Für Extrusion und Spritzguss geeigneter Typ, Shore D-Härte 35, Schmelzpunkt: 192 °C	Folien, Draht- und Kabelummantelungen, rutschfeste Formteile, verschiedene gering beanspruchte Rohre und Schläuche, Pumpenmembranen, rutschfeste Matten, Tasten und Tastenfelder für Mobiltelefone/Pager, Profile
440	Für Extrusion und Spritzguss geeigneter Typ, Shore D-Härte 40, Schmelzpunkt: 192 °C	Folien, Monofilamente, Draht- und Kabelummantelungen, Profile, Spritzgießteile, Schlauch- und Sprinklerdichtungen, Profile und Durchführungen/Tüllen
447	Für Extrusion und Spritzguss geeigneter Typ, Shore D-Härte 47, Schmelzpunkt: 212 °C	Folien, Monofilamente, Draht- und Kabelummantelungen, Profile, Spritzgießteile, Profile und Durchführungen/Tüllen
647	Für Extrusion und Spritzguss geeigneter Typ, Shore D-Härte 47, Schmelzpunkt: 187 °C	Münzablagen, Becherhalter, Schalthebelmanschetten und Knöpfe, verschiedene Rohre und Schläuche, Gelenkwellenmanschetten, Riemen und Gurte, Profile, Kabelummantelungen
655	Für Extrusion und Spritzguss geeigneter Typ, Shore D-Härte 55, Schmelzpunkt: 200 °C	Durchführungen/Tüllen, Stoßfängereinlagen und Karosseriekappen, geräuscharme Zahnräder, Riemen und Gurte, Profile, Draht- und Kabelummantelungen
663	Für Extrusion und Spritzguss geeigneter Typ, Shore D-Härte 63, Schmelzpunkt: 210 °C	Tüllen, Karosseriekappen, Lüftungsgitter, Stecker, Dichtungen, Durchführungen und Profile
672	Für Extrusion und Spritzguss geeigneter Typ, Shore D-Härte 72, Schmelzpunkt: 214 °C	Zahnräder, Kettenräder, elektrische Steckverbinder, Profile, Dichtungen und Durchführungen/Tüllen
677	Für Extrusion und Spritzguss geeigneter Typ, Shore D-Härte 77, Schmelzpunkt: 217 °C	Stecker, Zahnräder und Kettenräder, elektrische Steckverbinder und Durchführungen/Tüllen
MT9425	Typ für medizintechnische Anwendungen, entspricht Riteflex 425	Erfüllen die Anforderungen der FDA, USP Klasse VI und ISO 10993: gelistet in Drug Master Files und Device Master Files, geeignet für Anwendungen wie Kolbendichtungen und Spitzenkappen für Einmalspritzen, Arzneimittelpflaster, IV-Sets, Arzneimitteldosiersysteme, Beutel für intravenöse Flüssigkeiten, Dichtungen, Verschlussstopfen
MT9430	Typ für medizintechnische Anwendungen, entspricht Riteflex 430	
MT9435	Typ für medizintechnische Anwendungen, entspricht Riteflex 435	
MT9440	Typ für medizintechnische Anwendungen, entspricht Riteflex 440	
MT9647	Typ für medizintechnische Anwendungen, entspricht Riteflex 467	
MT9655	Typ für medizintechnische Anwendungen, entspricht Riteflex 655	
MT9663	Typ für medizintechnische Anwendungen, entspricht Riteflex 663	
MT9672	Typ für medizintechnische Anwendungen, entspricht Riteflex 672	
MT9677	Typ für medizintechnische Anwendungen, entspricht Riteflex 677	

1.3 Regularien

Riteflex® TPE-Polymere erfüllen die Anforderungen der Standards vieler Aufsichtsbehörden bzw. verfügen über entsprechende Zulassungen:

- American Society for Testing and Materials (ASTM)
- Underwriters Laboratories (UL)
- United States Food and Drug Administration (FDA)
- US-Landwirtschaftsministerium (USDA)
- US-Pharmakopöe

1.3.1 UL

Tabelle 1.2 · UL-Einstufungen						
Relativer Temperaturindex (RTI), °C						
Grade	Color	Min. Thick., mm	UL94	Electrical	Mech. w/ impact	Mech. w/o impact
647	NC, BK	1.50	HB	50	50	50
655	NC, BK	1.50	HB	110	50	50
663	NC, BK	1.50	HB	50	50	50
672	NC, BK	1.50	HB	50	50	50
677	NC, BK	1.50	HB	50	50	50

NC = Naturfarben, BK = Schwarz, All = Alle Farben

1.3.2 USDA

Alle Riteflex TPE-Typen erfüllen die Anforderungen des US-Landwirtschaftsministeriums (USDA).

1.3.3 FDA – Lebensmittelkontakt

Die meisten Riteflex TPE- und alle MT-Typen erfüllen die Anforderungen für den Lebensmittelkontakt nach den Vorschriften der FDA in den USA und der Europäischen Union.

1.3.4 FDA Drug Master File (DMF) Nr. 8299

Alle MT-Typen von Riteflex TPE sind in der FDA Drug Master File (DMF) Nr. 8299 von Ticona gelistet.

1.3.5 FDA Device Master File (MAF) Nr. 316

Alle MT-Typen von Riteflex TPE sind in der FDA Device Master File (MAF) Nr. 316 von Ticona gelistet.

1.3.6 Bioverträglichkeit

Die Riteflex MT-Typen entsprechen den Anforderungen der US-Pharmakopöe (USP), Klasse VI, und der internationalen Norm ISO 10993.

1.4 Allgemeine Hinweise zu Gesundheit und Sicherheit

Bei der Verarbeitung von Riteflex® Copolyester-Elastomeren sind die üblichen Sicherheitshinweise für den Umgang mit heißen Kunststoffschmelzen zu beachten. Vor der Handhabung oder Verarbeitung von Riteflex TPE lesen Sie bitte das entsprechende Sicherheitsdatenblatt (MSDS) für ausführliche Informationen zu Gesundheit, Sicherheit und Umwelt. Benutzen Sie die im Sicherheitsdatenblatt angegebenen Prozesskontrollen, Arbeitsmethoden und Schutzmaßnahmen, um die Belastungen durch Staub und flüchtige Bestandteile am Arbeitsplatz zu kontrollieren. Sicherheitsdatenblätter erhalten Sie beim Ticona-Kundendienst oder auf der Ticona Web-Site im Internet unter www.Ticona.com.

1.5 Qualitätsmanagement

Die Erfüllung der Qualitätsanforderungen unserer Kunden ist ein grundlegender Prozess für Ticona. In diesem Prozess pflegen und aktualisieren wir permanent die für diesen Zweck erforderlichen Zertifizierungen. Unser System ist bereits seit den frühen 90iger Jahren nach der ISO 9000 Reihe zertifiziert. Auf dieser Grundlage wurde 2003 das Globale Ticona Integrierte Management-System (TIMS) für Qualität, Umweltschutz und Risiko-Management aufgebaut.

Die wichtigen Zertifizierungen schließen folgende Standards ein:

- ISO 9001
- ISO/TS 16949
- ISO 14001
- ISO/IEC 17025

Zertifikate zum Qualitätsmanagement-System gemäß ISO 9001:2000 und ISO/TS 16949:2002 sind für alle Produktionsstandorte und unterstützenden Standorte von Ticona weltweit erteilt. Der ISO/TS 16949:2002 Standard kombiniert die europäischen automobilen Regelwerke VDA 6.1, EAQF und AVSQ mit den Anforderungen der QS-9000 in Nordamerika und ersetzt diese. Ticona erreichte die Zertifizierung hierfür im Jahr 2003.

Der Ticona Standort Oberhausen in Deutschland erreichte die Zertifizierung nach der Umweltmanagement-System Norm ISO 14001 bereits im Jahr 1999. Alle Einrichtungen von Ticona in Amerika erhielten die Zertifizierung Ende 2002. Für den Standort Kelsterbach in Deutschland ist der Abschluss der Zertifizierung 2005 erfolgt.

Alle relevanten Ticona Laboratorien sind gemäß den generellen Anforderungen der ISO/IEC 17025:2000 für Prüf- und Kalibrierlaboratorien akkreditiert.

Auf der Homepage www.ticona.com finden Sie unter „Company“ > „Quality and Certifications“ weitere Informationen zum Umfang der Zertifizierungen sowie PDF-Dateien der aktuellen Zertifikate.

2. Eigenschaften

Das Riteflex® TPE-Produktsortiment deckt ein großes Spektrum von Shore D-Härtegraden ab. Auch wenn sie in ihrer chemischen Zusammensetzung ähnlich sind, weisen die verschiedenen Riteflex TPE-Produkte unterschiedliche physikalische, mechanische und sonstige Eigenschaften auf. Die Eigenschaften der einzelnen Riteflex-Typen sind in Tabelle 2.1 zusammengestellt.

2.1 Spannungs- und Dehnungskurven

Die Abbildungen 2.1 bis 2.3 zeigen für Riteflex 425, 430 und 440 Spannungs-/Dehnungskurven bei verschiedenen Temperaturen im Bereich von -40 °C bis $+40\text{ °C}$.

