

DER REALE ERNSTFALL

ZWEI TREFFER. EIN HELM. 2,5 ZENTIMETER ABSTAND.

Eine Feldstudie zu ballistischer Leistungsfähigkeit, Backface-Deformation und Materialkompromissen im Helmdesign.

Whitepaper by



EXECUTIVE SUMMARY

Im August 2025 wurde ein Special Agent des DEA Special Response Teams bei einem Einsatz aus ca. 1,5 m Entfernung zweimal in den Kopf getroffen. Beide 9-mm-Geschosse trafen seinen Busch PROtective AMP-1 TP Helm im Abstand von weniger als 2,5 cm voneinander. Keines der Geschosse durchdrang den Helm. Er blieb einsatzfähig, beendete die Operation und wurde im Anschluss für diensttauglich erklärt.

Die Leistungsfähigkeit des Helms beruht auf einem einfachen technischen Grundprinzip: Die Schale soll sich beim Treffer möglichst wenig nach innen verformen.

Statt die Aufprallenergie vor allem durch starke Biegung aufzunehmen, widersteht der Helm der Verformung und verteilt die Belastung kontrolliert. Der steife Aramid-Verbundwerkstoff, die gewölbte Schale und eine darauf abgestimmte Polsterung wirkten zusammen, um sowohl die Energie des Geschosses als auch die auf den Schädel übertragene Kraft einzudämmen. Gleichzeitig blieb die Schale strukturell intakt genug, um ein zweites, nur 2,5 cm entfernt eintreffendes Geschoss zu stoppen.

Dieses Dokument erklärt die Physik hinter diesem Ergebnis – und verdeutlicht, warum Behörden Helme komplexer bewerten müssen, als mit einem einfachen Bestehen/ Nicht-Bestehen gängiger Tests. 🧠



INHALT

Nº 1

DIE GESCHICHTE IM DETAIL

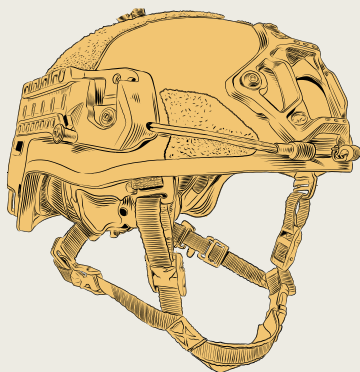
1



Nº 2

WARUM DER HELM SO GUT FUNKTIONIERTE

6



Nº 3

BALLISTIK ERKLÄRT EIN GENAUERER BLICK

16

- 3.1 Von wie viel Energie sprechen wir eigentlich? 18
- 3.2 Wohin geht die Energie tatsächlich? 20
- 3.3 Backface deformation (BFD): die Kennzahl, die tatsächlich über Verletzungen entscheidet 21
- 3.4 Multi-Hit Leistung: warum das zweite Geschoss der eigentliche Test ist 23

Nº 4

ARAMID vs. UHMWPE WARUM DIE MATERIALWAHL KEIN EINHEITSPRINZIP IST

26

- 4.1 Hitzebeständigkeit 27
- 4.2 Wie stark sich die Schale beim Aufprall verformt
- 4.3 Delamination 28
- 4.4 Multi-Hit-Widerstandsfähigkeit
- 4.5 Fertigung: Formgebung der Schale

WARUM DAS FÜR DEN AMP-1 TP ENTSCHEIDEND IST

30

WAS DAS FÜR DIE BEWERTUNG VON HELMEN BEDEUTET

32

Nº1

DIE GESCHICHTE IM DETAIL

Am 29. August 2025 erreichte eine unerwartete Nachricht unser allgemeines E-Mail-Postfach.
Die Betreffzeile war unauffällig. Der Inhalt war es nicht:

»Ich war gestern bei einem Einsatz mit der DEA und habe in einem Ihrer Helme einen Treffer abbekommen. Ihr Helm hat mir das Leben gerettet – ich wollte mich einfach bedanken und Ihnen ein Foto meines Helms schicken.«

DEA SRT Special Agent M. W.



Ballistischer Helm AMP-1 TP

Wir hatten schon zuvor von Rettungsfällen gehört.

Einfache Rückmeldungen, die über Trainingspartner oder Beschaffungskontakte an uns herangetragen wurden. Doch noch nie hatte sich eine Einsatzkraft persönlich, direkt und so kurz nach dem Ereignis bei uns gemeldet.

Unser US-Team nahm umgehend Kontakt zur zuständigen DEA-Dienststelle auf, um zu erfahren, was geschehen war.

Viele Details bleiben aufgrund der laufenden Ermittlungen vertraulich. Bestätigt wurde jedoch, dass ein Special Agent des Special Response Teams (SRT) der Drug Enforcement Administration (DEA), im Einsatz im Südwesten der USA, während eines Einsatzes zur Vollstreckung eines Haftbefehls aus kurzer Distanz zweimal am Kopf getroffen wurde. Der Verdächtige eröffnete aus etwa 1,5 m Entfernung mit einer 9-mm-Handfeuerwaffe das Feuer.

Beide Geschosse trafen den Busch PROtective AMP-1 TP Helm des Agenten im Abstand von weniger als 2,5 cm voneinander. Beide wurden vollständig von der Schale gestoppt. **Es kam zu keiner Penetration, keiner Perforation – und vor allem: zu keiner Verletzung.**

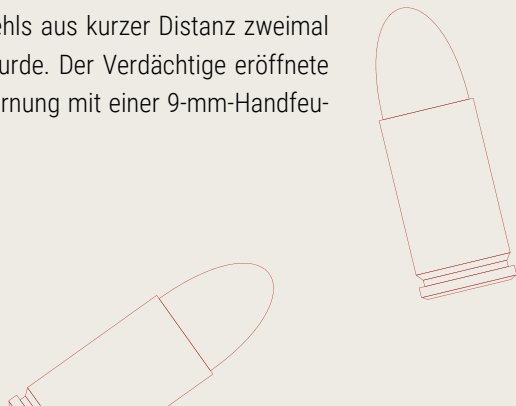
Trotz zweier direkter Kopftreffer in einer beengten Hochstress-Situation blieb der Agent handlungsfähig, konnte die Lage weiter einschätzen und effektiv agieren. Das Team schloss den Einsatz ohne Verletzungen ab, mehrere Verdächtige wurden festgenommen.

