

# Produktübersicht

## Technische Daten



Covestro Deutschland AG  
Business Unit Polycarbonates,  
D-51365 Leverkusen  
Germany

plastics@covestro.com  
plastics.covestro.com

This information and our technical advice – whether verbal, in writing, or by ways of trial – are given in good faith but without warranty, and this also applies where proprietary rights of third parties are involved. The information is provided by Covestro without assumption of any liability. If any of the above-mentioned regulations change after the date of declaration, this declaration is no longer valid. Covestro will strive to keep this information up-to-date. Our advice does not release you from the obligation to verify the information provided – especially that contained in our safety data and technical information sheets – to check for updates of any information provided by us, and to test our products as to their suitability for the intended processes and uses. The application, use, and processing of our products and the products manufactured by you on the basis of our technical advice are beyond our control and, therefore, entirely your own responsibility. Our products are sold in accordance with the current version of our General Conditions of Sale and Delivery.

Edition: 2024 · Printed in Germany

Apec<sup>®</sup>





Apec® ist eine Weiterentwicklung des Polycarbonates Makrolon® hin zu höherer Wärmeformbeständigkeit. Es weist eine einmalig günstige Kombination von Zähigkeit, Transparenz, Lichtstabilität und Fließfähigkeit auf. Aufgrund seiner hohen Wärmeformbeständigkeit von bis zu 203 °C (VST/B 120) ist Apec® der ideale Werkstoff für Formteile, die wegen ihrer hohen thermischen Belastung nicht mehr mit Standard-PC realisierbar sind.

# Apec®

## Charakterisierung

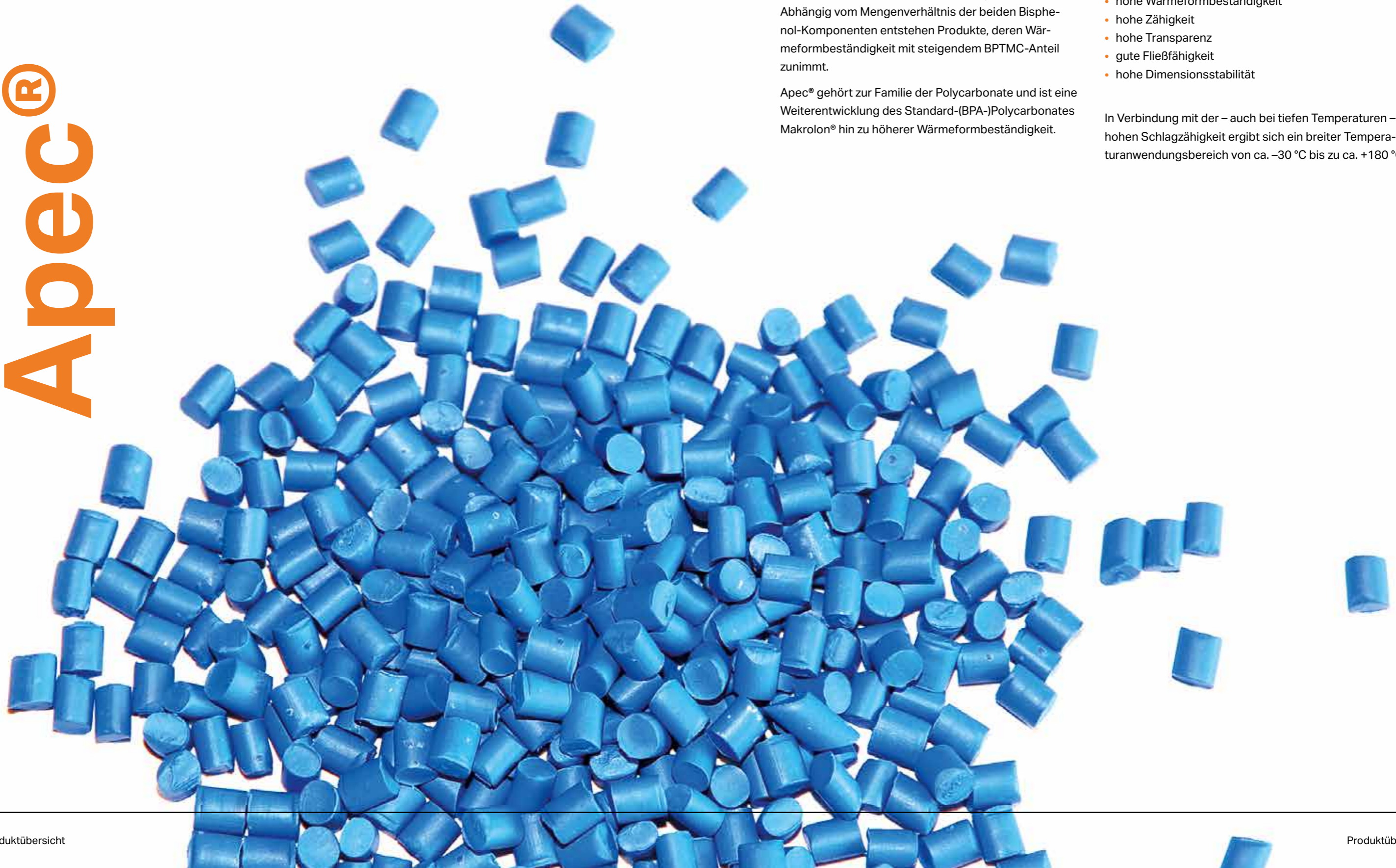
Die Apec® Typen sind lineare, amorphe Copolycarbonate (PC-HT), bestehend aus BPA, dem Baustein des Makrolon®, und BPTMC, einem speziellen Polymerbaustein. Abhängig vom Mengenverhältnis der beiden Bisphenol-Komponenten entstehen Produkte, deren Wärmeformbeständigkeit mit steigendem BPTMC-Anteil zunimmt.

Apec® gehört zur Familie der Polycarbonate und ist eine Weiterentwicklung des Standard-(BPA-)Polycarbonates Makrolon® hin zu höherer Wärmeformbeständigkeit.

Apec® zeichnet sich durch eine besonders günstige Kombination folgender Eigenschaften aus:

- hohe Wärmeformbeständigkeit
- hohe Zähigkeit
- hohe Transparenz
- gute Fließfähigkeit
- hohe Dimensionsstabilität

In Verbindung mit der – auch bei tiefen Temperaturen – hohen Schlagzähigkeit ergibt sich ein breiter Temperatur Anwendungsbereich von ca. –30 °C bis zu ca. +180 °C.



# Apec®-Typenübersicht

Typ	Vicat-Erweichungstemperatur (°C)	MVR <sup>1)</sup> (cm <sup>3</sup> /10 min)	UV-stabilisiert	Leicht entformbar
<b>Leichtfließende Typen</b>				
1695	158	45		X
1795	173	30		X
1895	183	18		X
1897	182	18	X	X
2095 <sup>2)</sup>	203	8		X
2097	202	8	X	X
<b>Flammgeschützter Typ</b>				
FR1897 <sup>3)</sup>	182	18	X	X
<b>Typ mit hoher diffuser Lichtreflexion bzw. hoher Lichtdichtigkeit (reflective white)</b>				
RW1695				X
<b>Höherviskose Typen</b>				
1603	159	25	X	
1703	171	17	X	
1800	185	10		
1803	184	10	X	
<b>Typen für medizinische Anwendungen</b>				
1745 <sup>4)</sup>	170	17		X
1745 RE <sup>4)5)</sup>	170	17		X
2045 <sup>4)</sup>	203	8		X

<sup>1)</sup> 330°C/2,16 kg  
<sup>2)</sup> Nicht in klar transparent der Farbe 551022 verfügbar, alternativ Apec® 2097 551022 verwenden.  
<sup>3)</sup> V-O/3,0mm, gemäß internen Prüfungen, transparente Einfärbungen möglich.  
<sup>4)</sup> Geeignet für Heißdampfsterilisation, erfüllt die Kriterien der US Pharmacopeia (USP) Klasse VI, biokompatibel gemäß vielen ISO 10993-1 Testanforderungen  
<sup>5)</sup> Produkt aus teilweise bio-zirkulären Rohstoffen / Berechnet über Mengenausgleich (nach ISCC Plus Standard)  
<sup>6)</sup> Haftungsausschluss (siehe Seite 27).

## Lieferform

Granulat, verpackt in 25-kg-PE-Säcken, Großgebunden (Bigbags), Großkartons mit PE-Innensack oder als Siloware lieferbar. Apec® ist in vielen transparenten und gedeckten Farben erhältlich.

Die Herstellbetriebe für Apec® sind von den zuständigen Zertifizierungsgesellschaften nach ISO 9001 zertifiziert.

## Kennzeichnung der Handelsprodukte

Die Kennzeichnung der Apec® Handelsprodukte basiert auf einer 4-stelligen, selbsterklärenden Nomenklatur. Die ersten beiden Ziffern bezeichnen die Wärmeformbeständigkeit.

- 16.. Vicat ca. 160 °C
- 17.. Vicat ca. 170 °C
- 18.. Vicat ca. 185 °C
- 20.. Vicat ca. 203 °C

Die Ziffern 3 und 4 beschreiben den Typ.

- ..00 Höherviskos
- ..03 Höherviskos, UV-stabilisiert
- ..45 Medizintyp, leicht entformbar
- ..95 Leichtfließend, leicht entformbar
- ..97 Leichtfließend, leicht entformbar, UV-stabilisiert

## Vorsatzcodes

- FR.. flammgeschützt
- RW.. Reflective White

## Farbbezeichnungen

Sie erfolgen durch einen 6-stelligen Zahlencode. Die ersten beiden Ziffern geben die Hauptfarbe an, die weiteren 4 Ziffern dienen zur Unterscheidung der verschiedenen Tönungen.

	Gedekte Farbtöne	Transparente Farbtöne	Transluzente Farbtöne
Weiß	01	-	02 (Milchweiß)
Gelb	10	15	12
Orange	20	25	22
Rot	30	35	32
Violett	40	45	42
Blau	50	55	52
Grün	60	65	62
Grau	70	75	72
Braun	80	85	82
Schwarz	90	-	-
Natur	00	00	-



## Anwendungen

Formteile aus Apec® haben aufgrund ihrer vorteilhaften Eigenschaftskombination (ausgezeichnete Transparenz, Temperaturbeständigkeit und Zähigkeit) ein vielseitiges Anwendungsspektrum.

