

# Flammhemmende Polyamide sind entscheidend für Sicherheit und Leistung der daraus hergestellten Produkte

Starflam<sup>®</sup> für anspruchsvolle Anwendungen

---

## Einführung

Unsere Welt ist heute vernetzter denn je. Bei der Arbeit, zuhause und in der Freizeit begegnen uns immer mehr innovative, intelligente, vernetzte, kurz: „smarte“ Produkte. Nur ein sicheres Gerät ist ein wirklich intelligentes Gerät. Mit zunehmenden Fähigkeiten einerseits geht eine Miniaturisierung andererseits einher. Immer kleinere Kunststoffteile mit entsprechend dünnen Wandstärken müssen zuverlässig funktionieren und die einschlägigen Sicherheitsstandards erfüllen.

Die Auswahl des geeigneten Werkstoffs ist die wichtigste Entscheidung des Konstrukteurs. Von Sensor bis Schütz, von Lichtschalter bis Leistungsschalter: Elektrische und flammhemmende (FR) Eigenschaften eines Werkstoffs sind entscheidende Auswahlkriterien. Die Hersteller brandgeschützter Technischer Kunststoffe bieten eine breite Palette komplexer, teilweise hoch spezialisierter technischer Kunststoffe an. Diese, nach Kundenvorgaben eingefärbt, verrichten unter häufig anspruchsvollen Umgebungsbedingungen bei sehr hohen Temperaturen jahrzehntelang zuverlässig ihren Dienst.

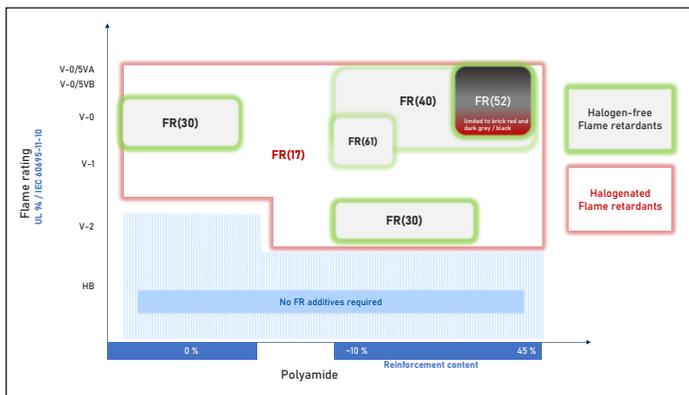
Ascend Performance Materials verfügt über jahrzehntelange Erfahrung in der Herstellung von Polyamiden. Ein Partner, dem Hersteller weltweit vertrauen. Anwendungsspezifisch ideale Kombinationen aus mechanischen, elektrischen und flammhemmenden Eigenschaften unserer Produkte sind die Basis für sichere elektrische Geräte, die zuverlässig Energie verteilen – und in Sekundenbruchteilen unterbrechen. Sichere Geräte mit überzeugender Leistung beginnen mit der richtigen Werkstoffentscheidung.

## Starflam-Produktportfolio

Als führender globaler Polyamid-Lieferant bieten wir ein umfassendes Portfolio brandgeschützter Werkstoffe an, mit denen die einschlägigen Sicherheitsstandards erfüllt oder übertroffen werden können. Elektrotechnik und Automobilbau, industrielle Lösungen und Anwendungen für Endkunden: Zahlreiche OEM setzen Werkstoffe aus dem Starflam-Portfolio von Ascend ein.