Gemäß Standardprotokoll wurde der Agent zur Untersuchung in ein Krankenhaus gebracht. Er wurde umgehend für diensttauglich erklärt:

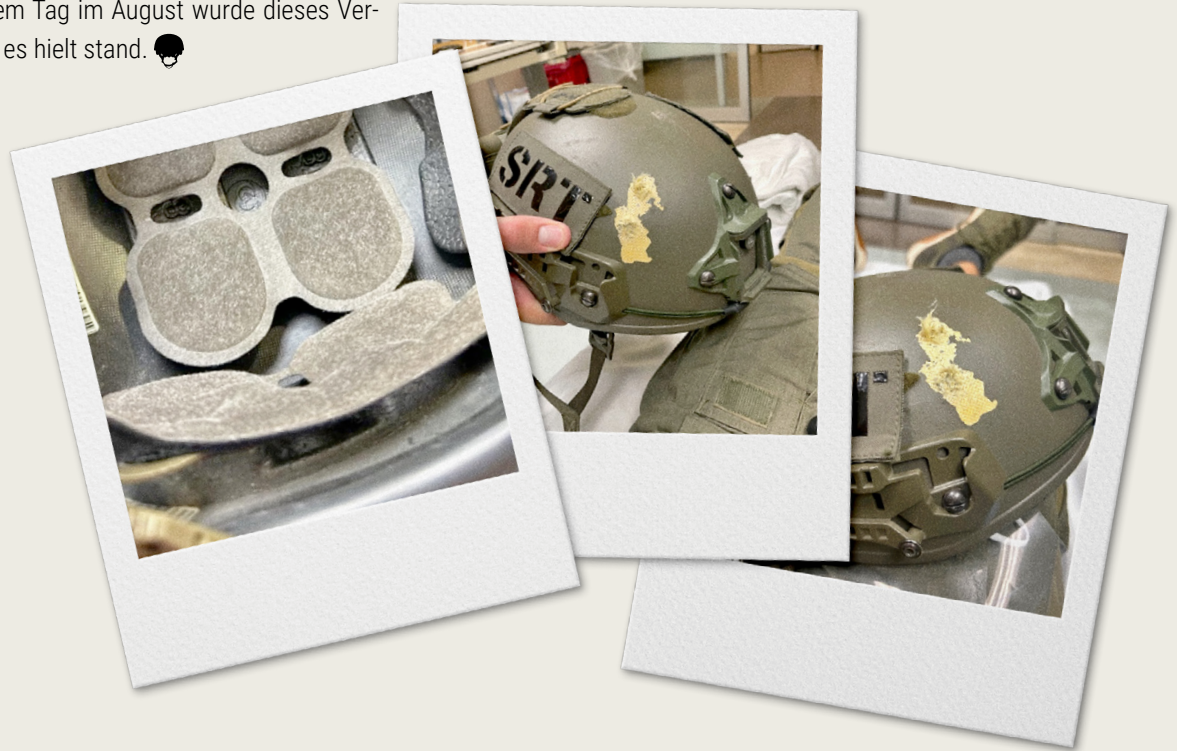
100 % einsatzfähig, keine weiteren Untersuchungen erforderlich.

Seine Nachricht an uns machte deutlich, was das bedeutete: Er verließ den Einsatzort, weil der Helm genau das tat, wofür er konstruiert wurde.

Die Fotos, die er uns schickte ...



... ein Helm mit zwei unverkennbaren Einschlagspuren – waren eine eindringliche Erinnerung daran, dass hinter jedem Schutzausrüstungsgegenstand ein Mensch steht, der ihm sein Leben anvertraut. An jenem Tag im August wurde dieses Vertrauen auf die ultimative Probe gestellt – und es hielt stand. 🖤

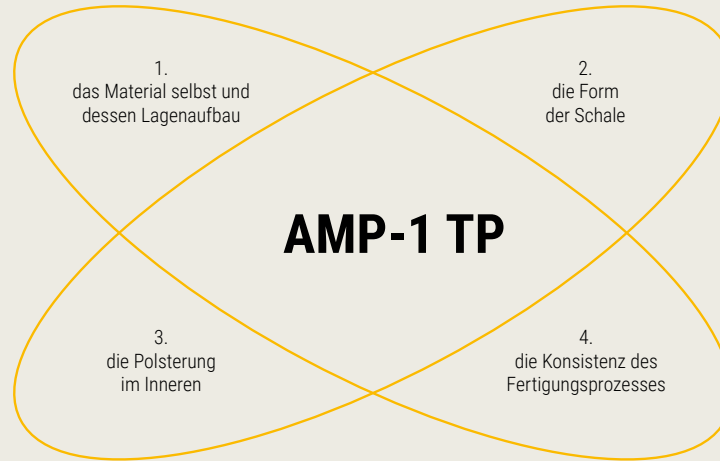


Nº2

WARUM DER HELM SO GUT FUNKTIONIERTE

Dass der Agent überlebte, lag nicht an einem einzelnen cleveren Merkmal.
Es war das Ergebnis mehrerer Konstruktionsentscheidungen, die unter ballistischer Belastung als System
zusammenwirkten:

gut zu wissen





HÄTTE MAN EINEN DIESER
FAKTOREN ENTFERNT, WÄRE
DIE GESCHICHTE MÖGLI-
CHERWEISE ANDERS AUSGE-
GANGEN.

1. Der Verbundwerkstoff: Wie das Material die Energie eines Geschosses aufnimmt

Die Schale des AMP-1 TP besteht aus mehreren Lagen Aramidfaser, die mit einem steifen Harz verbunden sind. Vereinfacht gesagt werden aus vielen einzelnen Faserlagen unter Hitze und Druck eine feste, dichte Schale.

Das Harz dringt in die Faserlagen ein und verbindet sie so, dass sie unter Belastung als gemeinsames Bauteil wirken. Diese Verdichtung verleiht der Schale ihre Festigkeit und strukturelle Integrität. 🧠

gut zu wissen

Abb. 1:
Schematische
Darstellung
von Aramidfasern

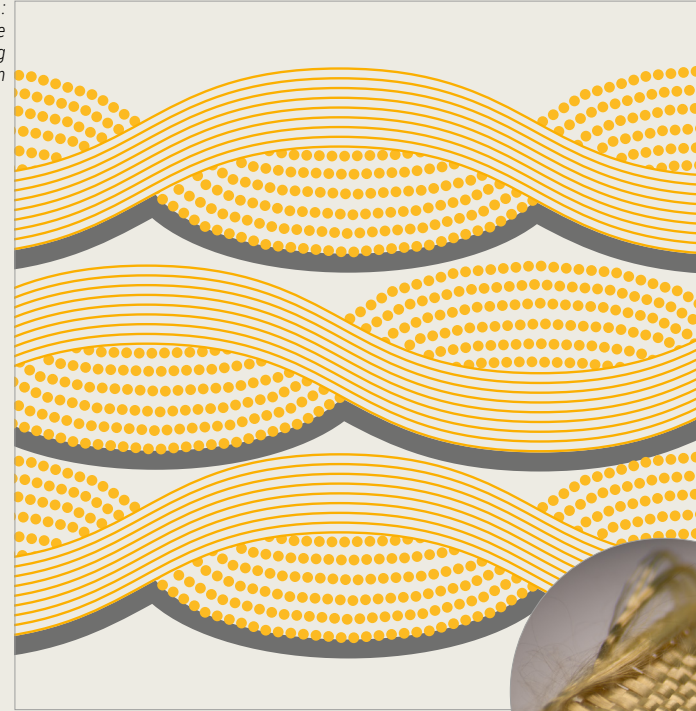
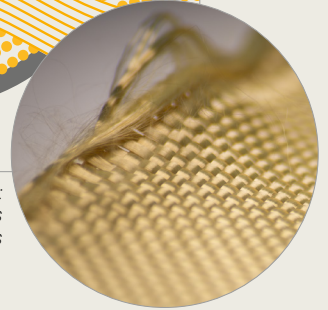


Abb. 2:
Foto des
Aramid-Materials



BEIM TREFFER EINES GESCHOSSES ...

