

Zeitschrift: Protar
Herausgeber: Schweizerische Luftschutz-Offiziersgesellschaft; Schweizerische Gesellschaft der Offiziere des Territorialdienstes
Band: 8 (1941-1942)
Heft: 1

Artikel: Die artilleristische Fliegerabwehr
Autor: Guldemann, Werner
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-362827>

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: 07.02.2026

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

1. Begriff, Aufgabe, Wesen.

Die artilleristische Fliegerabwehr gehört in den grossen Rahmen des aktiven Luftschutzes. Feindliche Luftangriffe und Aufklärungstätigkeit erstrecken sich im Kriege unter voller Ausnutzung des Flugbereiches der eingesetzten Flugzeuge von der Front bis weit ins Hinterland hinein. Sie bedrohen sowohl das Feldheer als auch ganz besonders die im Heimatgebiet vorhandenen Rüstungszentren, Rohstofflager und andern für Kriegführung und Versorgung wichtigen Anlagen. Alle Luftschutzmassnahmen bezwecken die Erschwerung oder Störung der feindlichen Luftaufklärung, die Abwehr von Luftangriffen und die Einschränkung ihrer Wirkung. Zum aktiven Luftschutz gehört die Abwehr durch Jagdflugzeuge und diejenige durch erdgebundene Waffen.

Ziel der Fliegerabwehr von der Erde aus ist die Vernichtung des feindlichen Flugzeuges durch Abschuss; ein Erfolg ist jedoch auch schon dann erzielt, wenn der Feind durch das Abwehrfeuer in seiner Tätigkeit gestört, in grössere Höhen gezwungen oder am Angriff gehindert wird, indem er z. B. seine Bomben nicht genügend gezielt abwerfen kann.

Begriffswesentliches Merkmal der Bodenabwehr ist die Gebundenheit der Waffe an den Boden. Dadurch ergeben sich gegenüber der Jagdfliegerei Vorteile und Nachteile, die beim Einsatz berücksichtigt werden müssen. Der Hauptvorteil liegt darin, dass die Bodenabwehr zeitlich unbeschränkt arbeiten kann, während der Einsatz des Jagdfliegers nur im Rahmen seiner Flugdauer stattfinden kann. Im Gegensatz zu diesem ist sie aber in ihrem örtlichen Einsatz beschränkt; sie kann den Feind nicht aufsuchen, sondern muss warten, bis er von sich aus in ihren Wirkungsraum kommt, der deshalb im allgemeinen in die unmittelbare Nähe des zu schützenden Objekts gelegt wird. Wer am Schlagwort hängt, mag deshalb die Bodenabwehr als Waffe des Objektschutzes, die Jagdfliegerei als jene des Raumschutzes bezeichnen (wie jede Verallgemeinerung, darf aber auch diese nicht unbedingt als richtig angenommen werden).

2. Bewaffnung und Ausrüstung.

Eigentliche Waffe der Fliegerabwehr ist das verfeuerte Geschoss. Hier könnte man zwischen Nah- und Fernkampfwaffen unterscheiden, nach Reichweite und Kaliber. Die leichten oder kleinkalibrigen Abwehrwaffen verschiessen im Gegensatz zu den grosskalibrigen nur Vollgeschosse oder Explosivgeschosse mit Aufschlagzündern; diese letztern enthalten zwar regelmässig auch eine Vorrichtung, welche sie nach Ablauf einer gewissen Flugzeit automatisch zerlegt. Die Vorrichtung hat aber nur den Zweck, die Geschosse beim Verfehlen ihres Ziels noch in der Luft zu

sprengen, damit nicht beim Auftreffen auf den Boden die eigenen Truppen gefährdet werden. Das Schiessen aller kleinkalibrigen Flugabwehrwaffen ist einheitlich gekennzeichnet durch die Aufgabe, das Luftziel durch Volltreffer zu vernichten.

Zu diesen kleinkalibrigen Waffen gehören auch die normalen Infanteriegewehre, wenn sie zur Fliegerabwehr eingesetzt werden. Primitivste Waffe ist das Gewehr, das — natürlich nicht einzeln eingesetzt — nur auf Entfernungen unter 500 m gewisse Treffsicherheiten hat. Die Abwehr mit Maschinengewehren ist erfolgreich auf Entfernungen unter 1000 m, wenn zum Richten eine besondere Fliegervisiereinrichtung gebraucht wird. Die kleinkalibrigen Geschütze verfeuern Sprenggeschosse mit Aufschlagzündern und übernehmen die Abwehr auf nahe Entfernungen, auf welchen die schweren Waffen mangels genügender Feuer- und Richtgeschwindigkeit nicht in Frage kommen. Als Maschinenwaffen haben sie hohe Feuergeschwindigkeit und sind bei reichlicher Munitionsdotierung besonders zur Abwehr von Tief- und Sturzflugangriffen geeignet. Die wirksame Reichweite beträgt bei einem Kaliber von 20 mm ungefähr 2000 m, bei 37 mm etwas über 3000 m (als Faustregel kann überhaupt angegeben werden, dass sich das Kaliber in Zentimeter und die wirksame Reichweite in Kilometer ungefähr entsprechen).