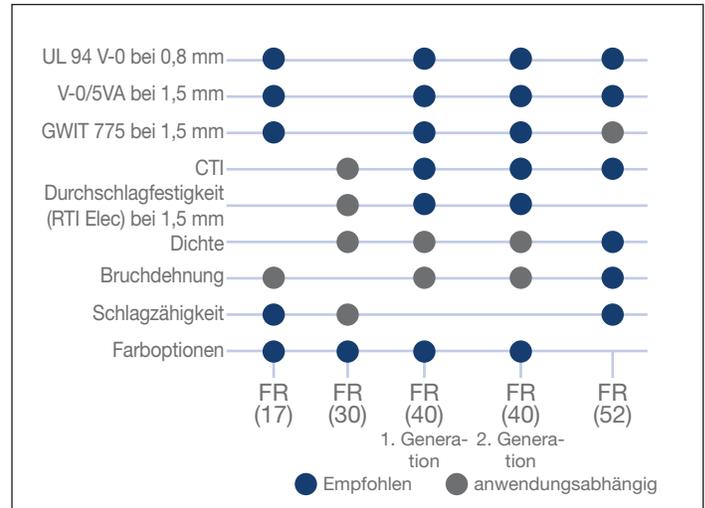
Das Starflam-Sortiment nutzt eine breite Palette der zur Ausrüstung von Polyamid zur Verfügung stehenden Brandschutzmittel: (Grafik 1) (Die Bezeichnung der verwendeten Flammschutzmittel erfolgte gemäß ISO 1043-4. FR (40) steht z. B. für organische Phosphorverbindungen).

**Grafik 1. Im Ascend-Portfolio formulierte FR-Chemie.**

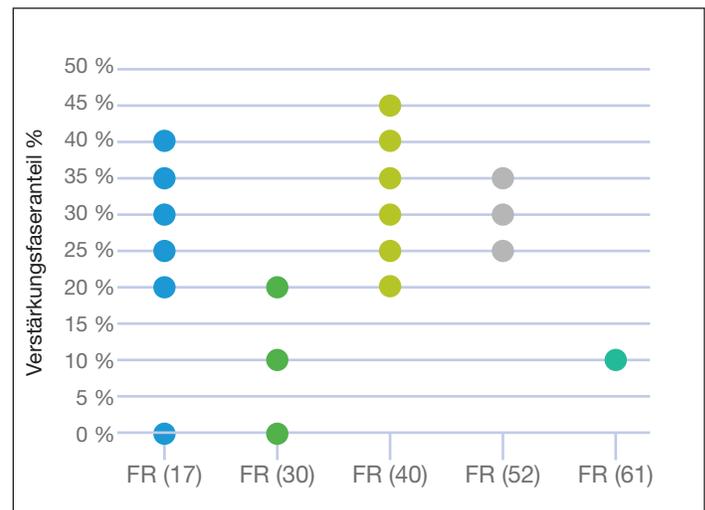


Für jeden Leistungs- und Kostenanspruch stehen unterschiedliche Wirkmechanismen zur Verfügung. Die Starflam-Produkte nutzen die jeweils ideal geeignete Flammschutzchemie, um die in der jeweiligen Anwendung geforderte Kombination mechanischer, elektrischer und entzündungs- bzw. brandtechnischer Eigenschaften abzubilden. Die Kombination aus geeigneten Verstärkungsstoffen, Stabilisatoren, Verarbeitungshilfen mit den jeweiligen Brandschutzmitteln sichert den Ascend-Kunden die notwendige Designfreiheit bei ihren Produkten. Keines dieser Additive darf isoliert betrachtet werden – alle Inhaltsstoffe eines Kunststoffes leisten ihren Beitrag zur wunschgemäßen Funktion des Gesamtsystems. Diagramm 2 zeigt einen Vergleich der Haupteigenschaften jeweils mit 25 % Glasfasern verstärkter Produkte mit verschiedenen Brandschutzprodukten. Wie gezeigt bietet die neueste FR(40)-Chemie optimal ausgewogene Eigenschaften.

**Grafik 2. Vergleich typischer Eigenschaften verschiedener Flammschutzmittelformulierungen**



**Grafik 3. Übersicht der mit den verschiedenen Flammschutzmitteln angebotenen Verstärkungsfasergehalten.**



Diese Grafik zeigt der im Starflam-Portfolio angebotenen Kombinationen von verschiedenen Brandschutzmitteln und Verstärkungsfasergehalten. Dazu gehören Glasfasern, Glaskugeln und/oder verschiedene mineralische Additive. Diese Verstärkungsstoffe verbessern Festigkeit, Steifigkeit und Kriechverhalten der damit ausgerüsteten Kunststoffe.

