

Flum-9

Arbeitsunterlagen für den nachrichtentechnischen Unterricht

Flugmeldedienst

Heft 9

Einsatzfibel für Funkmeßgeräte

3. Auflage

Flugmeldelehrgänge der Luftnachrichtenschule Halle (Saale)

März 1944

Die Einsatzfibel

Die Einsatzfibel ist die verbindliche Unterrichtsgrundlage für Einsatzfragen von Funkmeßgeräten bei den Flugmeldelehrgängen der LNS Dresden-Klotzsche.

Sie macht den Versuch, für das durch systematische Versuchsflüge noch nicht hinreichend untersuchte und geklärte Fragengebiet der Aufstellung von Funkmeßgeräten eine Zusammenfassung von Erfahrungen und allgemeinen Grundsätzen zu geben, die sich bisher durch die Praxis vielfach bestätigt haben. Gleichzeitig wird für den tiefer interessierten Leser eine kurze theoretische Begründung dieser Richtlinien skizziert.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Die Wahl des Aufbauplatzes der Funkmeßgeräte in Abhängigkeit von der taktischen Aufgabe	7
a) Suchgeräte	7
b) Führungsgeräte	7
II. Die Ausbreitung der Fu.M.G.-Strahlung und die daraus sich ergebenden Forderungen bezüglich der Aufstellung der Fu.M.G.	7
A. Die Begrenzung der Reichweite von Fu.M.G. infolge der Erdkrümmung (Geometrische Reichweite)	7
1. Optische Sicht	8
2. Flugzielsicht	8
3. Abschattung der Fu.M.G.-Strahlung	8
4. Deckungswinkel	10
5. Mindest- und Höchstabstände von Fu.M.G. in Stellungen mit mehreren Geräten	12
6. Schutzabstände von Fu.M.G.	14
B. Einflüsse, die eine Vergrößerung der Reichweite von Fu.M.G. über das rein geometrische Maß hinaus bewirken	14
1. Beugung	14
2. Brechung	15
3. Totalreflektion an spiegelnden Luftschichten (Phantomzeichen)	16
C. Die Auffächerung des Strahlungsfeldes der Fu.M.G.	18
1. Die Reflektion der Fu.M.G.-Strahlung an der Erdoberfläche	18
2. Die Überlagerung der direkten und reflektierten Strahlung und das Entstehen der Auffächerung der Charakteristik	19
3. Die Zahl der Diagrammlappen in Abhängigkeit von der Aufstellungshöhe	21
4. Der Einfluß der Beschaffenheit des reflektierenden Vorfeldes auf den Grad der Auffächerung des Strahlungsdiagramms	23
5. Die Auffächerung des Diagramms in Abhängigkeit vom Einfallswinkel der Strahlen	24
6. Überlagerungs-Erscheinungen infolge Reflektion an Grenzschichten in der Atmosphäre	25
7. Berechnung der Lage der toten Zonen (Nullstellen)	25
8. Zusammenfassende Schlußfolgerungen aus der Auffächerung des Strahlungsfeldes der Fu.M.G. für die Geräteaufstellung	27
9. Darstellung der Meßergebnisse von Versuchsflügen	29
III. Aufstellungsarten und ihre besonderen taktischen Merkmale	32
A Die Aufstellung auf einer Steilküste	32
B Die Aufstellung auf einer stetig abfallenden Küste	33
C Die Aufstellung an einer Flachküste	34
D Die Aufstellung im Flachland	34
E Die Aufstellung im Hügel- und Bergland	34
F Die Aufstellung im Hochgebirge	36

	Seite
G Die Aufstellung für Erstling-Weitführung („Freya-Egon“)	36
H Die Aufstellung von Freya-Fahrstühlen	37
I Die Aufstellung von W-Geräten	37
1. Mögliche Höhenwinkel- und Seitenwinkelfehler	37
2. Der Einfluß der Nebenkeulen und die sich daraus ergebenden Forderungen hinsichtlich der Aufstellung von W-Geräten	38
K Das Verfahren der Erkundung und Auswahl von Stellungen für stationäre Fu.M.G.-Anlagen	39
L Die Aufstellung von Rundsuch-Anlagen	44
I. „Jagdschloß“- und „Jagdhaus“-Anlagen	44
II. „Jagdhütte“	45
M Die Aufstellung von Y-Anlagen	45