Abb. 2.1 · Spannungs-Dehnungskurve von Riteflex 425

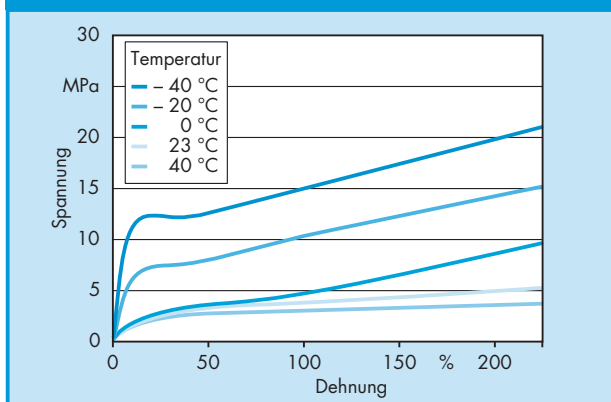


Abb. 2.2 · Spannungs-Dehnungskurve von Riteflex 430

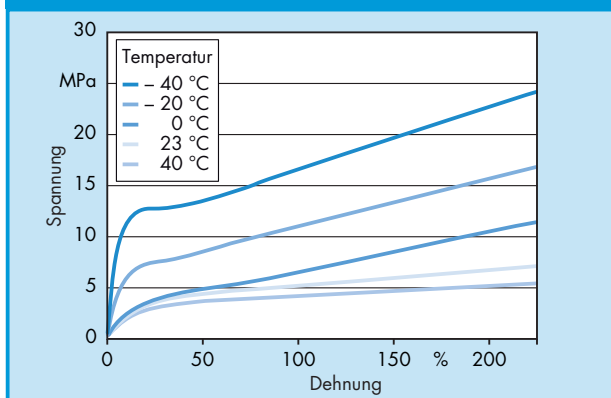
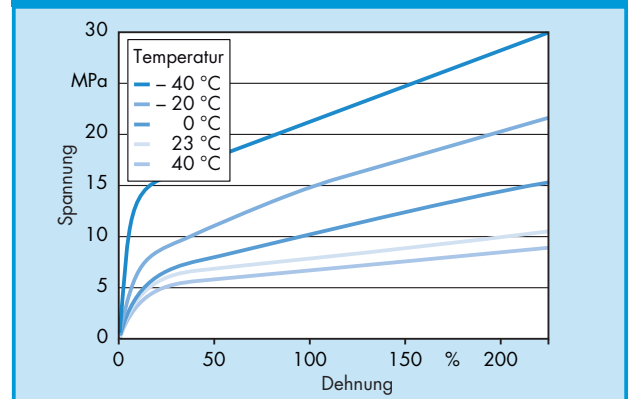


Abb. 2.3 · Spannungs-Dehnungskurve von Riteflex 440



2.2 Chemikalienbeständigkeit

Die Chemikalienbeständigkeit eines Polymerwerkstoffs ist abhängig von der betreffenden Chemikalie und dem jeweiligen Polymer. Die Temperaturen und Einwirkungszeiten spielen eine wichtige Rolle, ebenso wie die mögliche Beteiligung anderer Faktoren wie etwa ultravioletter oder anderer hochenergetischer Strahlung. Einige Reagenzien werden absorbiert und bewirken ein Quellen des Polymers, während andere es auflösen können, Versprödung verursachen oder gar bis zur Zersetzung führen. Riteflex® thermoplastische Elastomere unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung, und die verschiedenen Typen können unter gleichen chemischen Umgebungsbedingungen ein unterschiedliches Verhalten aufweisen. Tabelle 2.2 enthält Einstufungen für die Chemikalienbeständigkeit verschiedener Riteflex TPE-Materialien. Die Angaben basieren auf den Ergebnissen von Tests, aber auch auf dem allgemeinen Wissen darüber, wie die Chemikalien auf andere Polyesterwerkstoffe wirken. Soweit die Einstufung sich auf einen bestimmten Shore D-Härtegrad bezieht, sind die Härtewerte in Klammern angegeben. Dabei werden folgende Einstufungen verwendet:

- E: Keine nachteilige Reaktion, geringe oder keine Absorption, geringe oder keine Auswirkungen auf die mechanischen Eigenschaften.
- G: Gewisse Wirkung, eine gewisse Absorption mit leichtem Quellen und Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften.
- W: Keine Daten. Die vorliegenden Informationen weisen auf eine geringe Absorption oder geringe Auswirkungen auf die mechanischen Eigenschaften hin.
- NR: Nicht empfohlen; das Material wird in kurzer Zeit nachteilig verändert.

Thermoplastische Polyester Elastomere (TPE-E)

Tabelle 2.1 Physikalische Eigenschaften von Riteflex TPE-E		Einheit	Prüfmethode	425	430	435
Physikalische Eigenschaften						
Dichte		g/cm ³	ISO 1183	1,004	1,005	1,1
Schmelzindex MFR, 2.16kg (°C)		g/10 min	ISO 1133	9 (190°C)	11 (200°C)	
Wasseraufnahme, 24 h Lagerung		%	ISO 62	0,6	0,6	0,6
Verarbeitungsschwindigkeit, längs		%	ISO 294			1,3
Mechanische Eigenschaften						
Streckspannung *)		MPa	ISO 527	kein Streckp.	kein Streckp.	
Streckdehnung *)		%	ISO 527	kein Streckp.	kein Streckp.	
Nominelle Bruchdehnung *)		%	ISO 527	>550	>550	
Spannung bei 5% Dehnung		MPa	ISO 527	1	1	
Spannung bei 10% Dehnung		MPa	ISO 527	2	2	
Spannung bei 50% Dehnung		MPa	ISO 527	3	4	6
Bruchspannung		MPa	ISO 527	10	13	16
Zug-E-Modul		MPa	ISO 527	13	32	45
Biege-E-Modul	bei -40°C	MPa	ISO 178	160	190	240
Biege-E-Modul	bei 23°C	MPa	ISO 178	14	22	35
Biege-E-Modul	bei 100°C	MPa	ISO 178	8	12	19
Biegefestigkeit		MPa	ISO 178	0,6	0,9	
Schlagzähigkeit nach Charpy	bei +23°C	kJ/m ²	ISO 179	o.Br.	o.Br.	o.Br.
	bei -30°C	kJ/m ²	ISO 179	o.Br.	o.Br.	o.Br.
Kerbschlagzähigkeit nach Charpy	bei +23°C	kJ/m ²	ISO 179	o.Br.	o.Br.	o.Br.
	bei -30°C	kJ/m ²	ISO 179	o.Br.	o.Br.	o.Br.
Kerbschlagzähigkeit nach Izod	bei -40°C	kJ/m ²	ISO 180	o.Br.	o.Br.	o.Br.
	bei +23°C	kJ/m ²	ISO 180	o.Br.	o.Br.	o.Br.
Anfängliche Einreißfestigkeit,	Werkzeug C, parallel	kN/m	ISO 34	61	75	89,4
Härte, Durometer D (maximum)		Shore D	ISO 868	25	30	
Thermische Eigenschaften						
Schmelztemperatur DSC (10K/min)		°C	ISO 11357	156	170	187
Wärmeformbeständigkeitstemperatur HDT/B 0,45 MPa		°C	ISO 75	42	43	45
Längenausdehnungskoeffizient zwischen 23–80 °C (längs)		K ⁻¹	ISO 11359 DIN 53752	2,5 · 10 ⁻⁴	2,0 · 10 ⁻⁴	2,1 · 10 ⁻⁴
Vicat Erweichungstemperatur VST/B/50 10N, 50°C/h		°C	ISO 306	61	75	122
Elektrische Eigenschaften						
Dielektrizitätszahl bei 1 MHz			IEC 60993	5,1	5,1	5,1
Dielektrischer Verlustfaktor tan δ bei 1 MHz			IEC 60250	0,01	0,02	
Durchschlagfestigkeit P25/P75		kV/mm	IEC 60243	23,5	24,9	25,0
Kriechwegbildung CTI		V	IEC 60122	>600	>600	>600
Spezifischer Durchgangswiderstand		Ω · cm	IEC 60092	3,0 · 10 ¹⁰	2,2 · 10 ¹⁰	2,0 · 10 ¹³
Spezifischer Oberflächenwiderstand		Ω	IEC 60093	1,6 · 10 ¹⁴	1,1 · 10 ¹⁴	2,4 · 10 ¹⁵
Brandverhalten						
UL Rating bei Probekörperdicke d		mm	UL 94	HB 1,5	HB 1,5	HB
ASTM Daten						
Bashore Rückstellvermögen		%	D2632	65	65	60
Taber Abrieb (H-18 Scheibe, 1000g Gewicht)		mg/1000 Zyklen	D1044			

*) Prüfgeschwindigkeit 50 mm/min

Thermoplastische Polyester Elastomere (TPE-E)