## Tests und Standards flammhemmender Werkstoffe

Die erforderlichen Eigenschaften von Kunststoffen in den jeweiligen Anwendungen werden von zahlreichen nationalen und internationalen Normen festgelegt. Diese Dokumente werden z. B. von der Internationalen Organisation für Normung (ISO), der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC), von Underwriter's Laboratories (UL) oder CSA veröffentlicht. Die Übereinstimmung von Produkten mit den einschlägigen Vorschriften kann in unabhängigen, für die jeweiligen Prüfungen akkreditierten Prüflaboratorien erfolgen. Das können z. B. UL, SGS, Dekra, der VDE oder die verschiedenen TÜV-Organisationen sein. Diese Aufzählung ist nicht vollzählig!

Hinsichtlich der Prüfmethode und der Kategorisierung von Kunststoffen hinsichtlich ihres Brandverhaltens für Anwendungen in der Elektrotechnik ist die UL 94 (bzw. deren internationales Pendant IEC 60695-11-10) die am meisten herangezogene Vorschrift. Diese Norm gibt für Kunststoffe sechs Flammenklassifizierungen vor (s. u.), basierend auf den Ergebnissen von Prüfungen mit offener Flamme. Neben den zur Ermittlung der unten näher erläuterten Ergebniskategorien herangezogenen Prüfvorschriften beschreibt die UL 94 auch Methoden für sehr dünne oder geschäumte Kunststoffmaterialien. Darauf soll hier aber nicht eingegangen werden.

- „V-0/5VA“ und „V-0/5VB“: Zusätzliche Ergebniskategorien für Werkstoffe, welche über die Anforderungen der Ergebniskategorie „V-0“ hinaus- zusätzliche Prüfungen mit einer 500 Watt Flamme bestanden haben. Dies ist die höchste UL 94 Klasse (am stärksten flammhemmend).
- UL 94-5VB Oberflächenverbrennung; die Verbrennung endet innerhalb von 60 Sekunden, die Proben **DÜRFEN NICHT** durchbrennen (ein Loch kann vorhanden sein)
- „V-0“: Vertikale Anordnung der Probekörper, Leistung der Prüf Flamme 50 W. Nachbrennzeit je Probekörper maximal 10 Sekunden. Es dürfen **keine** brennenden Partikel abtropfen und untergelegte Baumwolle entzünden
- „V-1“: Vertikale Anordnung der Probekörper, Leistung der Prüf Flamme 50 W. Nachbrennzeit je Probekörper maximal 30 Sekunden. Es dürfen **keine** brennenden Partikel abtropfen und die untergelegte Baumwolle entzünden.
- „V-2“: Vertikale Anordnung der Probekörper, Leistung der Prüf Flamme 50 W. Nachbrennzeit je Probekörper maximal 30 Sekunden, brennend abtropfende Partikel **dürfen** untergelegte Baumwollwatte entzünden.
- Horizontale Anordnung der Probekörper, Leistung der Prüf Flamme 50 W. Die Abbrandgeschwindigkeit für eine maximal 3 mm dicke Probe darf 75 mm/Minute nicht überschreiten. Das ist die am wenigsten anspruchsvolle Ergebniskategorie innerhalb der UL 94-Systematik.

UL 94 Klassen legen die Prüfung und Klassifizierung der Entflammbarkeit von Materialien fest. Neben der hier näher erläuterten UL 94 bzw. IEC 60695-11-10 gibt es noch zahlreiche andere Prüfvorschriften für Brandprüfungen, die z. B. für Gebäudeanwendungen herangezogen werden. Diese Normen sind in Kombination mit UL 94 zu berücksichtigen, um die Eignung von Kunststoffen für bestimmte Anwendungen zu ermitteln. Weitere Informationen zu Testmethoden und -normen finden Sie beispielsweise auf der Website von Underwriters Laboratories.