Bevor wir auf die eigentliche, schwere Fliegerabwehr und ihre Ausrüstung zu sprechen kommen, müssen wir auf die Anforderungen hinweisen, die an jede Fliegerabwehrwaffe gestellt werden. Luftziele bewegen sich mit hohen Geschwindigkeiten dreidimensional im Raum; Flugrichtung, Geschwindigkeit und Höhe können jederzeit rasch ändern. Die Zeit, während welcher sich das Ziel im Wirkungsbereich der Abwehrwaffe befindet, ist auf Sekunden beschränkt. Die Ziele sind oft schwer erkennbar oder fliegen gedeckt an, so dass sie erst gefasst werden können, wenn sie sich schon im Wirkungsbereich befinden; ferner ist es häufig auch sehr schwer, die Ziele als feindlich zu erkennen.

Daraus ergibt sich, dass für das Schiessen gegen Flugzeuge notwendig ist:

- a) Schnelle und einheitliche Zielerfassung;
- b) fortlaufende Ermittlung der Schusswerte, die sich entsprechend den schnell veränderlichen Zielbedingungen — Entfernung, Zielhöhe, Flugwinkel, Zielgeschwindigkeit — ständig ändern;
- c) schnelle Feuereröffnung und rasche Durchführung der Bekämpfung.

Die technischen Anforderungen, die sich an die Waffenkonstruktion stellen, sind deshalb vor allem:

- a) Grosses Höhen- und Seitenrichtfeld, Einrichtungen für schnelles Erfassen und Verfolgen des Zieles mit den Richtmitteln, rasche Feuerbereitschaft;
- b) grosse Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses (grosse Reichweite, geringe Flugzeiten des Geschosses, geringe Auswanderung des Zieles während der Geschossflugzeit);
- c) grosse Feuergeschwindigkeit (Einrichtungen für rasches Laden, selbsttätiger Verschluss, Patronenmunition, Zünderstellmaschine, fortlaufende Uebertragung der Schusswerte, Fernsteuerung usw.).

Die Schwierigkeit des Schiessens gegen Flugziele besteht darin, die Schüsse auf den Punkt im Luftraum zu richten, der in der Flugrichtung des Ziels um die Auswanderungsstrecke (Weg des Ziels während der Geschossflugzeit) vorausliegt. Beim Schiessen mit Zeitzündern muss der Zünder an dieser Stelle zur Detonation gebracht werden. Die Vorausbestimmung des Treffpunktes kann nur geschehen unter der Annahme, dass der Zielweg während der Geschossflugzeit gleichbleibend nach Höhe, Richtung und Geschwindigkeit fortgesetzt wird. Ausser der Geschossflugzeit ist für die Laufzeit des Zeitzünders noch die für die Bildung des Kommandos, für Richten und Laden bis zur Abgabe des Schusses notwendige Zeit (Kommando- und Ladeverzugszeit) einzubeziehen. Diese hängt von der Uebung des Schiessenden, vom Ausbildungsgrad der Truppe und von der Waffenkonstruktion ab.

Die Kommando- und Ladeverzugszeit ist nun von ganz ausschlaggebender Bedeutung, denn je grösser ihr Anteil an der Geschossflugzeit ist, desto geringer wird auch die Treffwahrscheinlichkeit. Die Wirkung der artilleristischen Fliegerabwehr ist erst dann befriedigend geworden (und ihre Aussichten sind im gleichen Augenblick ganz wesentlich gewachsen), als es gelungen ist, Geräte zu schaffen, welche die (von verschiedenen Mannschaften festgestellten) Richtelemente mit den Vorhaltegrössen bezüglich Entfernung, Höhe und Seite einheitlich und gleichzeitig auf das Geschütz zu übertragen erlaubt haben. Das sind die sogenannten Kommandogeräte, die allerdings teuer, schwierig herzustellen und leicht verwundbar sind. Ihre Vorteile können, zusammengefasst, folgendermassen ausgedrückt werden:

1. Schnelle und einheitliche Zielerfassung;
2. verringerter Ladeverzug, fortfallender Kommandoverzug;
3. grössere Feuergeschwindigkeit, durch verkleinerte Auswanderungsstrecken verbesserte Trefferwahrscheinlichkeit;
4. verbesserte Mess- und Beobachtungsmöglichkeiten, indem das Kommandogerät aus der Feuerstellung herausgenommen werden kann;
5. von Rauch und Qualm ungestörte Bedienung;
6. Einfachheit der Geschützbedienung (dadurch vereinfachte Ausbildung).