Gesichtspunkte zur Wahl des Aufbauplatzes von Funkmeßgeräten

I. Die Wahl des Aufbauplatzes von Funkmeßgeräten in Abhängigkeit von der taktischen Aufgabe

Der Wirkungsgrad von Funkmeßgeräten hängt im wesentlichen von der Wahl des Aufbauplatzes ab. Darum sind Untersuchungen über den Einfluß des Aufstellungsortes auf die Ausstrahlung der Geräte von besonderer Wichtigkeit, da hieraus allgemeingültige Gesetzmäßigkeiten und praktische Richtlinien über die günstigste Aufstellung der Geräte zur bestmöglichen Erfüllung der gestellten Aufgabe festgestellt werden können. Bei den verwickelten Strahlungsverhältnissen und der Vielfalt der wirksamen Faktoren ist es sehr schwer, ins einzelne gehende Vorschriften zu geben, die für jeden Fall anwendbar sind. Die Grundsätze werden nur ganz allgemeiner Art sein können; trotzdem vermögen sie schon viel zu helfen und die Güte eines Aufstellungsortes zu beurteilen lehren.

Die Wahl des Aufbauplatzes hängt auch sehr davon ab, welche Aufgabe dem Gerät vorzugsweise zugewiesen wird. Man unterscheidet

- a) Suchgeräte
- b) Führungsgeräte.

- a) Die Suchgeräte haben die Aufgabe, Luftziele zu suchen und darüber Meldungen zu geben, die dann auf dem Flugmeldeweg weitergeleitet werden und somit eine Vorwarnung darstellen. Sie müssen daher bevorzugt in der Lage sein, in größeren Entfernungen zu beobachten; d. h. sie müssen besonders große Reichweiten haben, damit möglichst frühzeitig feindliche Verbände erfaßt werden und die Abwehr Zeit hat, sich darauf einzurichten.
- b) Die Aufgabe der Führungsgeräte beruht hauptsächlich darin, nach Einweisung durch die Suchgeräte den Feindverband zu übernehmen und andererseits die Abwehr auf ihn hinzuweisen und zu führen. Diese Tätigkeit vollzieht sich naturgemäß meist in geringerer Entfernung. Es braucht also bei den Führungsgeräten nicht allzu großer Wert auf hohe Reichweiten, sondern auf präzise Peilungen in mittleren und geringen Entfernungen gelegt zu werden. Die Führungsgeräte müssen einen Flugweg lückenlos und genau verfolgen können; d. h. die Beobachtung im Braunschen Rohr darf bei ihnen nicht durch viele Festzeichen erschwert sein. Es ist also eine wichtige Forderung, daß die Führungsgeräte so aufgestellt werden, daß auf den Zeitlinien bzw. Schreibkreisen möglichst wenig Festzeichen — auch im Nahbereich — auftreten.

II. Die Ausbreitung der Funkmeß-Strahlung und die daraus sich ergebenden Forderungen bezügl. der Aufstellung der Funkmeßgeräte

A. Die Begrenzung der Reichweite von Fu.M.G. infolge der Erdkrümmung. (Geometrische Reichweite.)

Zur Erarbeitung der für die Praxis erforderlichen Richtlinien ist es nötig, zunächst einmal die wichtigsten Merkmale des elektromagnetischen Strahlungsfeldes von Funkmeßgeräten zu betrachten. Die bei den Freya- und Würzburggeräten benutzten Wellen haben die Eigenschaft, daß sie in ihrer Ausbreitung stark den Lichtwellen ähneln. Sie sind in ihrer Reichweite im wesentlichen durch den optischen Horizont begrenzt.

1. Die optische Sicht.

Die Ausdehnung des optischen Horizontes hängt aber von der Aufstellungshöhe der Senderantenne ab. Sie nimmt mit größer werdender Aufstellungshöhe zu. Je höher das Gerät steht, um so größer ist die Sichtweite und damit auch die Reichweite der Ultrakurzwellenstrahlung.

