

Zeitschrift: ASMZ : Sicherheit Schweiz : Allgemeine schweizerische Militärzeitschrift
Herausgeber: Schweizerische Offiziersgesellschaft
Band: 117 (1951)
Heft: 2

Artikel: 5. Abschnitt : die Luftraum Verteidigung
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-23091>

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: 02.02.2026

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

Flugzeuge, deren Erfassung durch Radar nicht möglich ist, (wegen der Erdkrümmung und Standzeichen) wird man auf die heutigen Fl.B.M.D.-Beobachter nicht ganz verzichten. Um wieviel jedoch deren Bestände reduziert werden dürfen, wird erst die Praxis zeigen können. Aus diesem Grunde ist es nicht möglich, ein abschließendes Urteil über den totalen Bestand des neuen Fl.B.M.D. abzugeben. Wir glauben aber mit Bestimmtheit sagen zu können, daß der gesamte Personalbestand nicht höher sein wird als heute.

In einer Beziehung wird allerdings die Zusammensetzung der Fl.B.M.D.-Mannschaften eine wesentliche Änderung erfahren müssen: Das Personal für die Wartung und den Unterhalt der Radargeräte muß sich mit Rücksicht auf die Wichtigkeit der Aufgabe und auf die komplizierten Geräte aus festangestellten Spezialisten rekrutieren, ähnlich wie dies beispielsweise auch für die Wartung der Flugzeuge (DMP) oder der Motorfahrzeuge (AMP) usw. notwendig geworden ist. Diese Spezialisten bilden den Grundstock der Bedienungsmannschaft. Der Rest wird durch aktivdiensttuende Truppen des Fl.B.M.D. und der Flieger- und Flab.-Truppen im Turnus ergänzt.

5. Abschnitt

Die Luftraum-Verteidigung

Im Gegensatz zum Luftschutz, welcher mit sogenannten passiven Mitteln die Auswirkungen von Luftangriffen lindert, verfügt die Luftraum-Verteidigung über aktive Abwehrwaffen. Die gebräuchlichsten davon sind die Jagdflieger und die Fliegerabwehr (Flab.). Die letztere ist heute bei uns durchwegs mit Kanonen ausgerüstet. Versuche in Amerika und auch bei uns tendieren aber dahin, die Kanonen durch Raketen zu ergänzen, wenn nicht gar zu ersetzen. Die Abwehr mittels Sperrballonen zählt zu der passiven Abwehr und wurde bis jetzt in der Schweiz nicht eingeführt.

Charakteristisch an jeder aktiven Abwehr ist, daß das zu bekämpfende Ziel vorerst lokalisiert werden muß. Das sogenannte Sperreschießen hat sich im letzten Krieg als vollständig unzulänglich erwiesen, trotzdem es den Vorteil hat, daß der Standort des Gegners nicht genau bekannt zu sein braucht.

Eine der wirksamsten Waffen für die Luftraum-Verteidigung ist heute die Luftwaffe selbst. Die Luftschlacht um England im Jahre 1940/41 hat

den letzten Beweis hierfür erbracht. Für unsere Verhältnisse kommt leider diese Abwehr nur in geringem Maße in Frage, weil der Einsatz unserer Flieger zur Hauptsache auf Erdziele konzentriert werden muß. (Vergleiche [2]).

Somit bleibt für die schweizerische Luftraumverteidigung einzig und allein die Flab übrig. Die Verantwortung dieser Waffengattung dem Lande gegenüber ist deshalb derart groß, daß wir allen Grund haben, alles zu versuchen, um diese Waffe so wirkungsvoll wie nur möglich zu machen.

Für die Flab ist das primäre Problem die Vermessung der zu bekämpfenden Flugzeuge. Die Mittel, welche ihr heute zur Verfügung stehen sind:

- a. Fernrohre, welche direkt auf dem Kommandogerät (Kgt) montiert sind, für die Lokalisierung des Zieles bezüglich der Winkelkoordinaten (Seite und Lagewinkel).
- b. Telemeter für die Messung der Schrägentfernung als dritter und letzter Koordinate.

Diese optischen Hilfsmittel versagen aber leider, wenn das Ziel im Nebel oder in Wolken, bei Regen, Schneefall oder auch nachts fliegt. Wohl hat man versucht, wenigstens die sich bei Nacht bietenden Schwierigkeiten zu überwinden. Doch die Mittel hierzu (Scheinwerfer und Horchgeräte) sind bei den modernen Fluggeschwindigkeiten untauglich geworden. (Der Beweis hierfür wird im Anhang II geleistet).

Nachdem die Radartechnik aber auch in Flugzeugen Eingang gefunden hat, werden wir in einem zukünftigen Krieg damit rechnen müssen, daß auch bei schlechter Witterung, vor allem durch Wolken hindurch, Luftangriffe durchgeführt werden. Nun sind die Witterungsverhältnisse in der Schweiz im Mittel etwa so, daß während 50 Prozent der Zeit eines Jahres der Himmel mit einer Wolkenschicht von zirka 2000 Meter über Meer bedeckt ist (vergleiche [II]).

Die Einsatzdauer unserer schweren Flab läßt sich somit im Mittel über ein ganzes Jahr wie folgt berechnen:

Die ganze Dauer eines Jahres sei	100 Prozent
Hievon fallen für den Einsatz zunächst die Nächte, inklusive Dämmerung, weg	50 Prozent
Durch Bodennebel, Regen, Schnee usw. (nur am Tag) ist die schwere Flab weiter behindert während zirka	7 Prozent des Jahres.

In der restlichen Zeit (43 Prozent) ist der Himmel zu 50 Prozent bedeckt (also 21,5 Prozent des Jahres). Flugzeuge, die über 2000 Meter über Meer fliegen, können dann mit den optisch gesteuerten Batterien nicht beschossen werden. Sofern die Wahrscheinlichkeit des Einfluges für alle Höhen gleich angenommen werden darf, berechnet sich die Zeitdauer, während welcher wegen bedeckten Himmels kein Einsatz möglich ist, zu 17 Prozent

Für die Einsatzdauer der schweren Flab bleiben somit 26 Prozent eines ganzen Jahres.

Es muß hier ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht werden, daß diese Feststellung nicht etwa nur für die heutige schwere Flab gilt, sondern für jede Art von Bodenabwehr mit großer Reichweite, also auch für eine zukünftige, optisch ferngesteuerte Rakete! Die von dieser neuen Waffe erwartete große Reichweite ist überhaupt nur ausnutzbar, wenn neue Geräte zur Ziellokalisierung vorhanden sind, welche auf die Distanzen von 10 bis 30 Kilometer bei Tag und Nacht, Wolken und Nebel, arbeiten.

