

Schutzkonzepte für Landfahrzeuge

Möglichkeiten und Grenzen

Hans Joachim Wagner und Dieter Haug

Bei Einsätzen unter asymmetrischer Bedrohung werden Fahrzeuge durch Anschläge über die Grenzen des geforderten und bei der Erprobung nachgewiesenen Schutzes belastet. Wenn alle technischen Möglichkeiten bei der Auslegung eines Fahrzeugs genutzt werden, hat die Besatzung dennoch die Chance zu überleben. Diese realen Einsatzszenarien nennt man „Overmatch“.

Unter „Overmatch“ fallen Anschläge mit großen Sprengstoffmengen, die jede Schutzmöglichkeit übersteigen und deshalb nicht eingehender betrachtet werden müssen. Dazu gehört aber leider immer noch jeder Angriff mit Hohlladungsgefechtswaffen, weil derzeit besonders Fahrzeuge der leichten bis mittleren Gewichtsklassen noch nicht ausreichend dagegen geschützt werden können. Behelfslösungen mit reaktiven Schutzelementen auf Sprengstoffbasis, Latten-, Gitter- oder Drahtlösungen (Slat-, Grid-, Wirebased-Protection) können nicht alle Bereiche eines Fahrzeugs abdecken, so sind z.B. die Sichtflächen ungeschützt. Der Hauptmangel dieser „Behelfslösungen“ ist aber die einseitige Ausrichtung auf die Basisgranate der RPG-7-Panzerfaust mit Mono-Hohlladung und elektrischer Zündstrecke. Dazu mehr in einem folgenden Artikel.

Grenzwertbetrachtungen

Wichtig aber sind Grenzwertbetrachtungen zum Fahrzeugschutz, die aufzeigen sollen, wie die konstruktive Auslegung aller Maßnahmen zur Verbesserung des Schutzes der Besatzung in Overmatch-Situationen beitragen kann.

Anhand eines praktischen Beispiels kann das gut erläutert werden:

Der Bedarfsträger fordert z.B. den Schutz gegen eine Panzerabwehrmine mit einer Sprengstoffmasse von fünf kg. Zum Wirkungsnachweis des Schutzes werden fünf kg TNT, die in einem Stahlring eingefasst sind, je nach der Forderung unter einem Rad bzw. einer Gleiskette oder unter dem Fahrzeugboden angesprengt. Bewertet werden dann die durch die Stoß- und Druckwellen der Ansprengung erzeugten Materialbelastungen der betroffenen

Fahrzeugstrukturen gemäß nachfolgender Kriterien:

- Grad der Intaktheit der Struktur; Zielsetzung hierbei ist die Verhinderung des Eindringens von Splintern und Blast in die Sicherheitsstruktur.
- Ausmaß der durch die Zugbelastung erzeugten dynamischen und der verbleibenden statischen Ausbeulung der Fahrzeugstruktur; Zielsetzung hierbei ist die Erhaltung der Einsatzfähigkeit des Fahrzeugs und seiner Besatzung.



Zugbeanspruchung einer Platte durch Blast

Diese Methode hat den Vorteil, dass sie reproduzierbar und besonders im Wettbewerb vergleichbar und dadurch kaum anfechtbar ist. Der schwerwiegende Nachteil liegt allerdings darin, dass im Einsatz die Bedrohung nicht der Strahlung mit seinen fünf kg TNT ist, sondern ummantelte Minen, die meist eingegraben oder getarnt verlegt sind und so Splitter bilden sowie Steine und sonstiges Material beschleunigen. Dadurch wird auf die Schutzmaterialien im Augenblick hoher Zugbelastung zusätzlich eine Kerbwirkung ausgeübt, die zur Zerstörung und somit zum Öffnen der Sicherheitsstruktur führen kann. Das Gleiche gilt für den Nachweis des Schutzes gegen Improvised Explosive Devices (IED), bei dem die geforderte Sprengstoffmenge im geforderten Abstand und in



