

KURZVERÖFFENTLICHUNG

Verbesserung des Impactverhaltens von Körperschutz- ausrüstung durch Textil-Schaum-Verbunde auf Basis von gradierten 3D-Abstandsgeweben (IGF 19398 N)

Autoren:	Dr.-Ing. Hans-Jürgen Bauder Jürgen Wolfrum Metin Caliskan Timo Weimer Prof. Dr.-Ing. Markus Milwich Sathis Selvarayan Prof. Dr.-Ing. Götz T. Gresser
Forschungsstelle:	Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf
Erschienen:	27.11.2019
Bearbeitungszeitraum:	01.03.2017 - 31.08.2019

Zusammenfassung

Durch das steigende Bedürfnis nach Sicherheit werden in allen gesellschaftlichen Bereichen sowohl von den Anwendern als auch von der Gesetzgebung effektivere Schutzsysteme gefordert. Für eine neue Generation von Körperschutzelementen bietet die Pomelofrucht dazu das bionische Vorbild eines effektiven Dämpfungsprinzips.

Die technologische Übertragung des aufpralldämpfenden Wirkmechanismus der Pomelohaut auf Körperschutzsysteme erfolgte durch die Integration eines Abstandsgewebes in ein Schaummedium. Die mittels experimenteller Untersuchungen erarbeiteten Forschungsergebnisse zeigen Möglichkeiten zur Herstellung von Körperschutzsystemen auf, die bei einer Crash-, Stoß- oder Druckbelastung eine bessere Schutzwirkung bieten als bisherige Serienprodukte.

Ergebnisse

Voraussetzung für ein gutes, dem jeweiligen Anwendungsfall angepasstes, Dämpfungsverhalten ist die optimale Abstimmung der Druckstabilität des Abstandsgewebes auf die Härte und Druckelastizität des Schaums. Die maßgeblichen Einflussfaktoren für die Druck-

Stabilität des Abstandsgewebes sind bei konstantem Gewebeabstand die Packungsdichte der Abstandsfäden zwischen den Gewebelagen sowie deren Biegesteifigkeit und räumliche Neigung im Abstandsbereich.

Im Bereich Rückenprotektor wurde als Benchmark für die Verifizierung der Dämpfungseigenschaften geschäumter Abstandsgewebe das bereits sehr gute Dämpfungsverhalten eines viskoelastischen PU-Protektorenschaums herangezogen. Die experimentellen Untersuchungen ergaben, dass mit einem Gewebe-Schaum-Verbund z. T. ein noch besseres Dämpfungsverhalten erreicht werden kann, als mit dem gewählten Standard-Protektorenschaum. Ein gutes Dämpfungsverhalten zeigt sich bei der Impactprüfung in Form eines flachen Verlaufs der Kraft/Zeit-Kurve sowie einer geringen Restkraft, die als Maß für die verbleibende Stoßbelastung auf den Körper angegeben wird.

Wird ein handelsüblicher Standard-Protektorenschaum mit einem Abstandsgewebe verstärkt, führt dies zu einer Versteifung des gesamten Dämpfungssystems und die Schutzwirkung des Protektors verschlechtert sich. Dies umso mehr, je druckstabiler das Abstandsgewebe ausgeführt ist (Abbildung 1). Dies ändert sich, wenn die Impactprüfung nicht bei Raumtemperatur sondern für eine „T+“ Zertifizierung des Protektors bei 40°C vorgenommen wird. Der Protektor aus reinem Schaum erweicht und seine Dämpfungswirkung lässt erheblich nach. Der mit dem Abstandsgewebe verstärkte Protektor gleicht diesen Dämpfungsverlust aus und ermöglicht so den Einsatz des Protektors in einem größeren Temperaturfenster (Abbildung 2). Damit im Vergleich zu dem nur aus Schaum bestehenden Protektor auch bei Raumtemperatur ein vergleichbarer Impactschutz erreicht wird, empfiehlt sich die Verwendung eines angepassten Abstandsgewebes mit geringer Druckstabilität. Ein weiterer Vorteil von Protektoren mit einem Abstandsgewebe ist, dass sie durch die beiden Decklagen des Abstandsgewebes zusätzlich einen Durchdringungsschutz erhalten.