... WIRD DIE ENERGIE DURCH
MEHRERE VORGÄNGE AB-
SORBIERT, DIE PRAKTISCH
GLEICHZEITIG, IM ABSTAND
VON MILLISEKUNDEN,
ABLAUFEN:

A. Die Fasern dehnen sich und reißen. Die Fasern direkt im Flugweg des Geschosses tragen die Hauptlast des Aufpralls, während die umliegenden Fasern sich dehnen, verschieben und gegeneinander scheeren. **Hier wird der Großteil der Energie des Geschosses verbraucht.**

B. Das Harz reißt, die Lagen versuchen sich zu trennen. Das Harz zwischen den Faserlagen reißt unter Belastung, wodurch Energie absorbiert wird. Dabei können sich die Lagen leicht voneinander lösen; diese Trennung nennt man Delamination. Ein gewisses Maß davon ist gewollt: Wenn sich die Lagen etwas gegeneinander bewegen, werden mehr Fasern in die Reaktion einbezogen und die Last verteilt. Zu viel Delamination schwächt jedoch die umliegende Struktur.

Das Harz des AMP-1 TP ist bewusst steif formuliert, um diese Trennung kontrolliert zu halten – eine Entscheidung, die sich positiv auf den

Schutz auswirkt, wenn ein zweites Geschoss in der Nähe einschlägt.

C. Die gesamte Schale biegt sich kurzzeitig. Über den unmittelbaren Einschlagpunkt hinaus reagiert die Schale als Ganzes und verteilt die Belastung über eine größere Fläche. Beim AMP-1 TP sorgt die steife Konstruktion dafür, dass diese Bewegung klein und kontrolliert bleibt, statt die Schale stark nach innen zu wölben. So erreicht deutlich weniger der schlagartigen Belastung den Kopf des Helmträgers.

D. Reibung erzeugt etwas Wärme. Wenn Fasern aneinander und am Geschoss entlanggleiten, verbraucht die Reibung zusätzlich eine kleine Menge Energie.

schematische
Darstellung
folgt

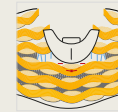
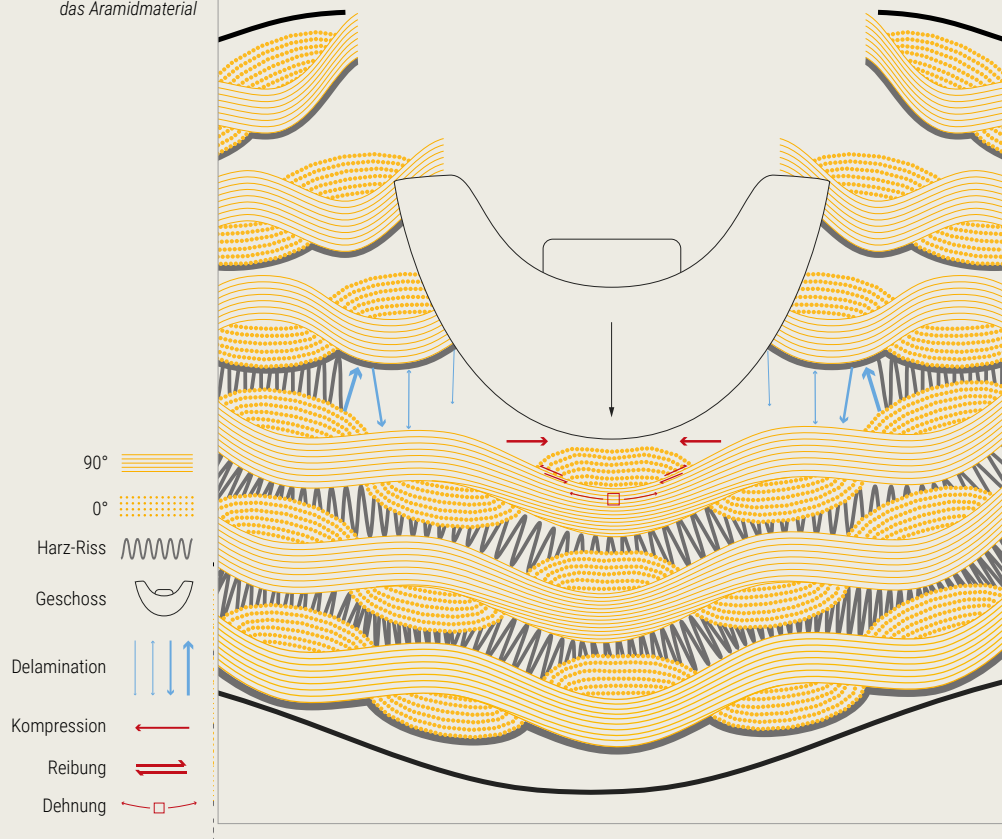


Abb. 3:
Schematische Darstellung
der Krafteinwirkung auf
das Aramidmaterial



Keiner dieser Vorgänge findet isoliert statt.

Die Fasern, das Harz und die Schale beeinflussen sich gegenseitig: Wie stark sich Fasern dehnen und Lagen trennen, bestimmt mit, wie weit sich die Schale nach innen bewegen kann. Der Lagenaufbau des AMP-1 TP ist darauf ausgelegt, diese Vorgänge innerhalb einer steifen, kontrollierten Struktur zu halten. Vereinfacht gesagt: **Die Belastung soll sich in der Schale verteilen, ohne dass sich die Schale stark in Richtung Kopf verformt.** Dieses Prinzip trägt sowohl zur geringen Verformung als auch dazu bei, einen zweiten, nahegelegenen Treffer zu überstehen. 🧢

Die Fasern, das Harz und die Schale beeinflussen sich gegenseitig: Wie stark sich Fasern dehnen und Lagen trennen, bestimmt mit, wie weit sich die Schale nach innen bewegen kann. Der Lagenaufbau des AMP-1 TP ist darauf ausgelegt, diese Vorgänge innerhalb einer steifen, kontrollierten Struktur zu halten. Vereinfacht gesagt: **Die Belastung soll sich in der Schale verteilen, ohne dass sich die Schale stark in Richtung Kopf verformt.** Dieses Prinzip trägt sowohl zur geringen Verformung als auch dazu bei, einen zweiten, nahegelegenen Treffer zu überstehen. 🧢

2. Form der Schale:

Geometrie leistet einen Teil der Arbeit von selbst

Die gewölbte Form des Helms trägt ebenfalls zur ballistischen Leistung bei. Zum einen macht sie es statistisch unwahrscheinlicher, dass ein Geschoss die Oberfläche exakt im rechten Winkel trifft dem ungünstigsten Winkel für eine Durchdringung. Zum anderen verteilt die Wölbung einen Teil der Belastung als Zug- und Druckspannung über die Schale, statt sie nur an einem Punkt zu konzentrieren. Die Geometrie unterstützt damit die Arbeit des Verbundwerkstoffs. 🧠