### Automobil:

- Scheinwerferblenden und -rahmen
- Scheinwerferreflektoren
- Scheinwerferlinsen
- Reflektoren für Blinker-, Rück- und Kennzeichenleuchten
- Brems- und Blinkleuchtenkappen (Lichtfilter)
- Hochgesetzte Stoppleuchten
- Gehäuse sowie Abdeckungen und Linsen für Innenbeleuchtung
- Flachsicherungen

### Elektronik/Elektrotechnik;Haushaltsgeräte:

- Bauteile von Messwandlern
- Leuchtenabdeckungen
- Sammelschienenträger (Isolatoren)
- Sicherungshäuser
- Skalenblenden für Elektroherde
- Steckdosengehäuse
- Beleuchtete Drehschalter
- Haarstyling-Zubehör
- Chip Trays

### Beleuchtung:

- Signalleuchtensysteme
- Leuchten/Einbauleuchten
- Industrieleuchtenabdeckungen
- Dentalleuchten
- Gehäuse für Halogen- und Spotleuchten
- Verbindungsteile von Halogensystemen
- Schiffsluchtenabdeckungen

### Medizintechnik/ Heißdampfsterilisation\*:

- Spritzenaufsätze
- Transportbehälter
- Sicherheitsventil für Beatmungshilfen
- Sterilisations-Trays
- Medizinische Gefäße
- Folien für medizinische Verpackungen
- Beatmungs-Masken

### Sicherheit:

- Visiere für Feuerwehrhelme
- Sichtscheiben von Gasmasken

## Wärmeformbeständigkeit/ Alterungsverhalten

Die besondere Eigenschaft von Apec® ist die abgestufte, hohe Wärmeformbeständigkeit in Verbindung mit ausgezeichneter Transparenz, geringer Eigenfarbe, guter Fließfähigkeit und hoher Schlagzähigkeit. Es sind Produkte mit einer Vicat-Erweichungstemperatur bis 203 °C verfügbar.

Die mögliche Einsatztemperatur der Apec® Typen liegt bei kurzzeitiger Wärmebelastung und mechanisch wenig beanspruchten Teilen ca. 15 °C unterhalb der jeweiligen Vicat-Erweichungstemperatur. Die Dauergebrauchstemperatur von Apec® Teilen hängt von den Anforderungen an das Formteil ab. Wie bei allen Thermoplasten kann langzeitige Temperaturbelastung zur Veränderung des Eigenschaftsniveaus (z. B. Mechanik und Farbe) führen. Weiterhin hängt das Ausmaß der Veränderung von der Belastungsdauer ab. Bei überhöhter Wärmebelastung kann es im Extremfall zum Ausfall des Formteils durch Sprödbruch oder Anschmelzen kommen.

Richtwerte für Temperaturbeaufschlagung und Einsatzdauer von Teilen aus Apec® sind z. B. die Temperatur-Indices nach UL 746B (siehe Richtwerte-Tabelle). Sie entsprechen der Temperatur, bei der die geprüfte Materialeigenschaft für eine definierte Expositionszeit noch mindestens 50 % des Ausgangsniveaus aufweist.

## Optische Eigenschaften

Apec® ist in einer glasklaren, leicht bläulichen Farbe (551022) erhältlich. In dieser Farbe erreicht Apec® eine Lichttransmission von 90 % bei 1 mm Wandstärke. Der Brechungsindex liegt auf Standard-PC-Niveau und nimmt mit steigender Wärmeformbeständigkeit etwas ab. Weiterhin sind hoher Oberflächenglanz und exzellente Oberflächenqualität typisch für Apec®.

## Zähigkeit

Apec® besitzt eine hohe Schlagzähigkeit über einen breiten Temperaturbereich. Das hohe Energieaufnahmevermögen zeigt sich ebenfalls bei biaxialer Beanspruchung im Durchstoßversuch.

## Schmelzeviskosität; Fließfähigkeit

Mit steigender Wärmeformbeständigkeit der Apec® Typen nimmt erwartungsgemäß deren Schmelzeviskosität zu. Im Vergleich zu anderen amorphen Thermoplasten, z. B. Polyarylaten, zeigt Apec® bei vergleichbarer Wärmeformbeständigkeit jedoch

eine deutlich geringere Schmelzeviskosität und somit eine bessere Fließfähigkeit.

Die Bilder 1 bis 4 zeigen eine Auswahl von Fließweg-/Wanddicken-Diagrammen.

Apec® 1603 und 1695

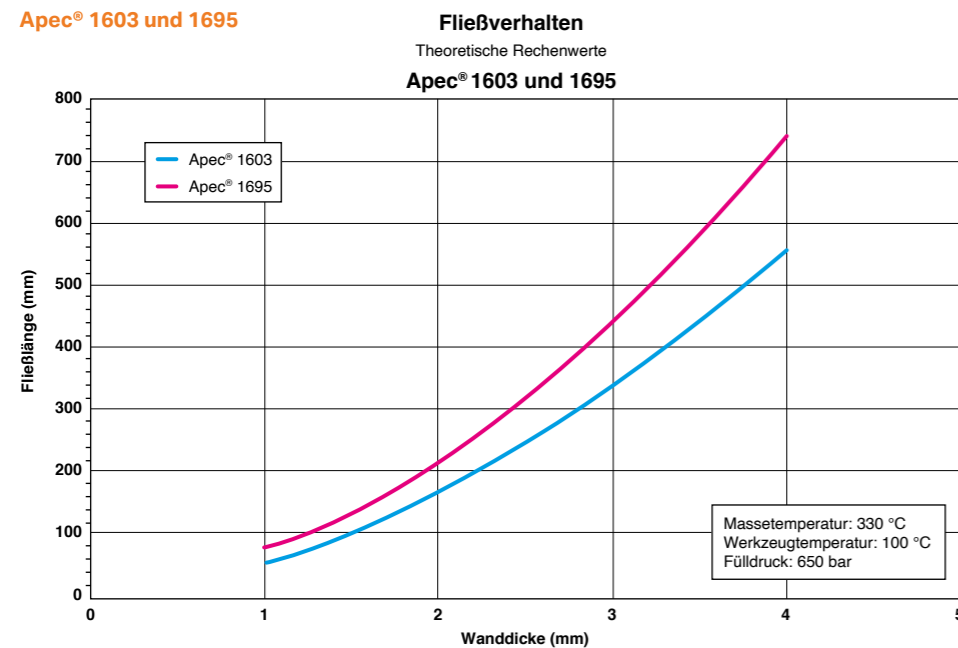


Bild 1: A. 1603 (A. 1695)

Apec® 1745 und 1795

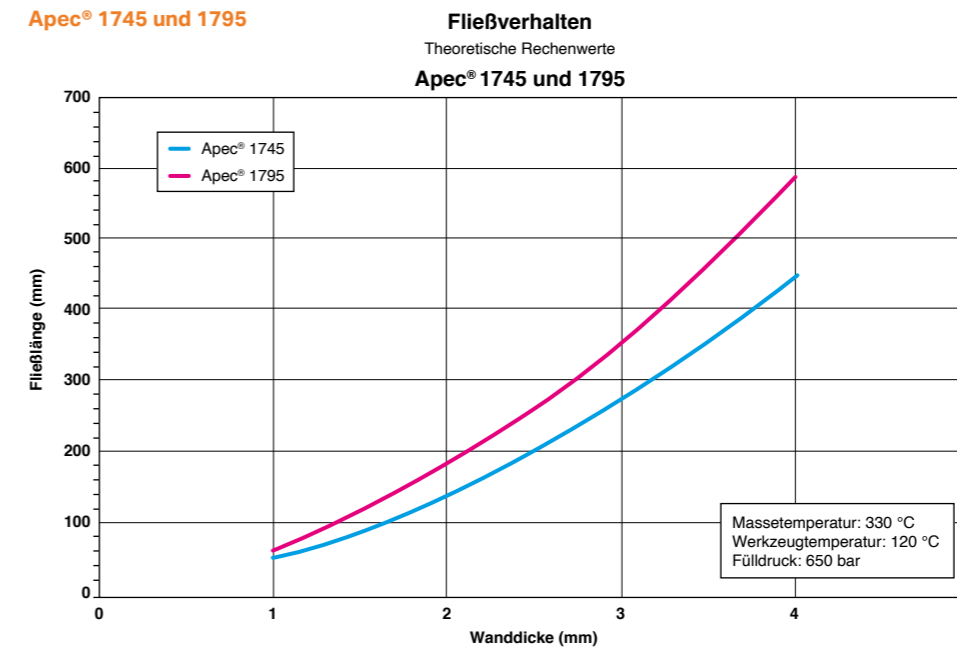


Bild 2: A. 1745 (A. 1795)

Apec® 1803 und 1895

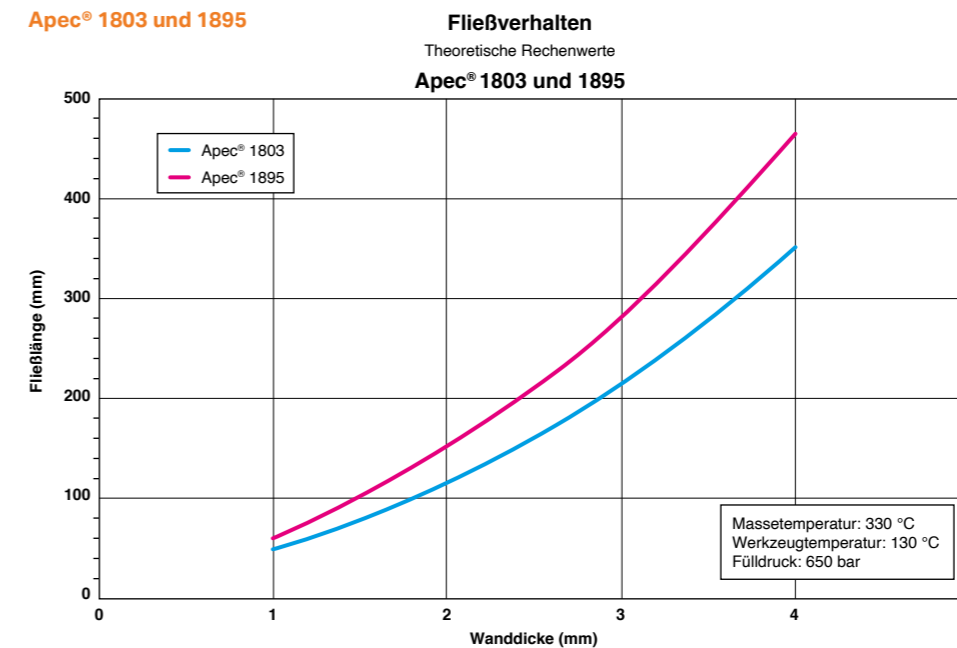


Bild 3: A. 1803 (A. 1895)