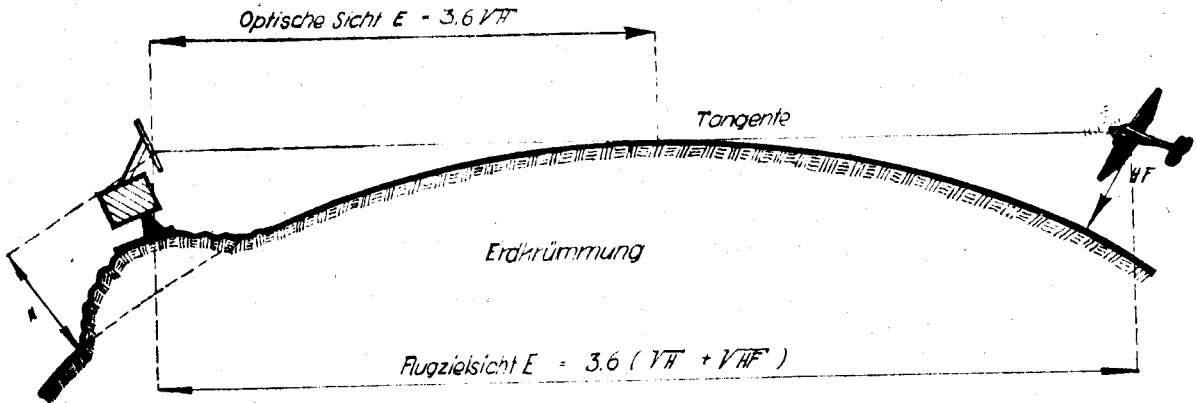


Fig. 1

Wie sich aus Fig. 1 ergibt, ist die optische Sicht gleich der Länge der Tangente vom Sendespiegelmittelpunkt bis zum Berührungspunkt der Erdoberfläche. Sie läßt sich aus der Formel

$$E = 3,6 \sqrt{H}$$

leicht errechnen.

Dabei ist E die optische Sicht in km und H (in Metern) die Höhe des Sendespiegelmittelpunktes über dem Vorgelände bzw. an der Küste über dem Meeresspiegel. Nach dieser Formel ergibt nachstehende Tabelle zu verschiedenen Aufstellungshöhen jeweils die dazugehörige optische Sicht.

Aufstellungshöhe in m	4	9	10	16	25	64	100	150	200
optische Sicht in km	7,2	10,8	11,3	14,4	18	28,8	36	44,1	50,9

Da nun die Reichweite an der Erdoberfläche rein theoretisch gleich der optischen Sicht ist, verschwinden Tiefflieger sehr rasch hinter der Erdkrümmung.

2. Die Flugzielsicht.

Auch höher fliegende Luftziele müssen durch die Erdkrümmung abgeschattet werden, allerdings erst in größerer Entfernung vom Aufstellungsort. Hat das Flugziel selber eine Höhe von HF Metern, dann verschwindet es beim Abflug vom Gerät unter dem optischen Horizont in einer Entfernung, die sich nach Fig. 1 aus der Formel

$$E = 3,6 (\sqrt{H} + \sqrt{HF})$$

errechnet. Dabei ist E die Flugzielsicht in km, FH die Flugzielhöhe in Metern und H wiederum die Höhe des Sendespiegelmittelpunktes über dem Vorfeld, ebenfalls gemessen in Metern.

3. Abschattung der Fu.M.G.-Strahlung.

In gleicher Weise, wie abfliegende Flugziele schließlich unter dem optischen Horizont verschwinden und somit von den Fu.M.-Geräten theoretisch nicht mehr erfaßt werden können, versinken mit größer werdender Entfernung auch die Berge hinter der Krümmung. Sie werden durch die Erdkrümmung abgeschattet und liefern keine Festzeichen mehr (siehe Fig. 2).



Fig. 2

Zur Errechnung der Entfernung, in der bei einer gegebenen Aufstellungshöhe von H m ein Berg von BH m Höhe theoretisch kein Festzeichen mehr geben dürfte, dient ebenfalls die Formel wie bei Flugzielen:

$$E = 3,6 (\sqrt{H} + \sqrt{BH}).$$

Dabei ist H die Höhe des Sendespiegelmittelpunktes über dem allgemeinen Niveau des umliegenden Geländes (nicht über direktem Standort!) und BH die Bergeshöhe, ebenfalls über dem Gelände (nicht über dem Meeresspiegel!). Bei Aufstellung des Gerätes direkt an der Küste würde die Höhe eines auf einer Insel gelegenen Berges allerdings auf Meereshöhe zu beziehen sein.

Bei einer Aufstellungshöhe von 25 m würden also Berge von 400 m Höhe über dem Gelände ab 90 km, von 900 m ab 126 km, von 1600 m ab 162 km, von 3600 m ab 234 km keine Festzeichen mehr liefern, da sie durch die Erdkrümmung abgeschattet werden.

Bei einer Aufstellungshöhe des Gerätes von 100 m würden diese Berge allerdings erst festzeichenfrei in bzw. 108 km, 144 km, 252 km Entfernung.

Von Halle z. B. geben weder der Harz noch der Thüringer Wald Festzeichen.

Wie die Erdkrümmung, so schatten auch Berge und Höhenzüge die elektrom. Ultrakurzwellen ab, so daß Luftziele bzw. andere Festziele hinter ihnen nicht wahrgenommen werden.