440	447	647	655	663	672	677
1,11	1,17	1,17	1,19	1,24	1,26	1,29
13 (220°C)	20 (230°C)	10 (220°C)	9 (220°C)	10 (230°C)	13 (240°C)	15 (240°C)
0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2
	1,3-1,8	1,3-1,8	1,6-1,9	1,7-2,0	1,7-2,2	1,8-2,2
kein Streckp.		12	15	21	30	37
kein Streckp.		32	28	22	19	15
>550	>500	>500	>450	>400	>250	>250
2		6	8	13	21	32
4		9	12	18	27	36
7	11	12	15	19	25	26
18	28	28	30	36	38	43
55	115	155	200	350	600	1200
270		320	710	1910	2460	2560
45	120	125	205	395	490	1300
26		58	86	150	210	240
1,7		4,3	7,1	12,5	16,0	37,9
o.Br.	o.Br.	o.Br.	o.Br.	o.Br.	o.Br.	o.Br.
o.Br.	o.Br.	o.Br.	o.Br.	o.Br.	o.Br.	71
o.Br.	o.Br.	o.Br.	150p	105p	19c	9,4
o.Br.	o.Br.	o.Br.	65p	22	4,5c	4,5c
o.Br.	o.Br.	o.Br.	o.Br.	7c	4,8c	4,7c
o.Br.	o.Br.	o.Br.	o.Br.	74p	16c	8,5
96		122	124	160	193	250
40	47	47	55	63	72	77
192	212	187	200	210	214	217
47		62	75	114	118	129
$2,4 \cdot 10^{-4}$		$2,0 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$
127		155	176	194	205	213
4,9		4,6	4,4	4,0	3,7	3,3
0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
25,5	13,0	13	14	14	28,4	16
>600	>600	>600	>600	>600	>600	>600
$2,4 \cdot 10^{11}$	$4,0 \cdot 10^{12}$	$5,0 \cdot 10^{12}$	$4,0 \cdot 10^{12}$	$2,0 \cdot 10^{13}$	$1,5 \cdot 10^{13}$	$2,5 \cdot 10^{14}$
$1,5 \cdot 10^{15}$		$1,9 \cdot 10^{15}$	$3,8 \cdot 10^{15}$	$1,4 \cdot 10^{16}$	$1,8 \cdot 10^{17}$	$1,9 \cdot 10^{17}$
HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB
1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
59		53	48	40	40	40
		67	65	62	30	30

Tabelle 2.2 · Chemikalienbeständigkeit

Chemikalie	Einstufung
Aceton	G
Acetylen	E
Aluminiumchloridlösungen	W
Aluminiumsulfatlösungen	W
Ameisensäure	G
Ammoniumhydroxid	W
Anilin	NR
Asphalt	W
ASTM-Öl Nr. 1 und Nr. 3 (149 °C)	E
ASTM-Referenzkraftstoff A	E
ASTM-Referenzkraftstoff B (70 °C)	E
ASTM-Referenzkraftstoff C	E
ASTM-Referenzkraftstoff C (70 °C)	G (40, 55)
ASTM-Referenzkraftstoff C (70 °C)	E (77)
Bariumhydroxidlösungen	W
Beize (20 % HNO ₃ , 4 % HF)	NR
Benzin	E
Benzol	G (40, 55)
Benzol	E (77)
Bier	E
Brom, wasserfreie Flüssigkeit	NR
Butan	E
Butylacetat	G (40, 55)
Butylacetat	E (77)
Calciumchloridlösungen	E
Calciumhydroxidlösungen	W
Chlorgas, nass und trocken	NR
Chloressigsäure	NR
Chlorbenzol	NR
Chloroform	NR (40, 55)
Chloroform	G (77)
Chloroschwefelsäure	NR
Citronensäurelösungen	E
Cyclohexan	E
Dampf (100 °C)	W
Dampf (110 °C)	NR
Dibutylphthalat	E
Diethylsebacat	E
Diethylphthalat	E

Tabelle 2.2 · Chemikalienbeständigkeit

Chemikalie	Einstufung
Eisen(III)-chloridlösungen	G
Eisessig	E
Epichlorhydrin	NR
Essigsäure, 20 % bis 30 %	E
Essigsäureanhydrid	W
Ethanol	E
Ethylacetat	G (40, 55)
Ethylacetat	E (77)
Ethylchlorid	NR (40, 55)
Ethylchlorid	G (77)
Ethylendichlorid	NR (40, 55)
Ethylendichlorid	G (77)
Ethylenglykol	E
Ethylenoxid	E
Flusssäure, 48 % und 75 %	NR
Flusssäure, wasserfrei	NR
Formaldehyd, 40 %	G
Freon 11, 12, 114	E
Freon 113 (54 °C)	E
Glycerin	E
Isooctan	E
Isopropanol	E
Jet Fuel JP-4	E
Kaliumdichromatlösungen	W
Kaliumhydroxidlösungen	E
Kerosin	G
Kohlendioxid	E
Kohlenmonoxid	E
Kupferchloridlösungen	E
Kupfersulfatlösungen	E
Lacklösungsmittel	G (40, 55)
Lacklösungsmittel	E (77)
Leinöl	NR
Magnesiumchloridlösungen	NR
Magnesiumhydroxidlösungen	NR
Meerwasser	E
Methanol	E
Methylethylketon	G (40, 55)
Methylethylketon	E (77)

Tabelle 2.2 · Chemikalienbeständigkeit	
Chemikalie	Einstufung
Methylenchlorid	NR
Mineralöl	E
Naphtha	E
Naphthalen	G (40, 55)
Naphthalen	E (77)
Natriumchloridlösungen	E
Natriumdichromat, 20 %	W
Natriumhydroxid, 20 %	E
Natriumhydroxid, 46 %	W
n-Hexan	E
Nitrobenzol	NR
Oleum (rauch. Schwefels.), 20–25 %	NR
Öl SAE 10	E
Ölsäure	E
Palmitinsäure	E
Perchlorethylen	NR (40, 55)
Perchlorethylen	E (77)
Phenol	NR
Pyridin	NR
Salpetersäure, 10 %	G
Salpetersäure, 30 % bis 70 %	NR
Salpetersäure, stark/rot rauchend*	NR
Salzsäure, 20 %	G
Salzsäure, 37 %	NR
Schwefeldioxid, gasförmig	W
Schwefeldioxid, flüssig	W
Schwefelsäure, 50 %	NR
Schweflige Säure	G
Seifenlösungen	E
Siliconfett	E
Skydrol 500B	E
Stearinsäure	W
Tannin, 10 %	E
Tetrachlorkohlenstoff	NR (40)
Tetrachlorkohlenstoff	G (55)
Tetrachlorkohlenstoff	E (77)
Tetrahydrofuran	G (40, 55)
Tetrahydrofuran	E (77)
Toluol	G (40, 55)

Tabelle 2.2 · Chemikalienbeständigkeit	
Chemikalie	Einstufung
Toluol	E (77)
Trichlorethylen	NR (40, 55)
Trichlorethylen	G (77)
Triethanolamin	NR
Trinatriumphosphatlösung	E
Tungöl	G
Wasser (70 °C)	G
Wasser (100 °C)	W
Wasserstoff	E
Xylol	G (40, 55)
Xylol	E (77)
Zinnchlorid, 15 %	W
Zinkchloridlösungen	E

- E: Keine nachteilige Reaktion, geringe oder keine Absorption, geringe oder keine Auswirkungen auf die mechanischen Eigenschaften.
- G: Gewisse Wirkung, eine gewisse Absorption mit leichtem Quellen und Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften.
- W: Keine Daten. Die vorliegenden Informationen weisen auf eine geringe Absorption oder geringe Auswirkungen auf die mechanischen Eigenschaften hin.
- NR: Nicht empfohlen; das Material wird in kurzer Zeit nachteilig verändert.

2.3 Sterilisation

Die üblichen Sterilisationsverfahren wie Gammastrahlung, Ethylenoxid und Dampfautoklavieren können für Riteflex TPE-Polymere benutzt werden, solange die Einschränkungen hinsichtlich der Dampfsterilisation für die weicheren Typen beachtet werden. Wie aus den thermischen Eigenschaftsdaten der Tabelle 2.1 ersichtlich ist, können Autoklaventemperaturen zu einer Verformung mechanisch beanspruchter Formteile führen. Die Typen 425 und 430 könnten im Autoklaven erweichen und einsacken und sollten daher nicht mit Dampf sterilisiert werden.

3. Verarbeitung

3.1 Allgemeines

Riteflex® thermoplastische Elastomere werden meist durch Spritzgießen und Extrudieren verarbeitet. Die Verarbeitungsbedingungen richten sich in der Regel nach dem Schmelzpunkt des jeweils verarbeiteten Typs. Die allgemeinen Verarbeitungs- und Handhabungsmethoden entsprechen denen für andere thermoplastische Polyester. Dabei sind die gesetzlichen Sicherheitsbestimmungen einzuhalten, wobei die jeweils örtlichen Vorschriften maßgeblich sind. Es obliegt der Verantwortung des Verarbeiters des Rohstoffes, diese festzustellen und einzuhalten. Wichtige Hinweise sind in den Sicherheitsdatenblättern enthalten, die wir auf Anforderung zur Verfügung stellen.

3.1.1 Lagerung

Die Polymere sollten sorgfältig gelagert werden, um eine Beschädigung der Verpackung und eine mögliche Verunreinigung zu verhindern. Bei der Lagerung ist darauf zu achten, extreme Temperaturen und hohe Luftfeuchtigkeit zu vermeiden, die zu starker Kondensation und/oder Oberflächenadsorption führen können. Diese Vorsichtsmaßnahmen sind besonders wichtig für offene Behälter und für zur Wiederverwertung bestimmtes Mahlgut, da die große Oberfläche von Regenerat die Feuchtigkeitsaufnahme begünstigen kann. In jedem Fall müssen Neuware und Regenerat vor der Verarbeitung auf den empfohlenen Feuchtigkeitsgehalt getrocknet werden.

3.1.2 Regeneratzusatz

Ordnungsgemäß getrocknete Polyestermaterialien weisen bei der Schmelzverarbeitung eine ausgezeichnete Wärmebeständigkeit auf. Dadurch kann bis zu 25 % Regenerat zugesetzt werden, sofern es frei von Verunreinigungen ist und vor der Verarbeitung zusammen mit der Neuware ordnungsgemäß getrocknet wird.

3.1.3 Belüftung des Arbeitsplatzes

Der Verarbeitungsbereich sollte allgemein ausreichend belüftet sein. Über der Spritzgießmaschine bzw. dem Extruder sollte ein Abzugslüfter installiert sein, um Gase oder Staub zu entfernen. Die Luftqualität der zugeführten Luft sollte den geltenden Vorschriften entsprechen.