Nach dem in den vorstehenden Abschnitten Gesagten bedarf es wohl keiner weiteren Erläuterungen, um zu zeigen, daß *allein die Radartechnik* das soeben aufgerollte Problem lösen kann. Die Frage ist nur die, ob der Zielvermessung durch Radar andere schwerwiegende Nachteile anhaften. Dies soll nun im nachstehenden unter spezieller Berücksichtigung unserer heutigen 7,5-Zentimeter-Flab untersucht werden. Diese Beurteilung von Radar erfolgt nach folgenden Gesichtspunkten:

- a. Beeinflussung durch die Witterung;
- b. Reichweite und deren Einfluß auf die Schießtaktik der Flab;
- c. Beeinflussung durch das Gelände;
- d. Genauigkeit der Zielvermessung und als deren Folge die Treffererwartung;
- e. finanzieller und personeller Aufwand.

Im Gegensatz zu den zahlreichen Frühwarn-Radargeräten sind bei den Feuerleit-Radargeräten für die Fliegerabwehr bis heute nur zwei Vertreter bekannt geworden. Beide Geräte sind sich sehr ähnlich, besonders in bezug auf ihre Leistungsfähigkeit. Die uns hier interessierenden technischen Daten dieser Radartypen sind in der Tabelle I zusammengefaßt.

Tabelle 1

Technische Daten von Feuerleit-Radargeräten

Wellenlänge	10 Zentimeter
Impulsleistung	200 Kilowatt
Eingangsleistung	7 Kilowatt
Parabolspiegel-Durchmesser	zirka 1,5 Meter
Strahlform:	
Exzentrischer Kegel mit einem Öffnungswinkel (Halbwertsbreite) von	5 Grad
Exzentrizität	zirka 2 Grad

Genauigkeiten (bei automatischer Verfolgung des Zieles):

bezüglich Seitenwinkel	2-5 Promille
bezüglich Lagewinkel	2-3 Promille
bezüglich Entfernung	20-30 Meter

Die erste Zahl gibt den Mittelwert an, während die zweite die maximalen Fehler bezeichnet, welche bei einem als normal zu bezeichnenden Flug noch auftreten können.

Reichweite:

für einmotorige Flugzeuge	zirka 18-20 Kilometer
für zweimotorige Flugzeuge	zirka 25-30 Kilometer

Kurzbeschreibung des Gerätes

Die Apparaturen sind in einem Anhänger untergebracht, der zirka 5 bis 7 Tonnen wiegt. Auf dem Dach befindet sich eine nach Seite und Lage-winkel drehbare Parabol-Antenne. Die Verstellung dieser Antenne erfolgt mittels Elektromotoren, und zwar entweder mit Handsteuerung oder (wenn auf ein Flugzeug eingestellt) automatisch. Die genaue Stellung der Antenne kann an Skalen abgelesen werden oder für die Feuerleitung mittels Folge-zeiger-Systemen elektrisch an das Kommandogerät übertragen werden. Dasselbe gilt auch für die Entfernung.

Als Anzeigergeräte dienen ein «PPI»-Rohr (speziell zum Aufsuchen von Zielen) und ein Kathodenstrahlrohr vom Typus «A». Zur Bedienung ist nur ein Mann notwendig.

a. Beeinflussung durch die Witterung

Die Einschränkungen, welche die Einsatzzeit einer optisch gesteuerten Sch.Flak.Bttr. zufolge der Nächte und der Witterung erfährt, wurden bereits berechnet. Das Resultat war, daß diese Flak während zirka drei Viertel der Zeit eines Jahres zur Untätigkeit verurteilt ist.

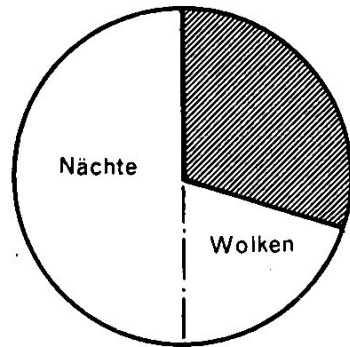


Fig. 20.

Optisch gesteuerte Flak.Bttr.

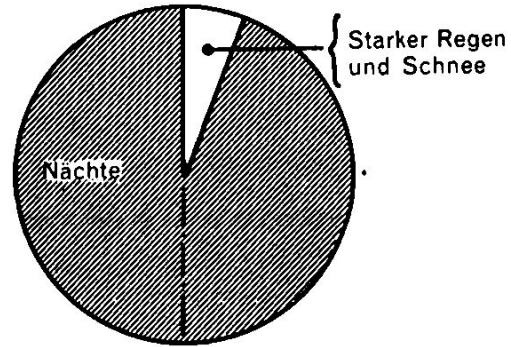


Fig. 21.

Radar-gesteuerte Flak.Bttr.

■ Wirkungszeiten

Für die Radiowellen bis hinunter auf eine Wellenlänge von zirka 8 Zentimeter bilden jedoch Dunkelheit, Nebel, leichter Regen und Schneefall praktisch kein Hindernis. Die Radar-Vermessung wird nur durch starke Niederschläge gestört. Diese können pro Jahr auf zirka 5 Prozent geschätzt werden.

Da unsere Betrachtungen darauf abzielen, ein Werturteil über Radar für unsere schwere Flak abzugeben, setzen wir diese radarmäßigen Prozentzahlen ins Verhältnis zu den optischen Werten.

Die Wirkungszeit bei optischer Steuerung beträgt 26 Prozent
als Mittelwert über ein Jahr genommen.

Diejenige bei Radarsteuerung dagegen 95 Prozent

Das Wirkungszeiten-Verhältnis beträgt daher $26 : 95 = 1 : 3,65$.

