

Wie der Gepard zum Spurt ansetzt

Der erste Kriegseinsatz des Gepard-Flugabwehrpanzers in der Ukraine, mehr als 50 Jahre nach seiner Entwicklung und Einführung, ist erfolgreich verlaufen. Aus diesem Anlass lohnt es sich, die Entwicklung, Auslegung und Bewaffnung des Gepards genauer anzuschauen.

Moritz Vischer

Die Vehemenz der im Ukraine-Krieg durchgeführten Luftangriffe und die Geiselnahme ganzer Städte durch willkürliche Drohnenangriffe unterstrichen die Notwendigkeit einer modernen leistungsfähigen Flugabwehr. Der Schutz der Bevölkerung, der kritischen Infrastruktur und der mobilen Verbände sind zentrale Aufgaben der Flugabwehr, welche schlussendlich das Überleben einer Nation im Kriegsfall sicherstellt.

Unterschätzte Bedrohung

Erste Analysen aus dem aktuellen Konflikt zeigen, dass die Bedrohung durch klassische Luftziele (Helikopter, Erdkampfflugzeuge) unterschätzt wurde. Neben diesen bekannten, aber verkannten Gefahren sind es günstige Drohnen, welche einen disproportional höheren Abwehraufwand hervorrufen. Eine rein lenkwaffenbasierte Flugabwehr ist schnell ausgeschossen und danach wirkungslos. Der Verbrauch an Effektoren hat jegliche in Friedenszeiten getroffenen Annahmen massiv überstiegen und die Aufstockung der Mittel gestaltet sich wesentlich schwieriger und langwieriger als gedacht.

Obschon Rohrwaffen eine relativ geringe Reichweite haben, ist das Fehlen einer inneren Totdistanz (also die minimale Einsatzdistanz), die Fähigkeit Kleinstziele zu bekämpfen und die hohe Abwehrleistung bei massierten Angriffen von überragender Bedeutung. Die Flabhypothese besagt, dass eine erfolgreiche Bekämpfung von Flugzielen mit Rohrwaffen abhängig ist von der Prädiktion der Flugbahn während der Flug-

zeit des Geschosses. Richtig angewandt erlaubt diese Heuristik eine Abschätzung der realistischen Einsatzdistanz von Rohrwaffen in Abhängigkeit zur Mündungsgeschwindigkeit und der Zieldynamik.

Erste Prototypen im 1968

Aus dieser Perspektive überrascht es nicht, dass sich der Flugabwehrpanzer Gepard in der Ukraine, fast ein Jahrzehnt nach seiner Ausmusterung in Deutschland, in seinem ersten Kriegseinsatz verdient macht. Dass der Gepard so erfolgreich ist, kommt nicht von ungefähr. So wurde bei der Auslegung, Entwicklung und Erprobung des Systems aus dem Vollen geschöpft. Federführende Projektleitung war Mitte der 1960er-Jahre die Contraves AG (CZ), welche zusammen mit der Werkzeugmaschinenfabrik Oerlikon-Bührle AG (heute beide in der Rheinmetall Air Defence aufgegangen) und der Siemens-Albis AG auf eigenes Risiko mit der Entwicklung angingen.

Aufbauend auf den Erfahrungen mit der 35 mm × 228 Feldflab (Twin Gun) mit Superfledermaus Feuerleitgeräten (später Skyguard) und früheren Studienarbeiten Mobiler Flabsysteme (20 mm-Panzer-Flabvier-

ling) konnten erste Prototypen des Gepards bereits 1968 präsentiert werden. Obschon es zur gleichen Zeit in der Bundesrepublik Deutschland ein parallel laufendes Projekt zur Entwicklung eines 30-mm-Flakpanzer mit der Hispano Suiza HS-831-Kanone gab (Matador 30), fiel die Wahl am 26. Juni 1970 auf die 35-mm-Lösung der Oerlikon-Bührle-Gruppe. Nach der abgeschlossenen Systementwicklung erfolgte unter der Führung der CZ die Serienreifmachung und der Bau einer Vorserie von 17 (ab 1974 gelieferten) inzwischen Gepard genannten Fahrzeugen. Als Generalunternehmer für die Serienfertigung agierte die Krauss-Maffei AG. Bis Anfang der 1980er-Jahre erfolgte die Fertigung von mehr als 550 Fahrzeugen für die Bundesrepublik, die Niederlande und Belgien in unterschiedlichen Varianten.