## Unverstärkte Starflam-Typen

Unverstärkte FR-Materialien werden häufig in Steckverbindern, Reihenklempen, leisten, Kabeltüllen usw. verwendet. Neben den notwendigen Brandschutzeigenschaften sind diese Typen hoch duktil, haben gute elektrische Isolationseigenschaften und sind mit ihrer stabilen Eigenfarbe ideal für kundenspezifische Einfärbungen geeignet.

**Tabelle 1. Kennzeichnende Eigenschaften ausgewählter Starflam-Standardprodukte.**

	Prüfvorschrift	Einheiten	AFR200Y	315J	366
Dichte	ISO 1183	g/cm <sup>3</sup>	1,17	1,16	1,17
UL 94 bei 0,4 mm			V-0	V-0	V-0
Zugfestigkeit	ISO 527-2	MPa	80	85	80
Bruchdehnung	ISO 527-2	%	9	22	5
Izod-Kerbschlagprüfung	ISO 180/1A	kJ/m <sup>2</sup>	4	5	6
Relativer Temperaturindex, bezogen auf die elektr. Durchschlagfestigkeit (RTI Elec) bei 0,4 mm	UL 746BB	°C	130 (0,8 mm)	130	120
CTI	IEC 60112			600	600

## Unverstärkte Starflam-Produkte für erhöhte Anforderungen

Viele elektrische Anwendungen erfordern besondere Eigenschaften der verwendeten Kunststoffe. Teile in unbeaufsichtigten Haushaltsgeräten, deren Sicherheitseigenschaften in der IEC 60335-1 festgelegt sind, müssen die Glühdrahtprüfung am Endprodukt bei einem Schärfegrad von 750 °C ohne Flamme (d. h.: Keine Flamme für mehr als 2 Sekunden) bestehen. FR 350J ist das unverstärkte Standardprodukt für solche Anwendungen. Viele Formteile müssen dauerhaft relativ hohen Betriebstemperaturen standhalten. Der RTI elec von Starflam 366H ist mit 150 °C der höchste Wert.

**Tabelle 2. Kennzeichnende Eigenschaften von Starflam FR350J und 366H.**

	Prüfmethoden	Einheiten	FR350J	366H
Dichte	ISO 1183	g/cm <sup>3</sup>	1,32	1,17
UL 94			V-0 bei 0,4 mm	V-0 bei 0,2 mm
Zugfestigkeit	ISO 527-2	MPa	75	84
Bruchdehnung	ISO 527-2	%	22	7
Izod-Kerbschlagzähigkeit	ISO 180/1A	kJ/m <sup>2</sup>	3,8	9
RTI Elec bei 0,4 mm	UL 746B	°C	130	150
CTI	IEC 60112			600
CTI	UL 746A		PLC 2PLC 0	

## Verstärkte Starflam-Produkte

Verstärkte FR-Materialien werden häufig für Gehäuse und mechanische Bauteile in Schaltern, Schützen, Leistungsschaltern, Anschlusskästen usw. verwendet. Neben überzeugendem Flammenschutz sind für solche Anwendungen auch gute mechanische Eigenschaften und gute Isolationseigenschaften erforderlich. Der Trend zur Miniaturisierung bringt mit sich, dass die Flammseigenschaften bei immer geringeren Wanddicken (V-0 bei 0,4 mm) gewährleistet sein müssen und CTI 600 immer wichtiger wird.