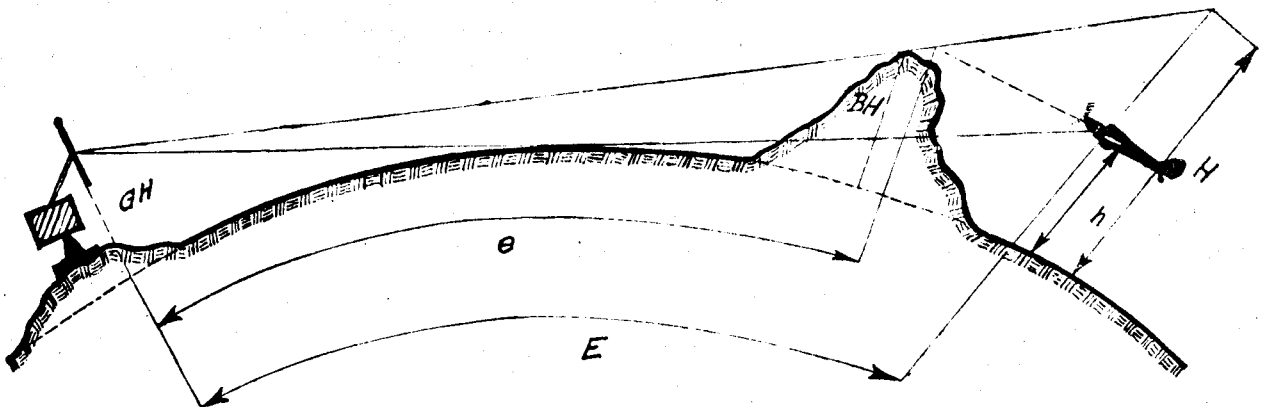


Fig. 3

In Fig. 3 würde z. B. das Flugziel ohne Abschattung durch den Berg beim Anflug in der Höhe h m bereits in der Entfernung E km vom Gerät über dem optischen Horizont erscheinen und somit praktisch vom Fu.M.-Gerät erfaßt werden können. Befindet sich jedoch der BH m hohe Berg dazwischen, so müßte das Flugziel in der gleichen Höhe h noch weiter auf das Gerät zufliegen und würde erst in der Entfernung e km über dem optischen Horizont auftauchen. Die Reichweite des Gerätes wäre dadurch von E km auf e km zurückgegangen für Flugziele mit der Flughöhe h m. Sollte das Flugziel bereits in E km Entfernung erfaßt werden können, so müßte es anstatt in h m Höhe in der weit größeren Höhe H m fliegen.

Die Größe der Abschattung hängt von der Höhe des Berges, von der Entfernung des Berges vom Gerät und von der Erdkrümmung ab. In Fig. 4 sollen die Verhältnisse ohne Berücksichtigung der Erdkrümmung einmal betrachtet werden:

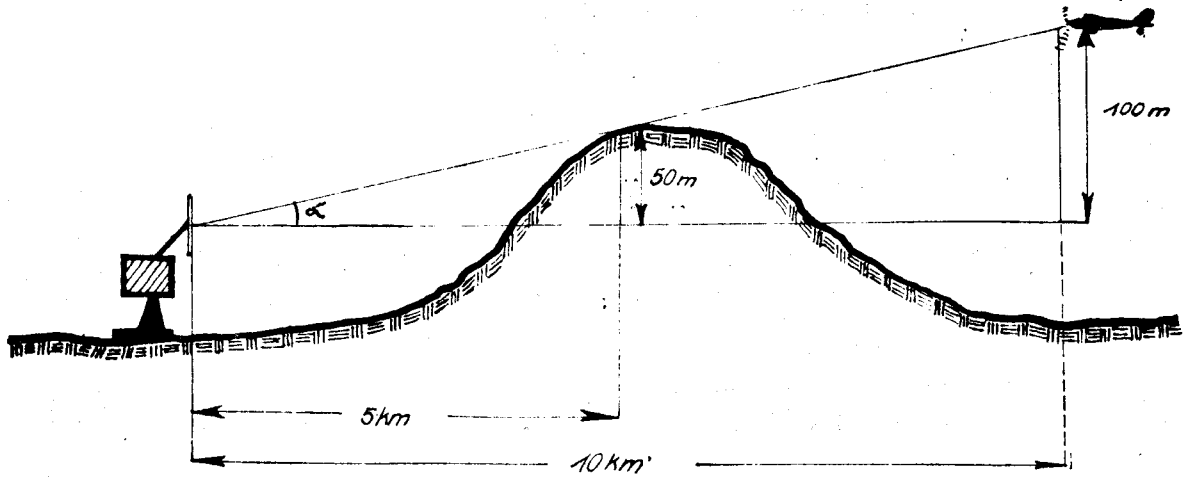


Fig. 4

Ein Berg, dessen Spitze 50 m über dem Sendespiegelmittelpunkt liegt und der vom Gerät 5000 m entfernt ist, schattet alle Flugziele und Festziele ab, die unter der Visierlinie vom Mittelpunkt der Sendeantenne zur Bergspitze hinter dem Berg liegen. Ein Flugziel in 10 km Entfernung müßte also mindestens 100 m, in 50 km Entfernung mindestens 500 m, in 100 km Entfernung mindestens 1000 m höher als die Höhe des Sendespiegelmittelpunktes fliegen, um vom Gerät erfaßt zu werden. Der Berg schattet im Maßstab $\frac{50}{5000} = \frac{1}{100}$ ab.