Weitere Hilfsmittel der Fliegerabwehr sind Scheinwerfer und Horchgeräte, deren Einsatz allein die erfolgreiche nächtliche Abwehr vom Boden und aus der Luft gewährleistet. Scheinwerfer, die der Abwehrwaffe das Ziel sichtbar machen sollen, bestehen aus einer starken Lichtquelle und einem Parabolspiegel (von bis zu 200 cm Durchmesser). Durch ihre Blendwirkung vermögen sie dem Flieger die Geländeübersicht und den Bombenwurf zu erschweren. Das Auffinden der Flugzeuge wird den Scheinwerfern durch die Arbeit der Horchgeräte erleichtert, welche die Richtung nach Höhe und Seite festlegen, aus welcher die Schallwellen vom Flugzeug her auftreffen. Ihr Verhältnis zu den Scheinwerfern ist dasjenige eines Kommandogerätes, das ermöglichen soll, dass sich das Ziel im Scheinwerferlicht befindet, sobald dieses aufleuchtet.

Soweit über die Hilfsgeräte der Abwehrartillerie. Ueber die Geschütze selbst ist nach dem Vorausgeschickten wenig mehr zu sagen. Das Kaliber liegt zwischen 40 und 150 mm. Man kann unterscheiden zwischen mittlerer und schwerer Flak (in Deutschland wird von «Flak» gesprochen). Wenn man die Ausdrücke verwenden will, muss man jedoch zunächst sagen, was man darunter verstehen will. In allen Ländern haben sich nämlich zum Teil recht scharfe Kontroversen entwickelt über die Kaliberfrage, und was der eine noch mit «schwer» bezeichnet hat, ist dem andern «mittel» gewesen. Im allgemeinen hat sich die Tendenz zum schwereren Kaliber durchgesetzt, und die 7,5-cm-Kanone kann heute wohl eher als Mittelkaliber bezeichnet werden, während man als schwere Geschütze diejenigen mit Kalibern über 10 cm ansieht. Bezüglich der Reichweite gilt auch hier die oben angegebene Faustregel.

3. Der Einsatz.

Einleitend soll anhand der Darstellung, wie sie in der Schrift von Hptm. Baasch über die Flak *) gegeben wird, kurz auf das Grundlegende des Abwehrschiessens eingetreten werden.

Soll ein Objekt bei 0 (Abb. 1) mit Flakartillerie gegen Bombenabwurf aus Höhen bis 6000 m geschützt werden, so sind folgende Ueberlegungen anzustellen: Ein Flugzeug, das in 6000 m Höhe mit 400 km/h direkt auf 0 zufliegt, muss seine Bomben abwerfen, wenn es eine Stelle überfliegt, die 3900 m vor 0 liegt. Weil ohne Hindernisse alle Angriffsrichtungen möglich sind, heisst das, dass die Bombe abgeworfen werden muss, sobald das Flugzeug bei zentralem Anflug die Kreislinie BA mit dem Radius von 3900 m um das Objekt 0 herum überfliegt. Zur Vorbereitung des Abwurfs ist ein Flugzeug heute noch gezwungen, mindestens die letzte halbe Minute vorher, d. h. vor dem Ueber-

*) Baasch, Fliegerabwehr-Artillerie. Schriften der AVIA Nr. 2, Bern, 1940. Das Heft sei jedem empfohlen, der sich um die Probleme der Fliegerabwehr interessiert, namentlich vom Gesichtspunkt der Kaliberfrage aus. Ihm sind auch die Abb. 1, 2, 7 und 8 mit freundl. Erlaubnis des Verlags entnommen.

fliegen der Linie BA, mit gleichbleibender Höhe und Geschwindigkeit geradeaus zu fliegen. Dass bei einer solchen Flugart die Gefährdung durch die Bodenabwehr am grössten ist, ist leicht einzusehen, weil das Extrapolationsverfahren für das

kritischen Zone mit einem gut gezielten und intensiven Feuer beschossen wird. Diese Forderung ist aber mit einem Geschütz allein nicht zu erfüllen und deshalb müssen die Geschütze zu Batterien zusammengefasst werden, die unter ein-

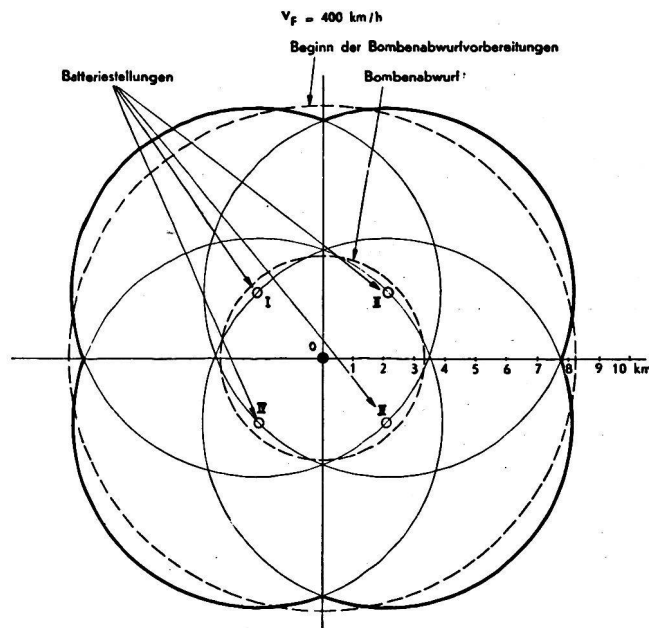


Abb. 1. Kritische Zeit und kritische Zone.