**Tabelle 3. Kennwerte einiger ausgewählter Starflam-Produkte.**

	Prüfvorschrift	Einheiten	AFR450X2	RF0057E	RF0077E
Glasfasergehalt		%	25	25	35
Dichte	ISO 1183	g/cm <sup>3</sup>	1,33	1,39	1,47
UL 94: V-0			bei 0,8 mm	bei 0,4 mm	bei 0,8 mm
Zugfestigkeit	ISO 527-2	MPa	160	130	155
Bruchdehnung	ISO 527-2	%	2	2,4	2,1
Izod-Kerbschlagzähigkeit	ISO 180/1A	kJ/m <sup>2</sup>	12	7	9
RTI Elec bei 0,8 mm	UL 746B	°C	110	140	140
CTI	IEC 60112		600	600	600

## X-Protect: Strahlenvernetzbares Polyamid

Ein besonderes Angebot im Starflam-Portfolio sind die vernetzbaren Produkte. Diese Materialien werden im Standard-Spritzgussprozess in vorhandenen Werkzeugen unter üblichen Polyamid-Verarbeitungsbedingungen verarbeitet. Danach schließt sich ein Bestrahlungsprozess mit Elektronen an. Dadurch verändern sich die Eigenschaften der Formteile signifikant: Die vernetzten Teile ertragen kurzzeitig (ca. 5–15 Minuten) Temperaturen weit oberhalb der Schmelztemperatur von Polyamid, ohne dabei zu schmelzen. Darüber hinaus verbessert sich die Abriebfestigkeit deutlich. Die Wasseraufnahme wird verzögert. Diese Technologie wird zum Beispiel für Anwendungen in elektrischen Schaltgeräten oder für Hochtemperatur-Lötverbindungen genutzt. In einer extrem anspruchsvollen Anwendung widersteht strahlenvernetztes Starflam für 15 Minuten einer etwa 1.100 °C heißen Gasflamme.

**Tabelle 4. Kennwerte einiger ausgewählter Starflam-Produkte.**

(Die gezeigten Daten sind beziehen sich auf das formgegossene Produkt. Diese Eigenschaften bleiben bei ordnungsgemäßer E-Bestrahlung erhalten.)

	Prüfverfahren	Einheiten	RX12414	RF0023K	RF0067K
Verstärkung		%	0	60	25
Dichte	ISO 1183	g/cm <sup>3</sup>	1,2	1,74	1,45
Brandverhalten			V-1 (0,8 mm)	V-0 (1,6 mm)	V-0 (0,8 mm)
Zugfestigkeit	ISO 527-2	MPa	50	90	110
Bruchdehnung	ISO 527-2	%	11	1	1,8
Izod-Kerbschlagzähigkeit	ISO 180/1A	kJ/m <sup>2</sup>		3	7
RTI Elec bei 0,8 mm	UL 746B	°C	130		140
CTI	UL 746A		PLC 0		
CTI	IEC 60112			600	575

## Neuentwicklungen

Mit zunehmender Miniaturisierung von Produkten steigt deren Leistungsdichte. Die verwendeten Werkstoffe müssen höheren Betriebstemperaturen widerstehen, häufig unter chemisch anspruchsvollen Umgebungsbedingungen. Ascend ist führend bei der Entwicklung neuer Produkte für diese Anforderungen. Starflam 377J ist ein halogenfreies, unverstärktes Polyamid, welches eine hohe Dauertemperaturbeständigkeit mit hoher Bruchdehnung kombiniert. Dieser Werkstoff wurde für Anwendungen wie Reihenklemmen und Steckverbinder entwickelt. Die beiden glasfaserverstärkten, halogenfrei brandgeschützten Werkstoffe, Starflam 525K und Starflam 525H erfüllen in allen Farben ab 0,2 mm Wandstärke die Anforderungen von „V-0“ (UL 94). Die Typen sind z. B. in Anwendungen für die E-Mobilität und für Schaltgeräte spezifiziert.