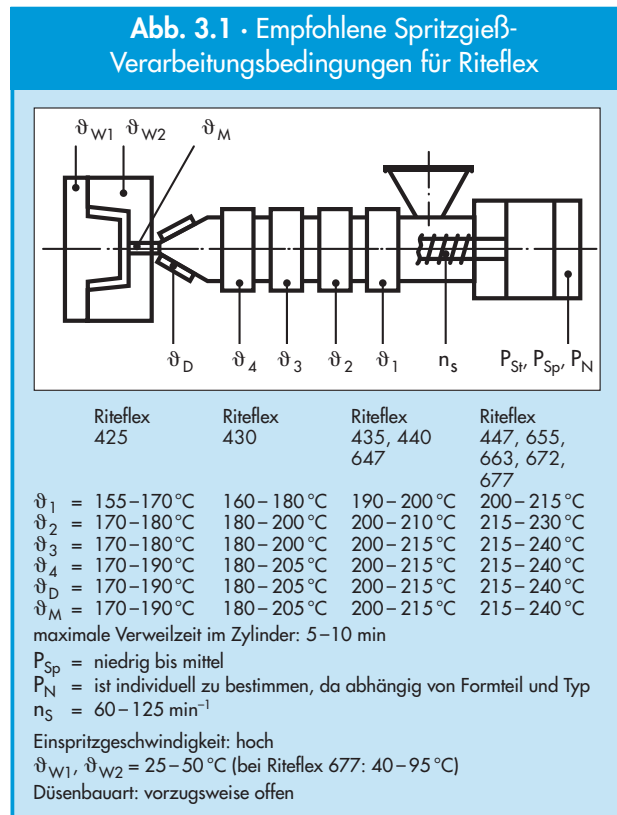
3.2 Trocknung

Es ist sehr wichtig, Neuware und Regenerat gründlich zu trocknen. Nach dem Trocknen sollte das Material vor der Verarbeitung nur in möglichst geringem Umfang der Einwirkung normaler Umgebungsbedingungen ausgesetzt werden. Ein hoher Feuchtigkeitsgehalt kann nicht nur zu Verarbeitungsproblemen führen, sondern auch das Polymer soweit schädigen, dass sich die physikalischen Eigenschaften verschlechtern. Dabei muß die Oberfläche des Bauteils nicht zwangsläufig mit Oberflächenfehlern, wie z.B. Feuchtigkeitsschlieren, versehen sein.

Riteflex®-Polymere sollte in einem Trockenlufttrockner getrocknet werden. Das Trocknen im Heißluftofen wird nicht empfohlen.

Um bei der Trocknung von Riteflex®-Neuware oder Regenerat einen akzeptablen Feuchtigkeitsgehalt von weniger als 0,05 % zu erhalten, sollte die Trocknungszeit mindestens vier Stunden bei einer Temperatur von 100 bis 110°C bzw. 120°C für Riteflex 672 und 677 betragen.

Abb. 3.1 · Empfohlene Spritzgieß-Verarbeitungsbedingungen für Riteflex



3.3 Spritzguss

Das Spritzgießen ist ein auf den ersten Blick ein einfacher, aus betriebstechnischer Sicht jedoch ein komplexer Prozess. Um Formteile mit konstant hoher Qualität zu erhalten, müssen die Verarbeitungsparameter sorgfältig gesteuert werden. Die in Abbildung 3.1. gezeigten Parameter stellen daher lediglich allgemeine Verarbeitungsempfehlungen dar.

3.3.1 Anfahren und Abschalten

Bevor die Maschine mit Riteflex beschickt wird, sollte sie entsprechend gereinigt werden, um eventuelle Rückstände von zuvor verarbeiteten Kunststoffen zu entfernen. Geeignete Reinigungsmaterialien sind unter anderem Polyethylen, Polypropylen und Polystyrol. Bei Formteilen, die später lackiert, geklebt oder bedruckt werden sollen, kann ein abschließendes Reinigen mit einem PBT mit niedrigem Molekulargewicht wie zum Beispiel Celanex® 1400 erfolgen, um Olefinrückstände aus der Maschine zu entfernen. Danach werden die Temperaturen auf die Werte für den zu verarbeitenden Riteflex-Typ eingestellt. Beim Abschalten einer Maschine, in der Riteflex verarbeitet worden

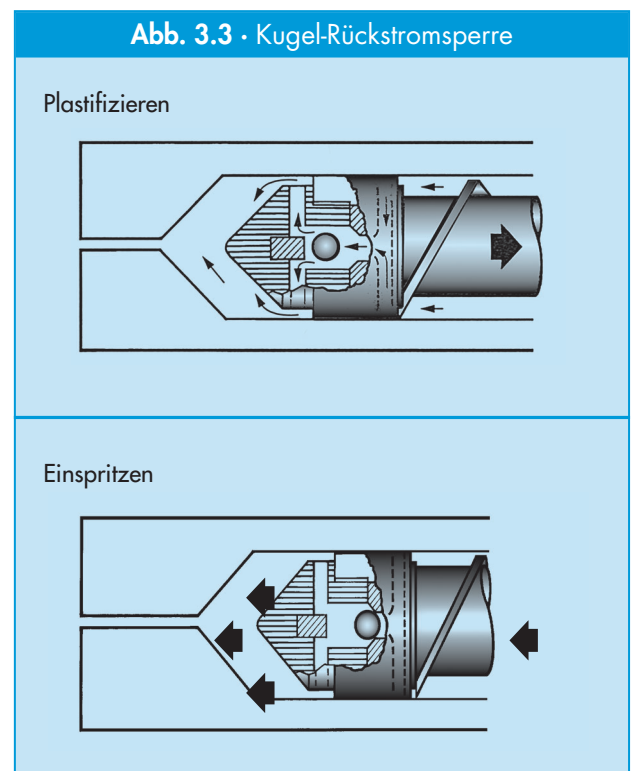
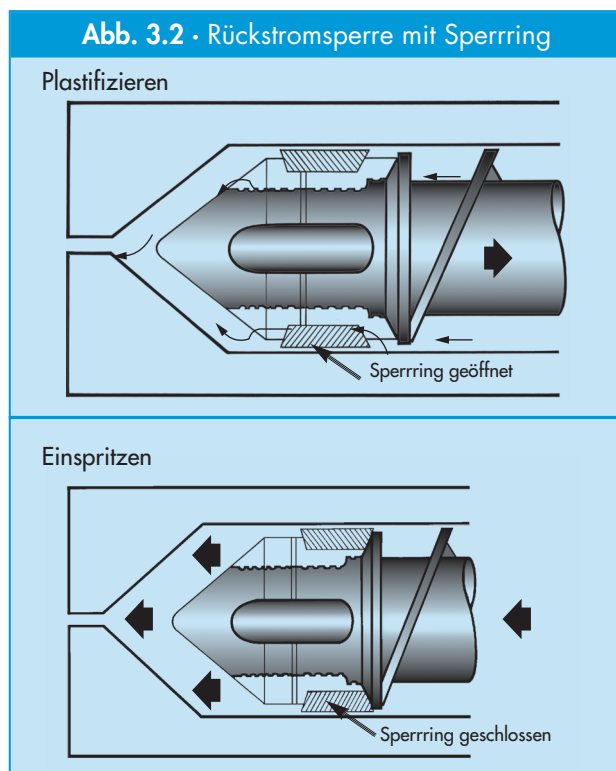
ist, sollten die Zylinder- und Düsen- oder Werkzeugheizungen auf ihren Verarbeitungseinstellungen belassen werden, und die Maschine sollte mit Polyethylen oder Polypropylen gereinigt werden. Die Maschine kann ausgeschaltet werden, wenn kein Riteflex mehr aus der Düse oder dem Werkzeug austritt.

3.3.2 Verweilzeit im Zylinder und Heißkanal

Die maximale Verweilzeit der Schmelze im Zylinder und Heißkanal sollte 5-10 Minuten betragen. Eine längere Verweilzeit kann zum Abbau des Produktes führen und die mechanischen Eigenschaften des Bauteils drastisch verschlechtern. Weiterhin können dadurch Verarbeitungsprobleme wie z.B. ungleiches Massepolster verursacht werden. Liegt tatsächlich ein Materialabbau, z.B. durch eine längere Produktionsunterbrechung, vor, so ist vor dem erneuten Anfahren der Maschine unbedingt der Zylinder mit Neuware zu spülen.

3.3.3 Materialwechsel

Bei der Umstellung von einem Riteflex Typ auf einen anderen werden die Maschineneinstellungen auf die



Werte für den neuen Typ eingestellt und der Prozess so lange fortgesetzt, bis die Schmelze auf das neue Material umgestellt ist. Ist das neue Material ebenfalls ein thermoplastisches Polyesterpolymer, zum Beispiel Celanex® PBT von Ticona, kann die Umstellung in gleicher Weise erfolgen. Bei der Umstellung auf andere Polymere muss die Maschine wie vorstehend beschrieben ordnungsgemäß gereinigt werden, ehe das neue Material zugeführt wird.