Hohe Autonomie

Technisch gesehen erfüllt der Gepard die an ein gepanzertes mobiles Flugabwehrsystem gestellte Forderung der Autonomie durch den Einsatz von Sensorik und einer Waffenanlage auf einer Plattform. Die Forderung nach einer grossen Wirksamkeit unter Allwetterbedingungen mit einer hohen Ab-



► Ein Gepard der Bundeswehr beim Schiesstraining auf Luftziele im Jahr 2004. Bild: Wikimedia

schussleistung erfüllt er durch den Einsatz von zwei 35 mm × 228 KDA-Kanonen mit einer grossen Munitionsdotierung. Somit kann der Gepard alle drei Phasen der Flugabwehr; «Suchen», «Verfolgen», «Bekämpfen» selbstständig ausführen. Die Kunst liegt nun im Ausbalancieren der Systemfehler und einer Optimierung der Übergabe der Phasen zueinander, wenn man sich nicht auf seltene Glückstreffer beschränken will. Beim Gepard ist dies geglückt.

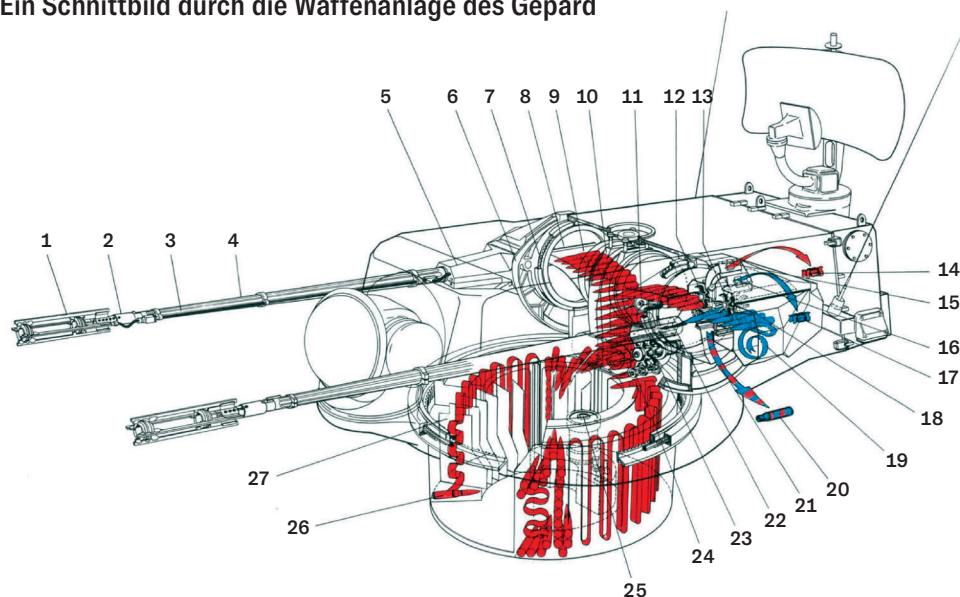
Ein herausragendes Systemengineering, eine geschickte Auslegung der Komponenten sowie eine hohe Redundanz erlauben die Kombination von Betriebsarten. Damit wird, trotz externen Störeinflüssen oder Teilausfällen, die volle Einsatzfähigkeit maximal gewährleistet. So gab es schon 1970 einen Haupt- und einen Notrechner sowie je drei Möglichkeiten zur Messung der Zielentfernung und des Zielwinkels. Eine sorgfältig ausgelegte Bedienoberfläche für den Kommandanten und Richtschützen im Turm runden das System ab. Neben einer hohen Beweglichkeit und Reichweite kann der Gepard einen 24-Stunden-Kampftag ohne logistische Unterstützung durchstehen und mit den mobilen Verbänden an vorderster Front mithalten.