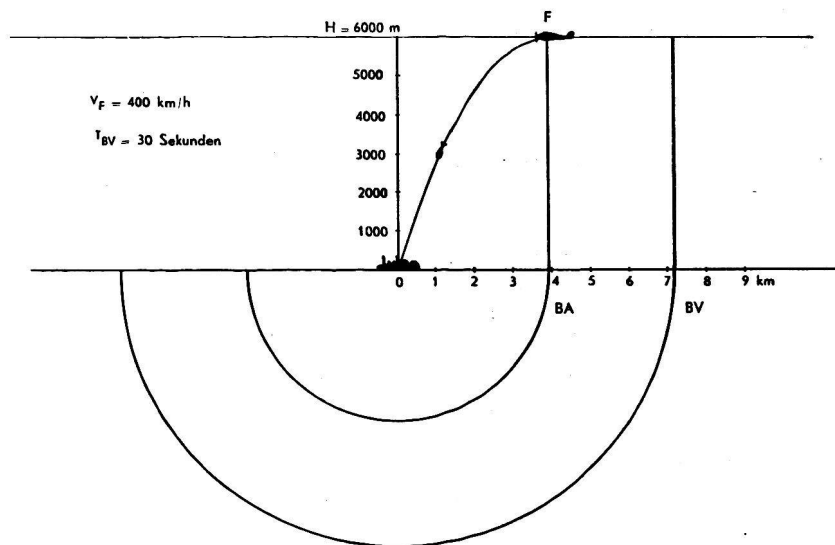


Abb. 2. Flabschutz in der kritischen Zone eines Schussobjektes.

Flabschiessen hier die genauesten Resultate liefert. Man nennt daher die Zeit der Bombenabwurfvorbereitungen die kritische Zeit und das Gebiet, welches dabei vom Flugzeug durchflogen wird, die kritische Zone. Für eine Flughöhe von 6000 m und einer Flugzeuggeschwindigkeit von 400 km/h ist diese also durch die beiden konzentrischen Kreise BA und BV mit den Radien 3900 und 7200 m (30 sec) gegeben. Wird ein Flieger in der kritischen Zone durch Abwehrfeuer in seinen Vorbereitungsarbeiten gestört, so leidet darunter bestimmt die Genauigkeit seines Bombenwurfs, und die Folgerung liegt nahe, dass ein Luftgegner am meisten gefährdet ist, wenn er möglichst während der ganzen Zeit des Durchfliegens der

heitlicher Feuerleitung stehen (verbunden mit einem zentralen Kommandogerät). Wie man sich den Flabschutz in der kritischen Zone eines Schutzobjektes vorstellen kann, zeigt Abb. 2. Mit wachsender Abwurfhöhe und erhöhter Fluggeschwindigkeit verschlimmern sich natürlich die Verhältnisse und man muss darnach trachten, die Wirkung der Abwehr durch geeignete Massnahmen wieder zu heben. Wir dürfen nun aber auch nicht vergessen, dass die Bodenabwehr nur das eine Mittel der Luftverteidigung darstellt; das andere ist die Jagdfliegerei, und beide müssen so zusammenspielen, dass das Maximum an Wirkung herauskommt. Die dazu notwendige gegenseitige Rücksichtnahme macht die Arbeit schwieriger als

wenn jede Waffe des aktiven Luftschutzes ganz unabhängig von der andern arbeiten könnte. Für diese Zusammenarbeit sind verschiedene grundsätzliche Möglichkeiten gegeben, die im folgenden angedeutet werden sollen.

Erstens: Das einfachste Verfahren ist die örtliche Abgrenzung der Tätigkeitszonen. Die Abgrenzung erfolgt längs geländemässig gegebenen Linien, die aus der Luft gut erkennbar sind. Die Jagdflugzeuge greifen den Gegner bis zur Feuerlinie der Flabartillerie an, um dann von ihm ab-

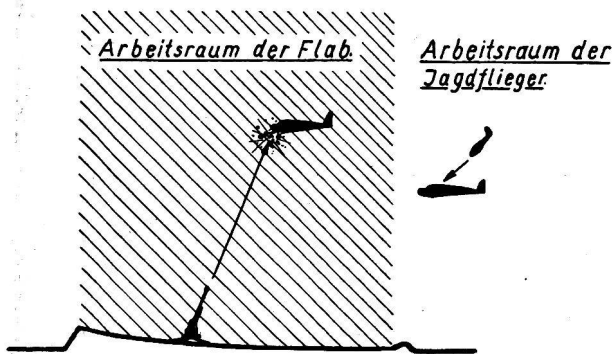


Abb. 3.