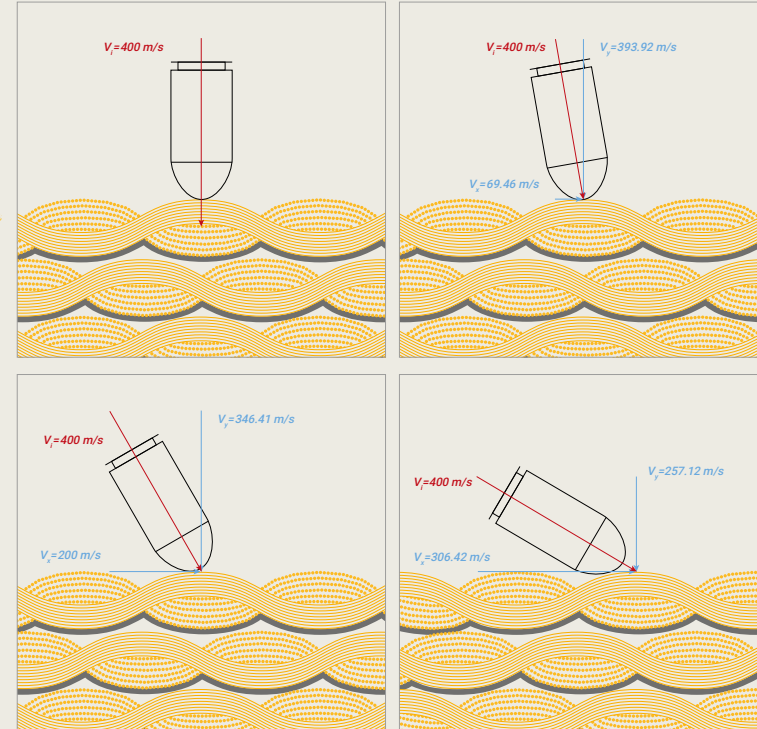


Abb. 4: Eigene Darstellung in Anlehnung an: Titire, L. & Muntenița, C. (2025). Fig. 2: Components of velocity. In: Ballistic Impact Study of an Aramid Fabric by Changing the Projectile Trajectory. Veröffentlicht am 14. Januar 2025.

3. Polsterung: Steuerung dessen, was dennoch durchdringt

Selbst wenn die Schale ein Geschoss vollständig stoppt, kann sie sich am Einschlagpunkt kurz nach innen in Richtung Kopf bewegen. **Diese Auslenkung wird als Backface Deformation (BFD) bezeichnet.** Sie ist entscheidend, weil ein nicht durchdringendes Geschoss trotzdem Verletzungen verursachen kann, wenn die Schale den Kopf wie ein harter, schneller Schlag trifft. Anders gesagt: **„Geschoss gestoppt“ bedeutet noch nicht automatisch „Kopf geschützt“.**

sooo wichtig

!!!

Die Innenpolsterung hat zwei Aufgaben: Sie sorgt im Alltag für Passform und Komfort und federt bei einem Treffer oder stumpfen Schlag die Bewegung der Schale in Richtung Kopf ab. Entscheidend ist deshalb, wie schnell und wie weit sich die Polster zusammendrücken lassen und wie sie reagieren, wenn sie vollständig komprimiert sind. Diese Eigenschaften sind auf die erwartete Verformung der Schale abgestimmt. Da die steife Schale des AMP-1 TP die BFD von vornherein niedrig hält, muss die Polsterung keine übermäßig flexible Schale kompensieren, sondern eine kleinere, kontrolliertere Bewegung abfangen. 🧠

B

F

D



4. Fertigungskonsistenz:

Warum „derselbe Helm, jedes Mal“ entscheidend ist

Die Leistungsfähigkeit eines Verbundwerkstoffs hängt stark davon ab, wie konsistent er gefertigt wird. Faserausrichtung, Harzmenge, winzige Luft-einschlüsse (Voids) und der Aushärtungsprozess beeinflussen alle, wie sich das Material beim Aufprall verhält. Der AMP-1 TP wird unter streng kontrollierten Prozessparametern gefertigt, um Abweichungen zwischen den Fertigungschargen gezielt zu minimieren – damit das oben beschriebene ballistische Verhalten reproduzierbar ist, Helm für Helm.

Fazit: Nicht ein einzelner dieser Faktoren hat beide Geschosse gestoppt. Erst das Zusammenwirken aller ermöglichte es dem Helm, zwei aus nächster Nähe abgefeuerte 9-mm-Geschosse im Abstand von 2,5 cm zu stoppen – und dabei die auf den Kopf des Agenten übertragene Kraft innerhalb überlebensfähiger Grenzen zu halten und ihn einsatzfähig genug zu halten, um die Operation abzuschließen.



Nº3

BALLISTIK ERKLÄRT: EIN GENAUERER BLICK

Dieser Abschnitt geht einen Schritt tiefer in die Physik. Im Kern bleiben jedoch nur zwei Fragen: Was erreicht den Kopf, nachdem das Geschoss gestoppt wurde? Und wie viel Schutz bleibt nach dem ersten Treffer für einen zweiten erhalten?

Wer nur die Kernaussage mitnehmen möchte:

Ein guter ballistischer Helm muss nicht nur Penetration verhindern. Er muss auch die Bewegung der Schale in Richtung Kopf begrenzen und seine Schutzwirkung nach einem Treffer möglichst lokal erhalten.

Von wie viel Energie sprechen wir eigentlich?

Ein handelsübliches 9-mm-Vollmantelgeschoss (124 grain / 8 Gramm), abgefeuert aus einer Dienstpistole, erreicht eine Geschwindigkeit von etwa 340–370 m/s und trägt dabei rund 460–550 Joule kinetische Energie. Als Größenordnung im Alltag entspricht das ungefähr der kinetischen Energie eines 5 kg schweren Ziegelsteins, der aus drei Stockwerken Höhe – etwa 10 Metern – fällt.

Der entscheidende Unterschied: Das Geschoss überträgt diese Energie in einem Bruchteil einer Sekunde auf eine Fläche kleiner als eine Münze. Bei der Distanz von 1,5 m in diesem Vorfall verliert das Geschoss im Flug praktisch keine Geschwindigkeit. Der Helm musste daher nahezu die volle Mündungsenergie aufnehmen – zweimal, mit nur 2,5 cm Abstand zwischen den Treffern.

Ein Geschoss zu stoppen bedeutet, seine Energie und seinen Impuls aufzunehmen und umzulenken. Doch der entscheidende Punkt ist: **Ein Geschoss zu stoppen ist nicht dasselbe wie die helmtragende**

Person zu schützen. Ein Helm kann die Penetration verhindern und dem Schädel dennoch einen gefährlichen Stoß versetzen, wenn sich die Schale stark und konzentriert nach innen bewegt. Das konstruktive Ziel lautet deshalb doppelte Durchdringung: Verhindern und gleichzeitig die auf den Kopf übertragene Belastung unterhalb der Verletzungsschwelle halten.



Helm kann die Penetration verhindern und dem Schädel dennoch einen gefährlichen Stoß versetzen, wenn sich die Schale stark und konzentriert nach innen bewegt. Das konstruktive Ziel lautet deshalb doppelte Durchdringung: Verhindern und gleichzeitig die auf den Kopf übertragene Belastung unterhalb der Verletzungsschwelle halten. 🧯