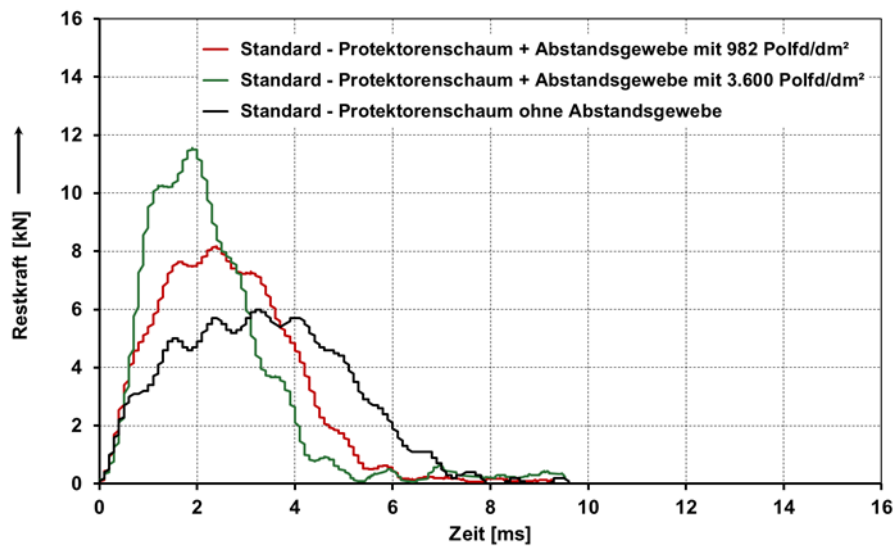


Abbildung 1: Dämpfungsverhalten bei einem Impact von einem Standard-Protektorschäum ohne Abstandsgewebe und zwei mit dem Standard-Protektorschäum geschäumten Abstandsgeweben mit unterschiedlicher Druckstabilität

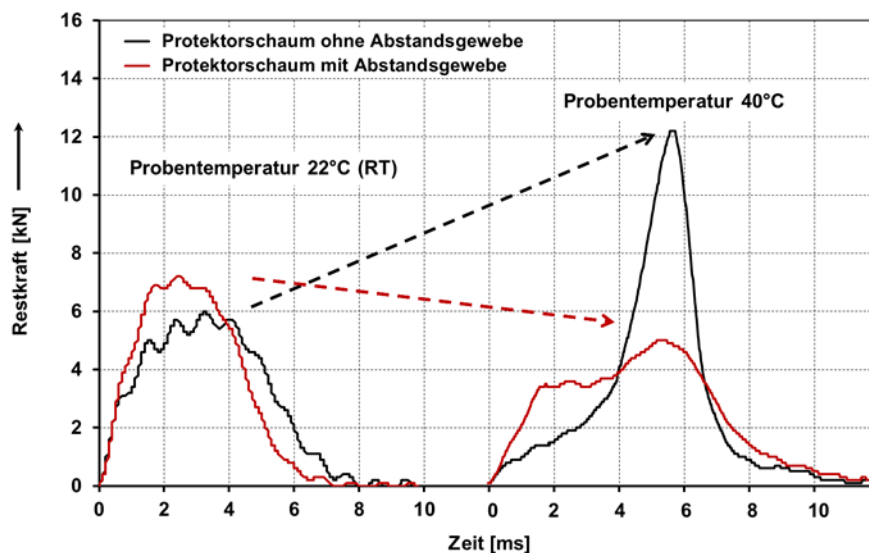


Abbildung 2: Einfluss der Probentemperatur bei einem Impact auf das Dämpfungsverhalten eines Standard-Protektorschäums mit bzw. ohne Abstandsgewebe

Im Bereich Kopfschutz, einem Anwendungsbeispiel mit sehr hochdynamischem Impact, wurde das Abstandsgewebe mit einem expandierenden EPS-Hartschaum kombiniert. Durch eine definiert geometrische Anordnung der Abstandsfäden konnte das Dämpfungsverhalten im Vergleich zum Serienhelm um bis zu 30% verbessert werden. Um wie beim standardmäßigen Schäumprozess das Befüllen des Abstandsgewebes mit EPS-Partikel direkt im Schäumwerkzeug vornehmen zu können, wurde die obere Gewebelage des Abstandsgewebes mit Gewebeöffnungen versehen (Abbildung 3). Zur Realisierung dieser bisher auf Abstandswebmaschinen noch nicht gefertigten Gewebestruktur mussten an der Webanlage Modifikationen mit Drehersystemen vorgenommen werden.



Abbildung 3: In die Helmschale eingelegtes Abstandsgewebe mit Füllöffnungen

Bei den Gewebe-Schaum-Verbunden für den Bereich Schutzpolster, einer eher quasistatischen Anwendung, konnte ein auf die einwirkende Belastung reagierendes adaptives Verformungsverhalten realisiert werden. Erreicht wurde dies durch einen sehr weichen viskoelastischen PU-Schaum und ein etwas weniger druckstabiles Abstandsgewebe. Damit sich der Gewebe-Schaum-Verbund gut verformen lässt und sich der Körperform anpassen kann, wurde das Abstandsgewebe durch in Kett- und Schussrichtung verlaufende abstandsfadenfreie Kanäle in viele kleinere Gewebebereiche mit Abstandsfäden unterteilt. Die sehr gute Druckelastizität des für das Schäumen des Abstandsgewebes eingesetzten viskoelastischen PU-Weichschaums führt nach einer Druckbelastung des Gewebe-Schaum-Verbunds sowohl zu einer schnellen Rückbildung der Verformung als auch zu einer geringen

Restdehnung (Abbildung 4). Zur Charakterisierung der Dämpfungswirkung von Schutzpolstern selbst wurde an den DITF ein dafür geeignetes Prüfverfahren entwickelt.