## Apec® 2045 und 2095

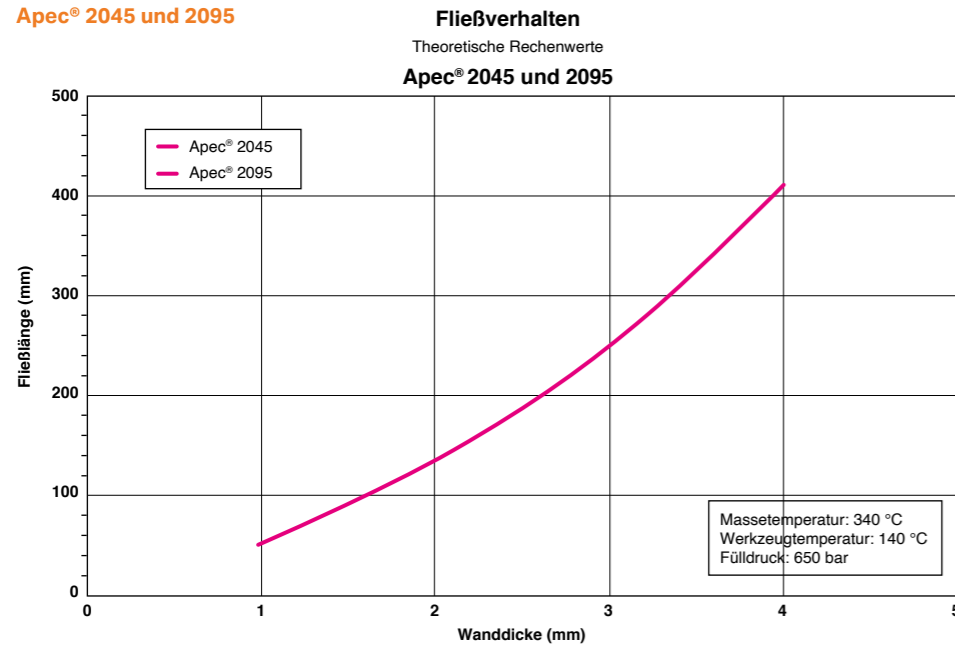


Bild 4: A. 2045 (A. 2095)

## Elektrische Eigenschaften

Die elektrischen Eigenschaften von Apec® und Standard-Polycarbonat sind vergleichbar. Dies trifft insbesondere für den hohen spezifischen Oberflächenwiderstand, den hohen spezifischen Durchgangswiderstand sowie die Dielektrizitätszahl zu. Die Typen mit der höchsten Erweichungstemperatur (A. 2095 und A. 2097) erreichen einen bemerkenswert hohen CTI (Vergleichszahl der Kriechwegbildung).

## Flammwidrigkeit

Apec® ohne Flammschutzadditive ist für die relevanten Wandstärken nach UL 94 mit HB einzuordnen. Der Typ Apec® FR1897 (transparente und opake Einfärbungen möglich) erreicht nach UL94 V-0/3,0mm bzw. V-2/1,5mm (interne Messung). Er erfüllt zudem die Anforderungen nach EN170 und ist somit für Feuerwehrhelm-Visiere geeignet.

## Eignung für Außenanwendungen

Der ultraviolette Anteil des Sonnenlichtes wird von Apec® absorbiert und führt im Laufe der Zeit zu einer Verfärbung/Vergilbung. Bei den UV-stabilisierten Apec® Typen ist die Verfärbung/Vergilbung deutlich reduziert. Sind hohe Anforderungen an die UV-Stabilität gefragt, ist die zusätzliche Verwendung eines UV-Schutzlacks notwendig.

## Lichtreflexion

Der Apec® Typ RW1695 ermöglicht Anwendungen mit hoher Anforderung an die diffuse Lichtreflexion auf Gebrauchstemperaturniveau oberhalb der Makrolon® RW Typen. Apec® RW1695 weist außerdem eine hohe Opazität auf; Teile aus diesen Materialien blockieren das Licht hervorragend.

## Chemikalienbeständigkeit, Spannungsrissbeständigkeit

Apec® Teile besitzen eine gute Beständigkeit gegenüber gesättigten aliphatischen Kohlenwasserstoffen, Alkoholen, verdünnten Mineralsäuren, neutralen und sauren Salzlösungen. Apec® ist nicht beständig gegen aromatische Kohlenwasserstoffe, Ammoniak, Amine und alkalische wässrige Lösungen.

Das Verhalten von Apec® gegenüber Chemikalien ist somit dem von Standard-Polycarbonat vergleichbar.

Die Chemikalienbeständigkeit und Spannungsrissbeständigkeit hängen in starkem Maße auch von Spannungszustand und Temperatur des betreffenden Teils sowie der jeweiligen Konzentration der in Frage kommenden Chemikalien ab. Deshalb sollte im Zweifelsfall ein Praxistest durchgeführt werden. Falls dies nicht möglich ist, kann ein Test nach dem Biegestreifenverfahren (DIN 53 449/3) zumindest eine Orientierung geben. Zur Vermeidung von Spannungsrissen muss generell darauf geachtet werden, dass die bleibende Randfaserdehnung 0,3% nicht überschreitet.

## Hydrolysebeständigkeit

Heißes Wasser bewirkt einen allmählichen, chemischen Abbau, der mit einem Absinken der Schlagzähigkeit und Reißdehnung verbunden ist. Ein Dauereinsatz im Wasser bei Temperaturen oberhalb 60 °C ist deshalb nicht zu empfehlen.

## Löslichkeit

Mit steigender Wärmeformbeständigkeit bzw. steigendem BPTMC-Anteil nimmt die Löslichkeit der Apec® Typen in diversen nicht halogenierten Lösungsmitteln zu (z. B. Toluol, Essigsäureethylester, Essigsäuremethylester, Butanon, Tetrahydrofuran).

## Umspritzen mit Silikonkautschuk

Apec® ist das Material der Wahl für das Umspritzen mit Silikon-Kautschuk (LSR). Aufgrund der hohen

Wärmeformbeständigkeit von Apec® im Vergleich zu Makrolon® ist es möglich den Silikon-Kautschuk bei deutlich höheren Temperaturen auszuhärten als es mit Standard-PC möglich wäre. Dadurch kann der Herstellprozess signifikant verkürzt und so die Produktionskosten deutlich gesenkt werden! Die feste Verbindung beider Komponenten ist auch ohne die Verwendung eines Primers gewährleistet. Für die Herstellung von Medizin-Anwendungen im Hart / Weich-Design (z. B. Beatmungs-Masken) ist somit die Werkstoff-Kombination Apec® 1745 / Silikon-Kautschuk (LSR) ideal.

Eine weitere Verkürzung des Herstellprozesses durch noch höhere Aushärte-Temperaturen ist mit dem neuen Medizin-Typ Apec® 2045 möglich.

## Sterilisierbarkeit

Fertigteile aus Apec® 1745 können bei bis zu 143°C Heißdampf-sterilisiert werden. Um zu vermeiden dass die Teile dabei beschädigt werden muss sichergestellt sein dass keine alkalischen oder aminischen Substanzen dem Dampferzeuger als Korrosionsinhibitor zugegeben wurden. Der Kontakt mit Kondenswasser kann bei Sterilisationsbedingungen zu übermäßigem Molekularabbau führen. Deshalb sind die Teile im Sterilisator so zu positionieren dass sich kein Kondensat in ihnen ansammeln kann und zwischen flächigen Teilen genügend Abstand bleibt, damit die Bildung von Kondensatfilmen vermieden wird. So ist es möglich Teile aus Apec® 1745 viele Male mit Heißdampf zu sterilisieren bevor gradueller Molekularabbau die Mechanik der Teile vermindert. Tests an Probekörpern haben gezeigt, dass auch nach 100 Zyklen Heißdampfsterilisation (5min / 134°C) noch ein hohes Schlagzähigkeitsniveau vorhanden ist. Der neue Medizin-Typ Apec® 2045 weist eine Erweichungstemperatur (VSTB/120) von 203°C auf. Aus Apec® 2045 gefertigte Teile können deshalb mehrfach bei bis zu 180°C Heißluft-sterilisiert werden.

<sup>1)</sup> RW = Reflective White  
Abhängig vom Pigmentgehalt ist eine diffuse Lichtreflexion bis ca. 95% möglich.  
Die mechanischen Eigenschaften sind etwas spröder als bei Apec 1695.





# Verarbeitung

## Verarbeitung Materialvorbereitung/Trocknung

Zur Erzielung optimaler Formteileigenschaften ist es unbedingt notwendig, Apec® Granulat vorzutrocknen. Unzureichende Trocknung verursacht bei der anschließenden Verarbeitung Molekulargewichtsabbau. Dieser kann die Eigenschaften des gefertigten Formteils wie folgt verändern:

- „Silberschlieren“ und Bläschen auf der Oberfläche
- Versprödung (Verminderung mechanischer Eigenschaften, z. B. Schlagzähigkeit, Reißdehnung, Biegefestigkeit)
- Beeinträchtigung der Brandeigenschaften
- Erhöhung der Spannungsrisanfälligkeit

Apec® nimmt aus der Luft (23 °C/50 % rel. Feuchte) bis zu 0,12 % Wasser auf, bei direktem Wasserkontakt bis zu 0,3 %. Um die oben genannten Eigenschaftsverluste zu vermeiden, ist die Reduzierung des Wassergehaltes vor der Verarbeitung auf  $\leq 0,02$  %, bei kritischen Anwendungen  $\leq 0,01$  %, unbedingt erforderlich. Je nach Feuchtigkeitsgehalt im Granulat und Trocknerqualität empfehlen wir folgende Trocknungsbedingungen:

Sommerliche Temperaturen, insbesondere in Verbindung mit hohen relativen Luftfeuchten, erfordern längere Trocknungszeiten in Umluft- und Frischlufttrocknern, die das angegebene Zeitintervall überschreiten können. Im Extremfall mögen sogar die geforderten 0,02 % mit solchen Geräten nicht erreicht werden. Um von klimatischen Außenbedingungen unabhängig zu sein, empfiehlt sich generell der Einsatz von Trockenlufttrocknern.

Damit das Granulat nicht rückfeuchtet, vor allem bei längeren Verweilzeiten in der Spritzgießmaschine, sollte ein beheizter Einfülltrichter verwendet werden.

Eine genaue Messung der Restfeuchte ist ausschließlich mit chemisch arbeitenden Analysemethoden wie z. B. der Karl-Fischer-Titration möglich.

	Trocknungstemperatur (Granulattemperatur)	Trocknungszeit		
		Umlufttrockner (50 % Frischluft)	Frischlufttrockner (Schnelltrockner)	Trockenluft- trockner
Alle Typen	130 °C	4 bis 12 h	2 bis 4 h	2 bis 4 h

Empfohlene Trocknungsbedingungen für Apec®

## Verarbeitungstemperaturen/ -hinweise

Formteile aus Apec® werden in der Regel nach dem Spritzgießverfahren hergestellt. Die folgenden Hinweise beziehen sich deshalb ausschließlich auf diese Verarbeitungsmethode.

Zur Spritzgießverarbeitung von Apec® sind moderne Spritzgießmaschinen geeignet. Offene Düsen mit verhältnismäßig großem Querschnitt haben sich bewährt. Geringfügiges Ausfließen der Schmelze lässt sich im Allgemeinen durch etwas Schneckenrückzug verhindern (Entlastung der Schmelze).

Typ	Massetemperatur in °C	Werkzeugtemperatur in °C
16xx	320 – 340	100 – 120
17xx	320 – 340	110 – 130
18xx	330 – 340	120 – 140
20xx	330 – 340	130 – 150
FR1897	330 – 340	120 – 140
RW1695	320 – 340	100 – 120

Empfohlene Masse- und Werkzeugtemperaturen für Apec®

Zur Erzielung möglichst spannungsarmer Teile (z. B. für die Heißdampfsterilisation) empfehlen wir, die Werkzeugtemperatur möglichst hoch zu wählen. Einspritzgeschwindigkeit, Nachdruckhöhe und Nachdruckzeit hängen neben den zu verarbeitenden Thermoplasten vor allem von der Teilegeometrie und der Gestaltung des Angussystems ab. Grundsätzlich kann Apec® schnell eingespritzt werden, aber auch gestuftes Einspritzen hat sich bewährt. Nachdruckhöhe und Nachdruckzeit sollten nicht höher bzw. länger als unbedingt notwendig sein.