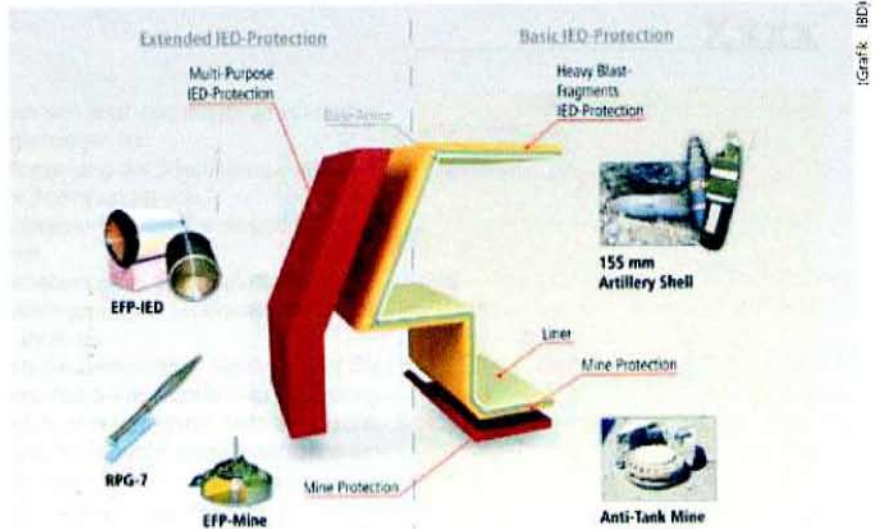
Beanspruchung durch Zug und Kerbwirkung durch Splitter

geforderter Höhe über dem Boden gezündet wird. Im Einsatz sind IED aber versteckt, getarnt, ummantelt, eingegossen, vergraben und in Fahrzeugen oder in Durchflussrohren unter der Fahrbahn angebracht. Dabei entstehen in der Regel dynamische Splitter mit dem oben beschriebenen Effekt. Noch wirksamer, weil mit hoher gerichteter Durchschlageleistung, sind IED mit Explosively Formed Projectiles (EFP). Solche Überbeanspruchung des Schutzes führt unweigerlich ab einer bestimmten Größenordnung zum Versagen der Schutzfunktionen.

Overmatch-Auswirkungen:

- Dynamische Großbewegungen des Fahrzeugs mit Beschleunigung und Aufprall, dadurch entstehen Schockeffekte auf Besatzung und Technik.
- Treffer/Stoß- und Druckwellenbeaufschlagung ohne Durchschlag und ohne Öffnen der Sicherheitsstruktur führen zu Abplatzeffekten, Splintern (spall) und Brand.
- Durchschlag/Öffnen der Sicherheitsstruktur führt zu stoßartigem Druckanstieg, der Bildung von Munitionssplintern und Splintern des Schutzmaterials, Brand, ggf. auch Explosion.

Entscheidend für die konstruktive Auslegung des Gesamtschutzes – um Overmatch-Bedrohungen zu begegnen – ist,



Beispiel zu einem modular aufgebauten zweistufigen passiven Schutzsystem

dass der Schutz bei gering höherer Beanspruchung als gefordert nicht schlagartig versagt, sondern, dass die Schutzfunktion durch eine Vielzahl abgestimmter Einzelmaßnahmen flach verläuft und erst bei möglichst hoher Belastung versagt.

Verbesserungsmöglichkeiten

Mögliche Maßnahmen zur Verbesserung des Overmatch-Verhaltens sind:

- zähe Sicherheitszellen-Struktur aus modernsten Schutzwerkstoffen mit glatten schrägen Flächen und überdimensionierten Spezialschweißnähten,
- sichere Türen, verstärkte Radkästen, sicherer „Transparent-Armour“,
- robustes Fahrwerk mit „gefesselten“ oder aufschlaggedämpften Wellen und Achselementen zur Verhinderung des harten Aufschlagens auf die Sicherheitszelle,
- keine freiliegenden, ungeschützten Hydraulik-, Luftdruck- und Elektrikleitungen,
- Innenliner,
- angepasstes Verstaukonzept,
- Feuerlöschanlage im Motorraum und Brandunterdrückungsanlage im Besatzungsraum,
- beschleunigungsneutrale, schockabsorbierende Sitzsysteme und
- Nutzung der persönlichen Schutzausstattung.

