



Bundesverband  
Handschutz e.V.

## Schnittschutzhandschuhe aus Chemiefasern: Para-Aramid und Polyethylen

**Mehr als die Hälfte aller Hand- und Handgelenksverletzungen sind Schnittverletzungen. Dabei könnten nahezu alle Schnittverletzungen durch den Einsatz geeigneter Schutzhandschuhe vermieden oder zumindest abgeschwächt werden. Diese Tatsache berücksichtigend muss an dieser Stelle die Frage gestellt werden: „Werden keine Handschuhe getragen oder sind es die falschen Handschuhe, die eingesetzt werden?“ Wahrscheinlich ist beides zutreffend.**

Als Schnittschutzhandschuhe finden heute neben Lederhandschuhen auch Handschuhe aus synthetischen Chemiefasern Anwendung, hier insbesondere zu nennen: Para-Aramid sowie hochmolekulares Polyethylen.

### Synthetische Chemiefasern

Der Durchbruch in der Entwicklung synthetischer Fasern wurde vor fast 70 Jahren mit Nylon erreicht. Seitdem konnten durch stetige Forschung und das rasant wachsende Know-how eine Vielzahl neuer Fasern mit den unterschiedlichsten Eigenschaften hergestellt werden.

Im Gegensatz zu den Naturfasern können Chemiefasern in Zusammensetzung und Aufbau individuell vom Menschen gestaltet und ihnen damit definierte Eigenschaften verliehen werden. Wird wenig oder keine Feuchtigkeitsaufnahme gewünscht? Möchte man eine hohe Elastizität oder Dehnbarkeit, Beständigkeit gegen Hitze oder Kälte? Chemiefasern können nahezu jeden Wunsch erfüllen.

Einen Meilenstein im Bereich Chemiefasern setzte 1965 die Chemikerin Stefanie Kwolek (DuPont) mit der Entwicklung von Para-Aramid, das jedoch erst Jahre später unter dem Namen Kevlar® (DuPont), bzw. Twaron® (Teijin Twaron) auf den Markt kam. Aufgrund der außergewöhnlichen Eigenschaften dieser sehr kompakten Faser – zu nennen sind hier insbesondere die große Zug-, Reiß- und Hitzefestigkeit – wird Para-Aramid seitdem für feuer- und kugelsicheres Gewebe, Unterwasserkabel, Bremsbeläge, Raumfahrtanwendungen, Boote und Fallschirme verwendet. Erst Ende der 70er Jahre kamen die ersten Aramid-Schnittschutzhandschuhe auf den Markt.

Eine vor ca. 20 Jahren entwickelte, sehr leichte, schnittresistente Faser ist Dyneema® (DSM), bzw. Spectra® (AlliedSignal Inc., jetzt: Honeywell) – ein hochfestes Polyethylen, das auch unter dem Kürzel UHMW-PE = ultra-high molecular weight polyethylene) bekannt ist. Diese Faser findet außer im Schnittschutzbereich vor allem im Flug- und Drachensport sowie auch im Angel- und Segelsport Anwendung.

### Eigenschaften von Aramidfasern: Kevlar®, Twaron® und Nomex®

Kevlar® (DuPont), Twaron® (Teijin Twaron) und auch Nomex® (DuPont) sind Aramidfasern (Aramid = **arom**atisches **polyamid**), die sich durch sehr hohe Steifigkeit, Reißfestigkeit, Biegsamkeit, Stärke und Temperaturbeständigkeit auszeichnen.

Kevlar, bzw. Twaron gehören zu den Para-Aramiden, in denen die aromatischen Molekülteile in den Positionen 1 und 4 mit den Amidgruppen verbunden sind (para-Anordnung, Abb. 1).

Die aromatischen Kerne in der Polymerkette bewirken die hohe Faserstabilität, da sie die Polymerkette durch ihre Größe in einer „langgestreckten“ Form halten. Die Ketten können sich so hochorientiert in der Faserachse ausrichten und bewirken die außergewöhnlich guten Eigenschaften des Materials. Senkrecht zur Faserlängsachse ist die Festigkeit relativ gering. Folglich sind die Querfestigkeit und die Druckfestigkeit von Aramidfasern geringer als die Längsfestigkeit.