Bei einer Produktionsunterbrechung ist Folgendes zu beachten:

Die Verwendung von nitrierten Spritzgießeinheiten wird grundsätzlich nicht mehr empfohlen.

Ist eine verschleiß- und korrosionsgeschützte Einheit (ausgeschleuderter Zylinder mit Chromstahlschnecke) in Gebrauch, kann auf Raumtemperatur abgeheizt werden.

In der Regel ist das Entformen von Spritzlingen aus Apec® problemlos (empfohlene Entformungsschragen mind. 1 %). Bei der Entformung vom Werkzeugkern wirkt sich eine hohe Werkzeugtemperatur erfahrungsgemäß positiv aus. Treten dennoch Entformungsprobleme auf, kann gegebenenfalls auf einen entformungsmittelhaltigen Typ umgestellt werden. Dagegen empfehlen wir, auf die Verwendung von Formtrennmitteln zu verzichten, da dies eine Schädigung des Spritzlings zur Folge haben kann.

Weitere Verarbeitungshinweise finden Sie in unserer produktübergreifenden Informationsschrift „Verarbeitungsdaten für den Spritzgießer“.

Verfahren, nach denen Apec® sich ebenfalls verarbeiten lässt, sind:

- Plattenextrusion
- Folienextrusion
- Profilextrusion
- Extrusionsblasen
- Spritzblasen
- Foliengießen

## Recycling, Entsorgung

Verarbeitungsausschuss und -abfälle können unter Beachtung der Trocknungs- und Verarbeitungshinweise für Primärware regeneriert und zu neuen Formteilen verarbeitet werden. In jedem Fall muss das Eigenschaftsniveau und die Farbe von Formmassen, die Regenerate enthalten, im Hinblick auf die Verwendung geprüft werden. Der zulässige Anteil eines wiedereingesetzten Materials ist im Einzelfall zu ermitteln.

Bei Einsatz von Mahlgut ist zu berücksichtigen, dass die vom Extrudergranulat abweichende Korngeometrie das Einzugs- und Plastifizierverhalten beeinflusst. Aus dem gleichen Grund neigen auch physikalische Mischungen aus Mahlgut und Granulat unter Bewegung bei Transport, Förderung und Dosierung zur Entmischung.

Bei Wiederverwertung von Apec® ist darauf zu achten, dass keine Fremdmaterialien und kein Schmutz eingeschleppt werden. Apec® ist mit additivfreiem, nicht-geblendetem BPA-PC gut verträglich, sodass eine gemeinsame Wiederverwertung grundsätzlich möglich ist. Zu beachten ist, dass sich bei homogenen Mischungen beider Formmassen die Eigenschaften gemäß deren Mischungsanteilen einstellen.

Apec® kann zudem durch Deponierung oder fachgerechte Verbrennung umweltfreundlich entsorgt werden.

Für Apec® sind folgende Kennzeichnungen vorgesehen:

Standardtypen: > PC-HT <

Typen mit erhöhter Viskosität: > PC-HT <

FR-Typen: > PC-HT FR <

## Konstruieren mit Apec®

Apec® ist ein amorpher Thermoplast mit hoher Wärmeformbeständigkeit, der zur Familie der Polycarbonate gehört. Apec® weist im Vergleich zu anderen amorphen, hochwärmeformbeständigen Thermoplasten eine gute Fließfähigkeit auf. Dadurch steht dem Konstrukteur ein hohes Maß an Gestaltungsfreiheit und dem Verarbeiter ein weites Verarbeitungsfenster zur Verfügung.

## Schwindung, Toleranzen

Apec® zeigt längs und quer zur Fließrichtung gleiches Schwindungsverhalten. Dies ist eine Voraussetzung zur Fertigung von Formteilen mit hoher Form- und Maßhaltigkeit. Unter optimalen Fertigungsbedingungen sind Toleranzen von  $\pm 0,1$  % beim Nennmaß 100 mm einhaltbar.



Apec®-Typen	längs / quer
1695	0,70/0,70
1795	0,75/0,75
1895/1897	0,80/0,80
2095/2097	0,90/0,90
1603	0,75/0,75
1703	0,80/0,80
1800/1803	0,85/0,85
FR1897	0,80/0,80
1745/1745 RE	0,80/0,80
2045	0,90/0,90
RW1695	0,70/0,70

Verarbeitungsschwindungen<sup>1)</sup>

## Mechanische Eigenschaften, zulässige Spannungen und Dehnungen

Bei längerer mechanischer Belastung können bei Apec® – wie auch bei anderen amorphen Thermoplasten – Spannungsrisse auftreten. Wirken spannungsrissauslösende Medien ein, wird dieser Vorgang beschleunigt.

In der Konstruktionsphase können nicht alle Einflussfaktoren auf die Spannungsrisbildung

erfasst bzw. berücksichtigt werden. Ist eine mechanische Langzeitbeanspruchung gefordert, sollte so konstruiert werden, dass bleibende Dehnungen 0,3 % nicht überschreiten. Bei kurzzeitiger Beanspruchung sind wesentlich höhere Dehnungswerte möglich. Bei einmaliger kurzzeitiger Beanspruchung sind bis zu 50 % der Streckdehnung zulässig, bei mehrmaliger kurzzeitiger Beanspruchung bis zu 25 %.

Bei Unsicherheiten in der rechnerischen Spannungsermittlung sind entsprechende Sicherheitsfaktoren zu berücksichtigen. Die Chemikalienbeständigkeit und das Spannungsrisverhalten hängen in starkem Maße von der Objekttemperatur, der Art und der Zusammensetzung der in Frage kommenden Chemikalien sowie von den inneren und äußeren Spannungszuständen der Formteile ab. Abhängig von der Formteilgeometrie und dem Anwendungsfall treten sowohl Druck- als auch Zugspannungen auf.

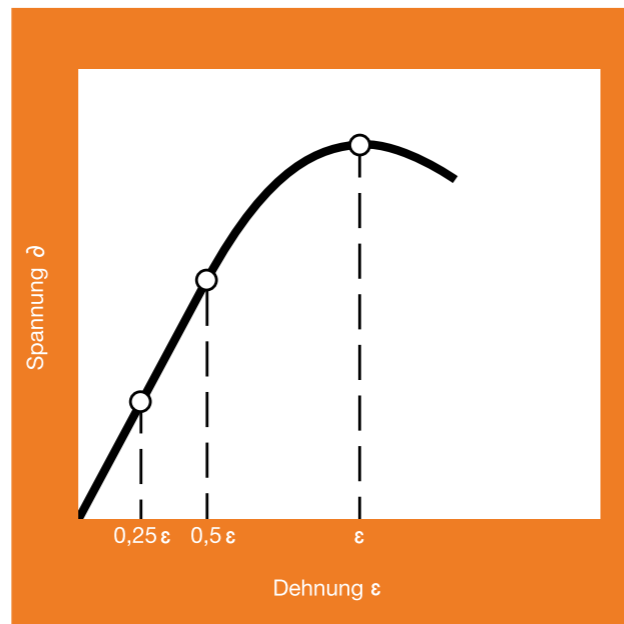


Bild 7: Zulässige Spannungen und Dehnungen für Apec®

Apec®	kurzzeitig einmalig MPa/%	kurzzeitig mehrmalig MPa/%	langzeit MPa/%
Alle Typen	56/3,4	35/1,7	7/0,3

Letztere können, falls im Übermaß vorhanden, zu lokalen Deformationszonen in der Oberfläche und in oberflächennahen Bereichen (Mikrorisse, Crazes) und damit zu Schwachstellen führen.

Um Teile mit hohem Gebrauchswert zu produzieren, liegt es im Interesse des Herstellers, solche Schwachstellen zu vermeiden, das heißt, den Spannungshaushalt der Formteile zu beherrschen.

## Radien, Querschnittsübergänge

Scharfe Ecken und Kanten führen bei Belastung zu Spannungsüberhöhungen (Kerbwirkung) im Ecken- bzw. Kantenbereich. Bei Formteilen aus Apec®, die mechanisch belastet sind, sollten alle Ecken und Kanten mit einem Radius von mindestens 0,5 mm versehen werden. Ebenso sollten abrupte Querschnittsübergänge (Steifigkeitssprünge) vermieden werden. Querschnittsübergänge sollten möglichst kontinuierlich erfolgen.



Bild 8: Gestaltung von Querschnittsübergängen

## Schraub- und Schnappverbindungen

Schraubdomen und Schnapphaken sind mechanisch beanspruchte Elemente in einem Kunststoffformteil. Schraubdomen für selbstschneidende oder selbstformende Schrauben werden beim Einschrauben geweitet. Es liegt danach eine Langzeitbeanspruchung vor. Die Aufweitung und damit das Spannungsniveau im Schraubdom wird von der Schraubdomengeometrie und der verwendeten Schraube bestimmt. Bei selbstformenden Schrauben ist die Aufweitung größer als bei selbstschneidenden. Kleine Flankenwinkel reduzieren das Spannungsniveau im Schraubdom. Es ist ratsam, die Schrauben vor dem Eindrehen zu entfetten. In diesem Zusammenhang empfiehlt es sich, keine Messingschrauben zu verwenden, da sie sich schwerer entfetten lassen als z. B. vernickelte Schrauben.

Eine rechnerische Spannungsermittlung ist sehr schwierig und mit großen Unsicherheiten behaftet (Schraubentoleranzen). Aus Praxisversuchen haben sich die nachfolgend aufgeführten Gestaltungsrichtlinien als günstig erwiesen (siehe auch unsere Informationsschrift, „Selbstformende Schrauben für thermoplastische Kunststoffe“).

<sup>1)</sup> Die Schwindungsdaten wurden an einer Rechteckplatte 150 x 105 x 3 mm mit Filmguss an der 105-mm-Seite ermittelt. Massetemperatur: 330 °C bis 340 °C (je nach Typ), Werkzeugtemperatur: 120 °C bis 150 °C (je nach Typ), Einspritzzeit: 1 s, max. Werkzeuginnendruck: 600 bar (Druckaufnehmer nahe Filmanschnitt). Bitte beachten: Die angegebenen Schwindungswerte sind „orientierende“ Werte und damit für eine Werkzeugauslegung nur bedingt geeignet. Bitte setzen Sie sich bei Bedarf mit unserer Konstruktionsabteilung in Verbindung.