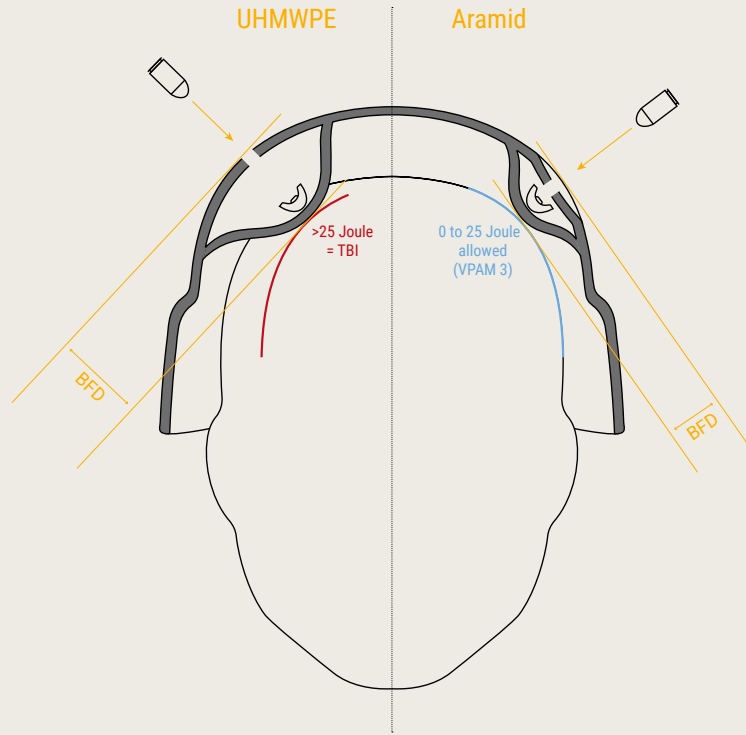


Abb. 5: Schematische Darstellung der Backface Deformation



Abb. 6: Seifenkopf mit sichtbarem Trauma infolge der Verformung der Helminnenseite

Wohin geht die Energie tatsächlich?

Der Verbundwerkstoff absorbiert Energie durch die oben beschriebenen Mechanismen, die gemeinsam ablaufen: Dehnung und Bruch der Fasern, Rissbildung im Harz, leichte Trennung der Lagen, Biegung der Schale und Reibung.

Ein Teil dieser Mechanismen verbraucht Energie direkt: Faserbruch, Harzrissbildung und Reibung wandeln kinetische Energie in Materialschädigung und Wärme um.

Andere Mechanismen verteilen vor allem die Belastung: Lagentrennung und Schalenbiegung beziehen zusätzliches Material und damit weitere Fasern in die Reaktion ein.

Entscheidend ist das Verhältnis zwischen Energieaufnahme und Verformung. Mehr Bewegung kann mehr Material an der Reaktion beteiligen – sie kann aber zugleich die Auslenkung in Richtung Kopf vergrößern.

Ein flexiblerer Verbundwerkstoff lässt typischerweise mehr Bewegung zu und kann dadurch mehr Fasern in die Lastverteilung einbeziehen – allerdings auf Kosten einer größeren Backface Deformation. Ein steiferer Verbundwerkstoff wie beim AMP-1 TP verfolgt den umgekehrten Schwerpunkt: Die Verformung bleibt kleiner und die beschädigte Zone stärker begrenzt. Für einen gegen Handfeuerwaffen ausgelegten Helm bevorzugt dieser konstruktive Kompromiss Kontrolle und Vorhersehbarkeit gegenüber einer theoretisch maximalen Energieaufnahme. Der konkrete Vorfall zeigt, warum dieser Kompromiss relevant sein kann. 🧠

Backface deformation:
die Kennzahl, die tatsächlich über Verletzungen entscheidet



super
wichtig!

Backface Deformation (BFD) beschreibt, wie weit sich die Innenseite der Helmschale beim Treffer in Richtung Kopf bewegt. Diese Bewegung kann trotz gestopptem Geschoss Verletzungen verursachen – etwa Schädelfrakturen, lokale Hirnprellungen oder ein Schädel-Hirn-Trauma. Entscheidend sind dabei Ausmaß, Geschwindigkeit und räumliche Konzentration der Auslenkung.

Wie weit sich die Schale nach innen bewegt, hängt von ihrer Steifigkeit ab. Eine sehr steife Schale lenkt kaum aus; die Energie wird durch Schäden am Material selbst verbraucht – gebrochene Fasern, gerissenes Harz – statt durch eine physische Bewegung der Schale nach innen. Eine zu flexible Schale – sei es durch weiches Harz, ausgeprägte Delamination oder schlicht zu wenig Material – kann gefährliche BFD-Werte erzeugen, selbst wenn sie das Geschoss technisch stoppt, weil sie sich zu weit nach innen bewegt, bevor das Geschoss vollständig aufgehalten ist.

Der AMP-1 TP ist bewusst als Low-Deformation-Design konstruiert: Aramidfasern in einem steifen Harz, das sowohl der Biegung der Schale als auch einer übermäßigen Lagentrennung widersteht. In diesem Vorfall führte das zu dem Ergebnis, auf das es ankommt – keine Anzeichen eines Kopftraumas und eine sofortige medizinische Freigabe der Einsatzkraft. 🧑

Abb. 7: Screenshots aus Videoaufnahmen einer Hochgeschwindigkeitskamera. Zu sehen ist der **Aramid-Helm** von Busch PROtective. Beschuss mit einem 9-mm-Geschoss.

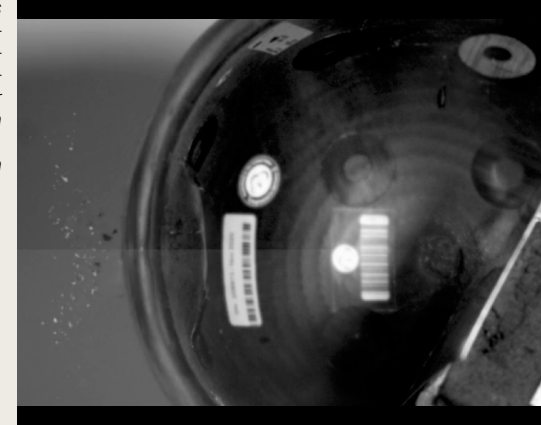
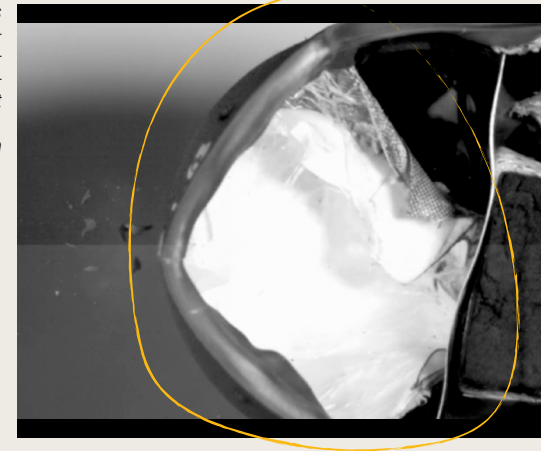


Abb. 8: Screenshots aus Videoaufnahmen einer Hochgeschwindigkeitskamera. Zu sehen ist ein **UHMWPE-Helm**. Beschuss mit einem 9-mm-Geschoss.



Multi-Hit Leistung:
warum das zweite Geschoss der eigentliche Test ist



In dieser Branche hört man mitunter die Behauptung, eng beieinanderliegende Multi-Hit-Szenarien seien eher ein Laborkonstrukt als etwas, das im Einsatz tatsächlich vorkommt – dass Treffer bei einem realen Einsatz weiter auseinander liegen oder die tragende Person nach dem ersten Treffer ohnehin zu Boden geht, sodass die Leistung bei enger Trefferlage außerhalb des Labors kaum eine Rolle spielt. Dieser Vorfall ist ein reales Gegenbeispiel. Zwei Geschosse trafen im Abstand von 2,5 cm, aus nächster Nähe, bei einem echten Einsatz.