3.3.4 Maschinenseitige Voraussetzungen

3.3.4.1 Schnecke

Für die Verarbeitung von Material mit kristallinen Schmelzpunkten und relativ niedrigen Schmelzviskositäten wie Riteflex® Copolyester-Elastomer sollte das Verhältnis von Länge zu Durchmesser der Schnecke im Bereich von 20:1 oder höher liegen und die Meteringzone mindestens drei oder vier Gänge aufweisen. Die Einzugszone sollte etwa die Hälfte der Schneckenlänge ausmachen, während die andere Hälfte zu gleichen Teilen von der Kompressionszone und der Meteringzone gebildet wird. Das Kompressionsverhältnis, das heißt das Verhältnis von Gangtiefe in der Einzugszone zu der in der Meteringzone, sollte in der Größenordnung von 3:1 bis 4:1 liegen.

3.3.4.2 Düse

Eine einfache offene Düse mit einer unabhängigen Heizung und Steuerung wird empfohlen. Für derartige Düsen ist eine Regelung der Schmelzekompression (Ansaugregler) an der Spritzgießmaschine erforderlich.

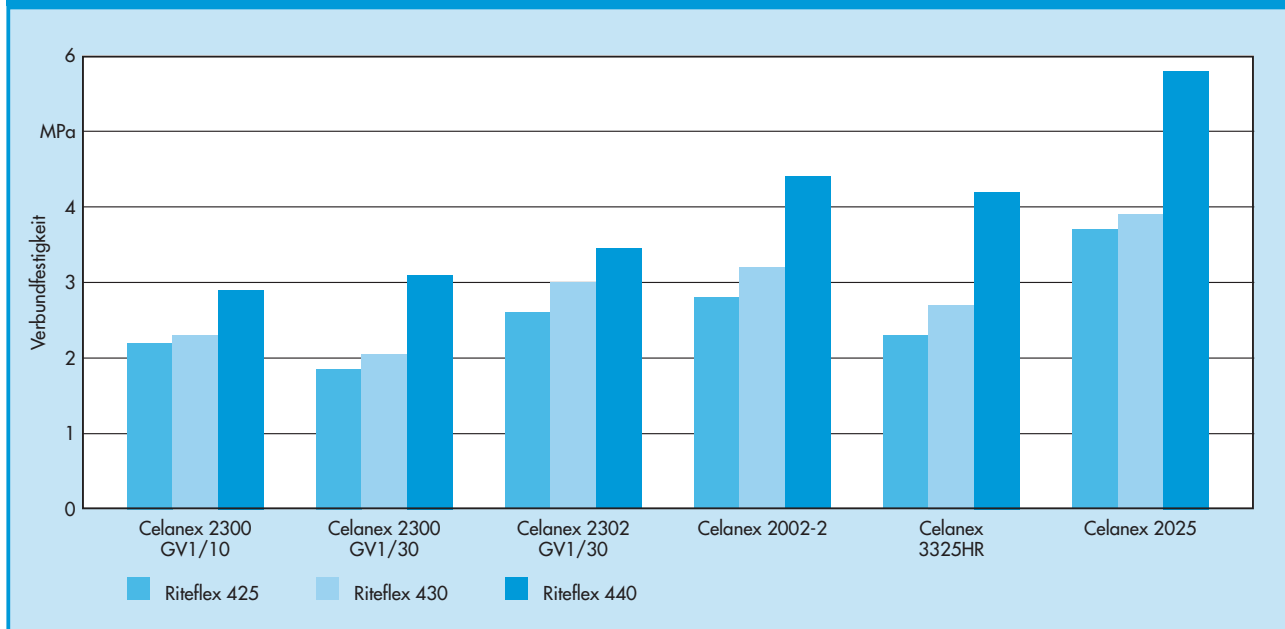
3.3.4.3 Rückstromsperre

Die Spritzgießmaschine muss eine Vorrichtung aufweisen, um ein Zurückfließen der Polymerschmelze über die Schnecke während des Einspritzens zu verhindern. Dies wird mit einer Rückstromsperre mit Sperrring oder Kugel-Rückstromsperre am vorderen Ende der Schnecke erreicht. Funktionsprinzipien dieser Rückstromsperren sind in Abb. 3.2 und 3.3 gezeigt.

3.4 Mehrkomponenten-Spritzguss

Riteflex TPE-E eignet sich als Weichkomponente für den Mehrkomponenten-Spritzguss und bietet damit neue Möglichkeiten der Funktionsintegration. Während die Hartkomponente Eigenschaften wie Steifigkeit, mechanisches und thermisches Verhalten im Bauteil bestimmt, ist die Weichkomponente z.B.

Abb. 3.4 · Verbundfestigkeiten verschiedener Riteflex® / Celanex® Kombinationen gemessen an stumpf angespritzten ISO Zugstäben bei 23 °C



für Funktionen wie dämpfen, dichten, Toleranz ausgleichen oder elastisches verbinden verantwortlich.

Bei der Auswahl der für die Anwendung in Frage kommenden Weichkomponente spielt die Shore-Härte, Temperaturbeständigkeit, Medienbeständigkeit sowie die bleibende Verformung unter Druck eine wichtige Rolle.

Aufgrund der molekularen Affinität haftet ein Thermoplastisches Polyesterelastomer (TPE-E) besonders gut auf PBT; Verbindungen mit anderen technischen Thermoplasten sind ebenfalls möglich. Hervorzuheben sind allerdings Verbindungen auf Celanex PBT. In Abbildung 3.4 sind Verbundfestigkeiten verschiedener Celanex / Riteflex Verbindungen dargestellt, gemessen an stumpf angespritzten ISO Zugstäben bei 23°C.

3.5 Extrusion

Wie beim Spritzguss kommt auch bei der Extrusion eine Schnecken- und Zylinderanordnung zum Einsatz, um das Polymer zu schmelzen. Diese Schmelze wird dann kontinuierlich durch eine Düse bzw. ein Werkzeug gepumpt, um ein Extrudat mit konstantem Querschnitt herzustellen, beispielsweise Folien, Platten, Rohre und Schläuche.

3.5.1 Verarbeitungsbedingungen

In Tabelle 3.1 sind die empfohlenen Verarbeitungsbedingungen für die verschiedenen Riteflex® TPE-Typen angegeben.

3.5.2 Extrusionsprozess

Die Qualität des fertigen Extrudats kann selbst durch kleine Änderungen der Schmelzetemperatur beeinflusst werden. Allgemein gilt, je niedriger die Extrusionsrate (längere Verweilzeit), desto größer die Wirkung dieser Änderungen. Ein Ausgleich der Erwärmung im Verhältnis zur eingebrachten Scherenergie mit Spannungsreglern (oder Dosierreglern) ist eine gute Methode, die thermische Homogenität der Schmelze aufrechtzuerhalten. Druckänderungen während der Produktion weisen auf Veränderungen der Viskosität und Austragsrate der Schmelze hin. Es empfiehlt sich, zur Messung der Druckschwankungen Membranwandler einzusetzen.

3.5.3 Anfahren

Beim Anfahren einer leeren Maschine werden die Temperaturregler auf die jeweiligen in Tabelle 3.1 angegebenen Temperaturen für Werkzeug, Adapter und Zylinder eingestellt. Wenn diese ihre Betriebstemperaturen erreichen, werden die übrigen Zylindertemperaturen auf die entsprechenden Werte gebracht. Diese Temperaturen werden zunächst für 20 bis 30 Minuten gehalten. Dann wird die Schnecke mit niedriger Drehzahl eingeschaltet und mit der Zugabe von Riteflex-Polymer in den Trichter begonnen. Dabei müssen Amperemeter und Manometer sorgfältig kontrolliert werden. Wenn an der Düse Schmelze austritt, kann diese anfangs noch trübe sein. Temperatur und Förderdruck sollten sich zunehmend stabilisieren.

Tabelle 3.1 · Empfohlene Verarbeitungsbedingungen für die Extrusion von Riteflex®

Riteflex Typ	425 MT9425	430 MT9430	435 MT9435	440 MT9440	447	647 MT9647	655 MT9655	663 MT9663	672 MT9672	677 MT9677
Schmelzpunkt, °C	156	170	187	192	212	187	200	210	217	217
Empfohlene Temperatur, °C										
Zone 1	165-180	170-185	190-205	195-210	200-215	195-210	205-220	215-230	225-240	225-240
Zone 2	170-185	175-190	195-210	200-215	205-220	200-215	210-225	220-235	230-245	230-245
Zone 3	175-190	180-195	200-215	205-220	210-225	205-220	215-230	225-240	235-250	235-250
Zone 4	175-190	180-195	200-215	205-220	210-225	205-220	215-230	225-240	235-255	235-255
Zone 5	175-190	180-200	200-220	205-225	210-230	205-225	215-235	225-245	235-260	235-260
Adapter/Lochscheibe	175-195	180-200	200-220	205-225	210-230	205-225	215-235	225-245	235-260	235-260
Düse	175-195	180-200	200-220	205-225	210-230	205-225	215-235	225-245	235-260	235-260
Schmelzetemperatur	175-195	180-200	200-220	205-225	210-230	205-225	215-235	225-245	235-260	235-260

3.5.4 Reinigen und Abschalten

Eine Maschine sollte nie ausgeschaltet werden, solange sich noch Riteflex TPE darin befindet. Wie in Abschnitt 3.3.1 empfohlen, sollte zum Reinigen des Extruders ein Polyethylen mittlerer bis hoher Dichte verwendet werden. Die Temperaturregler sollten auf Betriebsbedingungen eingestellt bleiben. Das Polyesterematerial muss vollständig aus dem Extruder entfernt werden. Der Extruder muss weiterlaufen, bis alles Material aus der Maschine entfernt ist; danach kann er abgeschaltet werden.