In Worten: Eine radargesteuerte Batterie kann 3,65 mal mehr (oder länger) wirken als eine heutige Batterie (vergleiche Figur 20/21).

b. Reichweite und deren Einfluß auf die Flak-Schießtaktik

Die Reichweite des menschlichen Auges ist nicht leicht exakt anzugeben. Ausgehend von der Tatsache, daß unser Auge ein minimales Auflösungsvermögen von 3 Winkelsekunden besitzt, erhält man bei Flugzeugen

mit einer Rumpfhöhe von 1 Meter eine Reichweite von 60 Kilometer. Dieser Wert stimmt jedoch mit der praktischen Erfahrung nicht überein, weil für die Erkennbarkeit eines Gegenstandes der Helligkeitskontrast mit seiner Umgebung eine ungemein große Rolle spielt. Dieser Kontrast hängt nun aber seinerseits wieder von so vielen Faktoren ab, daß keine allgemeine Norm angegeben werden kann. Sicher ist nur, daß mit zunehmender Beobachtungsdistanz (stärkere Dämpfung des sichtbaren Lichtes in der Atmosphäre) der Kontrast stark abgeschwächt wird. Die allgemeine Unsicherheit in der Angabe einer zuverlässigen Reichweite veranlaßt uns eher günstige Werte zu wählen (in dubio pro reo).

In der Figur 22 wurden zum Beispiel 10 Kilometer angenommen. Ein Beobachter in der Batterie kann somit Flugzeuge feststellen, sobald sie in eine Halbkugel vom Radius 10 Kilometer einfliegen. Diese Halbkugel ist in Figur 22 im Grundriß mit einem Kreis angedeutet. Ebenso wird der Wirkungsraum einer schweren Flab.Btr. durch den sogenannten Wirkungskreis dargestellt [12].

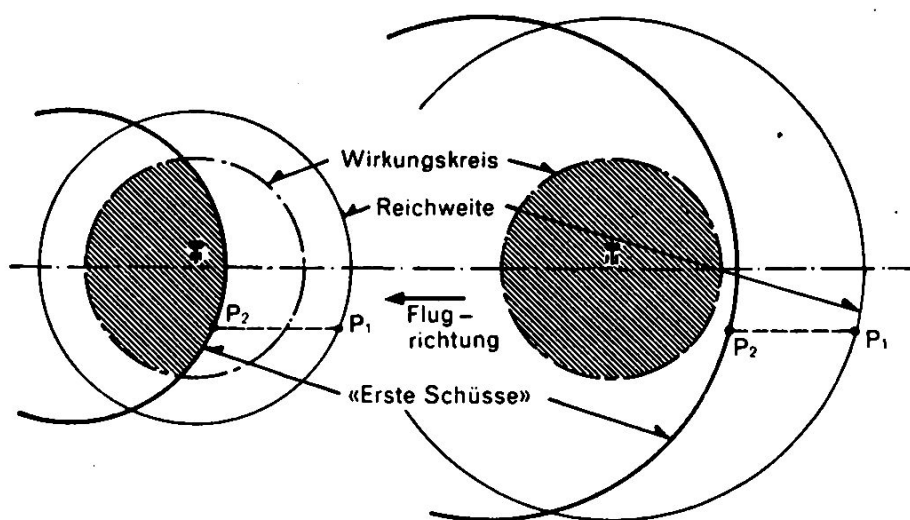
Es interessiert uns nun, zu wissen, wo der geometrische Ort aller ersten Schüsse liegt.

Zunächst setzen wir voraus, daß der Fliegeralarm die Btr. rechtzeitig alarmiert hat und diese somit in höchster Bereitschaft steht. Der batterie-eigene Luftbeobachter stehe beim Kommandogerät und richtet das Kommandogerät auf das Ziel, sobald er es sieht, also wenn es in 10 Kilometer Entfernung ist.

Die Zeit, die verstreicht, bis auch der Telemeter das Ziel erfaßt hat und brauchbare Meßwerte abgibt, bis die Rechenelemente des Kommandogerätes sich beruhigt haben und endlich bis das Geschloß das Ziel erreicht hat, sei zu total 40 Sekunden angenommen. Selbstverständlich streuen diese sogenannten Verzugszeiten je nach der Bedienung der Geräte sehr stark. Der angegebene Wert scheint uns jedoch einen guten Mittelwert darzustellen.

Vom Moment der Zielfeststellung bis zur Detonation des ersten Schusses verstreichen somit total 40 Sekunden. Während dieser Zeit legt ein modernes Flugzeug eine Wegstrecke von 8 Kilometer zurück (Horizontalschwindigkeit 720 Kilometer pro Stunde = 200 m pro Sekunde). Der geometrische Ort aller ersten Schüsse ist somit wiederum eine Halbkugel mit dem Radius 10 Kilometer, welche aber in Flugrichtung um 8 Kilometer verschoben ist. Der Kreis «Erste Schüsse» in Figur 22 deutet diese Halbkugel an. Deren Durchdringung mit der Wirkungshalbkugel stellt den effektiven Wirkungsraum bei optischer Beobachtung dar. Volumenmäßig beträgt er 54 Prozent der gesamten Wirkungshalbkugel. Wir sehen, daß trotz ver-

hältnismäßig günstigen Voraussetzungen (große Beobachterreichweite, mittlere Fluggeschwindigkeiten und ziemlich kurze Zeiten für die Schußbereitschaft) unsere Flab.Bttr. die Hälfte ihres Wirkungsraumes einbüßt. Es blieb dabei erst noch unberücksichtigt eine Totraumzone, welche zufolge Überschreitens der maximalen Winkelgeschwindigkeit am Geschütz entsteht. Da dieser tote Raum auch bei Radarsteuerung auftritt, soll er nicht in unsere Überlegungen einbezogen werden.



Zur Berechnung der Wirkungsräume

Fig. 22.
Optisch gesteuerte Sch.Flak.Bttr.

Fig. 23.
Radar-gesteuerte Sch.Flak.Bttr.

Die eben gemachte Feststellung, daß unsere Flak-Kanone nur zur Hälfte ausgenützt werden kann, wird noch verschlimmert, wenn man berücksichtigt, daß das Flugzeug größtenteils erst im Wegflug beschossen werden kann, also in vielen Fällen erst, nachdem es seinen Auftrag erfüllt hat!

Für die radargesteuerte Batterie sind die Verhältnisse in Figur 23 aufgezeichnet. Abgesehen davon, daß die «Sicht»-Reichweite jetzt 16 Kilometer beträgt, bleibt sich alles gleich wie in Figur 22. (Gemäß Tabelle 1 darf mit einer Mindestreichweite von 18 bis 20 Kilometer gerechnet werden. Doch wurde hier die Tatsache in Rechnung gestellt, daß die Feststellung eines Flugzeuges mit Radar etwas mehr Zeit beansprucht als diejenige mit unbewaffnetem Auge.)