KDA-Kanonen auf anderen Fahrgestellen

Die Waffenanlage des Gepards besteht aus zwei 35 mm × 228 KDA-Kanonen. Die KDA (K: Kanonen, D: Kaliber 35 mm, A: Typ A) ist ein starrverriegelter Gasdrucklader mit Doppelgurtzuführung. Alle Funktionen (Sicherstellung, Durchladen, Abzug) werden hydraulisch ausgeführt. Die Waffe hat eine Kadenz von 550 Schuss pro Minute. Am Rohrende ist eine V_0 -Messanlage montiert, welche die Mündungsgeschwindigkeit jedes einzelnen Schusses misst. Diese Daten fließen in die Feuerleitrechnung ein. Die KDA ist massiv ausgelegt, wiegt 670 Kilo und ist 4,70 Meter lang. 320 Schuss gegurtete Flabmunition und 20 Schuss Hartkernmunition gegen Bodenziele sind pro Waffe einsatzbereit. Die Flabmunition befindet sich im Turmkorb, die Erdkampfmunition direkt bei der Waffe, auf der Aussenseite in dem Hartkernmagazin.

Neben dem Gepard wurde die KDA in weiteren Flabpanzern verbaut, wobei das Design bei allen weitgehend identisch ist. Der Marconi Marksman ist mit sechs Stück auf Leopard-A4-Fahrgestell in Finnland im Einsatz und verzichtet auf einen separaten

Ein Schnittbild durch die Waffenanlage des Gepard



- | | | |
|-------------------------|--|-------------------------------|
| 1 v_0 -Messbasis | 11 Gurtrolle | 19 HK-Magazin |
| 2 Mündungsbremse | 12 Förderstern, Fla-Munition | 20 Hülse |
| 3 Kabelführungsrohr | 13 Förderstern, HK-Munition | 21 Auswurföffnung, Hülse |
| 4 Rohr | 14 Gurtglied, Fla-Munition | 22 Patronenlager |
| 5 Panzerschürze | 15 Auswurföffnung Gurtglied (Fla-Munition) | 23 Booster |
| 6 Wiege | 16 Auswurföffnung Gurtglied (HK-Munition) | 24 Umführrolle |
| 7 Schildzapfenlager | 17 Gurtglied, HK-Munition | 25 Hydraulische Energieanlage |
| 8 Wiegenplatte | 18 HK-Munition | 26 Fla-Munition |
| 9 Beweglicher Gurtkanal | | 27 Fla-Magazin |
| 10 Fester Gurtkanal | | |

Grafik: Rheinmetall Air Defence

Folgeradar. Auch wird beim Marksman die Munition in zwei, von oben austauschbaren Magazinen (je 230 Schuss) gelagert. In Japan steht der Type 87 im Einsatz. Polen entwickelt seit Jahren den LOARA-G mit einer KDA-Lizenz, aber eine Serienfertigung steht noch aus. Ende der 1970er-Jahre wurde in den USA im Rahmen des DIVAD (Division Air Defense)-Projekts auch ein von General Dynamics entwickeltes Fahrzeug (XM246) mit zwei KDA nebeneinander in einer Waffenwiege angeboten. Trotz sehr guten Leistungen in der Evaluation im scharfen Schuss unterlag der XM246 und das 35 mm × 228 Kaliber gegen den von Ford angebotenen M247 mit einer Doppel 40 mm × 365 Bofors L/70 Kanone. Das spätere komplette Versagen der M247-Vorserie und der unrühmliche Abbruch des Projekts zeigt auch, dass es neben der Politik sehr wohl auf ein sauberes Systemengineering und eine überlegte Integration ankommt.