Möglichkeiten aktueller passiver Schutztechnologie

Moderne, modular aufgebaute passive Panzerungen mit polyvalenter Schutzwirk-samkeit bestehen aus einem Verbund von speziell für den jeweiligen Anwendungsfall entwickelten metallischen und nichtmetallischen Materialien. Wesentliche Zielsetzung bei der Entwicklung dieser neuen Schutzsysteme für leicht, mittelschwer

bis schwer gepanzerte Fahrzeuge in den unterschiedlichen Gewichtsklassen ist die Realisierung einer ausgewogenen Schutzeffektivität gegenüber Penetratoren mit unterschiedlichen endballistischen Effekten, kombiniert mit einem hohen Maß an Mehrfachtreffer-Fähigkeit.

Besondere Bedeutung haben hierfür die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich der Material- und Schutztechnologien. Hochaktuell sind die erst kürzlich erreichten Fortschritte bei der Entwicklung von metallischen und nichtmetallischen Nano-Materialien mit wesentlich gesteigerten endballistischen Schutzzeigenschaften.

Ein Beispiel hierzu ist das Produkt „IBD NANOTech – 4th Generation Armor Technology“. Mit der Einbringung dieser neuen Materialien in verschiedene passive Sonderpanzerungsarten konnten in letzter Zeit erhebliche Fortschritte erzielt werden. Bezogen auf sonstige moderne Verbundpanzerungstechnologien lässt sich das Flächengewicht der neuen Schutzelemente beim Einsatz von Nano-Materialien um mehr als 40 Prozent reduzieren. Z.B wurde ein Schutzelement entsprechend STANAG 4569 Level 3 mit einem Flächengewicht von nur 32 kg/m² entwickelt, dagegen ist mit sonstigen modernen Standardtechnologien ein Flächengewicht von 60 kg/m² erforderlich. Diese neue Materialtechnologie zeigt auch eine wesentlich bessere endballistische Schutzwirkung gegenüber IED. Das neue o.a. Schutzelement entsprechend Level 3 ist auch sicher gegen hochenergetische Artilleriesplitter 155 mm (20 mm Fragmentation Simulation Projectile, FSP), entsprechend STANAG 4569 Level 4.

Die mit diesen „state-of-the-art“ Nano-Werkstoffen modular aufgebauten passiven Schutzkonzepte mit polyvalentem Schutz bestehen aus einem Verbund von unterschiedlichen Materialien und Werkstoffen mit folgenden wesentlichen schutzrelevanten Fähigkeiten:

- hohes Absorptionsvermögen von kinetischer Energie, hohe Absorptionsraten von ballistischem Schock,
- begrenzte mechanische Verformungseigenschaften,
- Verhinderung der Penetration oder von Rissen bzw. Aufreißen der Schutzstrukturen beim Auftreffen von Penetratoren, Stoßwellen und Blast,
- Schutzwirkung gegenüber Geschossplittern und Druckwellen und
- Reduzierung der Wirksamkeit von Restenergien, wie Splitter und Druck innerhalb der Sicherheitsstruktur nach einem Treffer mit Durchschuss der Panzerung und der Gehäusestruktur.

Diese modular aufgebauten Panzerungen müssen so konzipiert sein, dass sie nach einem Treffer des Fahrzeugs im jeweiligen Einsatzgebiet mit Truppenmitteln ausgetauscht werden können. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass die Einsatzbereitschaft des Fahrzeugs möglichst ohne größeren zeitlichen Verzug wieder hergestellt werden kann.

Durch die vorgenannten Gewichtseinsparungen bei den Schutzkomponenten

bieten sich jetzt nachfolgende alternative Möglichkeiten an:

- Anpassung des Schutzniveaus an höhere Bedrohungsgrade,
- Verbesserung der Fahrzeugbeweglichkeit,
- Erhöhung der Fahrzeugnutzlast,
- Verringerung der Lebenswegkosten des Fahrzeugs.

Durch die serienmäßige Verfügbarkeit der neuen Nano-Werkstoffe war es bereits möglich, eine begrenzte Anzahl von Fahrzeugen mit Schutzelementen dieser neuen Materialtechnologie auszurüsten und sie in die Einsatzgebiete zu verlegen.

Ein Beispiel für die kombinierte Anwendung der Nano-Keramiken und des nanometrischen Stahls für den ballistischen Schutz sowie den Schutz gegen die Bedrohung durch IED ist der MPV 4x4 von IVECO/KMW.

