

Zeitschrift: Mittex : die Fachzeitschrift für textile Garn- und Flächenherstellung im deutschsprachigen Europa

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung von Textilfachleuten

Band: 103 (1996)

Heft: 3

Artikel: Vliesstoffe und Gewebe für Ballistikschutz

Autor: Dingenen, Jan van / Verlinde, Aldo

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-677628>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 31.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Vliesstoffe und Gewebe für Ballistikschutz

Jan van Dingenen und Aldo Verlinde von DSM High Performance Fibers diskutieren die Verwendung von DYNEEMA-Polyethylenfasern beim Ballistikschutz.

Der Mechanismus, durch den ein Geschoss durch Textilien gestoppt wird, ist noch nicht vollständig untersucht. Für Ballistikschutz werden unterschiedliche Arten von Textilien eingesetzt:

- Vliesstoffe
- unidirektionale textile Flächen
- Gewebe
- faserverstärkte Kunststoffplatten.

In allen Fällen ist der Bremsmechanismus sehr unterschiedlich und die Theorien geben bisher noch keine vollständige Erklärung.

Die hochfeste Polyethylen-Faser (HPPE) von DSM, mit Handelsnamen DYNEEMA®, wird in verschiedenen Arten und Formen für Schutzbekleidung eingesetzt. Durch die unterschiedlichen Bremsmechanismen und die vielfältigen DYNEEMA-Textilstrukturen können die Textilien für die ver-

schiedenen Geschosstypen optimiert werden.

Fasern und Projekte

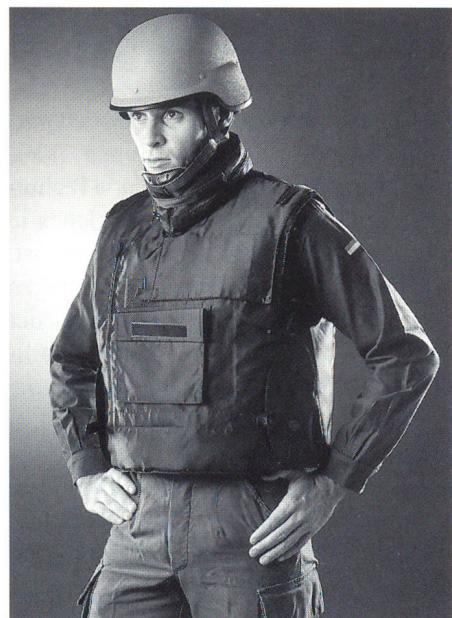
DYNEEMA ist die zugfesteste Faser der Welt. Sie wird von ihrer Erfinderin, der holländischen Firma DSM produziert. Die Faser wird für Seile, technische Textilien, schnittfeste Handschuhe, Filtergewebe sowie leichte Schutzkleidung eingesetzt.

Hohe Festigkeit, hoher Modul und eine hohe Energieabsorption sind die wichtigsten Eigenschaften, die das ballistische Potential bestimmen. Bei Personenschutzausrüstungen, wie Westen und Helme, ist eine geringe Masse entscheidend. Hinsichtlich des Masse/Eigenschaftsverhältnisses ist DYNEEMA für Personenschutzausrüstungen besonders geeignet.

Aramid- und Dyneema-Fasern werden gegenwärtig für leichte Kugelschutzkleidung genutzt. In speziellen Bereichen finden Ballistik-Nylon- und S-Glasfasern Verwendung. Die ballistische Faser DYNEEMA SK66 ist gegenwärtig die zugfesteste Faser, die kommerziell verfügbar ist. In diesem Jahr kommt die noch festere DYNEEMA SK77 auf den Markt. Bei gleicher Schutzwirkung kann somit noch mehr Masse eingespart werden.

Grundsätzlich existieren zwei Schutzkategorien:

1. Schutz gegenüber Geschossen aus Pistolen und Gewehren: Diese Geschosse verformen sich, wenn sie auf einen Körper oder ein anderes Hindernis auftreffen. Dabei wird ein grosser Teil der kinetischen Energie des Geschosses für die Deformation eingesetzt. Diese Geschosse sind mit schussicheren Westen relativ leicht zu stoppen, da für die Verformung ein grosser Teil der kineti-



UNO-Blauhelme, französische Armee in Bosnien

schen Energie aufgewendet werden muss. Ein typisches Beispiel ist ein 9-mm-Geschoss aus einer Pistole mit einer Mündungsgeschwindigkeit von 400 m/s und einer Masse von 8 Gramm. Ein derartiges Projektil wird in vielen Ländern zur Prüfung von Schutzwesten der Polizei eingesetzt.