Hier wird der Abstand von nur 2,5 cm besonders wichtig. Zwei so eng beieinanderliegende Treffer sind eine härtere Prüfung als jeder Treffer für sich allein: Der erste Einschlag stoppt ein Geschoss, beschädigt dabei aber Fasern, Harz und gegebenenfalls die Verbindung zwischen den Lagen. Das zweite Geschoss trifft somit keine unversehrte Schale mehr, sondern eine Struktur mit bereits vorhandenen lokalen Schäden.

Genau hier zahlt sich das Low-Deformation-Design ein zweites Mal aus, und die Logik knüpft direkt an den vorherigen Abschnitt an: Eine Schale, die sich beim ersten Treffer weniger biegt, erleidet weniger Kollateralschäden. Weniger Bewegung der Schale bedeutet weniger Faserbelastung an den Rän-

dern der Einschlagzone, weniger Rissbildung und weniger sich nach innen ausbreitende Delamination. Das praktische Ergebnis: Die beschädigte Zone rund um den ersten Treffer bleibt klein und begrenzt, sodass genügend intaktes Material in der Nähe verbleibt, um einen zweiten, nahegelegenen Treffer zu stoppen.

BFD-Kontrolle und Multi-Hit-Leistung sind also keine zwei getrennten Stärken des AMP-1 TP. Sie sind zwei Ergebnisse derselben Konstruktionsentscheidung: die Schädigung der Schale lokal begrenzt und strukturell kontrolliert zu halten. 

GENAU HIER ZAHLT SICH
DAS LOW-DEFORMATION-
DESIGN EIN ZWEITES MAL
AUS.

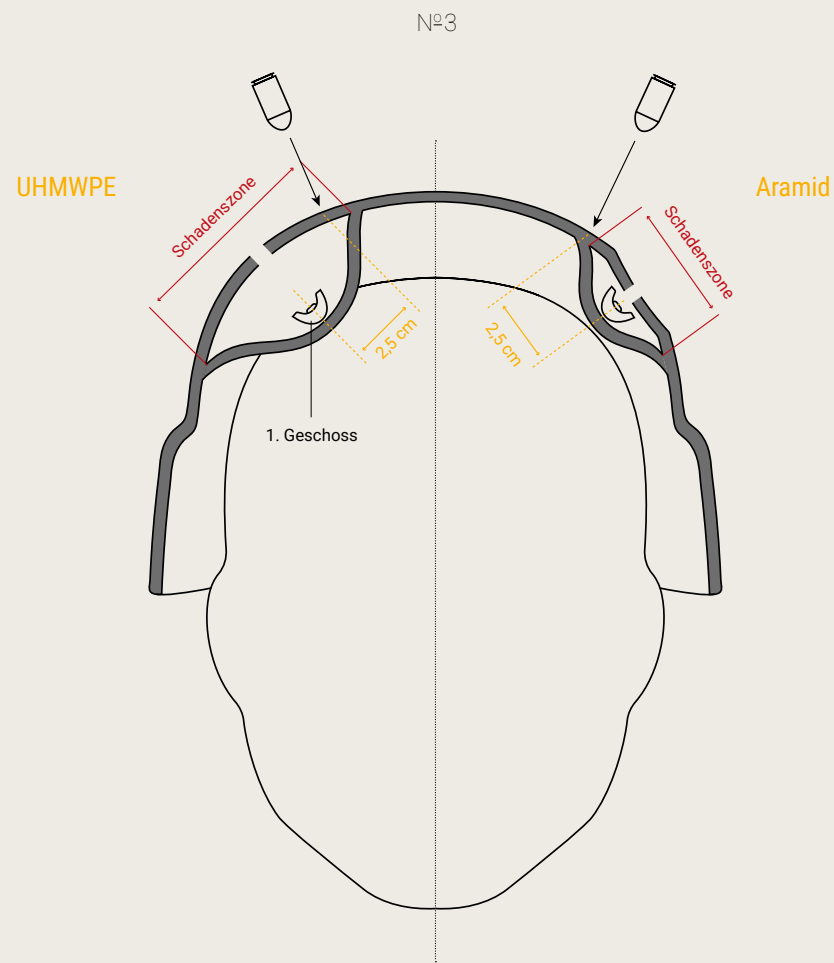


Abb. 9:
Schadenszone:
Schematische
Darstellung

№4

ARAMID vs. UHMWPE

WARUM DIE MATERIALWAHL KEIN EINHEITSPRINZIP IST

Aramid und UHMWPE

(Ultra-High Molecular Weight Polyethylene) sind beides bewährte ballistische Materialien; keines ist grundsätzlich besser als das andere. Für die

folgende Gegenüberstellung ist deshalb ein Punkt wichtig: Nicht allein die Faserart entscheidet über die Leistung. Ebenso relevant sind Fasergüte, Harzsystem, Verdichtung, Lagenaufbau und Belastungsbedingungen. Die Frage lautet hier also nicht „Aramid oder UHMWPE – was ist besser?“, sondern enger: **Warum eignete sich diese spezielle Aramid-Konstruktion für einen verformungsarmen Polizeihelm und eng beieinanderliegende Mehrfachtreffer?**

1. Hitzebeständigkeit

UHMWPE-Fasern beginnen bei etwa 135–150°C zu erweichen und zu schmelzen – deutlich unterhalb von Aramid, das bis zu rund 500 °C standhält, bevor es sich zersetzt. Im alltäglichen Lager- und Gebrauchsfall spielt das selten eine Rolle. Relevant wird es bei anhaltender Hitzeeinwirkung – etwa einem Helm, der über längere Zeit in einem heißen Fahrzeug oder in direkter Sonne liegt – sowie bei der Fertigung, wo UHMWPE-Verbundwerkstoffe eine Verarbeitung bei niedrigeren Temperaturen erfordern und dadurch die Auswahl an verfügbaren Harzsystemen für die Konstrukteure einschränken.

2. Wie stark sich die Schale beim Aufprall verformt

Viele UHMWPE-Helmlamine – insbesondere hochverdichtete, unidirektionale Konstruktionen – können sich unter ballistischer Belastung stärker biegen als eine vergleichbar aufgebaute, steife Aramidschale. Vereinfacht gesagt können dadurch mehr Fasern an der Aufnahme und Verteilung der Belastung beteiligt werden; zugleich kann die Auslenkung auf der Rückseite größer ausfallen. Wie stark dieser Effekt ist, hängt von der konkreten Konstruktion ab.

Das bedeutet nicht, dass UHMWPE-Helme keine gute BFD-Kontrolle erreichen können – das können sie, durch zusätzliches Material, einen anderen Lagenaufbau oder Hybridkonstruktionen. Der entscheidende Punkt ist: Um die Verformungsleistung einer steifen Aramidschale zu erreichen, entstehen meist Kompromisse an anderer Stelle – bei Gewicht, Preis oder Fertigungskomplexität. 

3. Delamination ist nicht automatisch ein Mangel

sie ist ein Regler, kein Defekt

Eine Nuance sollte hier klar benannt werden, da sie oft missverstanden wird: eine schwächere Verbindung zwischen den Lagen ist kein Fertigungsmangel. Die Trennung der Lagen ist selbst einer der Wege, wie ein Verbundwerkstoff Energie absorbiert und umverteilt, indem sich die Lagen etwas unabhängiger voneinander bewegen können und mehr Fasern in die Reaktion einbezogen werden.