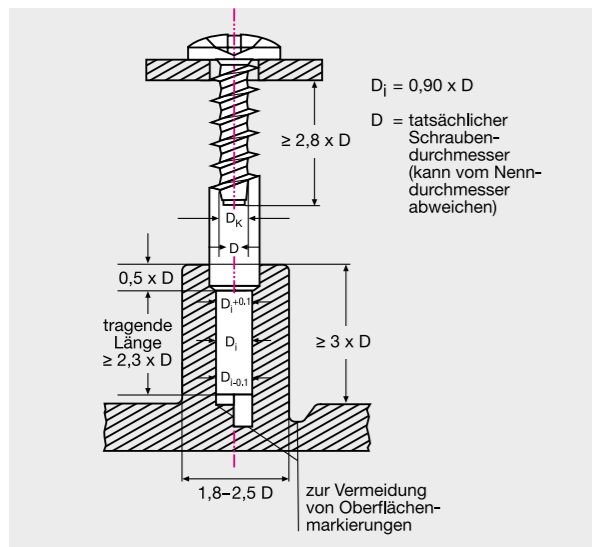


Bild 9: Dimensionierung von Schraubdomen aus Apec®

Kerndurchmesser DK (mm)	< 0,65 x D
Gewindesteigung P (mm)	0,35 x D bis 0,55 x D
Flankenwinkel α	< 40°

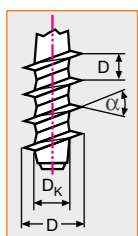


Bild 10: Verschraubung von Apec® (empfohlene Schraubengeometrie)

Schnappverbindungen sind eine einfache und kostengünstige Verbindungsart. Eine Schnappverbindung wird beim Fügevorgang kurzzeitig mechanisch belastet. Nach dem Fügevorgang ist die Verbindung meist nur noch geringen mechanischen Belastungen ausgesetzt. Spannungen und Dehnungen können in den meisten Fällen rechnerisch ermittelt werden (für Berechnungsformeln und Anwendungsbeispiele für die unterschiedlichsten Schnappverbindungsarten siehe unsere Informationsschrift „Snap-fit Joints for Plastic – A Design Guide“).

Durch geschicktes Konstruieren lassen sich hohe Spannungen vermeiden, wie Bild 11 zeigt.

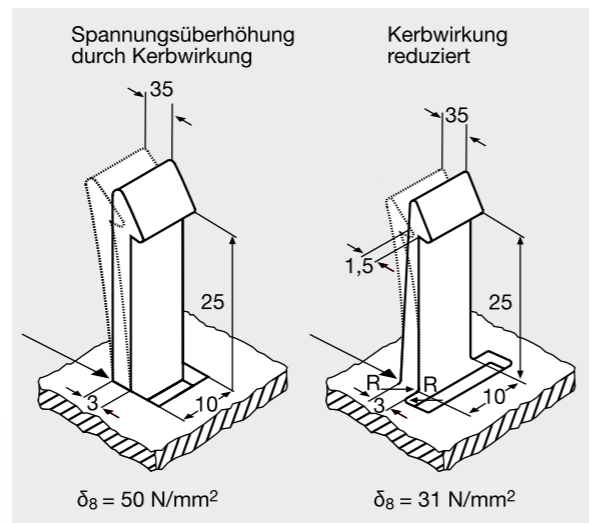


Bild 11: Gestaltung von Schnappverbindungen

### Angussgestaltung

Für Apec® können alle üblichen Angusstechniken genutzt werden. Neben allen gängigen Kaltkanalformen ist auch die Herstellung von Formteilen mit Heißkanalsystemen möglich. Das verwendete Heißkanalsystem sollte jedoch folgenden Anforderungen genügen (Bild 12):

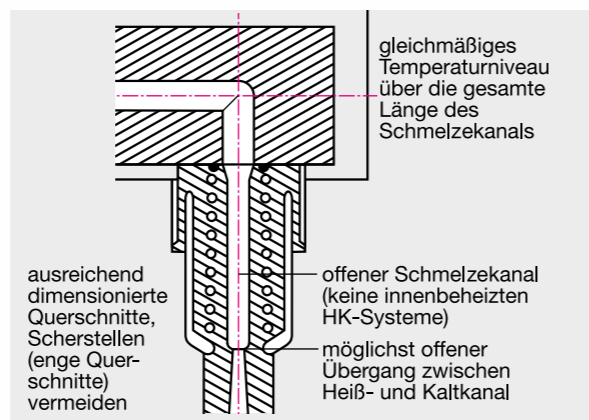


Bild 12: Anforderungen Heißkanalsystem

Formteile aus Apec® sollten spannungsarm gefertigt werden. Bei Punktangüssen ist im Formteil die Anspritzstelle der Bereich mit dem höchsten Spannungsniveau. Diese eingefrorenen Spannungen werden durch sehr hohe Fließgeschwindigkeit in unmittelbarer Anschnittnähe verursacht. Neben großen Anschnittquerschnitten kann das Spannungsniveau durch partielle Wanddickenanhebung im Anschnittbereich reduziert werden. Bei Tunnelangüssen wird eine Ausführung mit Stauboden empfohlen. Mit dieser Variante lässt sich die Belastung der Schmelze deutlich reduzieren (Bild 13).

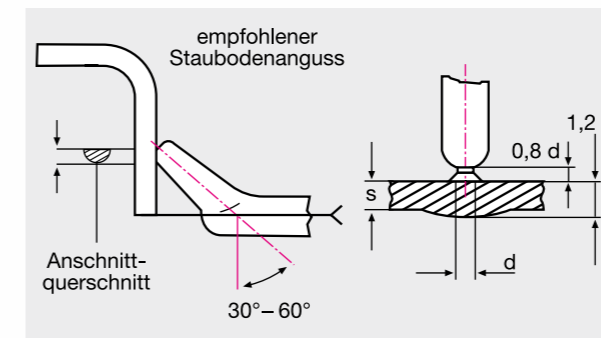


Bild 13: Anschnittdimensionierung – minimaler Anschnittdurchmesser (d) 60 % der Wanddicke (s)

Die Querschnitte der Angusskanäle müssen abhängig vom verwendeten Apec® Typ, dem Formteilgewicht und der Angusslänge dimensioniert werden. Allgemeine Empfehlungen können aufgrund der vielfältigen Einflussfaktoren nicht gegeben werden. Mit Hilfe von rheologischen Rechenprogrammen können jedoch Angussysteme mit geringem Aufwand sicher dimensioniert werden.







### ■ Leichtfließende Typen

<b>1695</b>	MVR (330 °C/2,16 kg) = 45 cm <sup>3</sup> /10 min; niedrigviskos; leicht entformbar; Erweichungstemperatur (VST/B 120) = 158 °C; vielseitig verwendbar; geeignet für eine Vielzahl von Beleuchtungs-Anwendungen innerhalb und außerhalb des Fahrzeuginnenraums (z.B. Fahrzeuginnenleuchten, Reflektoren, Blenden, Lichtfilter für Brems- und Blinkleuchten).	<b>1897</b>	MVR (330 °C/2,16 kg) = 18 cm <sup>3</sup> /10 min; niedrigviskos; leicht entformbar; UV-stabilisiert; Erweichungstemperatur (VST/B 120) = 182 °C; vielseitig verwendbar; geeignet für viele Anwendungen der Automobilbeleuchtung (Leuchtenabdeckungen, Scheinwerferlinsen) und der Sicherheitstechnik (z.B. Feuerwehrhelmsvisiere).
<b>1795</b>	MVR (330 °C/2,16 kg) 30 cm <sup>3</sup> /10 min; niedrigviskos; leicht entformbar; Erweichungstemperatur (VST/B 120) = 173 °C; vielseitig verwendbar, geeignet für eine Vielzahl von Beleuchtungs-Anwendungen innerhalb und außerhalb des Fahrzeuginnenraums (z.B. Fahrzeuginnenleuchten, Reflektoren, Blenden, Lichtfilter für Brems- und Blinkleuchten).	<b>2095</b>	MVR (330 °C/2,16 kg) = 8 cm <sup>3</sup> /10 min; niedrigviskos; leicht entformbar; Erweichungstemperatur (VST/B 120) = 203 °C; vielseitig verwendbar; geeignet für eine Vielzahl von Beleuchtungs-Anwendungen innerhalb und außerhalb des Fahrzeuginnenraums (z.B. Fahrzeuginnenleuchten, Reflektoren / Bezel, Lichtfilter für Brems- und Blinkleuchten).
<b>1895</b>	MVR (330 °C/2,16 kg) = 18 cm <sup>3</sup> /10 min; niedrigviskos; leicht entformbar; Erweichungstemperatur (VST/B 120) = 183 °C; vielseitig verwendbar, geeignet für eine Vielzahl von Beleuchtungs-Anwendungen innerhalb und außerhalb des Fahrzeuginnenraums (z.B. Fahrzeuginnenleuchten, Reflektoren, Blenden, Lichtfilter für Brems- und Blinkleuchten).	<b>2097</b>	MVR (330 °C/2,16 kg) = 8 cm <sup>3</sup> /10 min; niedrigviskos; leicht entformbar; UV-stabilisiert; Erweichungstemperatur (VST/B 120) = 202 °C; geeignet für viele Anwendungen der Automobilbeleuchtung (Leuchtenabdeckungen, Scheinwerferlinsen) und in der Sicherheitstechnik (z.B. Feuerwehrhelmsvisiere, Sichtscheiben von Gasmasken).

### ■ Flammgeschützter Typ

**FR1897** MVR (330 °C/2,16 kg) = 18 cm<sup>3</sup>/10 min; niedrigviskos; leicht entformbar; UV-stabilisiert (erfüllt die Anforderungen gemäß EN 170); Brennverhalten gemäß UL94: V-2/1,5mm bzw. V-0/3,0mm (interne Messung); Erweichungstemperatur (VST/B 120) = 183 °C; transparente und opake Einfärbungen möglich; Typische Anwendung: Visiere für Feuerwehrhelme.

### ■ Typ mit hoher diffuser Lichtreflexion und hoher Lichtdichtigkeit

**RW1695** MVR (330 °C/2,16 kg) 45 cm<sup>3</sup>/10 min; niedrigviskos; leicht entformbar; hohes Lichtreflexionsvermögen; hohe Lichtdichtigkeit; Erweichungstemperatur (VST/B 120) = 158 °C

## Höherviskose Typen

<b>1603</b>	MVR (330 °C/2,16 kg) = 25 cm <sup>3</sup> /10 min; hochviskos; UV-stabilisiert; Erweichungstemperatur (VST/B 120) = 159 °C; geeignet für viele Anwendungen der Automobilbeleuchtung innerhalb und außerhalb des Fahrzeuginnenraums sowie für Leuchtenabdeckungen im Industrie- und Haushaltsbereich.	<b>1800</b>	MVR (330 °C/2,16 kg) = 10 cm <sup>3</sup> /10 min; hochviskos; Erweichungstemperatur (VST/B 120) = 185 °C; vielseitig verwendbar.
<b>1703</b>	MVR (330 °C/2,16 kg) = 17 cm <sup>3</sup> /10 min; UV-stabilisiert; Erweichungstemperatur (VST/B 120) = 171 °C; geeignet für viele Anwendungen der Automobilbeleuchtung innerhalb und außerhalb des Fahrzeuginnenraums.	<b>1803</b>	MVR (330 °C/2,16 kg) = 10 cm <sup>3</sup> /10 min; hochviskos; UV-stabilisiert; Erweichungstemperatur (VST/B 120) = 184 °C; geeignet für viele Anwendungen der Automobilbeleuchtung innerhalb und außerhalb des Fahrzeuginnenraums (z.B. Lichtfilter für Brems- und Blinkerleuchten, Leuchtenabdeckungen im Fahrzeuginnenraum, Scheinwerferlinsen, Verbindungselemente in Leuchtensystemen) sowie für Leuchtenabdeckungen im Industrie- und Haushaltsbereich.