Aus der Figur 23 ist sofort ersichtlich, daß der Wirkungsraum der Batterie bei Radarsteuerung in keiner Weise beschnitten wird, also zu 100 Prozent ausgenutzt werden kann.

Ein kritischer Leser mag vielleicht den Einwand erheben, die optische Reichweite könne mit Feldstecher oder durch Vorverlegen der Beobach-

tungsposten erhöht werden. Leider ist dies im Moment, wo das Kommandogerät (Kgt) auf das Ziel gerichtet werden soll, nicht möglich. Die Erfahrung lehrt, daß die Zielanweisung am Kgt. nur mit unbewaffnetem Auge gemacht werden kann. Ohne komplizierte Koordinaten-Übermittlung vom Beobachtungsposten zum Kgt. ist an eine Verbesserung der Reichweite mit derartigen Methoden nicht zu denken.

Wir kommen daher zum Schluß, daß bei radargesteuerter 7,5-Zentimeter-Flab.Bttr. der Wirkungsraum derselben voll ausgenützt werden kann und damit etwa zweimal größer ist als derjenige einer optisch gesteuerten Batterie.

c. Beeinflussung durch das Gelände

Die Beurteilung des Geländeeinflusses ist in allgemeiner Form fast unmöglich, weil das Resultat allzusehr von der Wahl der Stellung abhängt. Um trotzdem ein ungefähres Bild über diese Frage zu erhalten, soll an Hand eines bestimmten, jedoch schematisierten Beispiels diese Beeinflussung der Radarmessung durch das Gelände untersucht werden.

Die Aufgabe, die wir uns stellen, lautet:

Wie groß ist der volumenmäßige Anteil des Raumes, in welchem eine Beobachtung möglich ist im Verhältnis zu einem idealen Beobachtungsraum. Wir verstehen dabei unter idealem Beobachtungsraum:

a. Im Falle der optischen Beobachtung die Halbkugel mit dem Radius 10 Kilometer: $\frac{2}{3} \pi \times R^3$	2 100 km ³
abzüglich des Raumes der über 7 Kilometer Höhe liegt, weil dieser für den Beschuß nicht mehr in Frage kommt. Das Volumen dieses Kugelabschnittes beträgt	
$\frac{\pi}{3} h^2 (3 R - h)$	- 250 km ³
	1 850 km ³
b. Im Falle der Beobachtung mit Radar die Halbkugel mit dem Radius 20 km	16 750 km ³
abzüglich des Raumes über 7 Kilometer Höhe	- 8 350 km ³
	8 400 km ³

Unser schematisiertes Gelände habe die in den Figuren 24 und 25 gezeigten Querschnitte, und zwar jeweils einheitlich über einen Sektor von 90 Grad Seitenwinkel. Diese Annahme vereinfacht nicht nur die Rechnung, sondern es zeigt dem Nichtfachmann besonders deutlich die Beeinflussung

durch vier typische Geländekonfigurationen, wie wir sie in der Schweiz antreffen können.

Figur 24 links gibt ein Gelände wieder, wie es zum Beispiel in unserem Mittelland überall anzutreffen ist. Die Stellungswahl wurde so getroffen, daß ein Hügelzug in 1 Kilometer Entfernung das Hinterland abschirmt. Für das Radargerät ergibt sich daraus der Vorteil, daß dieses Hinterland keine Standzeichen verursachen kann. Der tote Raum zufolge Abschattung beträgt in diesem Fall für die optische Beobachtung 6 Prozent und für die Beobachtung mit Radar 10 Prozent.

Im Beispiel der Figur 24 rechts ergibt sich für die optische Beobachtung ein mittlerer Deckungswinkel von 160 Promille und ein toter Raum von 18 Prozent. Es ist dies ein Beispiel für irgendeines unserer Alpentäler. Für das Radargerät ist dieses Gelände recht ungünstig, weil die nebeneinander gestaffelten Berge eine große Anzahl von Standzeichen erzeugen. Die zusätzliche Elevation der Radarantenne über die jeweiligen Bergspitzen hinaus muß etwa 120 Promille betragen, damit praktisch keine Standzeichen mehr entstehen. Der tote Raum beträgt hier für Radar 46 Prozent.

Die Figur 25 zeigt ein Gelände, das für Radar außerordentlich schlecht gewählt ist. Die linke Seite (Sektor III) weist einen Horizont von zirka 0 Promille auf, so daß optisch kein toter Raum entsteht. Dagegen erzeugt das langsam ansteigende Gelände auf der Anzeigeröhre des Radargerätes (solange der Lagewinkel kleiner als zirka 120 Promille ist) auf der ganzen Länge eine Menge kleiner Standzeichen. In einem solchen Gebiet ist es schwer, Flugzeuge aufzufinden. Der tote Raum beträgt daher 25 Prozent. Etwas günstiger würden die Verhältnisse, wenn das Feuerleit-Radargerät von der Frühwarnung genaue Standortangaben erhielte. In diesem Fall würde es möglich sein, innerhalb von schwachen Standzeichen ein Flugzeug aufzufinden. Der tote Raum würde dann auf etwa 13 Prozent sinken. Würde es sich um eine permanente Flab-Stellung handeln, dann könnte durch künstliche Abschirmung der tote Raum praktisch auf Null herabgesetzt werden.

Das Beispiel rechts (Figur 25) entspricht etwa einer Stellung in den Vor-alpen mit Blick gegen Süden. Der tote Raum für den optischen Beobachter entsteht zur Hauptsache durch das Gelände selbst und beträgt 6 Prozent. Für das Radargerät ist der stetig ansteigende Berghang wiederum ungünstig. Bis zur Entfernung des Horizontes (13,6 Kilometer) entstehen Standzeichen wiederum so lange, bis der Lagewinkel der Antenne 120 Promille über dem Horizont steht. Das dahinterliegende Gelände verursacht keine Störungen mehr, weshalb der dortige tote Raum durch den Deckungswinkel gegeben ist. Auch hier könnte durch zweckmäßige künstliche Abschirmung eine

Beeinflussung der Beobachtung durch das Gelände
(Schematisierte Gelände-Querschnitte)

