

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 45 (1954)
Heft: 24

Artikel: Radar-Anwendung in der Landesverteidigung
Autor: Leutwyler, J.H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1061211>

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: 17.02.2026

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

BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

GEMEINSAMES PUBLIKATIONSORGAN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS (SEV) UND
DES VERBANDES SCHWEIZERISCHER ELEKTRIZITÄTSWERKE (VSE)

Radar-Anwendung in der Landesverteidigung

Vortrag, gehalten an der 18. Hochfrequenztagung des SEV vom 13. Oktober 1954 in Bern,

von J. H. Leutwyler, Bern

621.396.969 : 355.45(494)

I. Einleitung

Man hört gelegentlich die Aussprüche, der zweite Weltkrieg, oder auch die Schlacht um England seien durch Radar gewonnen worden. Ich teile diese Ansicht durchaus nicht. Solange ein Gegner gewillt ist, sich zu verteidigen, wird jeder Kampf und damit auch jede Schlacht letzten Endes durch den Mann mit der blanken Waffe in der Hand entschieden. Radar ist, wie alle andern in einer Armee verwendeten technischen Geräte, nur ein Hilfsmittel, dessen Bedeutung für die moderne Kriegführung jetzt schon gross ist und in Zukunft sicher noch grösser und unentbehrlicher werden wird.

Der Zweck meines Vortrages ist nicht, Sie mit der Radartechnik als solcher vertraut zu machen, sondern zu versuchen, Ihnen

1. einen allgemeinen Überblick über die militärische Anwendung der Radartechnik zu geben,
2. Sie über die geplante Anwendung von Radar in unserer Landesverteidigung, soweit möglich, zu orientieren, und
3. Ihnen die Grundlagen für die Besichtigung der Radar-Versuchsstation der Kriegstechnischen Abteilung (KTA) auf der Bütschleegg zu vermitteln.

Die allgemeine Tendenz der Kriegstechnik geht dahin, Waffen mit grösstmöglicher Fernwirkung zu entwickeln. Dies wiederum bedingt, dass parallel dazu Mittel gesucht werden, die diese Waffen möglichst frühzeitig erkennen und auf grösstmögliche Distanz lokalisieren können, um so deren Abwehr und Bekämpfung einzuleiten. Dies gilt in ganz besonderem Masse für den Einsatz und die Bekämpfung von Kriegsflugzeugen der verschiedensten Arten.

Den im letzten Dezennium flugzeugseitig erzielten Fortschritten: Fluggeschwindigkeit, Aktionsradius, Feuerkraft der Bewaffnung usw. steht auf der Abwehrseite ein neuer, sehr erfolgreicher Zweig der Hochfrequenztechnik, nämlich die Radartechnik, gegenüber. Es handelt sich dabei, wie Sie alle wissen, um eine Ortsbestimmung, welche auf der Vermessung von Reflexionen elektromagnetischer Wellen an einem Zielobjekt beruht.

II. Aus der Radartechnik

Ein *Radargerät* besteht im Prinzip aus den in Fig. 1 ersichtlichen Einheiten, nämlich aus Modulator, Sender, Sende-Empfangs-Umschaltung, Antenne, Empfänger und Anzeigegerät.

Der *Modulator* besteht in den meisten Radargeräten aus einem Impuls-Generator, welcher, je nach Verwendungszweck, einige hundert bis einige tausend Impulse pro Sekunde mit einer zeitlichen