Nomex ist ein Meta-Aramid. Hier werden die Aromaten in den Positionen 1 und 3 von den Amidgruppen flankiert (meta-Anordnung, Abb. 1). Die Eigenschaften von Nomex sind denen des Kevlars sehr ähnlich, Schnitt- und Abriebfestigkeit sind jedoch geringer und die Hitzebeständigkeit höher.

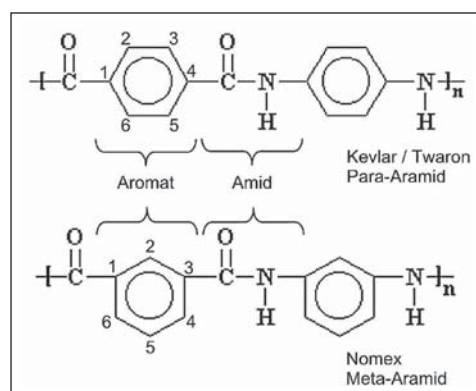


Abb. 1: Aramide: Poly(para-phenylterephthalamid): Kevlar®/Twaron® und Poly(meta-phenylterephthalamid): Nomex®

Aramide eignen sich hervorragend zum Einsatz im Hitzeschutzbereich. Sie sind zwar entflammbar, jedoch bei Entfernen der Feuerquelle selbstverlöschend. Die Fasern schmelzen nicht und weisen eine gute flammhemmende Wirkung auf. Ein weiterer großer Vorteil ist die geringe Wärmeleitfähigkeit des Materials. Bei höheren Temperaturen beginnen Aramide zu verkohlen, jedoch

weisen sie selbst nach mehrtägiger Belastung mit Temperaturen um 250 °C noch eine Restzugfestigkeit von 50 % auf. Aufgrund ihres negativen Wärmeausdehnungskoeffizienten in Faserlängsrichtung verkürzt sich die Faser in der Wärme.

Der Nachteil der Aramidfasern ist die niedrige UV-Beständigkeit. Aramide verlieren bei UV-Einwirkung ihre Festigkeit, nach längerer Einwirkung bis zu 75 %, wobei sich die goldgelben Fasern braun verfärben.

Die Schnittfestigkeit der Para-Aramide ist sehr gut und kann Level 5 gemäß EN 388 erreichen, jedoch sind die Handschuhe dann relativ steif und grob, was zu Einbußen im Tragekomfort führen kann.

### Hochfeste Polyethylenfasern: Dyneema/Spectra

Polyethylen ist das im täglichen Leben wohl am häufigsten anzutreffende und gleichzeitig das am einfachsten aufgebaute Polymer. Es besteht nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff (Abb. 2).

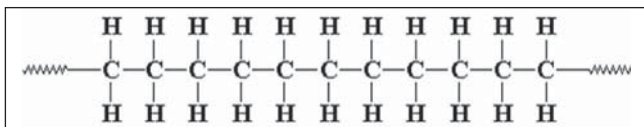


Abb. 2: Struktur von Polyethylen

Dyneema<sup>®</sup>, bzw. Spectra<sup>®</sup> stehen für die Abkürzung „UHMW-PE – Ultra High Molecular Weight Polyethylene“, bzw. auch HPPE – Hochleistungs-Polyethylenfasern. Die chemische Formel dieser Faser ist identisch mit der des „normalen“ Polyethylens, jedoch unterscheiden sie sich in ihren Eigenschaften enorm.

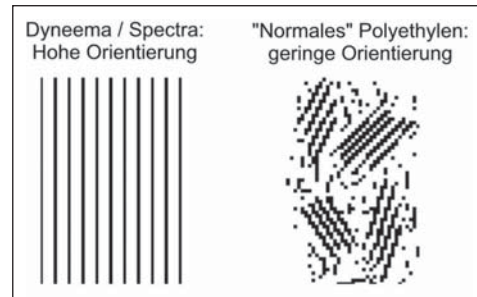
UHMW-PE hat ein sehr hohes Molekulargewicht, das 10–100 mal höher ist, als das des normalen Polyethylens (PE). Die Polymerketten sind streng in Faserrichtung geordnet, während die des „normalen“ PE relativ ungeordnet sind (Abb. 3). Das hohe Molekulargewicht kombiniert mit der kristallinen Ordnung bedingen die außergewöhnlichen Eigenschaften dieses Materials, die die der Aramidfasern in einigen Bereichen übertreffen.