Dieser Mechanismus wirkt je nach Szenario unterschiedlich. Bei einem einzelnen, isolierten Treffer kann mehr Delamination durchaus von Vorteil sein, weil mehr Material in die Reaktion einbezogen wird. Bei eng beieinanderliegenden Treffern kann eine ausgeprägte Delamination nach dem ersten Einschlag jedoch genau den Bereich schwächen, den das zweite Geschoss benötigt. Das steife Harz des AMP-1 TP begrenzt diese Ausbreitung bewusst und tauscht dabei etwas Effizienz beim Einzeltreffer gegen Zuverlässigkeit bei Mehrfachtreffern – passend zum vorgesehenen Einsatzprofil eines Polzeihelms.

UHMWPE-Verbundwerkstoffe neigen – teils weil sich die chemisch inerte Oberfläche von Polyethylen schwerer verbinden lässt, teils weil häufig nachgiebigere Harzsysteme zum Einsatz kommen – dazu, pro Treffer stärker zu delaminieren. Das kann bei einem einzelnen Treffer von Vorteil sein, kann

sich jedoch bei eng beieinanderliegenden Treffern negativ auf die Haltbarkeit auswirken. Die stärkere, besser abstimmbare Faser-Harz-Verbindung von Aramid gibt Konstrukteuren eine feinere Kontrolle.

4. Multi-Hit-Widerstandsfähigkeit

Dies ist der Punkt, der am direktesten mit dem DEA-Vorfall zusammenhängt. Wie oben beschrieben erzeugt eine größere Verformung beim ersten Treffer eine größere Schadenszone, wodurch weniger intaktes Material in der Nähe verbleibt. Die Größe dieses Effekts hängt stark von der jeweiligen Konstruktion ab – doch bei zwei Geschossen im Abstand von 2,5 cm waren die steife, verformungsarme Bauweise des AMP-1 TP und ihre Tendenz zu begrenztem Schaden ein bedeutender Faktor für den Ausgang.

5. Fertigung: Formgebung der Schale

Aramidgewebe lässt sich in der Regel leichter in die komplexen, gewölbten Formen eines Helms drapieren, ohne Faltenbildung oder ungleichmäßige Dicke. UHMWPE – insbesondere in unidirektionalen Kreuzlagen-Formaten – ist in der Ebene steifer und lässt sich schwerer in die enge Helmkrümmung formen, ohne lokale Dickenschwankungen oder Faserfehlausrichtungen. Das ist eine fertigungstechnische Herausforderung, die sich konstruktiv lösen lässt. Sie erhöht jedoch die Komplexität, um über die gesamte Schale hinweg eine konsistente Leistung zu erzielen. 🧢

Aramid vs. UHMWPE

Hitzebeständigkeit	HOHE GRENZE Hält bis zu rund 500 °C stand, bevor es sich zersetzt. Unbeeinträchtigt durch ein heißes Fahrzeug, Sonne oder Hochtemperaturfertigung	ERWEICHT FRÜH Wird bei 135–150 °C deutlich weicher. Im Alltag selten ein Problem, begrenzt aber die verfügbaren Verarbeitungstemperaturen, Harzsysteme für Konstrukteure und limitiert die Verwendung in Hochtemperaturbereichen wie Fahrzeugen.
Verformung beim Aufprall	GERINGE BIEGUNG Ein steifes Harzsystem widersteht der Biegung der Schale und hält die Backface Deformation – die Kraft, die tatsächlich den Kopf erreicht – klein und kontrolliert.	MEHR BIEGUNG, MEHR EFFIZIENZ Geringer Harzanteil und unidirektionaler Lagenaufbau begünstigen die Faserbeteiligung, oft jedoch auf Kosten einer ausgeprägteren, nach innen gerichteten kegelförmigen Verformung beim Aufprall.
Multi-Hit Widerstandsfähigkeit	BEGRENZTER SCHADEN Weniger Bewegung der Schale (BFD) beim ersten Treffer bedeutet weniger Faserbelastung an den Rändern der Einschlagzone – es bleibt mehr intaktes Material für einen zweiten, nahegelegenen Treffer übrig.	ABHÄNGIG VON DER KONSTRUKTION Eine größere Verformung beim ersten Treffer kann die Schadenszone vergrößern. Multi-Hit-Kontrolle ist erreichbar, erfordert jedoch oft zusätzliches Material oder Hybrid-Lagenaufbauten.
Delaminationsverhalten	ABSTIMMBARE BINDUNG Eine starke, chemisch bindungsfähige Faseroberfläche gibt Konstrukteuren feinere Kontrolle darüber, wie stark sich die Lagen trennen – ein Regler, kein Defekt.	DELAMINIERT LEICHTER Die inerte Oberfläche von Polyethylen lässt sich schwerer verbinden, zudem sind weichere Harze üblich. Kann helfen, einen einzelnen Treffer zu absorbieren, wirkt sich jedoch bei eng beieinanderliegenden Treffern negativ auf die Haltbarkeit aus.
Formbarkeit	LÄSST SICH LEICHT DRAPIEREN Gewebtes Material passt sich der komplexen Wölbung eines Helms natürlich an, ohne Faltenbildung oder ungleichmäßige Dicke.	STEIFER IN DER EBENE Unidirektionale Kreuzlagen-Formate widersetzen sich der Formgebung in enge Wölbungen – eine fertigungstechnische Herausforderung, die sich konstruktiv lösen lässt, nicht notwendigerweise ein Mangel.

Aramid vs. UHMWPE

Wo Aramid seinen Platz verdient

Verformungsarme, eng beieinanderliegende Multi-Hit-Szenarien – genau das Profil, das ein Polizeihelm braucht. Das ist die Konstruktion hinter dem AMP-1 TP.

Wo UHMWPE seinen Platz verdient

Verhältnis von Festigkeit zu Gewicht ist entscheidend – insbesondere bei Körperschutzplatten gegen Langwaffenmunition und leichter Fahrzeugpanzerung.

Das Fazit:

Hier gibt es keine Rangliste mit einem klaren Sieger. Es handelt sich um eine Abwägung verschiedener Faktoren, und das richtige Material hängt davon ab, welchem Bedrohungsprofil ein Helm standhalten soll. **Für einen Polizeihelm, der vor der Gefahr durch Handfeuerwaffen schützt und bei dem es zu mehreren Treffern mit kleinen Abstand zueinander kommen kann, zeigt dieser Vergleich, warum Aramid – in einer steifen, bewusst verformungsarmen Konstruktion – die richtige Wahl war.** 🧠

richtig abwägen!

Warum das für den AMP-1 TP entscheidend ist

Zurück zum Vorfall: Der Agent überlebte, weil der Helm – Verbundwerkstoff, Geometrie und Polsterung gemeinsam – drei Dinge leistete.

- **Widerstand bei jedem Treffer** der Verformung und Absorption der Energie des Geschosses durch begrenzten Faser- und Harzschaden und Verteilung eben jener Energie auf eine größere Fläche statt durch lokale Biegung der Schale.
- **Er hielt den Schaden des ersten Treffers begrenzt** und ließ genügend strukturell intaktes Material übrig, um einen zweiten, nur 2,5 cm entfernten Treffer zu stoppen.
- **Er hielt den Agenten während des gesamten Einsatzes einsatzfähig**, ohne anschließend feststellbares Kopftrauma.

