

## Allgemeine Angaben

Aramidfasern sind synthetisch organische Fasern, die im Trockenspinnverfahren (thermische Erweichung des Rohmaterials) oder Nassspinnverfahren (Erweichung des Ausgangsmaterials durch Lösungsmittel) ersponnen werden können. Dabei entstehen Filamentdurchmesser um 12 µm.

Wichtigste Handelsnamen und Produzenten:

Trockenspinnverfahren: Nomex® (DuPont/USA)  
Teijinconex® (Teijin/Japan)

Eine Beschichtung erfolgt dabei im Allgemeinen nicht. Die allgemeine Bezeichnung leitet sich aus der chemischen Herkunft der Faser ab (Aramid: aromatisches Polyamid) und wird unter den untenstehenden Handelsnamen vertrieben.

Nassspinnverfahren: Kevlar® (DuPont/USA)  
Twaron® (Akzo/Europa)

## Mechanische Kennwerte

	Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	Zugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	Bruchdehnung [%]	E-Modul [N/mm <sup>2</sup> ]	Laminat (45...50 Vol.%) [N/mm <sup>2</sup> ]
Aramid LM	1,44	2800	3,7	59000	460...540 (0°/90°)
Aramid HM	1,44	2800	3,7	127000	790...900 (UD)

## Weitere Eigenschaften

- hohe Zugfestigkeit, hoher Elastizitätsmodul, hohe Bruchdehnung
- hohe Abriebfestigkeit
- sehr hohe Schlagzähigkeit
- temperaturempfindlich; im Niedrigtemperaturbereich bis etwa -100°C keine nachteiligen Effekte, bei Erwärmung auf 180°C Festigkeits- und Steifigkeitsabfall um etwa 20%
- flammfest und selbstverlöschend
- schmilzt und tropft nicht, verkohlen ab etwa 400°C, geringe Rauchbildung im Brandfall
- ausgezeichnete Dimensionsstabilität
- negativer Wärmeausdehnungskoeffizient (allerdings nur geringer thermischer Schrumpf)
- gute textile Verarbeitbarkeit
- ausgezeichnetes Erholungsvermögen bei wiederholter Zugbelastung
- sehr gute Lösungsmittelbeständigkeit, Säuren und Basen können die Faser jedoch zerstören
- sehr geringe elektrische Leitfähigkeit
- gute Beständigkeit gegen Elektronenstrahlen
- gute Druckerholungseigenschaften von gedrehten Garnen
- geringe UV-Beständigkeit: Verringerung der Zugfestigkeit bei Einwirkung des Sonnenlichts auf ca. 50% nach 40 - 60 Wochen, nach 120 Wochen ist die Festigkeit auf ca. 30% abgesunken
- leichte Wasseraufnahme (bis zu 7%)

## Verarbeitungshinweise

Aramidfasern können zu Garnen, Zwirnen und Rovings weiterverarbeitet werden. Schnitffasern und Wirrfasermatten werden nicht erzeugt. Aramid kann zu folgenden textilen Flächen und Halbzeugen weiterverarbeitet werden: Gestricke, Gelege, Gewebe, Gewirke, Wickeln, Geflechte, Strangziehen/Extrudieren, Prepregs (siehe auch HHT-Merkblatt „Textile Flächenbildung“). Durch seine hohe Duktilität und geringe Kerbempfindlichkeit kann Aramidfasern eine große Robustheit für alle Verarbeitungsprozesse bescheinigt werden.

Augrund dieser im Hinblick auf den Einsatz sehr positiven Eigenschaften ergeben sich jedoch auch Nachteile für die eingesetzten Werkzeuge und Maschinen. Der Transport der Faser verursacht an Fadenzuführern und an der Arbeitsstelle einen hohen Verschleiß. Bei der spanenden Bearbeitung von aramidverstärkten Faserkunststoffverbunden ist mit verkürzten Werkzeugstandzeiten zu rechnen. Das Schneiden der Faser wird nur mit speziellen microverzahnten Scheren empfohlen.

Aufgrund der großen Empfindlichkeit von Aramidfasern gegenüber UV-Strahlung sollten alle vor der Einbettung in die schützende Matrix durchzuführenden Verarbeitungsschritte soweit möglich unter Lichtabschluss erfolgen. Eine wirksame und praktikable Möglichkeit stellt das temporäre (z. B. Schutzfolie) oder permanente (z. B. Beblechung) Einhausen der Maschinen dar.

Kontakt	Ansprechpartner	Telefon	E-Mail
Institut für angewandte Forschung im Bauwesen (laFB) e.V., Sophienstr. 33A, D-10178 Berlin	Hr. Hamann, Hr. Birk	++49 (0)30 28 39 28 -0	mail@iafb.de

## Beschichtungen und Anstriche

Eine Beschichtung der Faser erfolgt nur zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit (Webschlichte). Eine haftvermittelnde Wirkung der Beschichtung in Analogie zur Glasfaser besteht nicht. Aus diesem Grund steht ein weniger umfangreiches Sortiment an Matrixharzen und Lacken zur Verfügung (siehe auch HHT-Merkblatt „Matrixsysteme“). Die Konsolidierung zum Faserkunststoffverbund (FKV) erfolgt am effektivsten mit Epoxidharzen. Die Eignung von Lösungsmittelbasierten 1K- und reaktiven Mehrkomponenten-Systemen von Lacken und Anstrichen muss im Einzelfall geprüft werden. Systeme auf Basis ungesättigter Polyesterharze (UP) sind für Lack- und Anstrichsysteme geeignet.