Trotzdem die Aramide bereits ein sehr geringes spezifisches Gewicht haben, wird dies von Dyneema/Spectra noch um ca. 30 % unterboten. Dies bedingt eine sehr gute Ermüdungsbeständigkeit und hervorragenden Tragekomfort. Das Material verfügt wie Aramid über eine geringe Bruchdehnung und wird aufgrund seiner einfachen Struktur von allen Chemiefasern am wenigsten durch Chemikalien angegriffen.

Im Unterschied zu den Aramiden ist Dyneema UV-stabil, zeigt eine extrem geringe Dehnung und zeichnet sich durch eine hohe Schnitt- und ausdauernd hohe Abreibfestigkeit aus.

Dyneema kann – insbesondere gegen Stöße von hoher Geschwindigkeit – mindestens 30 % mehr Energie aufnehmen als Aramid. Das Material ist daher besonders interessant für die Herstellung von Helmen, Schutzschildern, Panzerungen, Schutzkleidung und Aufprallschutzrohren (Helikopterbau).

Abb. 3: Anordnung der PE-Polymerketten



Quelle: r&g Faserwerkstoffe GmbH

Nachteilig gegenüber Para-Aramid ist der niedrige Schmelzpunkt des Materials, das den Einsatz bei Arbeiten, die gleichzeitig Schnitt- und Hitzeschutz erforderlich machen, begrenzt. Auch wird bei langdauernder konstanter Last ein als „Kriechen“ bezeichneter Effekt beobachtet. Es handelt sich dabei um das nicht rückführbare Anwachsen der Dehnung mit der Zeit. Dies ist jedoch bei neueren Modellen und auch dickerem Material nicht mehr relevant.

### Einsatzgebiete der Chemiefasern

Aramide wie auch hochpolymeres Polyethylen bieten hervorragenden Schnitt-, jedoch keinen Stichschutz.

Kevlar, bzw. Twaron und auch Nomex sind in Bereichen, in denen es um Schnitt- und Hitzeschutz geht, nicht wegzudenken. Es wurde viel geforscht, um nachteilige Eigenschaften zu verbessern, oder definierte Eigenschaften besser herauszuarbeiten. So wurden neue Stricktechniken entwickelt, die zu einem höheren Tragekomfort führen. Es folgten innovative Kombinationen mit anderen Fasern oder Materialien, wie hauchdünnen Stahlfäden. Letzteres hatte eine wesentliche Erhöhung der Schnittfestigkeit zur Folge, führte jedoch auch zu einer Verminderung des Tragekomforts und Erhöhung der Ermüdung. Mit der noch recht jungen Kevlar-Armorteknologie wurde es dann möglich, einen Schnittschutzlevel von 5 bei 1/3 der Wandstärke zu erreichen. Auch konnte durch indirekte Einarbeitung von Farbpigmenten die UV-Stabilität erhöht werden.

Der vergleichsweise hohe Abrieb von Aramidfasern und auch das teilweise bei hohen Schnittschutzleveln mangelnde Feeling begrenzt deren Einsatz in sensiblen Bereichen. Hier findet Dyneema Anwendung.

Die Industrie ist sehr bemüht, um durch Weiterentwicklungen innovative Produktlösungen für besten Schutz und Komfort zu bieten. Würden diese Handschuh-typen häufiger eingesetzt, könnten die Schnittverletzungen in kurzer Zeit drastisch zurückgeführt werden.

Der BVH wird sich in den nächsten Ausgaben dieser Zeitschrift dem Bereich Schnittschutz, der Leistung von Schnittschutzhandschuhen, sowie den innovativen Entwicklungen intensiv widmen. Informieren Sie sich auf unserer Homepage unter [www.bvh.de](http://www.bvh.de).

Frank Zuther  
Bundesverband Handschutz e. V.  
Brucknerallee 172 a  
41236 Mönchengladbach  
Tel.: (0 21 66) 24 82 49, Fax: (0 21 66) 24 82 90  
E-Mail: [geschaeftsstelle@bvh.de](mailto:geschaeftsstelle@bvh.de), Internet: [www.bvh.de](http://www.bvh.de)