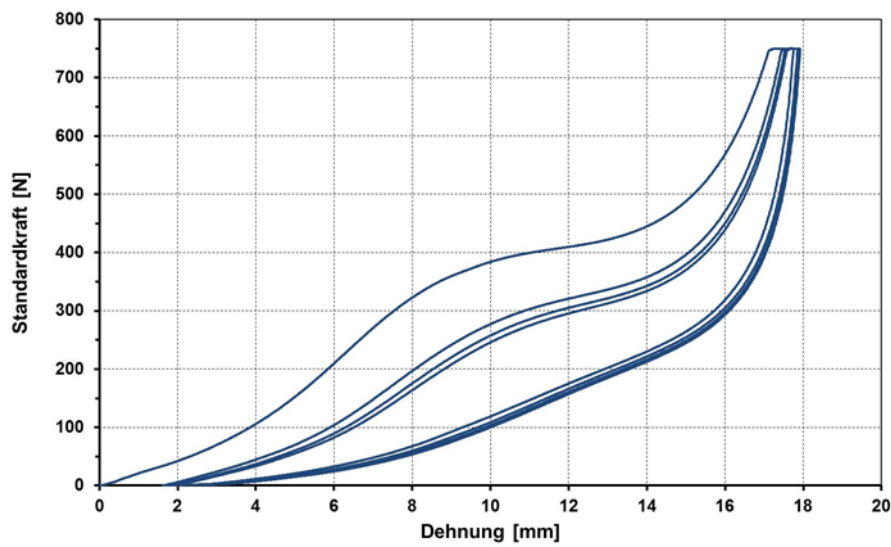


Abbildung 4: *Adaptives Druckhystereseverhalten eines Gewebe-Schaum-Verbunds für Schutzpolster*

Auf Basis der ermittelten Forschungsergebnisse wurden für jeden der 3 gewählten Anwendungsfälle Rückenprotektor, Kopfschutz und Schutzpolster Demonstratoren mit integrierten Abstandsgeweben und verbesserten Impacteigenschaften angefertigt (Abbildung 5).

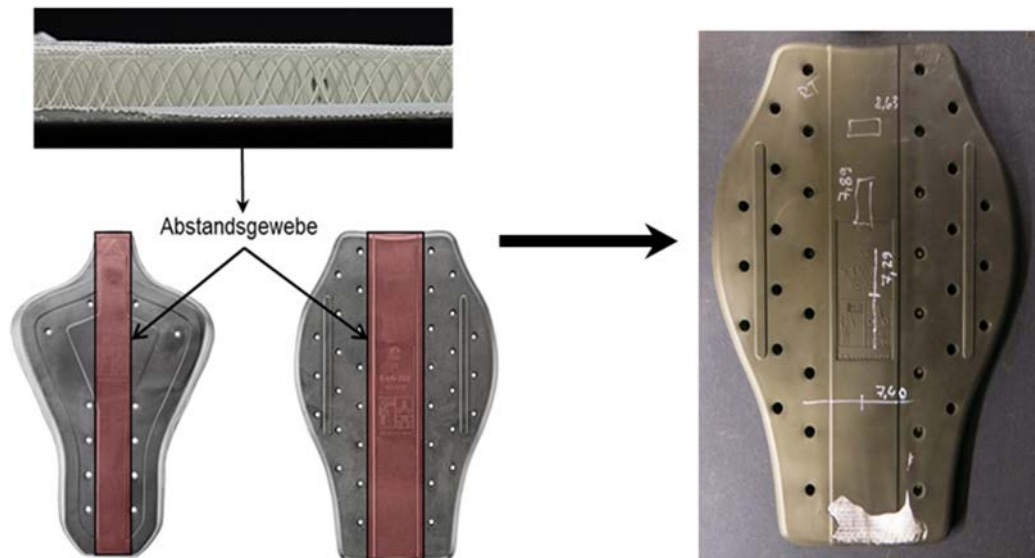


Abbildung 5: Gefertigte textilverstärkte Demonstratoren für den Bereich Rückenprotektor

Danksagung

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben 19398 N der Forschungsvereinigung
Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstraße 14-16,
10117 Berlin wurde über die AiF im Rahmen des
Programms zur Förderung der industriellen
Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium
für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages gefördert.

Weiterhin danken wir folgenden Firmen für die freundliche Unterstützung:

- SAS-TEC GmbH,
Volmarstraße 5
71706 Markgröningen
- UVEX Sports Group GmbH & Co. KG
Würzburger Str. 154
90766 Fürth
- Ortema GmbH
Kurt-Lindemann-Weg 10
71706 Markgröningen
- BMW Group
Hanauerstr. 14
80992 München
- E. Schoepf GmbH & Co. KG
Rathausstr. 18-24
95236 Stambach
- Eschler Textil GmbH
Max-Planck-Str. 10
72336 Balingen

Der Abschlussbericht des Forschungsvorhabens 19398 N ist an den Deutschen Instituten für Textil- und Faserforschung Denkendorf (DITF) erhältlich.

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Hans-Jürgen Bauder (hans-juergen.bauder@ditf.de)
Prof. Dr.-Ing. Markus Milwich (markus.milwich@ditf.de)