Es geht hier nicht darum, dass Aramid grundsätzlich überlegen ist. UHMWPE hat an anderer Stelle echte Vorteile – insbesondere bei Körperschutzplatten gegen Langwaffenmunition und leichter Fahrzeugpanzerung, wo das Verhältnis von Festigkeit zu Gewicht entscheidend ist. Es geht um das richtige Material für die jeweilige Aufgabe, nicht um ein Material für alle Aufgaben. Genau deshalb ist die Materialwahl kein Einheitsprinzip, sondern stark von dem Gefahrenpotential im Einsatz abhängig. 🧠

Was das für die Bewertung von Helmen bedeutet

Der Vorfall aus August 2025 ist ein einzelner Datenpunkt – aber einer, der sehr konkret zeigt, worauf beim Vergleich von Helmen anhand von Datenblättern zu achten ist. Ein Datenblatt kann ausweisen, dass ein Helm ein 9-mm-Geschoss stoppt. Für den tatsächlichen Schutz ist jedoch ebenso entscheidend, wie das Geschoss gestoppt wird, wie weit sich die Schale dabei nach innen bewegt und wie viel Schutz nach dem ersten Treffer erhalten bleibt.

Ein paar Fragen, die sich jeder Hersteller stellen sollte:

„Wie hoch ist Ihre BFD – nicht nur Ihr Bestehen/Nicht-Bestehen?“

Das Bestehen eines Penetrationstests belegt, dass ein Geschoss nicht durchgedrungen ist. Es sagt jedoch nicht automatisch, wie stark sich die Helmschale dabei in Richtung Kopf verformt hat. Fragen Sie deshalb nach konkreten Backface-Deformation-Werten gegenüber relevanten Prüfstandards – nicht nur nach einer Bestanden/Nicht-bestanden-Aussage. **Der AMP-1 TP wurde geprüft gegen:**

- **NIJ IIIA**
kein Prüfprotokoll für Backface Deformation
- **VPAM 3, HVN**
Max. Backface Deformation: 25 Joule
- **DEA-FBI Ballistic Helmet Testing Protocol**
Max. Backface Deformation: 20 mm (vorne), 15 mm (seitlich, hinten, Krone)

**„Wie testen Sie Mehrfachtreffer
– und in welchem Abstand?“**

Ein Einzeltreffertest sagt wenig über den verbleibenden Schutz nach einem nahegelegenen ersten Treffer aus. Dieser Vorfall belegt, dass eng beieinanderliegende Mehrfachtreffer-Szenarien tatsächlich in realen Einsätzen vorkommen: zwei Geschosse, 2,5 cm auseinander, aus nächster Nähe, bei einem tatsächlichen Einsatz. Fragen Sie, bis zu welchem Trefferabstand ein Helm tatsächlich getestet wird und ob diese Prüfung unabhängig verifiziert ist.

*Ich muss mich mit unserem
Labor austauschen.*

**„Ist diese Leistung reproduzierbar,
oder handelt es sich um ein Best-Case-Muster?“**

Die ballistische Leistung eines Verbundwerkstoffs hängt stark von der Fertigungskonsistenz ab – Faserausrichtung, Harzgehalt, Aushärtungsqualität. Ein einzelnes Testergebnis an einem einzelnen Muster sagt wenig über den Helm aus, den Sie tatsächlich erhalten. Fragen Sie nach Chargenprüfungen und Prozesskontrollen, nicht nur nach der Hauptzertifizierung.

gegenchecken

„Welcher Kompromiss wurde eingegangen, und ist er der richtige für die jeweilige Bedrohung?“

Wie in diesem Dokument dargelegt, ist jede Material- und Konstruktionsentscheidung ein Kompromiss – Steifigkeit gegenüber Faserbeteiligung, Delamination gegenüber struktureller Integrität, Gewicht gegenüber BFD-Kontrolle. Im ballistischen Design gibt es kein „Alles auf einmal“.

Ein glaubwürdiger Hersteller sollte erklären können, welche Kompromisse er eingegangen ist und warum – bezogen auf die tatsächlichen Bedrohungen, denen Ihre Einsatzkräfte ausgesetzt sind – statt seinen Helm als universell optimal darzustellen.

sehr wichtig

Der DEA-Agent, der uns geschrieben hat, erhielt einen Helm, bei dem jede Entscheidung bewusst getroffen wurde – mit einem konkreten Bedrohungsprofil vor Augen. Der Helm bewährte sich genau in einem Szenario, für das diese Konstruktionsentscheidungen relevant

waren: zwei 9-mm-Geschosse aus nächster Nähe, nur 2,5 cm voneinander entfernt. Das ist der Maßstab, *beeindruckend* **nach dem wir konstruieren** – und den wir auch Kaufentscheidungen zugrunde zu legen empfehlen. 🧠

sales@busch-protective.com
Ich muss diese Leute von Busch kontaktieren und sie
zum Live-Beschuss befragen + meinem Team
den Multi-Hit-Case weiterleiten!



Busch PROtective

Busch PROtective wurde 1981 gegründet und ist ein deutscher Hersteller von Kopfschutzsystemen für die Polizei und polizeiliche Spezialeinheiten. Bekannt ist Busch PROtective vor allem für seinen innovativen Ansatz bei der Entwicklung und Herstellung hochwertiger Helmsysteme.

Der AMP-1 TP von Busch PROtective ist weltweit das erste Helmsystem, das nach dem neuen „FBI-DEA Testing Protocol“ zertifiziert wurde. Zum Kundenportfolio von Busch PROtective zählen polizeiliche Spezialeinheiten in Deutschland, Europa, Asien, Nord- und Südamerika sowie Australien.

Zu den größten Erfolgen des Unternehmens zählt ein exklusiver Liefervertrag für ballistische Helmsysteme mit dem US-Justizministerium, zu dem das FBI, die DEA und die US Marshals gehören. Im Jahr 2025 konnte der Vertrag zum zweiten Mal in Folge gesichert werden.



Busch PROtective

IMPRESSUM

Herausgeber: Busch PROtective Germany GmbH & Co. KG
Im Heidkamp 16 / 33334 Gütersloh, Deutschland

Vertreten durch: Edwin Busch / Geschäftsführer

Kontaktdaten:

E-Mail: sales@busch-protective.com / inquiries@buschprousa.com

www.busch-protective.com

Auflage: Erste Auflage, August 2026

Redaktions- und Produktionsteam:

Autor: Jake Ganor / Chefredakteur: Jędrzej Marzęcki / Technischer Berater: Martin Klang /

Lektorat: Marie Naumann

Layout & Design: Benjamin Zerning / Illustrationen: Evgenia Ivanova / Fotos: Jan-Niklas Kuhn

Urheberrecht & Haftungsausschluss:

© 2026 Busch PROtective Germany GmbH & Co. KG. Alle Rechte vorbehalten.

Die Inhalte dieses Whitepapers wurden mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Der Herausgeber übernimmt jedoch keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der bereitgestellten Informationen.

Lizenzierung & Bildrechte:

© 2026 Busch PROtective Germany GmbH & Co. KG. Alle Rechte vorbehalten. Die Illustrationen von Evgenia Ivanova und die Fotografien von Jan-Niklas Kuhn wurden eigens für diese Publikation erstellt.

Keiner dieser visuellen Inhalte darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Herausgebers vervielfältigt, verändert oder in irgendeiner Form weiterverbreitet werden.

PROTECT
WHAT
MATTERS