Andererseits würde im Falle der Fig. 4 auch ein Berg in 100 km Entfernung theoretisch keine Festzeichen mehr geben, wenn seine Spitze unter 1000 m über der Höhe des Sendespiegelmittelpunktes läge.

4. Deckungswinkel.

Das Maß der Abschattung durch einen Berg oder sonst ein Hindernis drückt man in der Praxis gewöhnlich auch durch den Begriff **Deckungswinkel** aus. Wie aus Fig. 4 zu ersehen ist, ist der Deckungswinkel abhängig von der Höhe des abschattenden Hindernisses und seiner Entfernung vom Gerät. Man berechnet ihn nach folgender Faustformel:

17,7 m Höhe auf 1000 m Entfernung = 1°.

1. Beispiel: Ein 50 m hoher Berg in 5000 m Entfernung schattet ab mit einem Deckungswinkel

$$\alpha = \frac{10}{17,7} = 0,56^\circ$$

da 50 m in 5000 m Entfernung 10 m in 1000 m Entfernung entsprechen.

2. Beispiel: Ein Hochspannungsmast von 20 m Höhe in 400 m Entfernung schattet ab mit einem Deckungswinkel

$$\alpha = \frac{50}{17,7} = 2,8^\circ$$

Infolge der Erdkrümmung sinken nun aber Berge und sonstige Hindernisse entsprechend ihrer Entfernung unter den Horizont. Das Absinken läßt sich leicht nach Fig. 5 aus der Formel

$$E = 3,6 \sqrt{h}$$

errechnen.

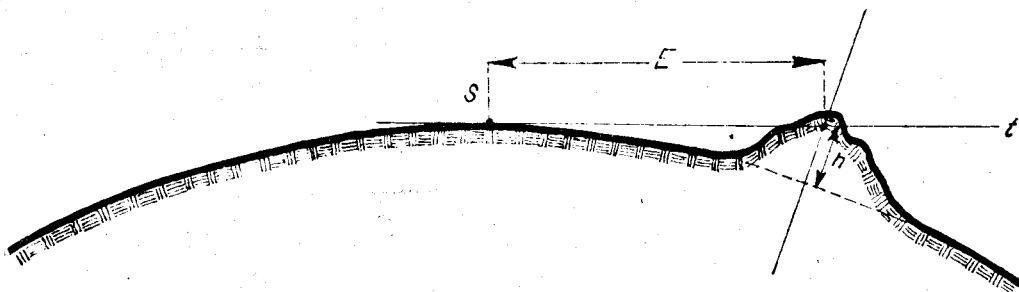


Fig. 5

In Fig. 5 ist der eingezeichnete Berg um h Meter unter den Horizont gesunken. In diesem Fall ist E (in km) bekannt, und es ist das h (in Metern) zu errechnen, d. h. es ist

$$h = \frac{E^2}{3,6^2} - \frac{E^2}{12,96}$$

In nachstehender Tabelle ist auf Grund dieser Formel für verschiedene Entfernungen vom Mittelpunkt S der Sendeantenne das Absinken der Erde unter den Horizont errechnet. Der Horizont ist in diesem Fall, wo alle Höhen auf die Höhe des Mittelpunktes der Sendeantenne bezogen werden, die Tangente t an die Kugelfläche, die durch diesen Mittelpunkt gedacht werden muß.

Es sinkt die Erde infolge der Erdkrümmung unter die Tangente:

auf 5 km	10	20	30	40	50	60	80	100	200 km
um 1,9 m	7,7	30,8	61,7	123	193	278	494	772	3077 m

Der Berg in 5 km Entfernung und mit einer Höhe von 50 m über dem Mittelpunkt S der Sendeantenne ragt also nur noch 48,1 m über den Horizont t hinaus. Er schirmt also rein geometrisch Luftziele in 100 km Entfernung in allen Höhen unter $20 \times 48,1 = 962$ m über dem Horizont t , d. h. in allen Höhen von unter $962 + 772 = 1734$ m über dem Mittelpunkt der Sendeantenne, ab.

Andererseits würden in 100 km Entfernung auch alle Berge in Höhen von unter 1734 m über dem Mittelpunkt der Sendeantenne auf Grund der geometrischen Verhältnisse allein keine Festzeichen mehr liefern, wenn sich dazwischen in 5 km Entfernung ein die Strahlung abschirmender Berg von 50 m Höhe über dem Mittelpunkt der Sendeantenne lagert. (Infolge Beugung ist die Abschirmung nicht so stark wie später gezeigt wird.)