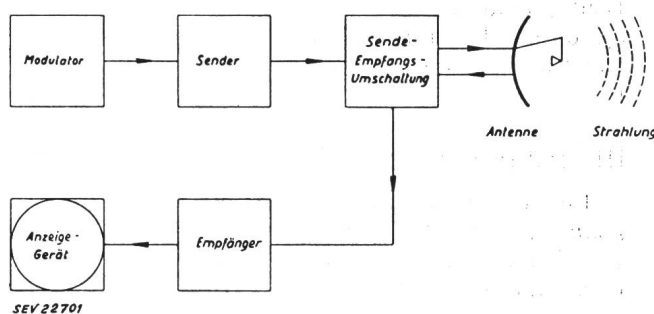


Fig. 1
Blockschema eines Radargerätes

Dauer von je einigen Mikro-Sekunden bis hinunter zu einigen Zehntel-Mikro-Sekunden erzeugt. Der *Sender* arbeitete bei den ersten Radaranlagen im Meter- und Dezimetergebiet, später wurde auf Zentimeter-, ja sogar auf Millimeter-Wellen übergegangen. Die 1-MW-Grenze für momentane Leistungsspitzen ist bei den grössten zur Zeit verwendeten Anlagen bereits überschritten. Die *Antenne* besteht in der Regel aus einem beweglichen Richtsystem. Spezielle Radaranwendungen verlangen für das Richtsystem extrem scharfe Bündel. Es existieren heute Antennen mit Öffnungswinkeln, die kleiner als 1° sind. Die *Sende-Empfangs-Umschaltung* schaltet die Antenne abwechselnd an den Sender-Ausgang oder an den Empfänger-Eingang. Die Umschaltung erfolgt rein elektronisch durch eine Gas-Entladung innerhalb eines abgestimmten Kreises. Im englischen Sprachgebrauch wird diese Vorrichtung Transmitter-Receiver-Zelle oder kurz TR-Zelle genannt. Der *Empfänger* übernimmt die Transponierung und Verstärkung der von den abgegangenen Sendesignalen zurückkehrenden Reflexionsanteile. Als Empfindlichkeitsgrenze für die

heute üblichen Empfänger kann man ungefähr 10^{-12} bis 10^{-13} W bezeichnen. Das *Anzeigegerät* ist meistens ein Kathodenstrahlrohr, wobei die Strahlungsart, d. h. die Präsentation je nach Verwendung variiert. Bekannt und geläufig sind etwas mehr als ein Dutzend voneinander verschiedener Darstellungsarten, wovon die «PPI» genannte Panoramadarstellung die meist verwendete ist.

Über die *Leistungsfähigkeit einer gesamten Radaranlage* orientiert die unter der Bezeichnung «Radarformel» allgemein bekannte Beziehung. Sie lautet:

$$e_{max} = \sqrt[4]{\frac{P_{max} A^2 p}{4 \pi P_{min} \lambda^2}}$$

wobei:

e_{max}	Reichweite in m
P_{max}	Impulsleistung in W
A	Reflektorfläche in m^2
p	Querschnittfläche des Zieles in m^2
P_{min}	Kleinstmögliche Empfangsleistung in W
λ	Wellenlänge in m

Die Formel besagt, dass die maximale Reichweite gross wird, wenn der wirksame Querschnitt des Zieles gross ist. Ferner müssen hiezu Sendeleistung und Antennendimension gross, Wellenlänge und minimale Empfangsleistung möglichst klein sein. Leider sind diese physikalischen Zusammenhänge so, dass z. B. eine Leistungsverdopplung nur eine Reichweitevergrösserung von ca. 20 % zur Folge hat.

III. Militärische Anwendung der Radartechnik

Für die Beurteilung militärischer Radargeräte genügt ein Überblick, wie er durch die Radarformel vermittelt wird, durchaus nicht. Je nach der militärischen Anwendung sind eine Reihe weiterer Faktoren mitzubetrachten oder sogar in den Vordergrund zu stellen. So gibt es Radargeräte, die à priori gewisse Gewichts- und Volumengrenzen nicht überschreiten dürfen, wie z. B. Bordradaranlagen für bestehende einsitzige Jagdflugzeuge. Im Verlaufe der Zeit ist mit zunehmender Verschiedenartigkeit des militärischen Einsatzes auch die «Kollektion» der Radartypen ständig gewachsen. Allein die während des Krieges in den USA entwickelten Radargeräte weisen Dutzende von Typen auf. Als hauptsächlichste Gattungen seien genannt:

Frühwarngeräte	Navigationsgeräte für grosse Distanzen
Mittelwarngeräte	Bordradargeräte
Höhenfinder	Flugzeug-Höhenmesser
Zielzuweiser	Flugzeug-Rückenwarner
Feuerleitgeräte	Radargeräte für die Schifffahrt
Blindlandegeräte (GCA)	Freund-Feind-Erkennungsgeräte
Radargeräte für den Wetterdienst	Radar-Zünder (Proximity Fuse)
Geräte für die Standzeichen-Unterdrückung (MTJ)	usw.