Die oben erwähnte temporäre Beschichtung zum Zwecke der besseren Verarbeitbarkeit wird für Hochleistungsanwendungen (z. B. Luft- und Raumfahrt) wieder thermisch oder mechanisch entfernt (Entschlichtung).

## Bauphysikalisches Verhalten

Die Wasseraufnahme der Aramidfasern hat keinen nennenswerten Einfluss auf ihre mechanischen Eigenschaften. Beachtung finden beim Umgang mit den Fasern muss der negative thermische Ausdehnungskoeffizient. Andernfalls können unerwünschte Vorspanneffekte in den Verstärkungslaminaten auftreten.

Der Dampfdiffusionswiderstand von aramidfaserverstärkten Kunststoffverbunden hängt maßgeblich vom eingesetzten Matrixharz ab und entspricht im Wesentlichen dem der unverstärkten Kunststoffe.

## Kosten

Die Preise für Aramidfasern unterliegen starken Schwankungen. Sie sind im konkreten Fall neben der aktuellen Marktsituation auch von Einzelfaktoren wie Elementarfadendurchmesser und Feinheit (Aufmachung) sowie Beschichtung und Weiterverarbeitung abhängig.

Im verarbeiteten Zustand (Gewebe und Gelege) liegen die Preise für Aramidfasern in etwa auf dem gleichen Niveau wie die für Kohlefasern. Beide Hochleistungsfasertypen sind in etwa viermal so teuer wie verarbeitetes Glas.

## Ökologische Bewertung

Für die Herstellung der Aramidfasern liegen bisher kaum Untersuchungen hinsichtlich der ökologischen Auswirkungen vor. Die hier genannten Werte zeigen die durchschnittlichen Auswirkungen der Produktion in einem holländischen Betrieb, die Daten wurden der Datenbank IDEMAT 2001 entnommen. Es ist aufgrund der zu Grunde gelegten Produktionsdaten zu vermuten, dass der Verbrauch von Energiereserven für einen Großteil der Auswirkungen verantwortlich ist. Die angegebenen normalisierten Werte sind bezogen auf die Emissionen Westeuropas während des Jahres 1995.

Ökobilanzdaten	Ressourcenverbrauch [kg Sb eq]	Versauerungspotential [kg SO <sub>2</sub> eq]	Eutrophierungspotential [kg PO <sub>4</sub> eq]	Treibhauspotential [kg CO <sub>2</sub> eq]	Ozonabbaupotential [kg CFC eq]	Sommersmogpotential [kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> eq]	Primärenergieverbrauch (KEA fossil) [MJ]
1 kg Aramidfaser*	0,090	0,055	0,0060	13,232	44,7 * 10 <sup>-6</sup>	0,00361	1651
normalisiert	60,6 * 10 <sup>-13</sup>	19,9 * 10 <sup>-13</sup>	4,7 * 10 <sup>-13</sup>	27,5 * 10 <sup>-13</sup>	5,36 * 10 <sup>-13</sup>	4,36 * 10 <sup>-13</sup>	-

\*Auf Basis der IDEMAT Datenbank, implementiert in SimaPro 7.1.8. Daten eines spezifischen Herstellers

## Einsatzmöglichkeiten

Neben den klassischen Einsatzgebieten wie den Schutztextilien, bei denen Eigenschaften wie Stich-, Schnitt-, Hitze- und Überspannungsschutz abgefragt werden, kommt den Aramidfasern zunehmend eine Bedeutung für die Armierung von Faserkunststoffverbunden zu. Ein besonderes Potential haben dabei die Hybridstrukturen (-oder garne). Bei diesen textilen Mischstrukturen wird das duktile Aramid mit seiner hohen Grenzdehnung zumeist mit hochfesten und hochmoduligen Fasern wie der Kohle in einem Gewebe (oder Faden) kombiniert und man erhält Strukturen mit einem weiten Auslegungsbereich was Steifigkeit, Festigkeit und Duktilität betrifft (siehe auch HHT-Merkblatt „Faserkunststoffverbunde (FKV)“).

## Literatur

- [1] Moser, K.: Faserverstärkte Kunststoffe; VDI Verlag Düsseldorf, 1992
- [2] Bergmann, H.W.: Konstruktionsgrundlagen für Faser-verbundbauteile; Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1992
- [3] Flemming, M., Ziegmann, G., Roth, S.: Faserverbundbauweise - Halbzeuge und Bauweisen; Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1996
- [4] Michaeli, Huybrechts, Wegener: Dimensionieren mit Faserverbundkunststoffen; Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1995

Kontakt	Ansprechpartner	Telefon	E-Mail
Institut für angewandte Forschung im Bauwesen (laFB) e.V., Sophienstr. 33A, D-10178 Berlin	Hr. Hamann, Hr. Birk	++49 (0)30 28 39 28 -0	mail@iafb.de