Der Deckungswinkel eines Hindernisses wird also bei Berücksichtigung der Erdkrümmung kleiner als ohne sie. In Fig. 6 ist er nun in Abhängigkeit von Höhe und Entfernung ohne und in Fig. 7 unter Berücksichtigung der Erdkrümmung dargestellt. Es kann daraus zu jeder Höhe und Entfernung eines abschirmenden Hindernisses der entsprechende Deckungswinkel abgelesen werden.

Die beiden Zeichnungen können auch dazu dienen, für jeden gemessenen Höhenwinkel die Flughöhen von Flugzielen bei gemessener Schrägentfernung zu bestimmen und damit auch bei jedem Hindernis mit bekanntem Deckungswinkel die Mindestflughöhe zu finden, bei der das Flugziel noch unbehindert erfaßt wird.

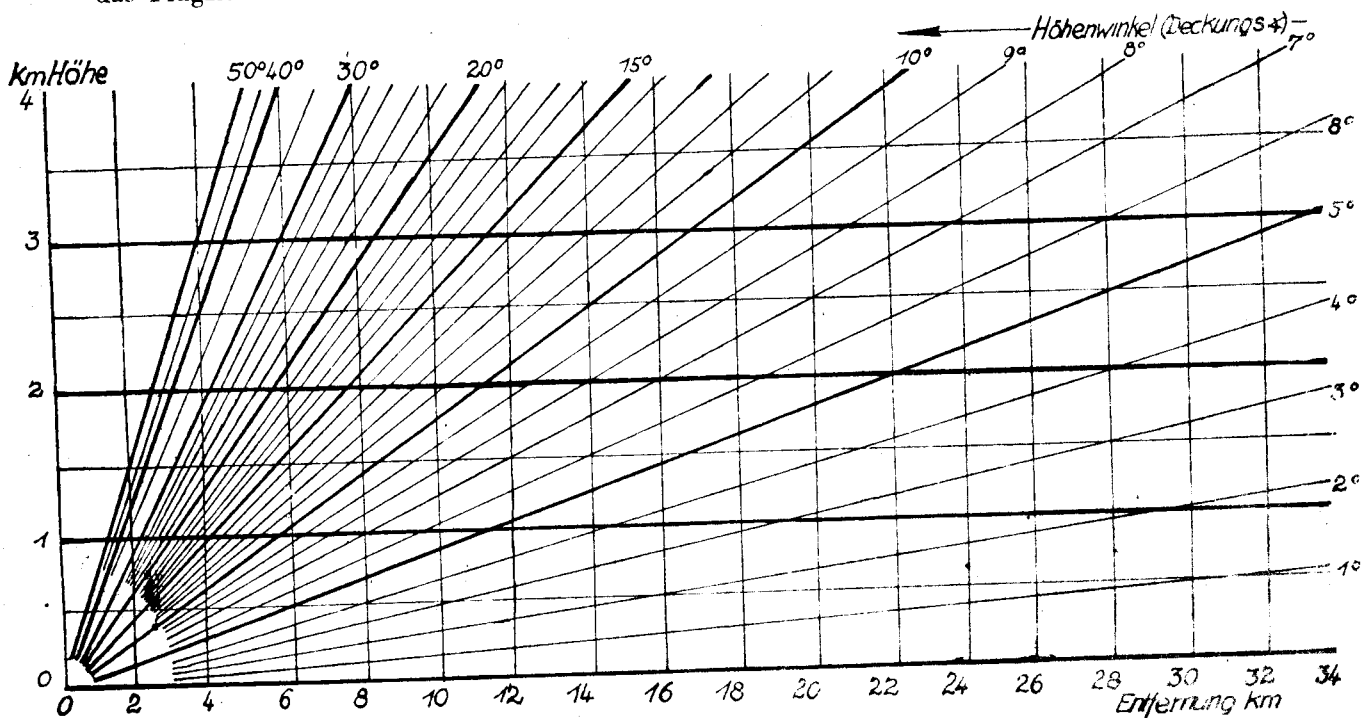


Fig. 6

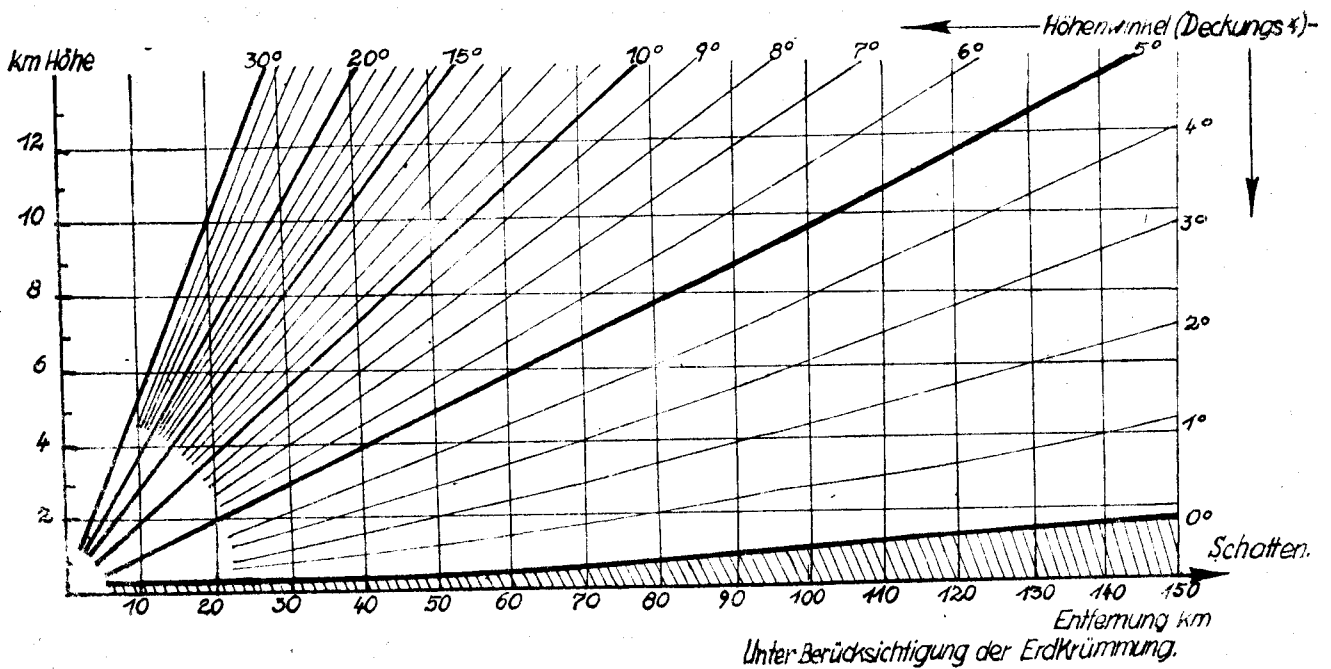


Fig. 7

Der höchst zulässige Deckungswinkel ist durch taktische Forderungen bestimmt.

Z. B. taktische Forderung: Jede Maschine über 1000 m Flughöhe soll innerhalb eines Umkreises von 36 km Radius (Seeburgbereich) durch Festzeichen unbehindert von einem W.R. geführt werden.

Das bedeutet, wie sich aus Fig. 7 durch Schnittpunktbildung ergibt, daß der höchst zulässige Deckungswinkel für Hindernisse etwa 1,5 Grad beträgt.