IV. Die besondere Situation der Schweiz bezüglich der militärischen Radartechnik

Informationen über die von den Kriegführenden eingesetzten Radargeräte gelangten erst ab 1943 zu

unserer Kenntnis. Diese Informationen bezogen sich jedoch vorwiegend auf deutsches Material, da ja bekanntlich unser Land zu jener Zeit vollständig von Streitkräften der Achsenmächte umschlossen war. Sofort nach dem Kriege, d. h. in der Periode von 1944 bis 1950 wurde versucht, auch Informatio-

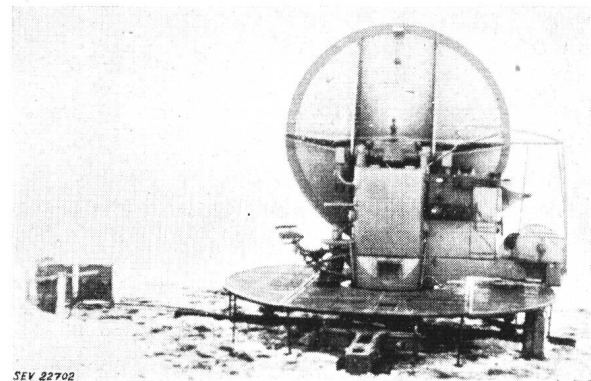


Fig. 2
Erprobung des deutschen Feuerleitradars «Würzburg-Dora» in der Schweiz im Jahre 1945

nen über das Radarmaterial der Alliierten zu erlangen und es wurde schweizerischen Militärmissionen ermöglicht, auch Radargeräte französischer, englischer, kanadischer und amerikanischer Provenienz zu besichtigen. Teilweise konnten solche Anlagen sogar in der Schweiz erprobt werden. Einige wenige Geräte wurden als Studienobjekte angekauft, um so Ingenieure der KTA und der ETH, wie auch Spezialisten der Truppe mit dieser Materie näher vertraut zu machen.



Fig. 3
Bordradargerät, gezeigt an der Besichtigung amerikanischer Radargeräte der US Air-Force in Deutschland im Jahre 1946

Die Fig. 2...6 zeigen einige Ausschnitte aus dieser Informations- und Versuchsperiode. Serienmässige Beschaffungen konnten zu jener Zeit nicht in Betracht kommen, da erhältliche Geräte technisch meistens schon veraltet waren und überdies auch keine Kreditmittel für grössere Beschaffungen zur Verfügung standen.

Eine Entwicklung von Radargeräten in der Schweiz durchzuführen, fiel damals ebenfalls ausser Betracht. Rücksprachen mit Wissenschaft und

stellen wurden im Jahre 1951 das von diesen vorgeschlagene Radarprogramm (für Geräte erster Dringlichkeit) durch die Landesverteidigungskom-



Fig. 4
Erprobung des kanadischen Mittelwarngerätes MZPI in der Schweiz im Jahre 1947

Industrie führten zur Erkenntnis, dass die Aufholung des technischen Vorsprunges der andern Länder Jahre dauern würde und die Entwicklungskosten, auf den relativ kleinen Eigenbedarf für unsere Armee umgelegt, zu untragbar hohen Gerätepreisen führen müssten. Es blieb also nur übrig, diese Zeitspanne dazu zu benützen, alle technischen Fortschritte im Auslande intensiv zu verfolgen, die allfälligen Beschaffungsmöglichkeiten zu erkennen, weitere Versuche und Erprobungen durchzuführen und gleichzeitig Studien für ein Radarprogramm für unsere Armee durchzuführen. Erstere Aufgaben lagen der KTA ob, die letztgenannte wurde durch die zuständigen militärischen Dienststellen bearbeitet. Hier handelte es sich hauptsächlich darum, das wohl Wünschenswerte aber nicht unbedingt Notwendige vom Unerlässlichen auszusecheiden, um so zu einem Minimalprogramm zu gelangen,

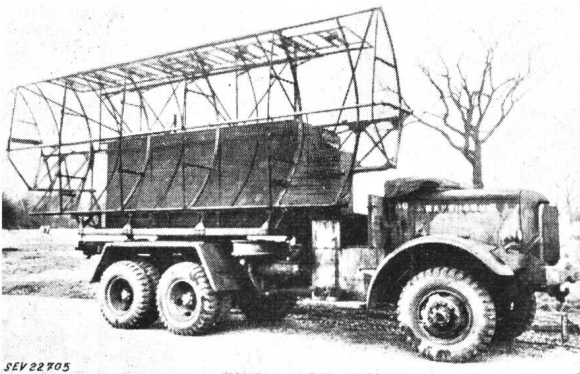


Fig. 5
Erprobung des englischen Frühwarngerätes AMES 21 in der Schweiz im Jahre 1948

mission gutgeheissen und gleichen Jahres im Rahmen des Rüstungsprogrammes die erforderlichen Kredite bewilligt.