Zonenabgrenzung in der Vertikalen nach Merkpunkten im Gelände.

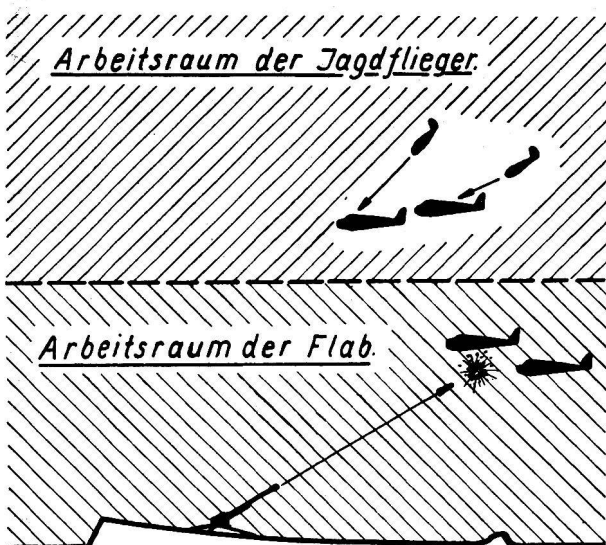


Abb. 4.

Zonenabgrenzung in der Horizontalen nach der Wirkungshöhe der Flab.

zulassen und ihn der Bodenabwehr zu überlassen. Nachdem der Gegner die Feuerzone wieder verlassen hat, setzen die Jäger wieder mit ihren Angriffen ein (Abb. 3).

Zweitens kann die Abgrenzung der Tätigkeitszonen nach der Höhe erfolgen. Hier sind zwei verschiedene Lösungen möglich. Bei der ersten Lösung feuert die Artillerie bis zu einer bestimmten Höhe. Ueber dieser Höhe wirken die Jagdflieger (Abb. 4). Bei dieser Lösung sind aber oft Zweifel möglich, wer in Aktion zu treten habe, besonders dann, wenn sich der Gegner in Grenzhöhe bewegt. Bei der zweiten Lösung werden die verschie-

den hoch fliegenden Ziele verteilt. Die Flabartillerie wird die grösseren, massierten Ziele wählen, auch wenn diese höher fliegen, und den Jagdflugzeugen kleinere, vereinzelte Verbände überlassen.

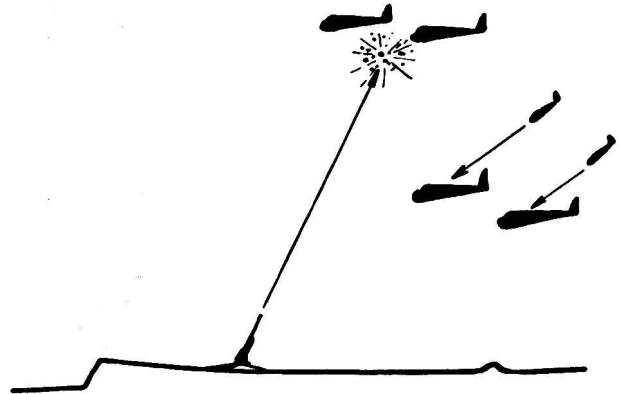


Abb. 5.

Zusammenwirken auf verschiedene Ziele ohne Abgrenzung der Arbeitsräume.

Dritte Möglichkeit ist der Einsatz von Jagdfliegerei und Flabartillerie im gleichen Raum gegen verschiedene Ziele (Abb. 5). Ein feindlicher Angriff kann in mehreren Gruppen in verschiedenen Richtungen und höhenmässig sowie zeitlich gestaffelt erfolgen. Das bietet die Möglichkeit, Bodenabwehr und Jagdflugzeuge auf ein grosses Gesamtziel gemeinsam einzusetzen, wobei aber jedes Abwehrmittel auf ein eigenes Teilziel wirkt.

Viertens: Endlich kann man sich vorstellen, dass Fliegerabwehr und Jagdflugzeuge gemeinsam auf ein und dasselbe Ziel einwirken (Abb. 6). Diese Möglichkeit kommt heute aus technischen Gründen noch kaum in Betracht, aber man wird sich immer vor Augen halten müssen, dass in ihr die taktisch ideale Lösung der Frage der Zusammen-

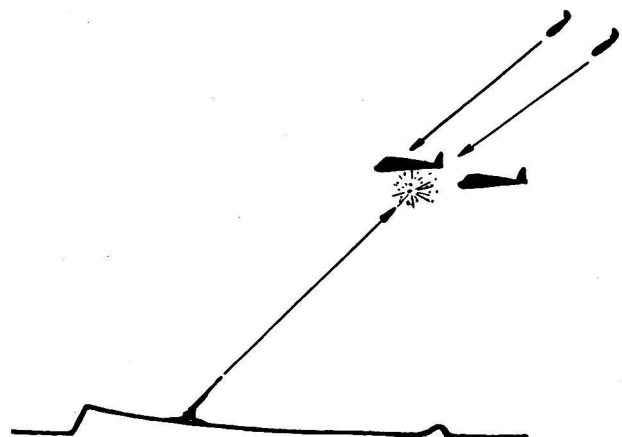


Abb. 6.