Interessante Kaliberwahl

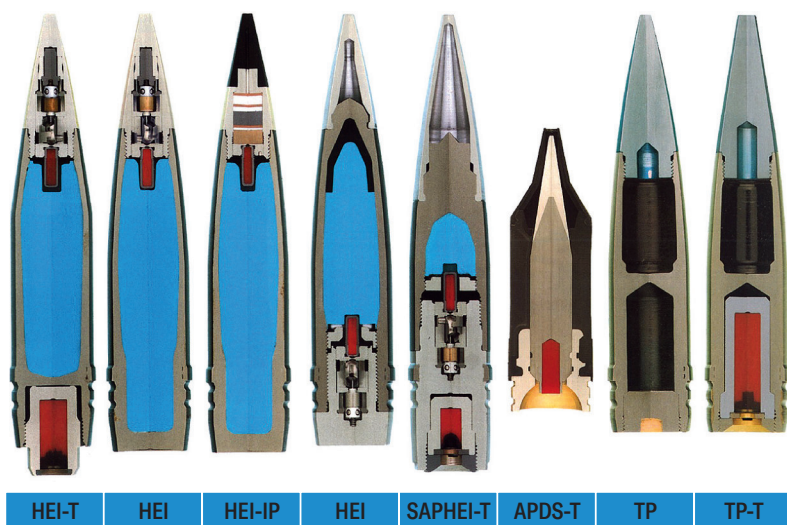
Beim Thema Gepard besonders interessant ist die Kaliberwahl. Das 35 mm × 228 Kaliber überzeugt durch eine sehr hohe ballistische

Leistung, bei kompakter Geometrie. Klassisch wird mit Gepard gegen Luftziele mit Minen-Sprengbrandgranaten mit Leuchtspur und Kopf- oder Bodenzünder geschossen. Die Granaten mit einem Gewicht von etwa 550 Gramm werden tiefgezogen und können dank der relativ dünnen Wandstärke viel Sprengstoff mitführen.

Durch eine präzise Auslegung der Granate mit variablen Wandstärken und einer bedachten Materialwahl konnte die Geometrie, die Anzahl und die Abgangsrichtung der Splitter optimiert werden, ohne den Geschosskörper vorfragmentieren zu müssen. Bei der HEI-T-Granate entstehen Splitter von 0,5 Gramm (etwa 600 Stück) bis ein bis fünf Gramm (rund 120 Stück). Als Sprengstoff wird 100 Gramm Hexal mit einem hohen Aluminiumanteil (etwa 30 Prozent) eingesetzt, was neben den Splittern eine grosse Gasschlagwirkung und eine sekundäre Brandwirkung erzeugt. Bei der HEI-Granate wurde zusätzlich eine 20-Gramm-Zirkonbrandmasse eingebracht, um Feuerunterdrückungsmassnahmen zu neutralisieren.

Neben der Sprenggranate wurde beim Gepard unterkalibrige Treibspiegelmunition-

Die 35 mm × 228 Munitionsfamilie im Jahr 1980



Grafik: Rheinmetall Air Defence

on als Erdkampfmunition eingesetzt. Dabei konnte auf 1000 Meter je nach Auftreffwinkel, bis zu neun Zentimeter Panzerstahl durchschlagen werden. Treibspiegelgeschosse haben eine höhere Mündungsgeschwindigkeit (nominal 1400 m/s) und einen geringeren Geschwindigkeitsabfall im Flug. Nachteilig ist das Fehlen einer Selbstzerlegung und eine geringere Geschossmasse (380 Gramm).

Die entscheidende Gurtrille

Da die Reichweite des Systems massgeblich durch die Flugzeit der Granaten bestimmt wird, wurde ab Ende der 1980er-Jahre eine Unterkaliber-Flab-Munition eingeführt. Dadurch konnte die effektive Bekämpfungreichweite des Gepards auf 4500 bis 5000 Meter erhöht werden. Das auf dem Frangible Prinzip aufbauende Geschoss ist sehr spröde und zerbricht bei einem Staffziel in immer kleiner werdende Fragmente. Dadurch wird auch ohne Sprengstoff eine genügende Wirkung gegen klassische Flugziele erreicht. Gegen Drohnen in Leichtbauweise kann es aber sein, dass die Wirkung des Frangible Penetrators nicht für einen Abschuss reicht, da dieser nicht genügend fragmentiert. Hier müssen die aktuellen Erfahrungen aus dem Einsatz noch ausgewertet werden.

Eine Besonderheit der Munition für die KDA ist die Notwendigkeit einer «weichen» Hülse mit Gurtrille. Ohne diese Rille kann sich das Gurtglied nicht sauber auf der Hülse halten. Mit der Ausmusterung des Ge-

pards in Deutschland und den vermeintlich riesigen Beständen an Munition in den Depots wurden immer weniger solcher Hülssen gefertigt. Die KDC/B-Waffe in den GDF-Twin-Gun-Geschützen benötigt keine Gurtrille, da die Munition per Ladestreifen zugeführt wird.