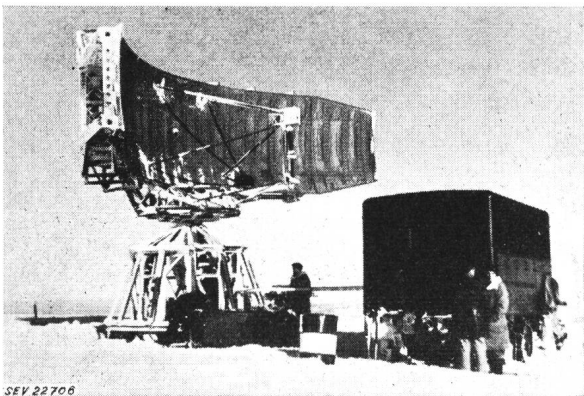
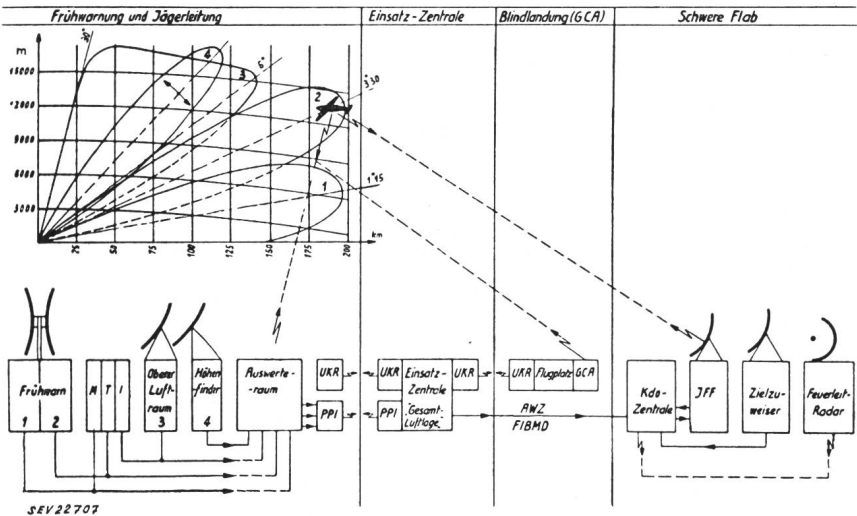


Fig. 6
Erprobung des französischen Frühwarngerätes ER 220 in der Schweiz im Winter 1950/51
Erprobung unter «sibirischen Verhältnissen» (Creux du Van)



gen, welches das materielle Kriegsgenügen unserer Flieger- und Flabtruppe zu gewährleisten vermag, ohne den Fiskus untragbar zu belasten. Gestützt auf die durchgeführten Studien der militärischen Dienst-

V. Das Radarprogramm für die schweizerische Armee

Das Radarprogramm für unsere Armee betrifft die in Fig. 7 aufgeführten Gerätegruppen und umfasst Frühwarnung und Jägerleitung, Blindlandanlagen, Radarmaterial für die Flab, Freund-Feind-Erkennung und Übermittlungsgeräte.