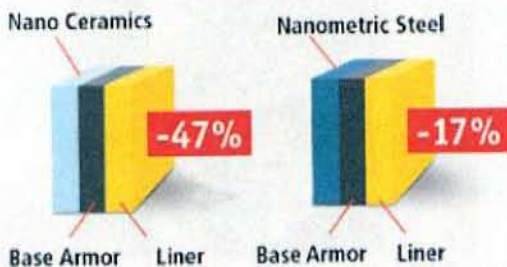
Das Problem Hohlladung

Treffer mit einer Hohlladung stellen für leichte und mittelschwere Fahrzeuge immer noch ein Riesenproblem, d.h. eine Overmatch-Situation, dar.

Ein Hohlladungsschutz für schwere Fahrzeuge wie durch Verbundpanzerungen (z.B. Chobham Armour, Beulblech-Verbundpanzerung) ist in leichtere Fahrzeuge nicht integrierbar und kann wegen der hohen Flächengewichte auch bei schweren Fahrzeugen nur Teilbereiche schützen. Die sprengstoffbasierte Reaktivpanzerung bietet wirksamen Schutz gegen Mono-Hohlladungen, kann aber nicht vor Sichtflächen angebracht werden. Lösungen wie Latten-, Stab- und drahtbasierte Vorpanzerungen, die derzeit an einigen mittleren bis schweren Fahrzeugen adaptiert sind oder angeboten werden, sind zu einseitig auf die Basisgranate PG-7 der Panzerfaust RPG-7 mit 76/85-93 mm Gefechtskopfdurchmesser, Mono-Hohlladung und Piezo-Kopfzünder ausgerichtet, dessen elektrischer, beim Aufschlag erzeugter Impuls durch die doppelwandige, elektrisch leitende Granatenhülle zum Bodenzünder geleitet wird.

Die o.a. Schutzelemente sollen die Granate zwischen zwei Latten, Stäben oder in einem Drahtmaschenverbund auffangen, die Doppelwandung kurzschließen und so die Zündung verhindern. Das klappt statistisch; trifft der Piezo-Zünder aber auf das Schutzmaterial, zündet die Granate mit verbessertem „stand-off“ und verbesserter Durchschlagsleistung. Hohlladungsgranaten mit

(Graphic: IBD)



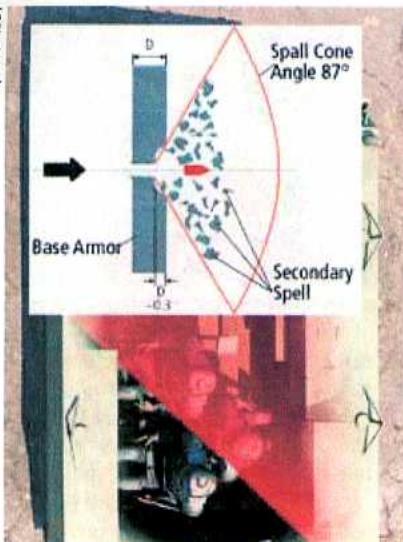
Aufwuchspotential der Nano-Werkstoffe im Vergleich zu modernen Standardwerkstoffen

(Fotos: IBD)

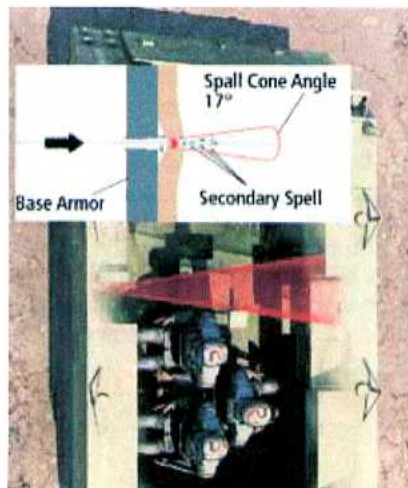


Multi Purpose Vehicle (MPV) 4x4 von IVECO/KMW mit modular aufgebauten passiven Schutzkomponenten der 4. Generation von IBD

(Fotos: IED)



Endballistische Effekte von Hohlladungsmunition ohne Anti-Spall Innenliner



Endballistische Effekte von Hohlladungsmunition mit einem Anti-Spall Liner

kleinerem Durchmesser (PG 18) „rutschen“ durch. Kleinmaschigere Vorpanzerungen reduzieren das „Durchmesserproblem“. Ob das dünnere Maschenmaterial aber eine 2-3 kg-Granate mit 300 m/sec. aufhält, darf bezweifelt werden.