Die neu aufkommenden Fahrzeugbewaffnungen mit 35 mm (zum Beispiel CV9035 mit Bushmaster III) nutzen auch das 35 mm × 228 Kaliber mit Gurtrille, benötigen aber als fremdangetriebene Waffe eine gehärtete, vergütete Hülse, welche sich nach dem Schuss leichter aus dem Patronenlager entfernen lässt. Aktuell wird untersucht, ob die KDA diese härtere Hülse nutzen kann. Es sei noch erwähnt, dass Kanada vorausschauend Mitte der 1980er-Jahre für ihre Twin-Gun-Munition mit Gurtrille bestellt hatte, um im Notfall den Gepard der Bündnispartner versorgen zu können.

Neben den klassischen Munitionstypen ist die im DIVAD-Projekt entwickelte Munition mit Radarannäherungszünder sowie die aktuelle Ahead-Munition erwähnenswert. Der Vorteil beider Typen ist, dass sie nicht direkt treffen müssen, um zu wirken. Trotz eines sehr raffinierten Annäherungszünder auf der HE-Granate zeigte sich jedoch früh, dass die meisten der Splitter neben dem Ziel wirkungslos vorbeifliegen. Es folgte keine Einführung dieses Munitionstyps. Bei der tempierbaren Ahead Air Burst Munition hingegen werden Wolfram-Subprojekte vor dem Ziel ausgestossen. Die Anzahl Subprojekte variiert je nach Typ

zwischen 155 und mehr als 600, wobei die Nutzlast der Granate immer 500 Gramm beträgt. Dies wurde durch die Erhöhung des Geschossgewichtes von 550 auf 750 Gramm ermöglicht. Dank den drallstabilisierten zylindrischen Subprojekten wird im Gegensatz zu natürlichen Splintern zusätzlich eine viel bessere endballistische Penetrationsleistung erzielt. Die Ahead-Technologie hat in den letzten Jahren entscheidend zum Verbleib der Kanone als probates Mittel der Flugabwehr beigetragen. Leider wurde der Gepard nie mit Ahead nachgerüstet.

Skyranger als Nachfolger

Aus heutiger Sicht ist die Auslegung des Gepards gelungen. Dennoch ist nicht von der Hand zu weisen, dass der Gepard ein komplexes und sehr schweres Waffensystem ist. Er besteht aus rund 60 000 Einzelteilen, wovon der überwiegende Teil die Elektronik umfasst. Der Turm alleine wiegt 12 Tonnen und das ganze Fahrzeug bis zu 47 Tonnen. Heutige Ansätze erlauben weit weniger schwere Lösungen und die Ahead-Technologie ermöglicht es, kleinste Ziele erfolgreich zu bekämpfen.

Aufbauend auf den Erfahrungen des Gepards und unter Einbezug der aktuellen technischen Entwicklungen hat die Rheinmetall Air Defence mit dem Skyranger ein modernes Nachfolgesystem in zwei Kalibern entwickelt. Eine Revolverkanone im Kaliber 35 mm × 228 (KDG) oder 30 mm × 173 (KCE) erlaubt ohne Leistungseinbusse den Einsatz von nur einer Rohrwaffe pro Plattform. Gerade der Einsatz der 30 mm KCE-Revolverkanone mit Air-Burst-Technologie ist im Hinblick auf ein kompaktes und leichtes Design besonders reizvoll. Die geringere Payload der Munition und die etwas weniger effektive Abhaltedistanz wird durch die Integration von Lenkwaffen auf der Plattform Skyranger 30 ausgeglichen. Es entsteht ein System, welches das Konzept Gepard in die heutige Zeit transferiert und sich gegen die modernsten Bedrohungen auf dem Gefechtsfeld durchsetzen kann. ■



Dr. Moritz Vischer
Product Manager Effectors
Air Defence and Radar Systems
Rheinmetall Air Defence AG
8050 Zürich