## Typen für medizinische Anwendungen

<b>1745</b>	MVR (330 °C/2,16 kg) = 17 cm <sup>3</sup> /10 min; hochviskos; leicht entformbar; Erweichungstemperatur (VST/B 120) = 170 °C; geeignet für die Heißdampfsterilisation bis 143 °C; erfüllt die Kriterien der US Pharmacopeia (USP) Klasse VI; biokompatibel gemäß vielen ISO 10993-1 Testanforderungen; Typische Anwendungen: Folien für medizinische Verpackungen, Kontaktlinienbehälter, medizinische Gefäße, Sicherheitsventil für Beatmungshilfe, Spritzenaufsätze, Beatmungsmasken.	<b>2045</b>	MVR (330 °C/2,16 kg) = 8 cm <sup>3</sup> /10 min; Leicht entformbar; Vicat Erweichungstemperatur (VST/B 120) = 203 °C; Geeignet für Heißdampfsterilisation bis 143 °C, bzw. Heißluftsterilisation bis 180 °C; erfüllt die Kriterien der US Pharmacopeia (USP) Klasse VI; biokompatibel gemäß vielen ISO 10993-1 Testanforderungen. Typische Anwendung: Silikon-umspritzte Teile wie z.B. Beatmungsmasken.
<b>1745 RE</b>	Produkt aus teilweise bio-zirkulären Rohstoffen / Berechnet über Mengenausgleich (nach ISCC Plus Standard). Unsere Sustainability-Deklaration enthält dazu weiterführende Informationen. MVR (330 °C/2,16 kg) = 17 cm <sup>3</sup> /10 min; hochviskos; leicht entformbar; Erweichungstemperatur (VST/B 120) = 170 °C; geeignet für die Heißdampfsterilisation bis 143 °C; erfüllt die Kriterien der US Pharmacopeia (USP) Klasse VI; biokompatibel gemäß vielen ISO 10993-1 Testanforderungen; Typische Anwendungen: Folien für medizinische Verpackungen, Kontaktlinienbehälter, medizinische Gefäße, Sicherheitsventil für Beatmungshilfe, Spritzenaufsätze, Beatmungsmasken.		

# Apec® – typische Werte

Eigenschaften	Prüfbedingungen	Einheiten	Normen	Leichtfließend			
				1695	1795	1895	1897
<b>Rheologische Eigenschaften</b>							
• Schmelze-Volumenfließrate (MVR)	330 °C; 2,16 kg	cm <sup>3</sup> /10 min	ISO 1133	45	30	18	18
• Schmelze-Massefließrate (MVR)	330 °C; 2,16 kg	g/10 min	ISO 1133	46	31	19	19
• Verarbeitungsschwindung, parallel	60 x 60 x 2 mm; 500 bar Fülldruck	%	ISO 294-4	0,7	0,8	0,85	0,85
• Verarbeitungsschwindung, senkrecht	60 x 60 x 2 mm; 500 bar Fülldruck	%	ISO 294-4	0,7	0,8	0,85	0,85
<b>Mechanische Eigenschaften (23 °C / 50 % r. F.)</b>							
• Zug-Modul	1 mm/min	MPa	ISO 527-1, -2	2350	2350	2350	2350
• Streckspannung	50 mm/min	MPa	ISO 527-1, -2	68	71	72	72
• Streckdehnung	50 mm/min	%	ISO 527-1, -2	6,3	6,6	6,7	6,7
• Nominelle Bruchdehnung	50 mm/min	%	ISO 527-1, -2	> 50	> 50	> 50	> 50
• Charpy-Schlagzähigkeit	23 °C	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179/1eU	N	N	N	N
• Charpy-Schlagzähigkeit	-30 °C	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179/1eU	N	N	N	N
• Durchstoß-Maximalkraft	23 °C	N	ISO 6603-2	5200	5200	5200	5200
• Durchstoß-Maximalkraft	-30 °C	N	ISO 6603-2	6000	6000	6000	6000
• Durchstoß-Arbeit	23 °C	J	ISO 6603-2	54	54	54	54
• Durchstoß-Arbeit	-30 °C	J	ISO 6603-2	57	57	58	58
• Biege-Modul	2 mm/min	MPa	ISO 178	2400	2400	2400	2400
• Biegefestigkeit	2 mm/min	MPa	ISO 178	100	105	108	108
• Kugeldruckhärte	-	N/mm <sup>2</sup>	ISO 2039-1	120	125	127	127
<b>Thermische Eigenschaften</b>							
• Formbeständigkeitstemperatur	1,80 MPa	°C	ISO 75-1, -2	136	148	158	157
• Formbeständigkeitstemperatur	0,45 MPa	°C	ISO 75-1, -2	149	161	173	172
• Vicat-Erweichungstemperatur	50 N; 120 °C/h	°C	ISO 306	158	173	183	182
• RTI, Zugfestigkeit	1,5 mm; 3,0 min	°C	UL 746B	140	140	150	150
• RTI, Schlagzugfestigkeit	1,5 mm; 3,0 min	°C	UL 746B	130	130	130	130
• RTI, elektrische Durchschlagfestigkeit	1,5 mm; 3,0 min	°C	UL 746B	140	140	150	150
• Längenausdehnungskoeffizient, parallel	23 bis 55 °C	10 <sup>-4</sup> /K	ISO 11359-1, -2	0,65	0,65	0,65	0,65
• Längenausdehnungskoeffizient, senkrecht	23 bis 55 °C	10 <sup>-4</sup> /K	ISO 11359-1, -2	0,65	0,65	0,65	0,65
• Brennverhalten UL 94	1,5 mm	Klasse	UL 94	HB	HB	HB	HB
• Brennverhalten UL 94	3,0 mm	Klasse	UL 94	HB	HB	HB	HB
• Brennverhalten FMVSS	1,0 mm	mm/min	ISO 3795	0	0	0	0
• Brennbarkeit-Sauerstoff-Index	Verfahren A	%	ISO 4589-2	26	26	26	26
• Max. Temperatur bei Glühdrahtprüfung	2,0 mm	°C	IEC 695-2-12	900	850	850	850
<b>Elektrische Eigenschaften (23 °C / 50 % r. F.)</b>							
• Relative Dielektrizitätszahl	100 Hz	-	IEC 60250	3	3	2,9	2,9
• Relative Dielektrizitätszahl	1 MHz	-	IEC 60250	2,9	2,9	2,8	2,8
• Dielektrischer Verlustfaktor	100 Hz	10 <sup>-4</sup>	IEC 60250	10	10	10	10
• Dielektrischer Verlustfaktor	1 MHz	10 <sup>-4</sup>	IEC 60250	90	90	80	90
• Spezifischer Durchgangswiderstand	-	Ohm · m	IEC 60093	1E + 15	1E + 15	1E + 15	1E + 15
• Spezifischer Oberflächenwiderstand	-	Ohm	IEC 60093	1E + 16	1E + 16	1E + 16	1E + 16
• Elektrische Durchschlagfestigkeit	1 mm	kV/mm	IEC 60243-1	35	35	35	35
• Vergleichszahl der Kriechwegbildung CTI	Prüflösung A	Einstufung	IEC 60112	250	250	300	300
• Vergleichszahl der Kriechwegbildung CTI M	Prüflösung B	Einstufung	IEC 60112	125	125	100	100
• Elektrolytische Korrosionswirkung	-	Einstufung	IEC 60426	A1	A1	A1	A1
<b>Sonstige Eigenschaften (23 °C)</b>							
• Wasseraufnahme (Sättigungswert)	Wasser bei 23 °C	%	ISO 62	0,3	0,3	0,3	0,3
• Wasseraufnahme (Gleichgewichtswert)	23 °C; 50 % r. F.	%	ISO 62	0,12	0,12	0,12	0,12
• Dichte	-	kg/m <sup>3</sup>	ISO 1183-1	1180	1170	1150	1150
<b>Formmasse-spezifische Eigenschaften</b>							
• Brechungsindex	-	-	ISO 489	1,578	1,576	1,573	1,573
• Lichttransmission (farblos transparentes Material)	1 mm	%	ISO 5036-2	90	90	90	90
• Lichttransmission (farblos transparentes Material)	2 mm	%	ISO 5036-2	89	89	89	89
<b>Herstellbedingungen für Probekörper</b>							
• Spritzgießen – Massetemperatur	-	°C	ISO 294	330	330	330	330
• Spritzgießen – Werkzeugtemperatur	-	°C	ISO 294	100	100	100	100
• Spritzgießen – Einspritzgeschwindigkeit	-	mm/s	ISO 294	200	200	200	200

• Diese Eigenschaftsmerkmale sind Bestandteile der Kunststoffdatenbank CAMPUS® und basieren auf dem international festgelegten Katalog von Grunddaten für Kunststoffe ISO 10350.