3.5.5 Maschinenseitige Voraussetzungen

Um eine maximale Abrieb- und Korrosionsbeständigkeit zu erzielen, sollten Extruderschnecken, Lochscheiben, Extrudersiebe, Adapter und Werkzeuge aus korrosionsbeständigen Metallen hergestellt sein.

3.5.5.1 Extruder

Standardextruder mit Verhältnissen von Schneckenlänge zu Durchmesser von 30:1 oder mehr werden für die Verarbeitung von Polyesterwerkstoffen wie Riteflex TPE empfohlen. Höhere Längen-/Durchmesser-Verhältnisse liefern eine homogenere Schmelze und einen höheren Durchsatz bei gleicher Extrudergröße.

3.5.5.2 Schneckendesign

Die Schnecken für Riteflex®-Polymere sollten ein Kompressionsverhältnis (Verhältnis zwischen der Kanaltiefe in der Einzugszone und der in der Aus-

tragzone) zwischen 3,5:1 und 4:1 aufweisen, wie Abb. 3.5 zeigt. Die Länge der Einzugszone sollte mindestens 25% der gesamten Schneckenlänge ausmachen. Eine lange und allmählich angepasste Kompressionszone von mindestens 25% wird ebenfalls empfohlen, weil abrupt veränderte oder kurze Kompressionszonen aufgrund der starken Scherung hohe Zylinderdrücke und höhere Schmelzetemperaturen verursachen können (insbesondere bei höheren Schneckengeschwindigkeiten).

Auch wenn dies nicht erforderlich ist, kann das Extrudieren von Riteflex TPE-Polymeren mit Barrierschnecken erfolgen. Derartige Schnecken sollen die Homogenität der Schmelze verbessern, können aber auch zu einer stärkeren Zersetzung des Materials führen, weil sie sowohl die Verweilzeit im Zylinder als auch die auf die Polymerschmelze einwirkende mechanische Arbeit erhöhen. Bei Verwendung von Barrierschnecken ist daher sorgfältig auf die Schmelzetemperatur zu achten.

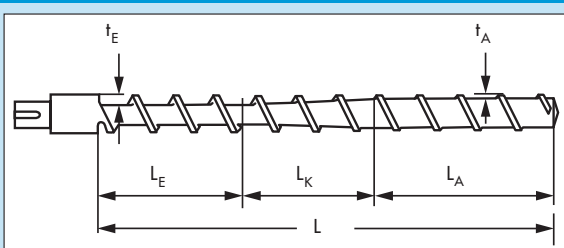
Die Länge der Austragzone und die Schneckentiefe sind wichtig, um eine optimale Kontrolle der Schmelzetemperatur und einen konstanten Austrag zu ermöglichen. Zu lange oder zu flache Austragzonen bewirken aufgrund der Scherung ein Ansteigen der Schmelzetemperatur, während kurze und tiefe Austragzonen zu Druckschwankungen (Pulsieren) und ungleichmäßigem Austrag führen können.

Die Anforderungen für die Extrusionsverarbeitung können oft mit so genannten „typischen“ Polyethylenschnecken oder Schnecken für Polyamid erfüllt werden, wenn die Kompressionszone die richtige Länge hat. Die für Riteflex TPE empfohlenen Längen der Einzugs-, Kompressions- und Austragzonen als Prozentsatz der Gesamtschneckenlänge sollten ca. 25 %, 25 % und 50 % betragen.

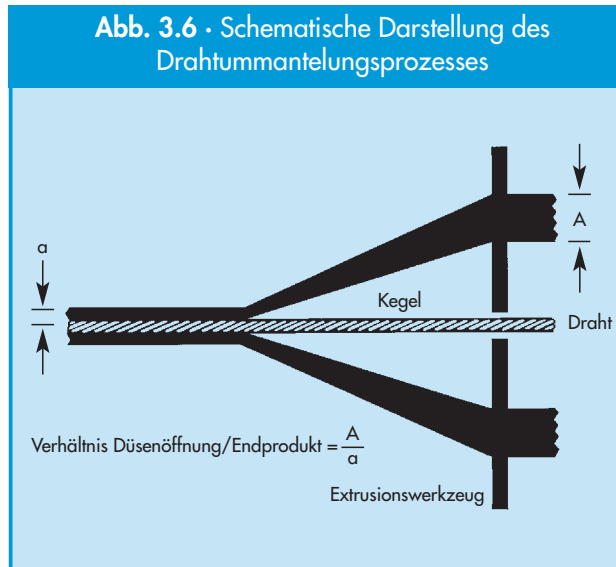
3.5.5.3 Lochscheiben und Extrudersiebe

Extrudersiebe (im Allgemeinen mit einer Maschenweite von 80 bis 100 Mesh (= 180-150 µm)) werden für Riteflex-Polyester empfohlen. Sie schützen das Werkzeug vor Beschädigungen durch Fremdkörper und erhöhen den Rückdruck, vor allem beim Mischen von Füllstoffen oder Pigmenten. Eine Lochscheibe, die im Allgemeinen am Ende der Schnecke angeordnet ist, unterstützt die Wirkung der Siebe.

Abb. 3.5 · Extruder-Schnecke



- Einzugszone $L_E = (0,25 \text{ bis } 0,33) \cdot L$
- Kompressionszone $L_K = (0,25 \text{ bis } 0,33) \cdot L$
- Austragzone $L_A = (0,33 \text{ bis } 0,5) \cdot L$
- Gangtiefenverhältnis (od. Kompressionsverh.) $\frac{t_E}{t_A} = 3,5 \text{ bis } 4$
- Gangtiefe $t_A \approx 2,5 \text{ mm}$



3.5.5.4 Düsen

Die Düsen müssen optimiert sein, damit sie keine Bereiche aufweisen, in denen Material eingeschlossen werden kann oder sich festsetzen kann. Thermoplastische Materialien, die über längere Zeit hohen Temperaturen ausgesetzt werden, zersetzen sich und verunreinigen nicht nur das anschließend extrudierte Produkt mit schwarzen oder braunen Flecken, sondern beeinträchtigen auch den gleichmäßigen Maschinenbetrieb.

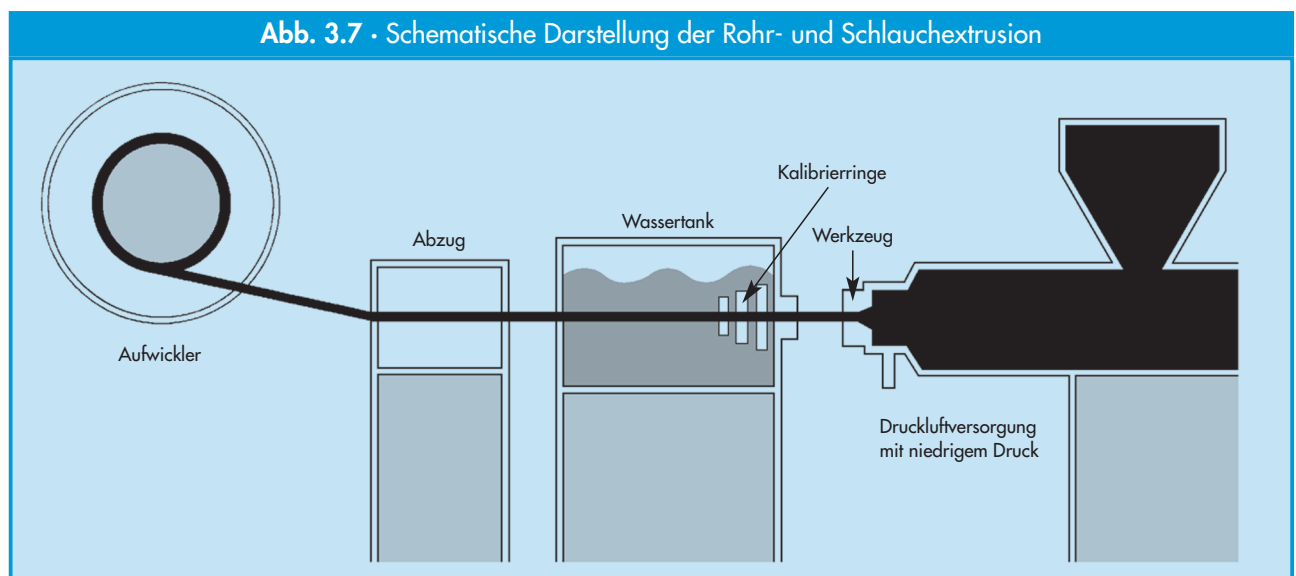
3.6 Spezielle Extrusionsverfahren

3.6.1 Drahtummantelung

Bei der Drahtummantelung bildet ein extrudierter Schlauch aus TPE einen Kegel an dem Werkzeug, in das der Draht eingeführt wird. Während der Draht das Extrusionswerkzeug durchläuft, wird er vollständig ummantelt. Wie in Abb. 3.6 gezeigt, ist das Verhältnis von Düsenöffnung zu Endprodukt das Verhältnis zwischen der Querschnittsfläche der Schlauchwandung an der Werkzeugvorderseite zur Querschnittsfläche der fertigen Ummantelung. Für Riteflex-Polymere sollte das Verhältnis Düsenöffnung/Endprodukt zwischen 6:1 und 10:1 betragen.

Weil ein optimales Design wichtig ist, um einen Abbau des Materials zu vermeiden, dürfen die Werkzeugflächen keine Bereiche aufweisen, in denen sich Material festsetzen kann. Die Kegellänge (der Abstand zwischen der Werkzeugfläche und dem Punkt, an dem das Riteflex®-Polymer den Draht ummantelt) ist sehr wichtig. Sie lässt sich am besten experimentell ermitteln; ein zu langer Kegel kann einfallen und sich verfestigen, ehe das Ziehen abgeschlossen ist, während ein zu kurzer Kegel zur Bildung von Poren und zum Reißen des Materials führen kann.