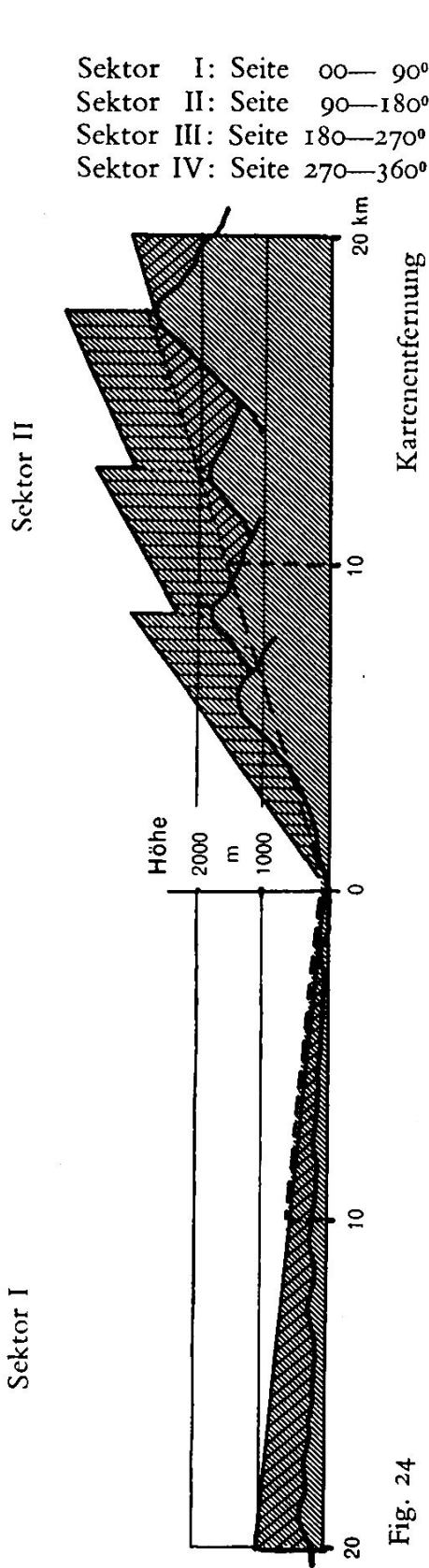


Fig. 24

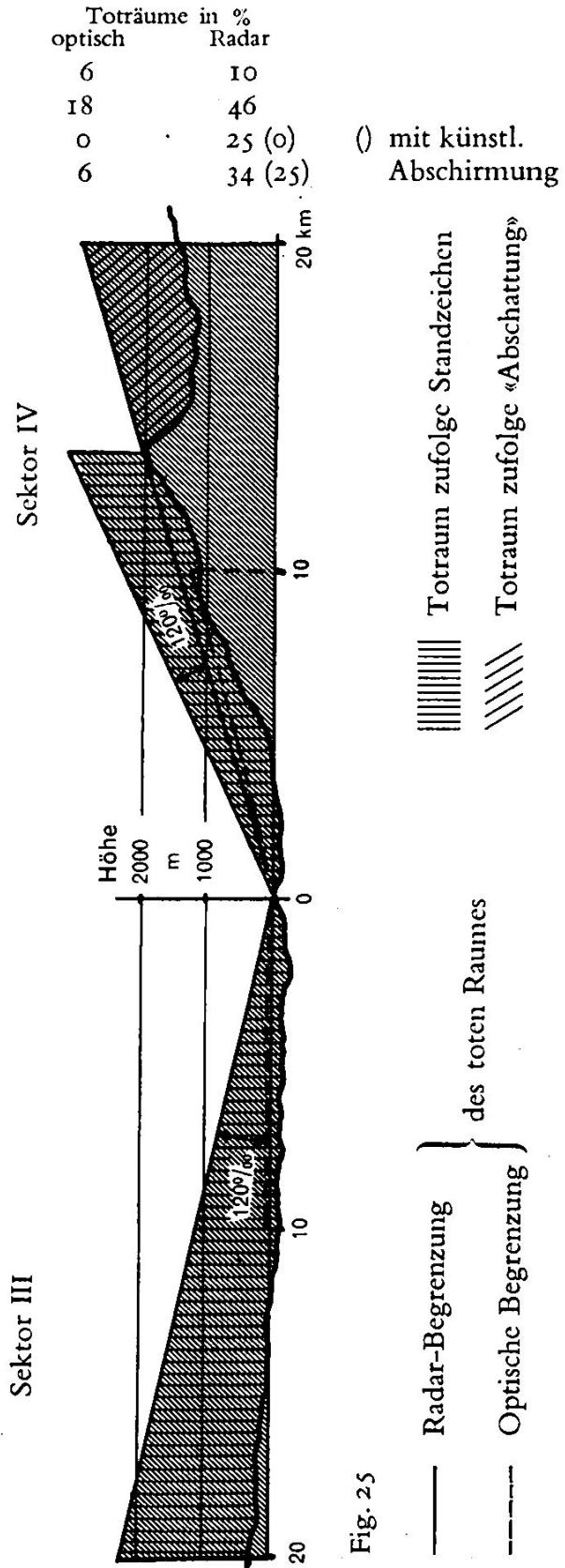


Fig. 25

Verbesserung erzielt werden. Die toten Räume betragen 34 Prozent ohne und 25 Prozent mit künstlichen Abschirmungen.

Fassen wir die vier Einzelresultate zusammen, dann ergibt sich für die optische Beobachtung im Mittel ein toter Raum von 7,5 Prozent und für die Beobachtung mit einem Feuerleit-Radargerät ein solcher von 31 Prozent. Das Verhältnis fällt hier 1 : 4,1 zuungunsten des Radargerätes aus. Mit einer künstlichen Abschirmung im Sektor III und IV würde es 1 : 3,0 betragen.

*d. Die Genauigkeit der Zielvermessung und als deren Folge:
Die Treffwahrscheinlichkeit*

Die Genauigkeiten, mit denen ein Feuerleit-Radargerät ein Ziel vermißt, sind in Tabelle 1 aufgezeichnet. Besonders typisch für ein Radargerät ist die Tatsache, daß der Entfernungsfehler praktisch unabhängig von der Meßdistanz ist. Er hängt fast nur von der Gerätekonstruktion ab, weil die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen in der Atmosphäre nahezu konstant ist (detaillierte Angaben hierüber findet man in [6], Seite 242).