2. Schutz gegenüber Splittern von explodierten Bomben und Granaten: Diese Bruchstücke sind kleiner als Geschosse, haben scharfe Kanten und deformieren sich nicht. Bei der NATO werden für Testzwecke Stahl-FSP (Simulationssplitterbruchstücke) mit definierter Form und Masse eingesetzt. Ein typisches FSP für die Prüfung von Militär-Schrapnellwesten und -Helmen hat eine Masse von 1,1 Gramm und eine Geschwindigkeit von 600 m/s.

Mechanismus der ballistischen Wirkung

Die Geschwindigkeit von Geschossen liegt zwischen 300 und mehr als 1000 m/s. Es gibt eine Vielzahl von Mechanismen, die die Absorptionsenergie beeinflussen.

Zunächst hat das Projektil selbst einen grossen Einfluss. Seine kinetische Energie (Masse und Geschwindigkeit) ist genauso wichtig, wie seine Form und Struktur. Die Projektildeformation ist die



Französische UN-Soldaten tragen Militärwesten mit DYNEEMA-Einlagen gegen Militärgewehrgeschosse

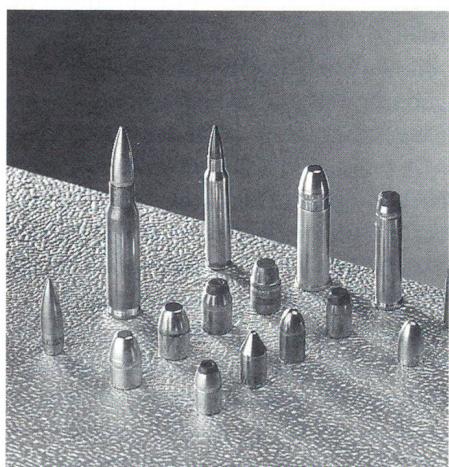
Hauptursache für Energieabsorption bei Geschossen. Da sich Stahl-FSP nicht deformieren und eine Standardform haben, ist ihr Bremsmechanismus leichter zu beschreiben als der von Projektilen.

Energieabsorption in Textilien:

- Deformation des Geschosses
- Zerschlagen oder Zerschneiden der Garne und folglich ein Perforieren der Textilschichten
- Zerstreuung der Impulsenergie durch Wechselwirkungen verschiedener Garne innerhalb einer Gewebeschicht
- Zerstreuung der Impulsenergie durch Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Textilschichten
- Deformation der flexiblen Textilien
Diese Mechanismen wirken unterschiedlich in verschiedenen Textilarten und auch bei gleichen Textilien aber unterschiedlichen Projektilformen. Durch die Verwendung verschiedener Arten von textilen Schichten kann die Ballistikkenschutzwirkung optimiert werden.

Traditionelle Gewebe

Wenn ein Projektil auf ein Gewebe auftrifft, dann tritt eine Schockwelle auf, die durch die Gewebekonstruktion läuft. Die Schockwelle wird über die Bindepunkte im Gewebe verteilt. Folglich wird die Schockwelle auf eine Vielzahl von Garnen weitergeleitet. Das Positive daran ist, dass sich die Energie auf eine



Verschiedene Geschossformen und eine Auswahl von FSP (Simulationssplitterbruchstücke), die bei ballistischen Prüfungen verwendet werden

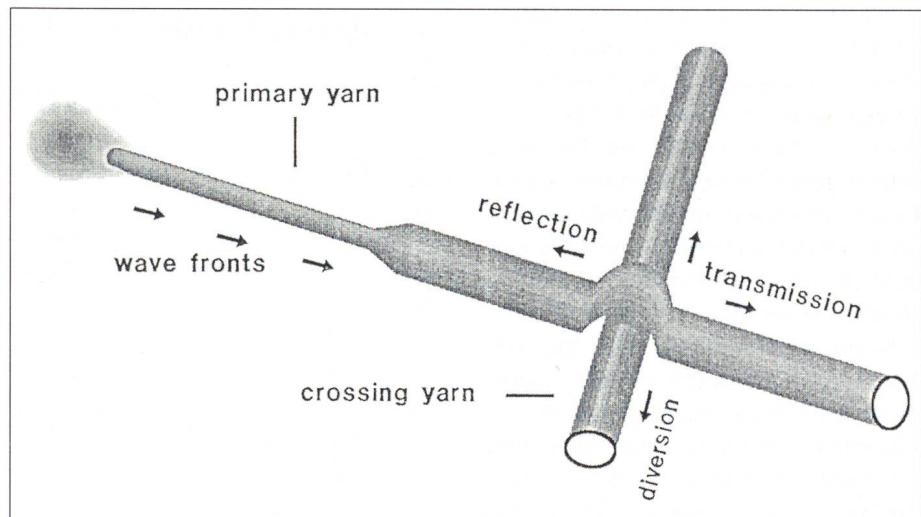


Abb. 1: Schockwellenfortpflanzung im Gewebe nach einer ballistischen Einwirkung

größere Fläche verteilt. Die Geschwindigkeit der Schockwelle und der Energiezerstreuung hat einen direkten Zusammenhang zum Modul der Faser.