Der ummantelte Draht wird an der Luft gekühlt, wodurch die Ummantelung auf den Draht aufschumpft,



ehe er in ein Wasserkühlbad geleitet wird, um die Ummantelung auszuhärten. Ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Luftkühlung und Kegellänge trägt dazu bei, die gewünschte Integrität der Ummantelung zu gewährleisten. Die Wassertemperatur in dem Kühlbecken ist kritisch. Ist das Wasser zu kalt, kann die Ummantelung in einem amorphen Zustand einfrieren, wobei die Möglichkeit der Nachkristallisation besteht. Dadurch kann sich der Draht auf einer Spule oder einem Wickelteller verfestigen. Mit einer Wassertemperatur zwischen etwa 40 und 60 °C lässt sich die Nachkristallisation vermeiden; außerdem wird das Verfestigen auf der Spule verhindert oder verringert, so dass der Draht bessere mechanische Eigenschaften erhält.

3.6.2 Rohr- und Schlauchextrusion

Riteflex TPE kann ohne Spezialmaschinen problemlos zu Rohren und Schläuchen mit einem Durchmesser von bis zu 9 mm extrudiert werden. Dabei ist die Regelung der Schmelztemperatur wichtig. Bei zu hoher Temperatur kann die niedrige Schmelzfestigkeit zu unregelmäßigen Wandstärken führen, während eine zu geringe Temperatur ein mangelhaftes Aussehen, ungleichmäßige Abmessungen und sichtbare Bindenähte zur Folge haben kann. Die in Tabelle 3.2 angegebenen Temperaturen können als Ausgangspunkt verwendet werden. Werkzeuge, wie sie für die

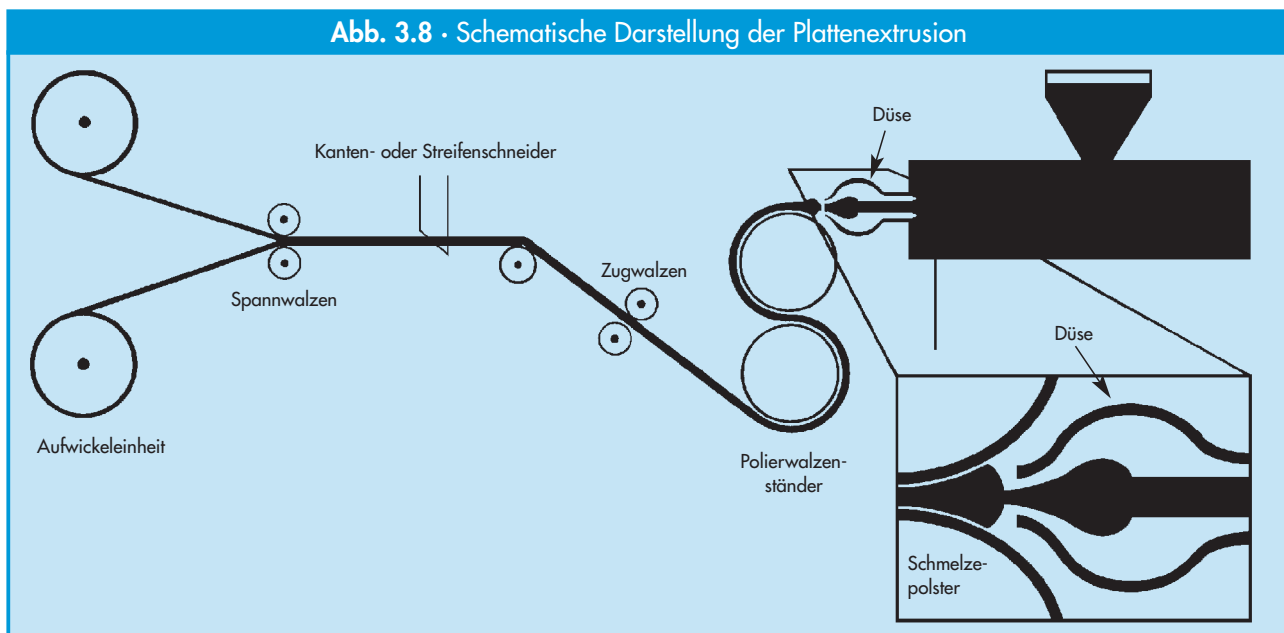
Drahtummantelung benutzt werden, können auch zum freien Extrudieren von Rohren und Schläuchen mit einem allgemeinen Aufbau nach Abb. 3.9 verwendet werden. In dem Wasserbecken wird der extrudierte Polymerschlauch durch einen oder mehrere Kalibrierringe gezogen, um den Außendurchmesser zu kontrollieren.

3.6.3 Plattenextrusion

Wie in Abb. 3.8 gezeigt, können Riteflex® TPE-Platten mit herkömmlichen Maschinen hergestellt werden, die meist einen Extruder, Plattendüsen, Polierwalzen, Zugwalzen, Kantenschneider und Aufwickelvorrichtungen umfassen. Eine Flexlip-Kleiderbügeldüse ist für die Plattenextrusion am besten geeignet, weil sie keine stagnierenden Bereiche wie T-Düsen aufweist. Wie bei anderen Verarbeitungsmaschinen für Riteflex TPE können solche stagnierenden Bereiche ein Festsetzen der Schmelze und eine Zersetzung des Materials verursachen. Der justierbare Lippenspalt der Düse wird so eingestellt, dass ein gleichmäßiger Schmelzfluss über die gesamte Düse erzielt wird. Eine gute Regelung der Werkzeugtemperatur ist ebenfalls erforderlich.

Der Luftspalt sollte möglichst klein sein, ebenso wie das Schmelzpolster im Wulst (zwischen den Einzugswalzen), um Spannungen in der Platte zu ver-

Abb. 3.8 · Schematische Darstellung der Plattenextrusion



meiden (die durch ein zu großes Schmelzpolster entstehen können), jedoch nicht zu klein, um keine ungleichmäßige Plattendicke zu verursachen.

– Polierwalzen

Diese Walzen dienen zur Verbesserung der Oberflächenqualität der Platten. Die Temperatureinstellungen liegen normalerweise zwischen 40 und 80 °C, wobei für die Typen mit niedrigeren Durometer-Härtegraden niedrigere Temperaturen verwendet werden. Die genauen Walzentemperaturen und der Wärmeübergang können durch die Sauberkeit der Walzenflächen stark beeinflusst werden. Bei der Extrusion weicherer Riteflex Typen sollten Walzen mit rauheren Oberflächen zum Einsatz kommen um das Kleben des Extrudats auf der Walze zu vermeiden (Rauhtiefe ca. 0,5 bis 0,6 µm).

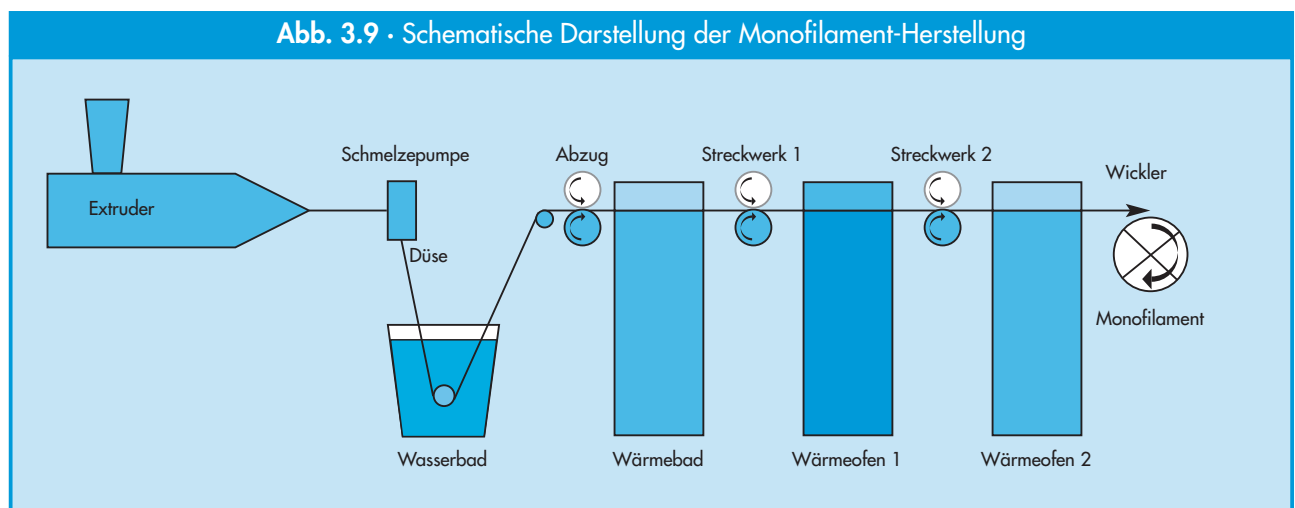
3.6.4 Folienextrusion

Extrusionsfolien können aus Riteflex-Elastomeren mit Shore D-Härtegraden über 40 hergestellt werden. Die Verarbeitung sollte mit den in Tabelle 3.1 angegebenen empfohlenen Extrusionstemperaturen für den verwendeten Typ beginnen. Diese Bedingungen sollten dann korrigiert werden, um die bestmögliche Zufuhrqualität für die nachgeschalteten Folienverarbeitungsmaschinen zu liefern. Weil die Klebrigkeit

der Folien bis zu recht tiefen Temperaturen erhalten bleibt, sind nicht modifizierte Polymere mit geringeren Härtegraden für das Foliengießen nicht zu empfehlen. Blasfolien können mit Riteflex-Elastomeren ebenfalls hergestellt werden. Auch hier kann die Klebrigkeit von nicht modifizierten Typen mit niedrigen Härtegraden unter 40 zu einem Selbstklebeeffekt führen. Wenn Probleme bezüglich des Klebens des Materials an Gießwalzen oder des Verklebens mehrerer Lagen auf Aufnahmerollen auftreten, kann dem Polymer im Aufgabetrichter ein Antiblockmittel zugesetzt werden.