**Tabelle 5. Kennwerte**

	Prüfvorschrift	Einheiten	377J	525K
Dichte	ISO 1183	g/cm <sup>3</sup>	1,17	1,4
UL 94			V-0 bei 0,4 mm	V-0 bei 0,2 mm
Zugfestigkeit	ISO 527-2	MPa	85	132
Bruchdehnung	ISO 527-2	%	11	3,1
Izod-Kerbschlagzähigkeit	ISO 180/1A	kJ/m <sup>2</sup>	3	9,6
RTI Elec bei 0,4 mm	UL 746B	°C	130	140
CTI	IEC 60112		600	600

Als vollständig rückwärtsintegriertes Unternehmen entwickelt Ascend sein Produktportfolio ständig weiter. Unsere langkettigen Polyamide der Marke HiDura™ (PA 6.10 und PA 6.12) haben im Vergleich mit bekannten Polyamiden eine deutlich geringere Wasseraufnahme und eine höhere chemische Beständigkeit. Unsere teilaromatischen Polyamide behalten ihre gegenüber PA66 häufig besseren Eigenschaften auch bei noch höheren Temperaturen bei.

## Weitere Vorteile und Zusammenfassung

UL-Brandklasse und die physikalischen und elektrischen Eigenschaften sind in der Regel die ersten Daten, die ein Ingenieur bei der Auswahl eines Werkstoffs berücksichtigt. Über die in dieser Broschüre dargestellten Werkstoffe hinaus bietet das Starflam-Portfolio eine breite Werkstoffpalette mit abgestimmten Eigenschaften. Bei der Entwicklung des Starflam-Portfolios wurde u. a. Wert gelegt auf

- Schnelle und einfache Verarbeitung
- Geringes Ausgasen und wenige Ablagerungen im Werkzeug für längere Produktionsdauern
- Geringe Korrosion an Spritzgussmaschinen und Werkzeugen
- Geringe Kontaktkorrosion an stromführenden Metallteilen
- Eignung für Außenanwendungen: f1, f2 ratings (UL 746C)
- Gleichbleibende Farben, Farbeinstellungen nach Kundenvorgaben
- Laserbeschriftbarkeit nach Bedarf, für unterschiedliche Wellenlängen
- Die Einsatzstoffe sind REACH konform, die Anforderungen für Stoffverbote gemäß „RoHS“ werden eingehalten
- Verschiedene Typ-Farbkombinationen mit Zulassungen nach EN 45545-2 (bis HL 3 für R22)

Starflam(R) von Ascend Performance Materials wird weltweit für Anwendungen in der Elektrotechnik und Elektronik, in Fahrzeugen, in industriellen wie in Anwendungen für den Endverbraucher spezifiziert. Die mechanischen, elektrischen und Brandschutzeigenschaften erfüllen auch anspruchsvolle Anforderungen.

Wir sind Full-Service-Anbieter für Ingenieurwerkstoffe und bieten Ihnen die leistungsfähigen Produkte und die technische Unterstützung, die Sie von einem führenden Unternehmen erwarten. Als global tätiger, rückwärtsintegrierter Hersteller mit Fertigungsstätten in allen Weltregionen bieten wir Ihnen die notwendige Versorgung von Weltklasse. In der Entwicklung unterstützen wir Sie mit CAE-Dienstleistungen, in Alltag mit bedarfsgerechter Distribution, und bei Problemen mit leistungsfähigen Analyselaboren und einem qualifizierten Technischer Außendienst. Damit leisten wir unseren Beitrag für Ihren Mehrwert. Von der Materialauswahl und der Teilekonstruktion bis hin Fertigungsprozess unterstützen wir Sie darin, Innovationen und Technologie voranzutreiben und bei jedem von Ihnen entwickelten Produkt die nötige Sicherheit zu gewährleisten.

## Produktsuche

Mit der Materialdatenbank von Ascend finden Sie ganz einfach das richtige Material für Ihre jeweilige Anwendung. Mithilfe intuitiv bedienbarer Filter ermitteln Sie das für Ihre Anforderungen geeignete Produkt: <https://products.ascendmaterials.com/>



Weitere Informationen erhalten Sie von unseren Anwendungsspezialisten, oder besuchen Sie [ascendmaterials.com](https://ascendmaterials.com).