Die analogen Meßgenauigkeiten für optische Instrumente können wie folgt angegeben werden (leider fehlen unseres Wissens bis heute statistische Angaben darüber):

Für den Seitenwinkel	3 Promille
Für den Lagewinkel	2 Promille

Für die Entfernung gilt ein quadratisches Gesetz: Der Instrumentenfehler des Telemeter (TM) Δe_i kann näherungsweise mit e^2 angegeben werden, wobei e , die Schrägentfernung, in Kilometer und Δe_i in Meter einzusetzen sind. Für eine Meßdistanz von beispielsweise 5 Kilometer beträgt der Instrumentenfehler somit $\Delta e_i = \pm 25$ Meter. Mit Einschluß des Meßfehlers des Meßmannes muß man mit Fehlern von zirka achtfacher Größe rechnen. Bei dem obenerwähnten Beispiel (Meßdistanz 5 Kilometer) erhält man dann als wahrscheinliche maximale Fehler ± 200 Meter.

Wir stellen uns zunächst die Aufgabe, den sogenannten Streukubus der Zielvermessung auszurechnen (vergleiche Anhang III, Figur 2). Da die bisher genannten Meßgenauigkeiten sich so verstehen, daß sie Maximalwerte darstellen, wobei allerdings extreme Spitzen (zirka 5 Prozent aller Meßwerte) nicht berücksichtigt sind, so stellt der berechnete Streukubus ungefähr die $(0,95^3 \times 100 =)$ 86prozentige Streuung dar.

Die Berechnung der Streuung für alle vorkommenden Meßdistanzen würde wegen der Distanzabhängigkeit des Meßfehlers zu langwierig. Wir wollen daher unsere Betrachtungen auf einen für das Flab-Schießen mit 7,5-cm-Kanonen typischen Fall beschränken.

Es handle sich um einen Vorbeiflug gemäß der in Anhang III, Figur 1 gezeigten Skizze. Die Schrägentfernung zum momentanen Meßpunkt betrage 5 Kilometer.

Die Streukuben dieses Meßpunktes werden damit:

$$\text{bei optischer Vermessung: } 15 \times 200 \times 10 \times 2^3 = 2,4 \cdot 10^5 \text{ m}^3$$

$$\text{bei Radar-Vermessung } 25 \times 30 \times 15 \times 2^3 = 0,9 \cdot 10^5 \text{ m}^3$$

Das Verhältnis dieser Streukuben wird 2,66 : 1.

Auf Grund des fehlerbehafteten Meßpunktes muß nun das Kgt den Vorhaltepunkt oder auch Treffpunkt genannt – berechnen. Während dieses Rechenvorganges kann sich aber der Meßpunkt sozusagen beliebig innerhalb des Streukubus bewegen. Wenn wir nun als 2. Aufgabe die Berechnung des Streukubus für den Vorhaltepunkt vornehmen – denn dieser gibt uns die 86prozentige Schußfehler-Streuung (Schußfehler = Distanz des detonierenden Geschosses vom Ziel) ohne Berücksichtigung der Kgt-Rechenfehler und der ballistischen Streuung – dann sind wir gezwungen, irgend eine Annahme für diese Bewegung des Meßpunktes innerhalb seines Streukubus zu treffen. Der einfachste Fall liegt vor, wenn diese Bewegung (vom Mittelpunkt nach einer Ecke des Kubus) linear angenommen wird. Erfahrungsgemäß spielt sich diese Auswanderung bei menschlicher Richtigkeit durchschnittlich in einer Zeit von zirka 6 Sekunden ab. Beim Radargerät ist sie dank der größeren Reaktionsfähigkeit der Automatik viel kürzer und kann auf etwa 2 Sekunden geschätzt werden.

Mit Hilfe dieser Annahmen ist nun die Berechnung des Streukubus für den Vorhaltepunkt durchführbar. (Der Gang dieser Berechnung wird im Anhang III ausführlich beschrieben). Es möge hier genügen, das Resultat (ein Mittelwert aus drei Rechenbeispielen) bekannt zu geben:

Der Streukubus des Vorhaltepunktes wird

$$\text{bei optisch gesteuertem Kgt: } 110 \times 238 \times 61 \times 2^3 = 12,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

$$\text{bei radargesteuertem Kgt: } 57 \times 67 \times 40 \times 2^3 = 1,22 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

Das Verhältnis der Streukuben des Vorhaltepunktes ist, wie dies zu erwarten war, gestiegen: 10,5 : 1.

Schlußendlich sind nun noch die statischen Rechenfehler des Kgt., die Einstellfehler der Geschützmannschaft und die ballistische Streuung zu berücksichtigen:

Es werden folgende Zahlenwerte angenommen:

Für die statischen Richtfehler des Kgt.:

Seite	$4 \text{ ‰} = 20 \text{ m}$ (für $e_M = 5 \text{ km}$)
Lagewinkel	$4 \text{ ‰} = 20 \text{ m}$
Tempierung	$0,06 \text{ sec} \approx 30 \text{ m}$

Für die Einstellfehler am Geschütz:

Seite	$2 \text{ ‰} = 10 \text{ m}$
Elevation	$2 \text{ ‰} = 10 \text{ m}$
Tempierung	$0,02 \text{ sec} \approx 10 \text{ m}$

Für die ballistische Streuung wurde nur die Streuung der Tempierung berücksichtigt, weil die Fehler in Seite und Elevation vernachlässigbar klein sind.

95prozentige ballistische Tempierungs-Streuung: 150 Meter.

Diese neuen Fehlerkomponenten sind nunmehr zu den auf Seite 51 erhaltenen Werten für die Streukuben des Vorhaltepunktes hinzuzuzählen und ergeben als Schlußresultat die Streukuben für den Schußfehler:

bei optisch gesteuerter Batterie	$140 \times 428 \times 91 = 43,6 \text{ } 10^6 \text{ m}^3$
bei radargesteuerter Batterie	$87 \times 257 \times 70 = 12,5 \text{ } 10^6 \text{ m}^3$

Beachtenswert ist, daß nunmehr die Verhältniszahl $\frac{\text{optischer Kubus}}{\text{Radar-Kubus}}$

für die Schußfehler kleiner geworden ist; nämlich

$$3,5 : 1.$$

Grund hiefür sind die verhältnismäßig großen, jedoch beiden Kuben gemeinsamen Fehler der Kgt-Rechenarbeit und ganz besonders des ballistischen Fehlers in der Tempierung. Die Reduktion dieses letzteren Fehlers – der sogenannten Zünderstreuung – gelang bekanntlich durch die Verwendung des Annäherungszünders (Proximity Fuse). Nach statistischen Angaben der Alliierten stieg die Abschußwahrscheinlichkeit beim Flab-Beschuß der fliegenden Bomben (V 1) zufolge der Einführung von Radar und des Annäherungszünders auf das Fünffache. Unsere Rechnung wird damit sehr schön bestätigt. Denn wenn die ballistische Streuung gleich null gesetzt wird, so ergibt unsere Rechnung ein Verhältnis der Schußfehler-

Kuben von 5,4 : 1 zu Gunsten von Radar und Annäherungszünder. Die Kuben selbst sind aber indirekt proportional zu der Treffwahrscheinlichkeit.