3.6.5 Monofilamente

Riteflex TPE-Polymere können zur Herstellung von Monofilamenten mit unterschiedlichen Eigenschaften eingesetzt werden. Die Eigenschaften des fertigen Monofilaments, insbesondere das elastische Rückstellvermögen, hängen weitgehend von den verwendeten Ziehmaschinen und Bedingungen ab. Wie bei der Folienextrusion sollte der Extruder zunächst auf die in Tabelle 3.1 empfohlenen Bedingungen eingestellt werden, die anschließend für das Ziehen und die übrigen Verarbeitungsschritte bei der Herstellung von Monofilamenten optimiert werden.



4. Oberflächenbehandlung

Für die Riteflex® TPE-Typen stehen verschiedene Verfahren der Oberflächenbehandlung zur Verfügung, einschließlich Einfärben, Lackieren, Heißprägen, Hinterspritzen und Lasermarkierung. Beim Sublimationsdruck kann es insbesondere bei den weicheren Typen zum Verblässen der Farben und Verschwimmen der Bilder kommen.

4.1 Lackieren

Das Lackieren kann mit handelsüblichen Lacksystemen erfolgen. Die Einbrenntemperaturen sollten bei den weicheren Typen nach unten korrigiert werden. Beim Einbrennen kann es zu einer weiteren Schwindung oder Verformung kommen. Die Lacksysteme umfassen meist eine Grundierung (Primer) und einen Decklack, der vom Endanwender vorgegeben werden kann, insbesondere bei Kfz-Anwendungen.

4.2 Heißprägen

Für das Heißprägen werden die unterschiedlichsten Folien mit pigmentierten und/oder metallisierten Beschichtungen verwendet, um hochglänzende, seidenmatte oder matte Oberflächen zu erzielen. Die Auswahl der Folie richtet sich nach den ästhetischen und funktionalen Anforderungen für die jeweilige Anwendung; außerdem müssen sich die Folien mit dem betreffenden Riteflex TPE-Typ verarbeiten lassen. Die jeweilige Anwendung sollte daher mit dem Folienhersteller besprochen werden, um sicherzustellen, dass das Endprodukt die Anforderungen für den Verwendungszweck erfüllt. Folien, Filme und Etiketten können auch im IMD- oder Hinterspritzverfahren hergestellt werden. In diesen Fällen muss die Formteilgeometrie relativ einfach gehalten werden, und die Formzyklen können etwas länger sein.

4.3 Bedrucken

Verschiedene Druckverfahren können eingesetzt werden, um Grafiken, Seriennummern, Strichcodes und dergleichen auf Formteile aus Riteflex® TPE aufzudrucken. Zu diesen Verfahren gehören unter anderem Offsetdruck, Siebdruck, Tampondruck, Sublimationsdruck und Lasermarkierung. Sublimationsdruckfarben können jedoch durch das TPE-Material diffundieren, insbesondere bei den weicheren Typen, weshalb die Langlebigkeit der mit diesem Ver-

fahren hergestellten Bilder vor dem Produktionsdruck überprüft werden sollte.

4.4 Lasermarkierung

Die Lasermarkierung oder -beschriftung kann verwendet werden, um ohne Druckfarben, Farbstoffe oder Lacke Grafiken mit einer Tiefe von mehreren 1/100 mm aufzubringen. Dieses Verfahren eignet sich für matte oder glänzende Oberflächen auf ebenen oder gekrümmten Teilen. Auf dunklen Oberflächen können weiße Beschriftungen aufgebracht werden und umgekehrt. Sowohl Nd:YAG-Laser (Neodym-dotierte Yttrium-Aluminium-Granat-Kristalllaser) als auch Excimerlaser werden verwendet, letztere zur Anbringung von dunklen Beschriftungen auf weißen Formteilen.

Hinweise für Anwender

Die in dieser Veröffentlichung enthaltenen Informationen sind nach unserem besten Wissen zutreffend.

Wir übernehmen jedoch keinerlei Haftung für die Richtigkeit und Vollständigkeit dieser Informationen. Bestimmte Eigenschaften unserer Produkte werden hiermit weder vereinbart noch zugesichert.

Die in dieser Veröffentlichung enthaltenen Berechnungsverfahren beruhen häufig auf Vereinfachungen und sind daher nur annähernder Natur. Wir empfehlen dringend, das Funktionieren des jeweiligen Bauteils in der konkreten Anwendung durch das Ausprüfen von Prototypen sowie genauere Berechnungsverfahren sicherzustellen. Jede Anwendung der in dieser Veröffentlichung enthaltenen Informationen oder der hierin beschriebenen Produktionsmittel, Verarbeitungsverfahren oder Materialien setzt die Einhaltung aller einschlägigen Sicherheitsvorschriften und Bestimmungen zum Schutze der Gesundheit voraus.

Ob durch die Verwendung der in dieser Veröffentlichung genannten Materialien bestehende Patente verletzt werden, hat der jeweilige Anwender in alleiniger Verantwortung zu prüfen.

Die Eigenschaften von Formteilen werden durch verschiedene Faktoren wie etwa Materialauswahl, Zusätze zum Material, Formteildesign, Verarbeitungs- oder Umweltbedingungen beeinflusst. Die Entscheidung über die Eignung eines bestimmten Materials und Bauteildesigns für einen konkreten Einsatzzweck obliegt ausschließlich dem jeweiligen Anwender. Dieser hat sicherzustellen, dass das verarbeitete Material den Anforderungen des jeweiligen Produktes und Einsatzzweckes entspricht. Hierfür hat er Prototypen aller Produkte, die Kunststoffe enthalten, unter den härtesten Bedingungen auszuprüfen, denen die Produkte in der praktischen Anwendung ausgesetzt sein werden.

Die in dieser Veröffentlichung angegebenen Materialdaten und Messwerte basieren entweder auf Laborversuchen unter standardisierten Bedingungen und bewegen sich innerhalb der normalen Eigenschaften unveränderten Original-Materials, oder sie entstammen verschiedenen veröffentlichten Quellen. Wenngleich davon auszugehen ist, dass diese Daten und Werte für das jeweilige Material typisch sind, bilden sie allein keine ausreichende Grundlage für eine Bau-

teilauslegung und dienen auch nicht der Festlegung von Maximalwerten, Minimalwerten oder Wertebereichen zu Spezifikationszwecken. Farbstoffe oder sonstige Zusätze können zu erheblichen Abweichungen in den Materialeigenschaften führen.

Wir empfehlen dem Anwender dringend, die aktuellen Anweisungen des jeweiligen Herstellers für den Gebrauch der einzusetzenden Materialien einzuholen und diese zu befolgen sowie die Handhabung der Materialien nur hinreichend geschultem Personal zu überlassen. Wenn Sie zusätzliche technische Informationen benötigen, erreichen Sie uns unter einer der umseitig aufgeführten Telefonnummern. Bei der Verarbeitung unserer Produkte berücksichtigen Sie bitte die entsprechenden Sicherheitsdatenblätter, die Sie von unserem Customer Service unter einer der umseitig aufgeführten Telefonnummern erhalten. Zudem ist es bei vielen Materialien erforderlich, den Kontakt von Menschen mit diesen Materialien im Hinblick auf mögliche schädliche Auswirkungen auf das praktisch geringstmögliche Maß zu reduzieren. Soweit in dieser Veröffentlichung Risiken aufgeführt sind, können darüber hinaus weitere, in dieser Veröffentlichung nicht aufgeführte Risiken bestehen.

Unsere Produkte sind nicht für eine Verwendung in medizinischen oder zahnmedizinischen Implantaten bestimmt.

© Copyright Ticona GmbH

Ausgabe: Oktober 2006

Ticona

Hostaform® , Celcon®

Polyoxymethylen Copolymer (POM)

Celanex®

Thermoplastische Polyester (PBT)

Impet®

Thermoplastische Polyester (PET)

Vandar®

Thermoplastische Polyester Blends

Riteflex®

Thermoplastische Polyester Elastomere (TPE-E)

Vectra®

Flüssigkristalline Polymere (LCP)

Fortron®

Polyphenylensulfid (PPS)

Celstran® , Compel®

Langfaserverstärkte Thermoplaste (LFT)

GUR®

Ultrahochmolekulares Polyethylen (PE-UHMW)

Ticona GmbH

Information Service

Tel.: +49 (0) 180 - 5 84 26 62 (Deutschland)*

+49 (0) 69 - 30 51 62 99 (Europa)

Fax: +49 (0) 180 - 2 02 12 02**

e-Mail: infoservice@ticona.de

Internet: www.ticona.com

* bis zum 31.12.2006 0,12 €/min aus dem Festnetz der T-Com;
ab dem 01.01.2007 0,14 €/min

** 0,06 €/Call aus dem Festnetz der T-Com

Riteflex® Thermoplastische Polyester Elastomere (TPE-E)

TI-BR1033DE10.2006