Bei Granaten mit pyrotechnischem Aufschlagzünder (chinesischer Typ 69) funktioniert das alles nicht und Gefechtsköpfe mit gehärteter „Nase“ (B-10) stanzen sich durch die Vorpanzerung und zünden dahinter.

Schutz durch Innenliner

Unabhängig von den Unzulänglichkeiten der beschriebenen Vorpanzerungen zum Schutz gegen Hohlladungen ist eine Maßnahme wirksam, machbar und unverzichtbar für alle Fahrzeuge im Einsatz, ob leicht, mittel, schwer, Kette oder Rad: die Auskleidung der Innenflächen der Besatzungsräume mit Anti-Spall-Kunststoff-Innenlinern.

(Fotos: Wagner)



Slat-Armour

Der Effekt ist in den beiden folgenden Darstellungen erläutert:

Durch den primären Spall (Fragmente aus dem Penetrator) und durch den sekundären Spall (Splitterfragmente aus der Panzerung und dem Gehäuse), die sich bei einem relativ großen Öffnungswinkel (Spall Cone Angle), hier 87 Grad, im Innern des Fahrzeuggehäuses mit hoher Geschwindigkeit ausbreiten, besteht ein sehr hohes Verletzungs- bzw. Ausfallrisiko für die Besatzung sowie ein sehr hohes Zerstörungsrisiko für das Fahrzeug (Catastrophic Kill).

Durch den Anti-Spall-Innenliner wird sowohl der primäre Spall als auch der sekundäre Spall signifikant reduziert, zusätzlich reduziert sich der Öffnungswinkel deutlich, hier auf 17 Grad, d.h. auf circa 20 Prozent. Das Risiko für einen Totalausfall der Besatzung und des Fahrzeuges vermindert sich dadurch in erheblichem Maße.

Als Anti-Spall-Innenliner sind faserverstärkte Kunststoffe geeignet, die über ein hohes Aufnahmevermögen von kinetischer Energie in lateraler Richtung verfügen.

Die Nachrüstung von fertigen Fahrzeugen mit Innenlinern ist äußerst aufwendig, weil die Fahrzeuge komplett entkernt werden müssen. Außerdem ist eine Konfektionierung der Linerflächen wegen der Fertigungstoleranzen jedes einzelnen Fahrzeuges oft nicht möglich. Dies wurde z. B. aus den Erfahrungen mit der Nachrüstung der TPz 1 Fuchs auf den Stand „Modulare Schutzausstattung“ Anfang der 1990er Jahre deutlich festgestellt. Der Innenliner sollte also bereits zu den Grundforderungen an den Fahrzeugschutz gehören.

Möglichkeiten aktiver Schutzsysteme

Seit langem wird weltweit an abstandsaktiven sensorgesteuerten Schutzsystemen zur Lösung des „Hohlladungs-Dilemmas“ gearbeitet. Die pragmatischen Russen (wenn etwas im Einsatz zu 75 Prozent funktioniert, wird es versucht) haben vor vielen Jahren abstandsaktive Soft- (Shtora) und Hardkill- (Drozd, Arena)-Systeme für ihre Kampfpanzer serienmäßig eingeführt.

Im Westen wurde zwar lange darüber diskutiert, aber Argumente wie Kollateralschäden (abgessene Infanterie) oder Sicherheitsfragen (Falschalarmraten, Safe-



Wirebased Armour an einem VBCI



Das abstandsaktive Schutzsystem Trophy an einem M113

ty- and Arming-Fragen) verhinderten bis vor kurzem alle Versuche, diese Systeme doch wenigstens zum Schutz der Soldaten im Einsatz versuchsweise einzuführen. Dafür wurde viel Geld für „friedlichere“ Softkillsysteme ausgegeben, die moderne Feuerleitanlagen von Panzerabwehrlenkflugkörpern „intelligent“ stören sollen; der Taliban mit einer ungelenkten Panzerfaust hat aber keine Feuerleitanlage.