Das Ergebnis der vorstehenden Berechnung kann auch noch auf andere Weise auf seine Richtigkeit überprüft werden. Es ist bekannt, daß auf unseren Flab-Schießplätzen mit mittleren Schußfehlern von ungefähr 200 Meter gerechnet werden muß. Wenn wir also die halbe Diagonale unserer Kuben berechnen, so ergibt dies den maximalen Schußfehler bei 86prozentiger Streuung.

Wir erhalten bei optischer Steuerung	459 m
bei Radar-Steuerung	280 m.

Nach dem Gaußschen Fehlergesetz läßt sich daraus der mittlere, arithmetische Schußfehler ableiten. Für unser Beispiel erhalten wir:

Mittlerer arithmetischer Schußfehler	
bei optisch gesteuerter Batterie	264 m
bei radargesteuerter Batterie	160 m

Die Übereinstimmung des rechnerischen Resultates für den optischen Schußfehler mit den Erfahrungswerten von Schießplätzen (leider fehlen uns auch hier statistische Angaben) darf als befriedigend angesprochen werden. Aus diesem Grunde kann mit einiger Gewißheit behauptet werden, daß der Quotient

$$\frac{\text{Kubus der Schußfehler bei optischer Steuerung}}{\text{Kubus der Schußfehler bei Radarsteuerung}} = 3,5 : 1$$

der Wirklichkeit sehr nahe kommen wird.

Die Treffwahrscheinlichkeit ist somit bei radargesteuerter Sch.Flav.Bttr. 3,5mal größer als bei der optisch gesteuerten (heutigen!) Bttr. – oder anders ausgedrückt: Um die gleiche Treffwahrscheinlichkeit zu erreichen, benötigt die radargesteuerte Flab nur rund ein Drittel an Bttr., respektive bei gleicher Rohrzahl nur rund ein Drittel an Munition.

Die bisher behandelten Fragen (Unterabschnitt a bis d) sind alle taktischer Natur. Es mag deshalb erlaubt sein, nach einer vereinfachenden Kennziffer zu suchen, welche alle diese taktischen Eigenschaften zusammenfaßt. Am einfachsten geschieht dies so, daß die in den einzelnen Unterabschnitten erhaltenen Verhältniszahlen miteinander multipliziert werden.

Wir erhielten:

Für die zeitliche Wirkungsdauer	optisch gesteuert	1
	radargesteuert	3,65
Für den räumlichen Wirkungsbereich		1
		1,86
Für die Einschränkung des Wirkungsbereiches zu- folge des Gelände-Einflusses		4,10
		1
Für die Treffwahrscheinlichkeit		1
		3,50

Das Gesamtprodukt ergibt das Verhältnis 1 : 5,7 und besagt, daß eine mit Radar ausgerüstete Sch.Flav.Bttr. in taktischen Belangen 5,7mal mehr leisten kann als eine optisch gesteuerte Bttr.

e. Finanzieller und personeller Aufwand

Wenn im Nachstehenden noch kurz auf die finanzielle und personelle Auswirkung einer Einführung von Radar bei der Schw.Flav. eingegangen wird, so hat dies zwei Gründe:

1. soll dadurch das Gesamtbild der Konsequenzen einer solchen Einführung abgerundet werden und
2. führt diese Betrachtungsweise zwangsläufig auf die Diskussion der Dotation mit diesen Radargeräten.

Nach dem Ergebnis der bisherigen Untersuchungen (Flav mit Radar 5,7mal besser) müßte der Idealfall zweifelsohne der sein, daß jede Bttr. ein Feuerleitgerät erhielte und außerdem jedes Rgt. oder jede Abteilung entweder ein mittleres Frühwarngerät oder ebenfalls ein Feuerleitgerät, jedoch als Zielweiser (englisch: Putter-on) einsetzt. Die Flugzeug-Standort-Meldungen würden gemäß dem in Abschnitt 4 gemachten Vorschlag von den weitreichenden Frühwarnstationen an die Mittelwarngeräte des Fl.B.M.D. geleitet. Die hier gefundenen Ziele werden nun weiter an die «Zielweiser»-Radar der Flav gemeldet, mit welchen sie von neuem lokalisiert werden. Der Rgt.- beziehungsweise Abt.Kdt. oder der feuerleitende Of. verfolgt die Luftlage auf seinem eigenen PPI-Schirm und kann durch entsprechende Standortmeldung an seine Feuerleit-Radargeräte das Feuer der Bttr. leiten. Die Feuerleitgeräte werden ihrerseits keine großen Schwierigkeiten haben, das Ziel zu finden, wenn die Standortmeldungen (im Ge-

gensatz zu der bisherigen Praxis im Fl.B.M.D.) sozusagen «frisch», das heißt ohne großen Zeitverzug und mit Angabe der Flugrichtung zum Bedienungsmann des Feuerleit-Radargerätes gelangen. Die Standortmeldungen werden auch innerhalb der Flab zweckmäßigerweise in rechtwinkligen Koordinaten durchgegeben, wodurch jede zeitraubende Umrechnung vermieden wird. Bedingung ist nur, daß sämtliche PPI-Schirme mit dem richtigen Koordinatennetz versehen sind.

Diese Organisation ist sehr einfach und dürfte wohl gerade deshalb am ehesten im Ernstfall Aussicht auf Erfolg haben.

Die Finanzierung dieses Idealfalles erfordert folgende Geldmittel:

Pro Radargerät inklusive Generator, Traktionsmittel und reichlich dotiertem Ersatzmaterial muß mit einem Kostenaufwand von etwa 500 000 Franken gerechnet werden. Der Materialwert einer Btr. steigt dadurch um zirka 35 Prozent, derjenige einer ganzen Abteilung um zirka 45 Prozent, wenn die Abteilung auch mit einem «Zielweiser»-Radar ausgerüstet wird. Selbstverständlich werden in diesem Falle unsere Scheinwerfer-Kompagnien bei der schweren Flab überflüssig. Sofern für sie ein neues Wirkungsfeld (zum Beispiel bei der leichten Flab oder in Festungen) gefunden wird, so darf wohl mit Recht der diesen Kompagnien zugeteilte Materialwert von den Beschaffungskosten der Radargeräte abgezogen werden. Auf diese Weise berechnet, erhöht sich der Materialwert einer Sch.Flab.Abt. durch die Einführung von Radar (inklusive «Zielweiser»-Radar) nur um maximal 30 Prozent.