Gleichzeitiges Zusammenwirken auf dasselbe Ziel.

arbeit von Luft- und Bodenabwehr liegt. Ein konzentrischer Schlag von oben und unten gleichzeitig wird der Natur der Sache nach überall und immer die grösste Wirkung haben.

Wie wir am Anfang festgestellt haben, hat der aktive Luftschutz die Aufgabe, die feindliche Fliegertätigkeit über dem ganzen eigenen Gebiet

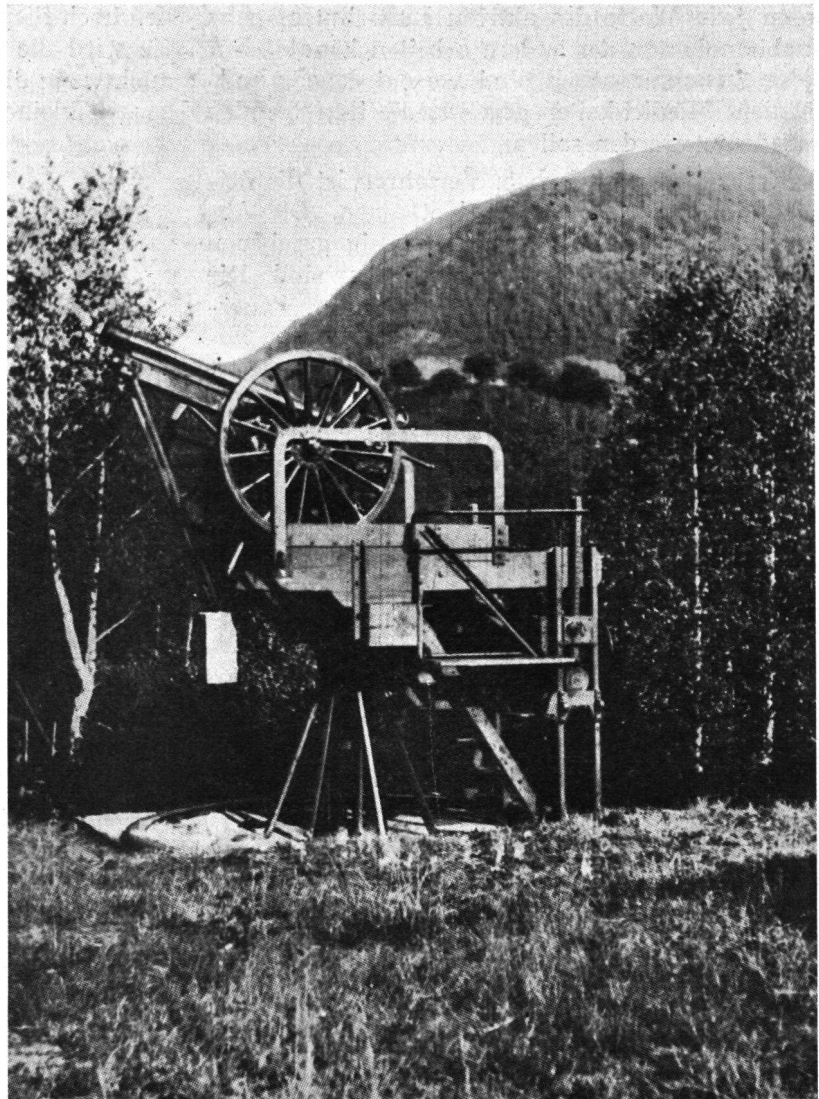


Abb. 7. Zur Fliegerabwehr hergerichtete schweizerische 7,5 cm Feldkanone (Grenzbesetzung 1914—1918).

zu behindern. Wir haben uns deshalb in diesem Abschnitt noch mit der dritten Frage zu befassen, wie die Organisation der Abwehrmittel im gesamten Schutzgebiet einzurichten sei, damit die Aufgabe mit Aussicht auf Erfolg erfüllt werden kann. Nehmen wir uns zum Beispiel die Organisation, wie sie vor dem Krieg ein Großstaat getroffen hat (zugleich dient uns das, um einige Begriffe zu bestimmen, die immer wieder vorkommen).