# Apec® – typische Werte

Eigenschaften	Prüfbedingungen	Einheiten	Normen	Leichtfließend		Flamm-	Hohe
				2095 <sup>1)</sup>	2097	geschützt	Lichtreflex.
				2095 <sup>1)</sup>	2097	FR1897	RW1695
<b>Rheologische Eigenschaften</b>							
• Schmelze-Volumenfließrate (MVR)	330 °C; 2,16 kg	cm <sup>3</sup> /10 min	ISO 1133	8	8	18	45
• Schmelze-Massefließrate (MVR)	330 °C; 2,16 kg	g/10 min	ISO 1133	8	8	19	48
• Verarbeitungsschwindigkeit, parallel	60 x 60 x 2 mm; 500 bar Fülldruck	%	ISO 294-4	1,05	1,05	0,85	0,7
• Verarbeitungsschwindigkeit, senkrecht	60 x 60 x 2 mm; 500 bar Fülldruck	%	ISO 294-4	1,05	1,05	0,85	0,7
<b>Mechanische Eigenschaften (23 °C / 50 % r. F.)</b>							
• Zug-Modul	1 mm/min	MPa	ISO 527-1, -2	2400	2400	2350	2450
• Streckspannung	50 mm/min	MPa	ISO 527-1, -2	75	75	72	70
• Streckdehnung	50 mm/min	%	ISO 527-1, -2	6,8	6,8	6,7	6,0
• Nominelle Bruchdehnung	50 mm/min	%	ISO 527-1, -2	> 50	> 50	> 50	50
• Charpy-Schlagzähigkeit	23 °C	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179/1eU	N	N	N	
• Charpy-Schlagzähigkeit	-30 °C	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179/1eU	N	N	N	
• Durchstoß-Maximalkraft	23 °C	N	ISO 6603-2	5000	5000	5200	5100
• Durchstoß-Maximalkraft	-30 °C	N	ISO 6603-2	5500	5500	6000	5900
• Durchstoß-Arbeit	23 °C	J	ISO 6603-2	50	50	54	52
• Durchstoß-Arbeit	-30 °C	J	ISO 6603-2	58	58	58	50
• Biege-Modul	2 mm/min	MPa	ISO 178	2450	2450	2400	2500
• Biegefestigkeit	2 mm/min	MPa	ISO 178	110	110	108	105
• Kugeldruckhärte	-	N/mm <sup>2</sup>	ISO 2039-1	130	130	127	125
<b>Thermische Eigenschaften</b>							
• Formbeständigkeitstemperatur	1,80 MPa	°C	ISO 75-1, -2	173	172	157	137
• Formbeständigkeitstemperatur	0,45 MPa	°C	ISO 75-1, -2	192	191	172	150
• Vicat-Erweichungstemperatur	50 N; 120 °C/h	°C	ISO 306	203	202	182	158
• RTI, Zugfestigkeit	1,5 mm; 3,0 min	°C	UL 746B	150	150	-	-
• RTI, Schlagzugfestigkeit	1,5 mm; 3,0 min	°C	UL 746B	130	130	-	-
• RTI, elektrische Durchschlagfestigkeit	1,5 mm; 3,0 min	°C	UL 746B	150	150	-	-
• Längenausdehnungskoeffizient, parallel	23 bis 55 °C	10 <sup>-4</sup> /K	ISO 11359-1, -2	0,65	0,65	0,65	0,6
• Längenausdehnungskoeffizient, senkrecht	23 bis 55 °C	10 <sup>-4</sup> /K	ISO 11359-1, -2	0,65	0,65	0,65	0,6
• Brennverhalten UL 94	1,5 mm	Klasse	UL 94	HB	HB	V2 <sup>3)</sup>	V2 <sup>3)</sup>
• Brennverhalten UL 94	3,0 mm	Klasse	UL 94	HB	HB	V0 <sup>3)</sup>	HB <sup>3)</sup>
• Brennverhalten FMVSS	1,0 mm	mm/min	ISO 3795	0	0	0	-
• Brennbarkeit-Sauerstoff-Index	Verfahren A	%	ISO 4589-2	25	25	32	-
• Max. Temperatur bei Glühdrahtprüfung	2,0 mm	°C	IEC 695-2-12	800	800	960	-
<b>Elektrische Eigenschaften (23 °C / 50 % r. F.)</b>							
• Relative Dielektrizitätszahl	100 Hz	-	IEC 60250	2,9	2,9	2,9	-
• Relative Dielektrizitätszahl	1 MHz	-	IEC 60250	2,8	2,8	2,8	-
• Dielektrischer Verlustfaktor	100 Hz	10 <sup>-4</sup>	IEC 60250	10	10	10	-
• Dielektrischer Verlustfaktor	1 MHz	10 <sup>-4</sup>	IEC 60250	90	90	90	-
• Spezifischer Durchgangswiderstand	-	Ohm · m	IEC 60093	1E + 15	1E + 15	1E + 15	-
• Spezifischer Oberflächenwiderstand	-	Ohm	IEC 60093	1E + 16	1E + 16	1E + 16	-
• Elektrische Durchschlagfestigkeit	1 mm	kV/mm	IEC 60243-1	35	35	35	-
• Vergleichszahl der Kriechwegbildung CTI	Prüflösung A	Einstufung	IEC 60112	600	600	225	-
• Vergleichszahl der Kriechwegbildung CTI M	Prüflösung B	Einstufung	IEC 60112	100	100	100	-
• Elektrolytische Korrosionswirkung	-	Einstufung	IEC 60426	A1	A1	A1	-
<b>Sonstige Eigenschaften (23 °C)</b>							
• Wasseraufnahme (Sättigungswert)	Wasser bei 23 °C	%	ISO 62	0,3	0,3	0,3	0,3
• Wasseraufnahme (Gleichgewichtswert)	23 °C; 50 % r. F.	%	ISO 62	0,12	0,12	0,12	0,12
• Dichte	-	kg/m <sup>3</sup>	ISO 1183-1	1130	1130	1150	1240
<b>Formmasse-spezifische Eigenschaften</b>							
• Brechungsindex	-	-	ISO 489	1,566	1,566	1,573	-
• Lichttransmission (farblos transparentes Material)	1 mm	%	ISO 5036-2	90 <sup>2)</sup>	90	88	-
• Lichttransmission (farblos transparentes Material)	2 mm	%	ISO 5036-2	90 <sup>2)</sup>	89	87	-
<b>Herstellbedingungen für Probekörper</b>							
• Spritzgießen – Massetemperatur	-	°C	ISO 294	330	330	330	330
• Spritzgießen – Werkzeugtemperatur	-	°C	ISO 294	100	100	100	100
• Spritzgießen – Einspritzgeschwindigkeit	-	mm/s	ISO 294	200	200	200	200

• Diese Eigenschaftsmerkmale sind Bestandteile der Kunststoffdatenbank CAMPUS® und basieren auf dem international festgelegten Katalog von Grunddaten für Kunststoffe ISO 10350.  
 1) Nicht verfügbar in klar transparenter Farbe 551022; alternativ Apec® 2097 551022 verwenden.  
 2) Nicht eingefärbt 3) Covestro Test

# Apec® – typische Werte

Eigenschaften	Prüfbedingungen	Einheiten	Normen	Höherviskos			
				1603	1703	1800	1803
<b>Rheologische Eigenschaften</b>							
• Schmelze-Volumenfließrate (MVR)	330 °C; 2,16 kg	cm <sup>3</sup> /10 min	ISO 1133	25	17	10	10
• Schmelze-Massefließrate (MVR)	330 °C; 2,16 kg	g/10 min	ISO 1133	26	17	10	10
• Verarbeitungsschwindigkeit, parallel	60 x 60 x 2 mm; 500 bar Fülldruck	%	ISO 294-4	0,75	0,85	0,9	0,9
• Verarbeitungsschwindigkeit, senkrecht	60 x 60 x 2 mm; 500 bar Fülldruck	%	ISO 294-4	0,75	0,85	0,9	0,9
<b>Mechanische Eigenschaften (23 °C / 50 % r. F.)</b>							
• Zug-Modul	1 mm/min	MPa	ISO 527-1, -2	2350	2350	2350	2350
• Streckspannung	50 mm/min	MPa	ISO 527-1, -2	68	70	72	72
• Streckdehnung	50 mm/min	%	ISO 527-1, -2	6,3	6,8	6,8	6,8
• Nominelle Bruchdehnung	50 mm/min	%	ISO 527-1, -2	> 50	> 50	> 50	> 50
• Charpy-Schlagzähigkeit	23 °C	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179/1eU	N	N	N	N
• Charpy-Schlagzähigkeit	-30 °C	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179/1eU	N	N	N	N
• Durchstoß-Maximalkraft	23 °C	N	ISO 6603-2	5700	5500	5500	5500
• Durchstoß-Maximalkraft	-30 °C	N	ISO 6603-2	6600	6400	6200	6200
• Durchstoß-Arbeit	23 °C	J	ISO 6603-2	62	60	58	58
• Durchstoß-Arbeit	-30 °C	J	ISO 6603-2	70	68	65	65
• Biege-Modul	2 mm/min	MPa	ISO 178	2400	2400	2400	2400
• Biegefestigkeit	2 mm/min	MPa	ISO 178	103	105	106	106
• Kugeldruckhärte	-	N/mm <sup>2</sup>	ISO 2039-1	120	120	121	121
<b>Thermische Eigenschaften</b>							
• Formbeständigkeitstemperatur	1,80 MPa	°C	ISO 75-1, -2	137	149	160	159
• Formbeständigkeitstemperatur	0,45 MPa	°C	ISO 75-1, -2	150	161	175	174
• Vicat-Erweichungstemperatur	50 N; 120 °C/h	°C	ISO 306	159	171	185	184
• RTI, Zugfestigkeit	1,5 mm; 3,0 min	°C	UL 746B	140	140	150	150
• RTI, Schlagzugfestigkeit	1,5 mm; 3,0 min	°C	UL 746B	130	130	130	130
• RTI, elektrische Durchschlagfestigkeit	1,5 mm; 3,0 min	°C	UL 746B	140	140	150	150
• Längenausdehnungskoeffizient, parallel	23 bis 55 °C	10 <sup>-4</sup> /K	ISO 11359-1, -2	0,65	0,65	0,65	0,65
• Längenausdehnungskoeffizient, senkrecht	23 bis 55 °C	10 <sup>-4</sup> /K	ISO 11359-1, -2	0,65	0,65	0,65	0,65
• Brennverhalten UL 94	1,5 mm	Klasse	UL 94	HB	HB	HB	HB
• Brennverhalten UL 94	3,0 mm	Klasse	UL 94	HB	HB	HB	HB
• Brennverhalten FMVSS	1,0 mm	mm/min	ISO 3795	0	0	0	0
• Brennbarkeit-Sauerstoff-Index	Verfahren A	%	ISO 4589-2	26	25	25	25
• Max. Temperatur bei Glühdrahtprüfung	2,0 mm	°C	IEC 695-2-12	900	850	850	850
<b>Elektrische Eigenschaften (23 °C / 50 % r. F.)</b>							
• Relative Dielektrizitätszahl	100 Hz	-	IEC 60250	3	3	2,9	2,9
• Relative Dielektrizitätszahl	1 MHz	-	IEC 60250	2,9	2,9	2,8	2,8
• Dielektrischer Verlustfaktor	100 Hz	10 <sup>-4</sup>	IEC 60250	10	10	10	10
• Dielektrischer Verlustfaktor	1 MHz	10 <sup>-4</sup>	IEC 60250	90	80	80	80
• Spezifischer Durchgangswiderstand	-	Ohm · m	IEC 60093	1E + 15	1E + 15	1E + 15	1E + 15
• Spezifischer Oberflächenwiderstand	-	Ohm	IEC 60093	1E + 16	1E + 16	1E + 16	1E + 16
• Elektrische Durchschlagfestigkeit	1 mm	kV/mm	IEC 60243-1	35	35	35	35
• Vergleichszahl der Kriechwegbildung CTI	Prüflösung A	Einstufung	IEC 60112	250	250	450	450
• Vergleichszahl der Kriechwegbildung CTI M	Prüflösung B	Einstufung	IEC 60112	125	125	100	100
• Elektrolytische Korrosionswirkung	-	Einstufung	IEC 60426	A1	A1	A1	A1
<b>Sonstige Eigenschaften (23 °C)</b>							
• Wasseraufnahme (Sättigungswert)	Wasser bei 23 °C	%	ISO 62	0,3	0,3	0,3	0,3
• Wasseraufnahme (Gleichgewichtswert)	23 °C; 50 % r. F.	%	ISO 62	0,12	0,12	0,12	0,12
• Dichte	-	kg/m <sup>3</sup>	ISO 1183-1	1180	1170	1150	1150
<b>Formmasse-spezifische Eigenschaften</b>							
• Brechungsindex	-	-	ISO 489	1,578	1,576	1,573	1,573
• Lichttransmission (farblos transparentes Material)	1 mm	%	ISO 5036-2	90	-	90 <sup>2)</sup>	90
• Lichttransmission (farblos transparentes Material)	2 mm	%	ISO 5036-2	89	-	90 <sup>2)</sup>	89
<b>Herstellbedingungen für Probekörper</b>							
• Spritzgießen – Massetemperatur	-	°C	ISO 294	330	330	330	330
• Spritzgießen – Werkzeugtemperatur	-	°C	ISO 294	100	100	100	100
• Spritzgießen – Einspritzgeschwindigkeit	-	mm/s	ISO 294	200	200	200	200

• Diese Eigenschaftsmerkmale sind Bestandteile der Kunststoffdatenbank CAMPUS® und basieren auf dem international festgelegten Katalog von Grunddaten für Kunststoffe ISO 10350.