Der Nachteil von Geweben liegt darin, dass die Schockwellen von den Bindepunkten reflektiert werden (Abb. 1). Der Bindepunkt kann als Fixpunkt betrachtet werden. Die Amplitude der reflektierten Welle hat die gleiche Richtung, wie die Amplitude der Originalwelle und wird folglich überlagert. Dadurch bewegen sich eine Anzahl von gerader Wellen in beiden Richtungen durch das Garn. Damit kann die Dehnung im Garn Maximalwerte bzw. die Bruchdehnung erreichen und die äusseren Schichten werden dann durchbrochen.

Ein kleines oder spitzes Projektil kann die Einzelfäden im Gewebe seitlich verschieben. Dies wird durch die Verwendung dichter gewobener Textilien verhindert. Dadurch erhöht sich jedoch wiederum der bereits beschriebene Reflexionseffekt.

Bei der Verwendung einer Matrix wird die seitliche Bewegung der Fäden verhindert. Die Impulswelle wird über mehrere Schichten verteilt. Aber die Matrix verstärkt ebenfalls die Wirkung der Reflexionswellen.

Aramid wird für Ballistikkenschutz fast immer in Gewebeform verwendet. Mit DYNEEMA wurden ebenfalls sehr gute Ergebnisse mit Geweben erreicht; mit anderen textilen Flächengebilden wurden jedoch gleiche Schutzwirkungen bei geringerer Masse oder höhere

Schutzwirkung bei mit Geweben vergleichbaren Massen ermöglicht.

DYNEEMA-Gewebe werden gegenwärtig in imprägnierter Form, z. B. für Militärhelme, verwendet. Die französische Armee setzte in Bosnien derartige Helme ein, die ungewöhnlich hohe Energieabsorption gegen Splitter aufwiesen.

Unidirektionale Schichten

Wie bereits aufgezeigt wurde, haben die Bindepunkte im Gewebe nicht immer eine positive Wirkung. Aus diesem Grund wurde der unidirektionale Vliestoff DYNEEMA UD66 entwickelt. Die unidirektionale verlegten Fasern werden mit einer thermoplastischen Matrix verfestigt und dann kreuzweise übereinandergelegt. In dieser Konstruktion haben die Garne keine echten Kreuzungspunkte wie beim Gewebe. Es gibt zwar einen definierten Zusammenhang zwischen den kreuzgelegten Faserschichten, der Anteil der reflektierten Schockwellen ist jedoch geringer.

DYNEEMA UD66 bietet einen ausgezeichneten Schutz gegenüber Geschossen und wird bei Polizeiwesten eingesetzt. Projektildeformation und Schutzwirkung sind sehr gut. Die Energie des Projektils wird sehr gut verteilt, wodurch sich eine geringere Rückendeformation ergibt. Als Rückendeformation wird die Verformung der Rückseite der Ballistikkenschutzhülle verstanden. Dadurch wird das Risiko von gebrochenen Rippen vermindert.

DYNEEMA UD66 kann ebenfalls zu Platten gepresst werden. Diese dienen als leichte Panzerung bei Fahrzeugen. Gegenwärtig werden diese Platten jedoch auch beim Militär zum Personenschutz gegen Gewehrmunition benutzt. Gewehrgeschosse haben Mündungsgeschwindigkeiten bis 1000 m/s. Sie werden bei der UN-Friedensmission in Bosnien eingesetzt.

Normale «weiche» Westen aus DYNEEMA UD66 oder Geweben können diese Geschosse nicht bremsen. Sie müssen mit Keramik- und Stahleinlagen verstärkt werden, die diese Projektiler zerstören. Gepresste DYNEEMA UD 66-Platten sind die einzigen Einlagen die in der Lage sind, Geschosse aus Militärgewehren bei einer akzeptablen Masse zu stoppen. Die Westen der französischen UNO-Truppen in Bosnien enthalten vier derartige Platten.

DYNEEMA UD 66 wird selten gegen Splitter eingesetzt. Dafür ist DYNEEMA Fraglight besser geeignet.

Schutz gegen Bomben

Der ballistische Mechanismus eines Nadelvliesstoffes unterscheidet sich komplett von dem eines Gewebes oder von unidirektionalen Schichten. Mit Geweben und unidirektionalen Schichten aus DYNEEMA UD66 wird ein grosser Teil der Energie durch Fadenbruch als Ergebnis des Überdehnens der Fasern absorbiert. DYNEEMA Fraglight ist ein Nadelvliesstoff, bei dem kaum Faserbrüche auftreten.