In Deutschland nennt man Schutzobjekt eine einzelne bodenständige Anlage oder Truppe, die gegen Luftangriffe geschützt werden soll. Mehrere solcher Schutzobjekte können, wenn sie nahe beieinander liegen, zu ihrer einheitlichen Verteidigung zu Schutzgebieten zusammengefasst werden. Als Schutzgebiet werden auch Schutzobjekte grösserer Ausdehnung bezeichnet (räumlich ausgedehnte Industriegebiete, mehrere Brücken an einem Flussabschnitt usw.). Rings um das Schutzobjekt liegen verschiedene Zonen. Zunächst kommt die Flakzone; das ist der Wirkungskreis der für ein Schutzobjekt eingesetzten Abwehrartillerie; sie ist für die Zusammenarbeit mit den Jagdfliegern wichtig, denn in ihr hat im allgemeinen die Flak

den Vorrang vor den Fliegern. Anschliessend an die Flakzone kommt die Hauptschutzzone, das Hauptkampffeld der Jagdflieger; ihre äussere Grenze, an welcher der feindliche Kampfverband spätestens gestellt werden soll, ist im allgemeinen nicht mehr als 20 km von der Flakzone entfernt. Der Hauptschutzzone vorgelagert ist die Einsatzzone; in ihr suchen die Jagdkräfte den Feind, um ihn zu bekämpfen. Ihre Ausdehnung beträgt etwa ein Drittel des Flugbereiches der Jagdflugzeuge, die zum Einsatz gelangen. Warnlinie nennt man die Linie, bei deren Ueberfliegen durch den Feind der Jagdverband spätestens starten muss, um den Gegner noch vor der Hauptschutzzone zum Kampf stellen zu können.

Das gilt natürlich alles in erster Linie für den Schutz der im Hinterland befindlichen Objekte. Eine gerade so wichtige Aufgabe fällt den Verbänden zu, die den Luftschutz der marschierenden und kämpfenden Bodentruppen übernehmen müssen: der Truppenflak. Sie wird entweder auf einen bestimmten Platz gestellt, von dem aus sie die durchziehenden Truppen zu schützen hat (z. B. um eine Brücke, um einen Engpass), oder dann ist sie



Abb. 8. Schweres deutsches Flakgeschütz (10,5 cm?) aus dem gegenwärtigen Krieg (man beachte die Bedienungsmannschaft).

der Truppe organisch zugeteilt und marschiert mit ihr. In diesem Fall bleibt sie entweder auf ihrem Platz in der marschierenden Kolonne oder sie wird auf eine bestimmte Zeit neben die Marschstrasse gestellt, um dann nachher wieder vorgezogen zu werden. Dass infolge der konstruktiven Eigenschaften der Flakwaffen gerade diese Geschütze hervorragend geeignet sind, auch bewegliche Ziele zu beschliessen, die sich am Boden zeigen (Kampfwagen usw.), braucht nicht besonders gesagt zu werden und hat sich auch in den bisherigen Kämpfen durchaus bewiesen.

Bevor wir zum letzten Abschnitt übergehen, soll noch einmal mit allem Nachdruck betont werden, dass alles, was wir nun über den Einsatz festgestellt haben, Theorie ist, die sich unter den praktischen Verhältnissen (welche ja in jedem Land wieder anders liegen) in der oder in jener Richtung gestalten kann. Die theoretischen Erkenntnisse den praktischen Erfordernissen anzupassen, ist die grosse Aufgabe derjenigen, die in den einzelnen Staaten für die Landesverteidigung verantwortlich sind. Hier hört die Gültigkeit der Verallgemeinerungen auf.

4. Die Entwicklung.

Der letzte Teil unseres Aufsatzes soll abschliessend noch kurz zeigen, wie die Bodenabwehr sich bis heute entwickelt hat und was für Möglichkeiten der Weiterentwicklung geboten sind.

In den ersten Jahren des letzten Weltkrieges wurden zur Hauptsache Feldgeschütze, teilweise auch leichte Feldhaubitzen, für die Zwecke der Fliegerabwehr notdürftig umgebaut, indem in erster Linie ihre Lafettierung den gesteigerten Bedürfnissen der Fliegerabwehr in bezug auf Seiten- und Höhenrichtfeld angepasst wurde (Abb. 7). Die zunächst eingesetzten Geschütze mit Kalibern um 7,5 cm herum reichten aber gegen die sich in immer grössere Höhen zurückziehenden Flugzeuge nicht mehr aus und in allen Staaten kam man daher mit der Zeit dazu, auch Flakgeschütze grösseren Kalibers einzuführen (bis zu einer obern Grenze von 10,5 cm). Auf der andern Seite zeigte es sich aber bald, dass gegen Tief-flieger ein kleines und bewegliches Spezialgeschütz geschaffen werden musste, das ausserdem eine grosse Feuergeschwindigkeit besitzen sollte, um

das nur kurze Zeit sich anbietende Ziel mit Aussicht auf Erfolg bekämpfen zu können. Zu Sonderkonstruktionen reichte aber die zur Verfügung stehende Zeit nicht mehr aus und so griff man auf beiden Seiten zu vorhandenen Kleinkalibergeschützen und Maschinengewehren, die behelfsmässig zur Fliegerabwehr dienen mussten.

Die Wirkung der Bodenabwehr zur damaligen Zeit darf nicht unterschätzt werden. Zwar benötigte das Schiessen noch einen unheimlichen Munitionseinsatz, doch sollen während der Dauer des Krieges insgesamt 974 deutsche und 1588 Ententeflugzeuge durch Flak abgeschossen worden sein. Damit war aber der Flieger gezwungen, ernsthaft mit der Flak zu rechnen und dementsprechend wurden die Flughöhen immer mehr nach aufwärts verlegt.