Zur Berechnung des personellen Aufwandes benötigen wir die Mannschaftsaufstellung für ein Radargerät:

1 Gruppenführer	1 Mann
3 Ablösungen à 2 Mann	6 Mann
1 Lw.-Fahrer	1 Mann
1 Radarmechaniker	1 Mann
	<hr/>
Total	<u>9 Mann</u>

Bei dem heutigen Stand der Radartechnik muß angenommen werden, daß der Radarmechaniker ein Spezialist in festem Anstellungsverhältnis sein muß. Zweckmäßig würden diese Leute gleichzeitig als Zeughauswarte eingesetzt werden.

Der Zuwachs an Mannschaft bei Einführung von vier Radargeräten in der Abt. beläuft sich auf 36 Mann.

Dafür fällt die Schw.Kp. mit einem Bestand von 154 Mann weg (siehe OST. 47), so daß bei Einführung der Radargeräte pro Abteilung eine Ein-

sparung von zirka 120 Mann entsteht. Freilich muß hervorgehoben werden, daß diese Leute unbedingt ein höheres technisches Niveau aufweisen müssen, als dies bei den heutigen Flab.Schw.Kp. der Fall ist. Jeder Radaroperator sollte sein Gerät so kennen, daß er imstande ist, zum Beispiel Röhrendefekte zu beheben. Deshalb müßten *jetzt schon* bei der Rekrutierung etwa 5 Prozent der Flab-Mannschaften aus der Hochfrequenz-Industrie und verwandten Gebieten ausgezogen werden. Die stets zunehmende Technisierung der Flab verlangt dringend eine geeignete Auswahl der Leute, und zwar schon bei der Rekrutierung.

Es würde den Rahmen dieser Arbeit übersteigen, näher auf die finanziellen und personellen Fragen des Radarproblems einzutreten. Wie die Details gemacht oder organisiert werden, ist im gegenwärtigen Zeitpunkt weniger wichtig als die richtige Beurteilung der technischen und taktischen Eigenschaften, welche durch die Einführung der Feuerleit-Radargeräte bei der Sch.Flav in Erscheinung treten.

Für leichtere als die 7,5-Zentimeter-Flav wird wohl Radar auf lange Zeit bei uns keine wichtige Rolle spielen können. Bei dem nächst kleineren Kaliber (34 Millimeter) wird ja mit Aufschlagzünder und Seriefener geschossen. Deshalb benötigt diese Waffe keine sehr präzise Distanzmessung. Der große Aufwand würde sich daher kaum lohnen. Auch der Umstand, daß die heutigen Feuerleit-Radargeräte nur bis hinunter auf 1000 Meter messen können und ihre starke Beeinflussung durch das Gelände bei tiefen Lagewinkeln machen sie für mittlere und leichte Flav-Waffen vorderhand noch ungeeignet.

Dagegen glauben wir klar bewiesen zu haben, daß die Feuerleit-Radargeräte für unsere Sch.Flav (und vor allem in einem spätern Zeitpunkt für ferngesteuerte Raketen) geradezu notwendig sind. Wir dürfen unsere Augen vor der Tatsache nicht verschließen, daß die heutige 7,5-Zentimeter-Flav gegen moderne Flugzeuge fast nicht mehr zum Einsatz gelangen kann. Glücklicherweise können wir aber auch feststellen, daß unser teures Material nicht nutzlos weiterverwendet wird, wenn die Einführung von Radar zur Wirklichkeit wird.

Die in diesem Abschnitt gewonnenen Erkenntnisse fassen wir nochmals kurz zusammen:

Eine mit einem Feuerleit-Radar gesteuerte Sch.Flav.Btr. wird verbessert

bezüglich:	um den Faktor
Witterungseinfluß (Nacht, Wolken, Nebel usw.) .	3,65
Reichweite und Wirkungsraum	1,86
Treffwahrscheinlichkeit	3,5

Demgegenüber steht eine Benachteiligung durch das Gelände im Verhältnis 1 : 4,1.

Die Gesamtverbesserung durch die Radarsteuerung in taktischer Hinsicht beträgt deshalb

$$\frac{3,65 \cdot 1,85 \cdot 3,5}{4,1} = 5,7$$

Der 5,7fachen *taktischen Überlegenheit* der radargesteuerten Bttr. steht ein Mehrpreis von nur 45 Prozent gegenüber. Personell wird der Bestand einer Flab-Abt. um rund 30 Prozent vermindert, weil die Schw.Kp. verschwinden kann. (Die TM-Mannschaften sollen vorläufig noch beibehalten werden.)

Nun noch ein kurzes Wort zu der Dotation an Radargeräten. Es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß grundsätzlich jede Bttr. ihr Radargerät erhalten muß. Auch der Abteilung oder mindestens dem Rgt. gehört ein Radargerät; denn nur so kann das Feuer geleitet und eine wünschbare Feuerkonzentration erzielt werden.

Dies hat jedoch nicht die Meinung, daß diese Beschaffung schlagartig vollzogen werden solle. Allein der Umstand, daß die Ausbildung (besonders der Spezialisten) zwei bis drei Jahre braucht, spricht für eine stufenweise Einführung, allerdings aber auch dafür, daß der Anfang sobald als möglich gemacht werden sollte. Die etappenweise Ausrüstung der Sch.Flav mit Radargeräten hat außerdem noch den Vorteil, daß vielleicht in einem spätem Zeitpunkt modernere Typen angeschafft werden können.

6. Abschnitt

Anwendung von Radar für andere Zwecke

Von anderen Möglichkeiten der Verwendung von Radar war schon eingangs dieser Ausführungen die Rede. Wir glauben, diese hier kurz behandeln zu dürfen, da sie gegenüber der überragenden Bedeutung bei der Luftraumüberwachung und -abwehr stark in den Hintergrund treten.

a. Radar für unsere Seeüberwachung

Mit Radar wird natürlich die Seeüberwachung bei Nacht und bei Nebel möglich sein.

Geräte für diesen Zweck sind im Handel heute erhältlich, da sie genau das leisten müssen, was von jedem Nah navigationsgerät auf einem Schiff