Die taktische Forderung, daß alle Maschinen über 1000 m Flughöhe im Seeburgbereich einwandfrei geführt werden sollen, bedingt, daß alle im Umkreis liegenden Hindernisse unter 1,5 Grad Erhebungswinkel (gleich Deckungswinkel) liegen müssen (dabei wird in der Praxis der Deckungswinkel beim W-Gerät von der Spiegelunterkante aus gemessen).

5. Mindest- und Höchstabstände von Fu.M.G.

Die durch die taktische Forderung festgelegte Größe des höchst zulässigen Deckungswinkels ist auch bestimmend für den Mindestabstand der Fu.M.G. in einer Stellung mit mehreren Geräten.

So ergeben sich die Mindestabstände von Fu.M.G. bei höchst zulässigem Deckungswinkel von 1,5 Grad als:

Riese — Riese:	300 m (Höhe des Riesen	8 m)
Riese — Freya:	300 m Höhe des Freya	7,8 m)
Riese — Mammut:	650 m (Höhe des Mammut	18 m)
Riese — Wassermann	1500 m (Höhe des Wassermann	40 m)
Riese — Jagdschloß:	500 m (Höhe des Jagdschlusses	12 m)
Riese — Jagdhütte:	300 m (Höhe der Jagdhütte	9 m).

Der höchst zulässige Abstand von Fu.M.G. in einer Gerätstellung ist dadurch festgelegt, daß bei ihm gerade noch eine Übergabe eines Flugzieles von einem Gerät an ein anderes möglich ist, ohne eine Umrechnung der Werte auf den Standort des anderen Gerätes, d. h. ohne eine sogenannte Parallax-Korrektur vornehmen zu müssen.