# Apec® – typische Werte

Eigenschaften	Prüfbedingungen	Einheiten	Normen	Medizinische Anwendungen		
				1745	1745 RE	2045
<b>Rheologische Eigenschaften</b>						
• Schmelze-Volumenfließrate (MVR)	330 °C; 2,16 kg	cm <sup>3</sup> /10 min	ISO 1133	17	17	8
• Schmelze-Massefließrate (MVR)	330 °C; 2,16 kg	g/10 min	ISO 1133	17	17	8
• Verarbeitungsschwindigkeit, parallel	60 x 60 x 2 mm; 500 bar Fülldruck	%	ISO 294-4	0,85	0,85	1,05
• Verarbeitungsschwindigkeit, senkrecht	60 x 60 x 2 mm; 500 bar Fülldruck	%	ISO 294-4	0,85	0,85	1,05
<b>Mechanische Eigenschaften (23 °C / 50 % r. F.)</b>						
• Zug-Modul	1 mm/min	MPa	ISO 527-1, -2	2350	2350	2350
• Streckspannung	50 mm/min	MPa	ISO 527-1, -2	70	70	75
• Streckdehnung	50 mm/min	%	ISO 527-1, -2	6,8	6,8	6,8
• Nominelle Bruchdehnung	50 mm/min	%	ISO 527-1, -2	> 50	> 50	> 50
• Charpy-Schlagzähigkeit	23 °C	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179/1eU	N	N	N
• Charpy-Schlagzähigkeit	-30 °C	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179/1eU	N	N	N
• Durchstoß-Maximalkraft	23 °C	N	ISO 6603-2	5500	5500	5000
• Durchstoß-Maximalkraft	-30 °C	N	ISO 6603-2	6400	6400	5500
• Durchstoß-Arbeit	23 °C	J	ISO 6603-2	60	60	50
• Durchstoß-Arbeit	-30 °C	J	ISO 6603-2	68	68	58
• Biege-Modul	2 mm/min	MPa	ISO 178	2400	2400	2450
• Biegefestigkeit	2 mm/min	MPa	ISO 178	105	105	110
• Kugeldruckhärte	-	N/mm <sup>2</sup>	ISO 2039-1	120	120	130
<b>Thermische Eigenschaften</b>						
• Formbeständigkeitstemperatur	1,80 MPa	°C	ISO 75-1, -2	148	148	173
• Formbeständigkeitstemperatur	0,45 MPa	°C	ISO 75-1, -2	160	160	192
• Vicat-Erweichungstemperatur	50 N; 120 °C/h	°C	ISO 306	170	170	203
• RTI, Zugfestigkeit	1,5 mm; 3,0 min	°C	UL 746B	-	-	150
• RTI, Schlagzugfestigkeit	1,5 mm; 3,0 min	°C	UL 746B	-	-	130
• RTI, elektrische Durchschlagfestigkeit	1,5 mm; 3,0 min	°C	UL 746B	-	-	150
• Längenausdehnungskoeffizient, parallel	23 bis 55 °C	10 <sup>-4</sup> /K	ISO 11359-1, -2	0,65	0,65	0,65
• Längenausdehnungskoeffizient, senkrecht	23 bis 55 °C	10 <sup>-4</sup> /K	ISO 11359-1, -2	0,65	0,65	0,65
• Brennverhalten UL 94	1,5 mm	Klasse	UL 94	HB <sup>3)</sup>	HB <sup>3)</sup>	HB <sup>3)</sup>
• Brennverhalten UL 94	3,0 mm	Klasse	UL 94	HB <sup>3)</sup>	HB <sup>3)</sup>	HB <sup>3)</sup>
• Brennverhalten FMVSS	1,0 mm	mm/min	ISO 3795	0	0	0
• Brennbarkeit-Sauerstoff-Index	Verfahren A	%	ISO 4589-2	26	25	25
• Max. Temperatur bei Glühdrahtprüfung	2,0 mm	°C	IEC 695-2-12	850	850	800
<b>Elektrische Eigenschaften (23 °C / 50 % r. F.)</b>						
• Relative Dielektrizitätszahl	100 Hz	-	IEC 60250	3	3	2,9
• Relative Dielektrizitätszahl	1 MHz	-	IEC 60250	2,9	2,9	2,8
• Dielektrischer Verlustfaktor	100 Hz	10 <sup>-4</sup>	IEC 60250	10	10	10
• Dielektrischer Verlustfaktor	1 MHz	10 <sup>-4</sup>	IEC 60250	80	80	90
• Spezifischer Durchgangswiderstand	-	Ohm · m	IEC 60093	1E + 15	1E + 15	1E + 15
• Spezifischer Oberflächenwiderstand	-	Ohm	IEC 60093	1E + 16	1E + 16	1E + 16
• Elektrische Durchschlagfestigkeit	1 mm	kV/mm	IEC 60243-1	35	35	35
• Vergleichszahl der Kriechwegbildung CTI	Prüflösung A	Einstufung	IEC 60112	250	250	-
• Vergleichszahl der Kriechwegbildung CTI M	Prüflösung B	Einstufung	IEC 60112	125	125	-
• Elektrolytische Korrosionswirkung	-	Einstufung	IEC 60426	A1	A1	A1
<b>Sonstige Eigenschaften (23 °C)</b>						
• Wasseraufnahme (Sättigungswert)	Wasser bei 23 °C	%	ISO 62	0,3	0,3	0,3
• Wasseraufnahme (Gleichgewichtswert)	23 °C; 50 % r. F.	%	ISO 62	0,12	0,12	0,12
• Dichte	-	kg/m <sup>3</sup>	ISO 1183-1	1170	1170	1130
<b>Formmasse-spezifische Eigenschaften</b>						
• Brechungsindex	-	-	ISO 489	1,576	1,576	1,566
• Lichttransmission (farblos transparentes Material)	1 mm	%	ISO 5036-2	90	90	90
• Lichttransmission (farblos transparentes Material)	2 mm	%	ISO 5036-2	89	89	89
<b>Herstellbedingungen für Probekörper</b>						
• Spritzgießen – Massetemperatur	-	°C	ISO 294	330	330	330
• Spritzgießen – Werkzeugtemperatur	-	°C	ISO 294	100	100	100
• Spritzgießen – Einspritzgeschwindigkeit	-	mm/s	ISO 294	200	200	200

• Diese Eigenschaftsmerkmale sind Bestandteile der Kunststoffdatenbank CAMPUS® und basieren auf dem international festgelegten Katalog von Grunddaten für Kunststoffe ISO 10350.  
 1) Nicht verfügbar in der klar transparenten Farbe 551022, alternativ Apec® 2097 551022 verwenden.  
 2) Nicht eingefärbt. 3) Covestro Test 4) Haftungsausschluss (siehe Seite 27)

## Typische Werte

Die angegebenen Werte sind typische Werte. Sofern nicht ausdrücklich schriftlich mit uns vereinbart, stellen sie keine garantierten Werte oder Produktspezifikation im Sinne einer vereinbarten Beschaffenheit dar. Die angegebenen Werte können durch Werkzeuggestaltung, die Verarbeitungsbedingungen oder durch die Einfärbung des Produkts beeinflusst werden. Die angegebenen Eigenschaftswerte wurden, soweit nicht anders angegeben, an genormten Prüfkörpern bei Raumtemperatur ermittelt.

Es liegt außerhalb unserer Kontroll- und Einflussmöglichkeiten, in welcher Art und Weise und zu welchem Zweck Sie unsere Produkte, technischen Unterstützungen sowie Informationen (unabhängig ob mündlich, schriftlich oder anhand von Produktionsbewertungen erhalten), einschließlich vorgeschlagener Formulierungen und Empfehlungen, anwenden und/oder einsetzen. Daher ist es unerlässlich, dass Sie unsere Produkte, technischen Unterstützungen und Informationen sowie Formulierungen und Empfehlungen eigenverantwortlich daraufhin überprüfen, ob sie für die von Ihnen beabsichtigten Zwecke und Anwendungen auch tatsächlich geeignet sind. Eine anwendungsspezifische Untersuchung muss mindestens eine Überprüfung auf Eignung in technischer Hinsicht sowie hinsichtlich Gesundheit, Sicherheit und Umwelt umfassen. Derartige Untersuchungen wurden nicht notwendigerweise von Covestro durchgeführt. Der Verkauf aller Produkte erfolgt – sofern nicht schriftlich anders mit uns vereinbart – ausschließlich nach Maßgabe unserer Allgemeinen Verkaufsbedingungen, die wir Ihnen auf Wunsch gerne zusenden. Produkte, die nicht als Typen für Lebensmittelkontakt oder für die Medizintechnik eingestuft sind, dürfen für eine solche Anwendung nicht ohne die Zustimmung von Covestro verwendet werden. Ungeachtet dessen ist der Käufer des Produkts, unabhängig von etwaiger anwendungstechnischer Beratung durch Covestro, dafür verantwortlich zu prüfen, ob das Produkt für die Herstellung von Medizinprodukten oder für Lebensmittelanwendungen geeignet ist.

Alle Informationen und sämtliche technische Unterstützungen erfolgen ohne Gewähr. Etwaige Änderungen ohne Benachrichtigung bleiben vorbehalten. In diesem Dokument nicht enthaltene Aussagen oder Empfehlungen sind nicht von uns autorisiert und verpflichten/binden uns in keiner Weise. Keine in diesem Dokument gemachte Aussage darf als Empfehlung dahingehend verstanden werden, bei der Nutzung eines Produkts Patente über Werkstoffe oder deren Verwendung verletzen zu dürfen. Es wird des Weiteren weder mittelbar noch unmittelbar ein Recht an einem oder irgendeiner Lizenz für ein Patent gewährt.

Zum Schutz von Gesundheit, Sicherheit und Umwelt beachten Sie bitte vor Verarbeitung unserer Produkte das betreffende Sicherheitsdatenblatt (MSDS) und sonstige Produktkennzeichnungen. Für mehr Information zu einem Einsatz von Covestro Produkten in einer medizinischen Anwendung erfragen Sie bitte von Ihrem Kundenbetreuer den Leitfaden für den Einsatz von Covestro Produkten in einer medizinischen Anwendung.