Es wird angenommen, dass auch die Deformation der gesamten Schichten wichtig für die Energieabsorption ist. Alle Versuche, die Leistung durch die Verstärkung von Faser-Faser-Reibung zu erhöhen, waren nicht erfolgreich. FSP dringen nicht in die ersten Schichten von DYNEEMA Fraglight ein. An der Spitze des FSP bildet sich ein Faserknäuel, wodurch der Splitter sehr schnell abgebremst wird.

Ein wirksamer Weg zur Erhöhung der ballistischen Leistung ist die Verbesserung der Fasereigenschaften. Das Nadelvlies besteht aus einer grossen Anzahl relativ kurzer Fasern mit nur wenigen «festen» Kreuzungspunkten. Das heisst,

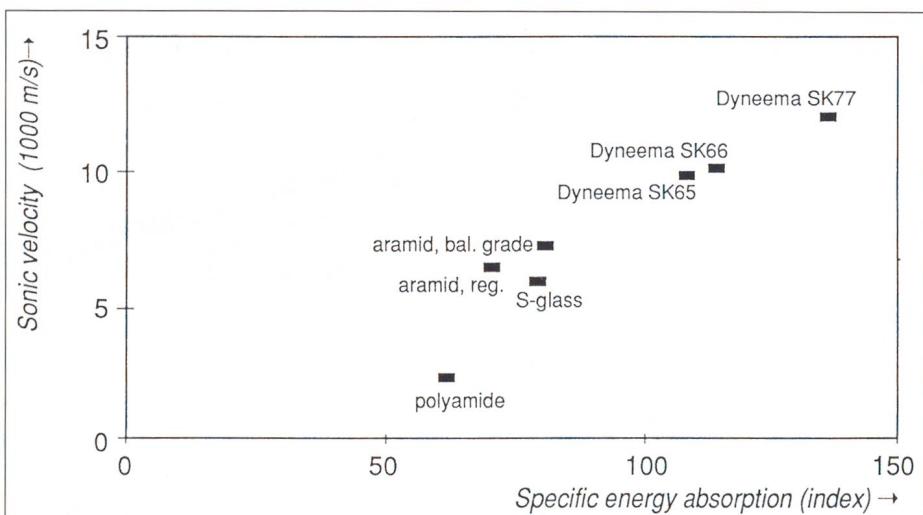


Abb. 2: Ballistisches Potential von Fasern

die Fasern haben vorwiegend freie Enden. Am freien Ende hat die Amplitude der reflektierten Welle die entgegengesetzte Richtung der Amplitude der Originalwelle. Damit neutralisieren sich die Wellen und die Bruchdehnung der Fasern wird nicht erreicht.

Für Nadelvliesstoffe ist der Fasermodul vielleicht wichtiger als die Faserfestigkeit. Der Modul bestimmt, zusammen mit der Vliesstoffdichte, die Geschwindigkeit der Impulswelle im Faserverband (Abb 2).

DYNEEMA Fraglight wird nur zum Schutz gegen Splitter von Bomben und Granaten verwendet. Bei den Standardtests mit FSP's wurde eine so gute

Schutzwirkung festgestellt, so dass sehr leichte Westen, die kaum beim Tragen stören, eingesetzt werden können. Durch die Flexibilität der Weste und ihre geringe Masse kann sie unter allen Bedingungen getragen werden. DYNEEMA Fraglight wird gegenwärtig von allen grösseren Armeen der Welt getestet.

Optimierte Leistung

Die unterschiedlichen aus DYNEEMA hergestellten textilen Flächengebilde haben jeweils ihre speziellen Anwendungsbereiche. DYNEEMA-Gewebe werden in «harten» harzimprägnierten Schutzvorrichtungen, wie beispielsweise Militärhelme verwendet. DYNEEMA UD66 ist das beste Produkt für Ballistikschutz und wird für Kugelschutzwesten für die Polizei sowie für gepresste Einlagen als Schutz gegen Gewehrmunition eingesetzt. DYNEEMA Fraglight ist ein echter Durchbruch bei den Splitterschutzwesten. Aufgrund der niedrigen Masse und der hohen Flexibilität ist der Tragekomfort mit normaler Bekleidung vergleichbar.

Erstabdruck in *Technical Textiles International, Elsevier Advanced Technology, Oxford, UK, © 1996 Elsevier Science Ltd.*

Adresse der Autoren:

Jan van Dingenen und Aldo Verlinde
von DSM High Performance Fibers,
Eisterweg 3, NL 6422 PN Heerlen, The
Netherlands, Tel.: 0031 45 543 6767,
Fax: 0031 45 542 6538



DYNEEMA-Polizeiweste kann mit leichten Einlagen für eine zusätzliche Schutzwirkung ausgerüstet werden