So ist z. B. der höchst zulässige Stellungsabstand eines Gerätes mit Vergleichspeilung (A-N-Peilung) von einem Riesen, das diesen einweisen soll, 2 km. Bei größerem Abstand muß eine Parallax-Korrektur vorgenommen werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden:

- Der Höchstabstand von Fu.M.G. in einer Stellung muß so klein sein, daß eine Übergabe (Einweisung) von einem zum anderen Gerät ohne Parallax-Korrektur erfolgen kann.
- Der Mindestabstand von Fu.M.G. in einer Stellung muß so groß sein, daß eine gegenseitige Störung nicht möglich ist. Da bei verschiedenartigen Geräten auf verschiedenen Wellen

Mindest- und Schutzabstände der Flumgerätstellung A (Igelstellung)

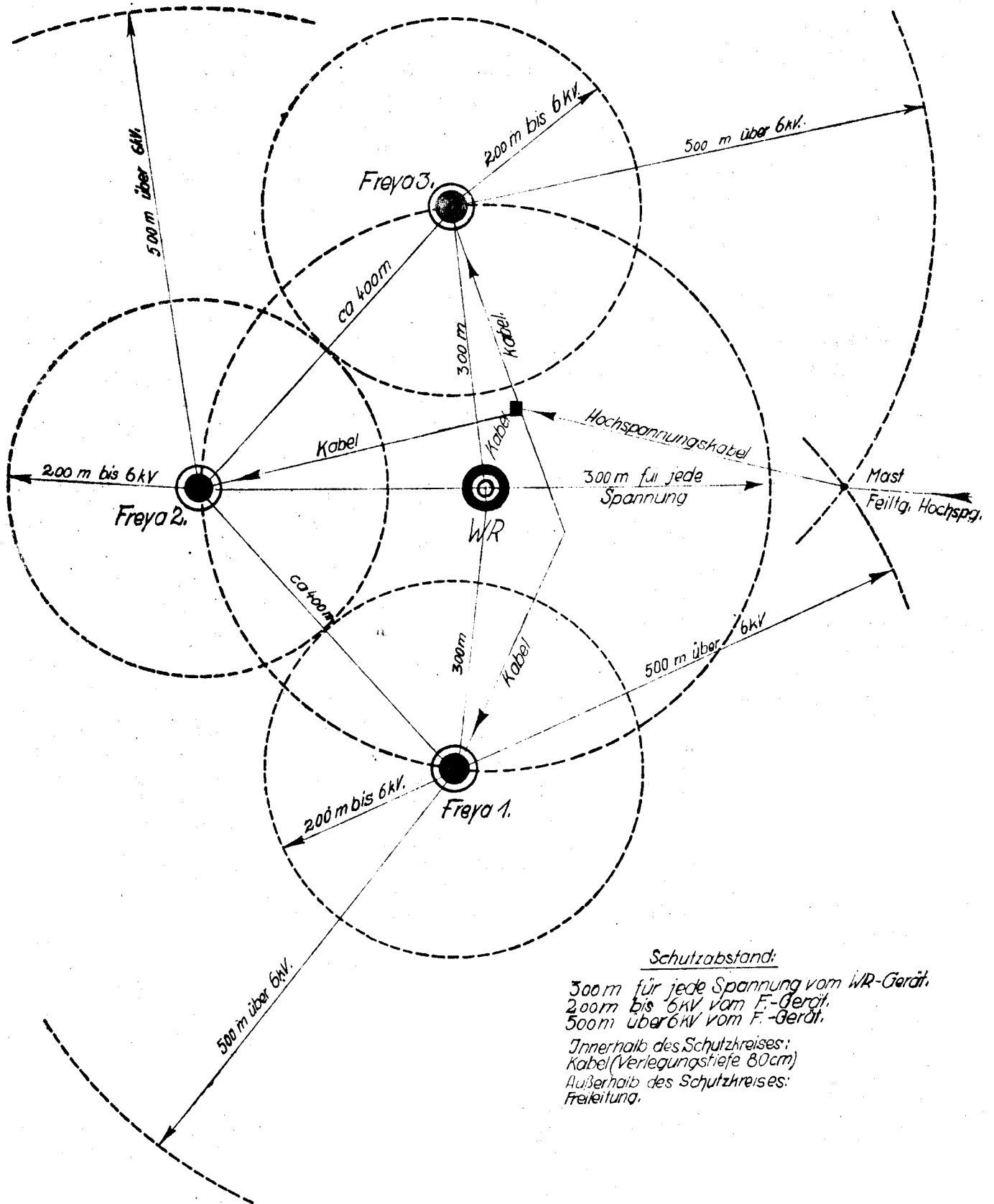


Fig. 7a