Die leidvollen Erfahrungen Israels im Libanon 2006 und in Gaza 2008 führten letztendlich zur Entscheidung, die Kampfpanzer Merkava und die Schützenpanzer Namer mit den aktiven Hardkill-Systemen Trophy (Rafael) und Iron Fist (IMI) serienmäßig auszurüsten. Die Israel Defense Forces veröffentlichten am 2. März 2011 einen ersten Erfolg im Einsatz:

„For the first time since its implementation on IDF tanks, the Trophy active protection system intercepted an anti-tank missile fired at an IDF tank patrolling in the southern Gaza Strip. The soldiers were not even sure an anti-tank missile had been fired at them. He (IDF officer) made it clear that the system operated automatically and thwarted the attempt to injure IDF soldiers“.

Für ein zweites abstandsaktives Schutzsystem entschied sich kürzlich ein außereuropäischer Kunde zum serienmäßigen Schutz seiner Kampfpanzer:

Rheinmetall Defence 1. Februar 2011 : Ein Kundenland aus dem asiatischen Raum hat sich dazu entschieden, Fahrzeuge seiner Streitkräfte künftig mit dem „Active Defence System“ zu schützen. ADS kann somit nun von der Entwicklungs- und Erprobungsphase in die Serienfertigung übergehen, die schon 2011 anlaufen soll. Das ADS-System gehört einer neuen Generation sogenannter abstandsaktiver Schutztechnologien an.



Foto: Wegner

Das abstandsaktive Schutzsystem an einem LMV

Über diese abstandsaktiven Schutzsysteme wurde in dieser Zeitschrift mehrfach berichtet. Über Einzelheiten und die Bewertung der Wirksamkeit im Einsatz, insbesondere im Nächstbereich, wird weiter berichtet werden.

Eine Meldung der Bundeswehr zeigt den hohen Bedarf an wirksamen Schutz gegen die Bedrohung durch Hohlladungsmunition: „Am 18. Februar 2011 wurde um 17.43 Uhr mitteleuropäischer Zeit (21.13 Uhr Ortszeit) eine deutsche Patrouille acht Kilometer nordwestlich des regionalen Wiederaufbauteams (PRT) Kundus mit Hand- und Panzerabwehrwaffen beschossen. Dabei wurden vier deutsche Soldaten verwundet, einer mittelschwer und drei leicht. Sie befinden sich in sanitätsdienstlicher Behandlung. Lebensgefahr besteht nicht. Der Schützenpanzer Marder wurde durch einen Panzerabwehrhandwaffen-Treffer in Brand geschossen und fiel aus, wurde aber inzwischen geborgen“.



Spz Marder 1A3 mit ADS vor und nach zweifachem Beschuss mit RPG-7

Das deutsche Abstandaktive Schutzsystem ADS wird seit circa zehn Jahren im In- und

Ausland erfolgreich erprobt und zur Serienreife entwickelt. Bereits am 4. Dezember 2008 demonstrierte die Firma Ingenieur Büro Deisenroth (IBD) auf dem Testgelände Schrobenuhnen die Effektivität moderner Schutztechnologien gegen aktuelle Bedrohungen. Besucher aus 18 Nationen verfolgten den Beschuss bzw. die Ansprennung von Schießplatzzielen und eines mit aktivem Schutz ausgestatteten Schützenpanzers Marder 1A 3.

Zwei Schüsse auf die gleiche Zielfläche etwas oberhalb der Kettenschürze zwischen letzter Laufrolle und Leitrad wurden durch Vernichtung der Gefechtsköpfe der RPG erfolgreich abgewehrt. Die Wirkung auf die Dummies im Karpfraum war minimal; auf der Splitterdeutplatte wurden keine signifikanten Spuren gefunden.

Damit war die Wirksamkeit des ADS gegen Doppelbeschuss mit der weltweit häufigsten Panzerabwehrwaffe vom Typ RPG und ähnlichen Hohlladungswaffen nachgewiesen.

Fazit

Ob die Auswirkungen eines Panzerfaustangriffs auf einen Schützenpanzer also im Jahr 2011 noch als unabänderlich hingenommen werden müssen, sollte eigentlich damit beantwortet sein.