Zwischen den beiden Kriegen wurden Flakgeschütze der verschiedensten Kaliber geschaffen und die technische Ausrüstung der Batterien, insbesondere die Kommandogeräte, immer mehr vervollkommen. Im ganzen hat sich in dieser Zeit, was wir schon einmal gesagt haben, eine wesentliche Kalibersteigerung durchzusetzen vermocht; das ist die Erscheinung, die an der ganzen Entwicklung zuerst auffällt (Abb. 8). Es sieht auch nicht darnach aus, als ob diese Entwicklung plötzlich zu einem Stillstand kommen würde. Die Reichweite und Feuerkraft der Abwehrgeschütze wird immer grösser und auch ihre Trefferausichten nehmen entsprechend zu. (Dass auf der andern Seite das mögliche getan wird, die Leistungen des Flugzeuges zu verbessern, darf natürlich

auch nicht übersehen werden.) Für den finnisch-russischen Krieg 1939/1940 ist angegeben worden, dass es durchschnittlich für schwere Flak 55, für leichte Flak 200 Schüsse gebraucht habe, bis ein Flugzeug zum Absturz gebracht werden konnte. Und in den heutigen Kämpfen kann die Bodenabwehr rund 15 % der insgesamt abgeschossenen Flugzeuge auf ihr Konto buchen, also eine durchaus ansehnliche Zahl.

Dies die technische Entwicklung. Dass aber auch die taktische Seite des Fragenkomplexes nicht vernachlässigt wird, lassen zahlreiche Meldungen aus den kriegführenden Ländern erkennen.

Was die Zukunft anbelangt, so hat man auf dem technischen Sektor zu unterscheiden die Verbesserung der Geschützkonstruktion und diejenige an den Kommandogeräten. Durch die erste wird Reichweite und Feuerkraft erhöht (vorläufig noch in erster Linie durch Kalibersteigerungen); durch die zweite bezweckt man ein möglichst genaues Schiessen, im Idealfall so, dass die Bedienungsmannschaft an den Geschützen weitgehend wegfällt und das Schiessen vom Kommandogerät her automatisch geleitet wird. Die taktische Entwicklungslinie haben wir in anderem Zusammenhang bereits angedeutet: Es wird sich darum handeln, Bodenabwehr und Jagdfliegerei schliesslich zu gleichzeitigem Einsatz auf dasselbe Ziel zu bringen.

Wie die Fliegerwaffe, so steht auch die Fliegerabwehr erst am Anfang ihrer Entwicklung. Wie rasch die Weiterentwicklung geht und wohin sie führt, kann heute noch nicht übersehen werden.

Die Einwirkung der Brisanzbombe auf die Hochbauten

Von F. Lodewig, dipl. Arch. ETH.

Nicht im Sturzflug abgeworfene Bomben haben eine geringere Treffsicherheit. Ein Flugzeug, das 250 km pro Stunde zurücklegt, hat eine Geschwindigkeit von 70 m pro Sekunde. Das Flugzeug ist das Kanonenrohr selbst, das in unruhiger Fahrt sein Ziel anfliegen muss. Die Treffgenauigkeit hängt davon ab, ob es dem Piloten gelingt, das Ziel richtig in sein Visier zu bekommen und im entscheidenden Bruchteil der Sekunde die Bombe auszuklinken. Weil dies selten möglich ist, ist die Treffgenauigkeit gering und darum werden mehrere kleine Bomben gleichzeitig, statt einer einzelnen grossen abgeworfen.

Die primäre und die sekundäre Trümmerwirkung.

Die Einwirkung des Bombenabwurfes besteht fast immer aus einer primären aktiven und einer sekundären passiven Trümmerwirkung.

Die *primäre aktive Wirkung* besteht im Durchstanzen der Gebäudedecke, der Explosionsdruck-, der Splitter-, der Luftstoss- und der Sogwirkung

oder dem Erdstoss. Damit werden einzelne Tragelemente der Gebäude entweder direkt zerstört oder das Gebäude so stark in Schwingung versetzt, dass Tragelemente zerreißen. Damit ist der Einsturz auf breiter Basis eingeleitet (Abb. 1). Leicht entzündbare Teile werden entflammt.

Die *sekundäre passive Trümmerwirkung* besteht im Einbrechen von Tragelementen, die selbst von der primären Wirkung unberührt bleiben, die aber durch diese ihr Auflager verlieren und einstürzen oder unter dieser einbrechenden Trümmerlast zusammenbrechen.

1. Primäre Wirkung.

a) Schutz gegen Volltreffer.

Explodiert eine Bombe im Dachraum, so wird der Dachstock zerstört und die darunter liegenden Teile bleiben weitgehend unversehrt (Abb. 2). Explodiert die Bombe jedoch im Keller, so ist ihre Explosionswirkung ungemein grösser. Aus dem