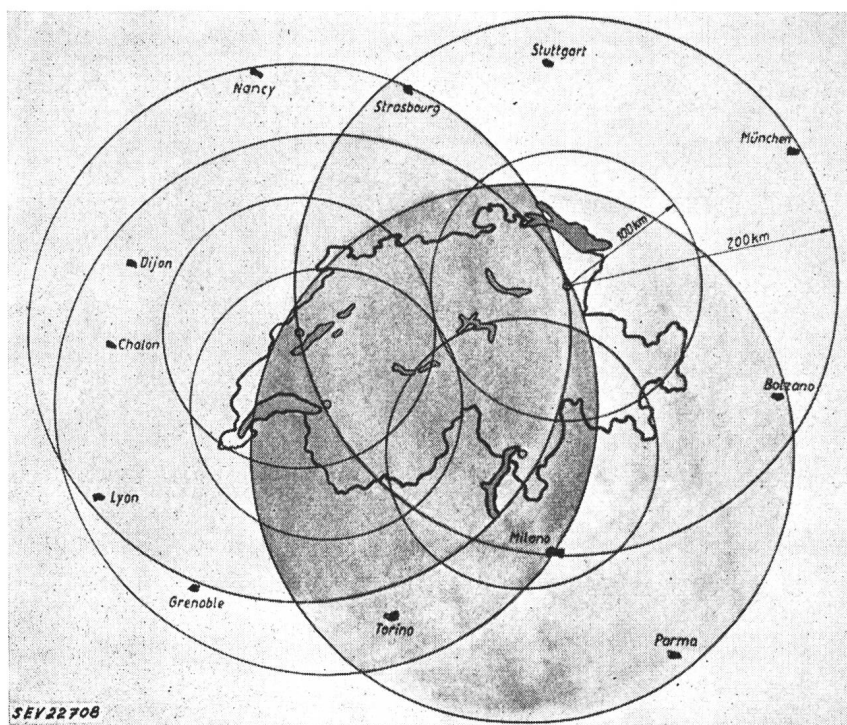
Fig. 7
Das schweizerische Radarprogramm

1. Frühwarnung und Jägerleitung

Aufgabe der Frühwarnung und Jägerleitung ist es, den Luftraum möglichst weit über unsere Landesgrenzen hinaus zu überwachen, um so den recht-

zeitigen Einsatz unserer Verteidigungsmittel zu gewährleisten und die Zivilbevölkerung zu alarmieren, ferner unsere Jagdflugzeuge über Funkverbindungen derart nahe an die Feindflugzeuge heranzuleiten, dass die Feindführung durch optische Beobachtung (oder mit Bordradar) sichergestellt ist. Diese Aufgaben sollen durch ein Früh- und Mittelwarn-Radarnetz, bestehend aus ortsfesten und mobilen Stationen gemäss Fig. 8 gelöst werden. Ich muss Ihnen verraten, dass die auf der Figur gezeichneten Standorte mit den tatsächlichen Standorten nicht

Fig. 8
Theoretischer Wirkungsbereich eines Radarnetzes für die Frühwarnung und Jägerleitung



übereinstimmen, was aber prinzipiell hier nicht von Bedeutung ist. Die theoretische Reichweite für Frühwarnung beträgt ca. 200 km, für die Jägerleitung ca. 100 km, je nach Grösse der Ziele auch mehr. Die Standorte der ortsfesten Stationen

sind auf geeigneten Berggipfeln so zu wählen, dass der Luftraum möglichst lückenlos erfasst werden kann, d. h. dass möglichst wenig Toträume vorhanden sind, denn auch das Radar vermag nicht durch die Berge hindurch zu sehen. Fig. 9 illustriert beispielsweise die Verhältnisse für den militärisch ungünstigen, d. h. den zu wenig hoch gelegenen Standort unserer Radarversuchsstation auf der Bütschellegg. Sie zeigt die Totzonen für Flughöhen von 2000 bzw. 6000 m.

Die Früh- und Mittelwarn-Radargeräte sind mit MTI auszurüsten, d. h. mit Anlagen zur Unterdrückung der von den angestrahlten Berghängen reflektierten Echos. Über diese Geräte werden Sie im Vortrag meines Mitarbeiters, Ing. M. Wildi¹⁾, näher orientiert werden. Ferner werden Freund-Feind-Erkennungsgeräte benötigt und ist das ortsfeste Basis-Radarnetz durch mobile Mittelwarn-Radargeräte zur Ausleuchtung toter Zonen zu ergänzen. Die Radarinformationen müssen überdies an die Einsatz- und Befehlszentrale mittels Funk übertragen werden. Damit werden für die Frühwarnung und Jägerleitung erforderlich (siehe auch Fig. 7):

- 4 ortsfeste Radaranlagen, umfassend je:
 - 2 Frühwarngeräte, Reichweite ca. 200 km,
 - 1 Mittelwarngerät für die Erfassung des oberen Luftraumes und zur Jägerleitung, Reichweite ca. 100 km,
 - 3 Geräte zur Standzeichen-Unterdrückung (MTI),
 - 1 Höhenfinder, Reichweite ca. 170 km,
 - 1 Auswerte-Raum,
- 5 mobile Mittelwarngeräte, Reichweite ca. 100 km, Funkgeräte.

2. Blindlandeanlagen

Ausser der Navigationshilfe (Jägerleitung), die unseren Flugzeugen von den ortsfesten und den mobilen Radarstationen aus gegeben wird, sind im Radarprogramm 3 mobile Blindlandeanlagen vorgesehen. Diesen fällt die Aufgabe zu, bei schlech-

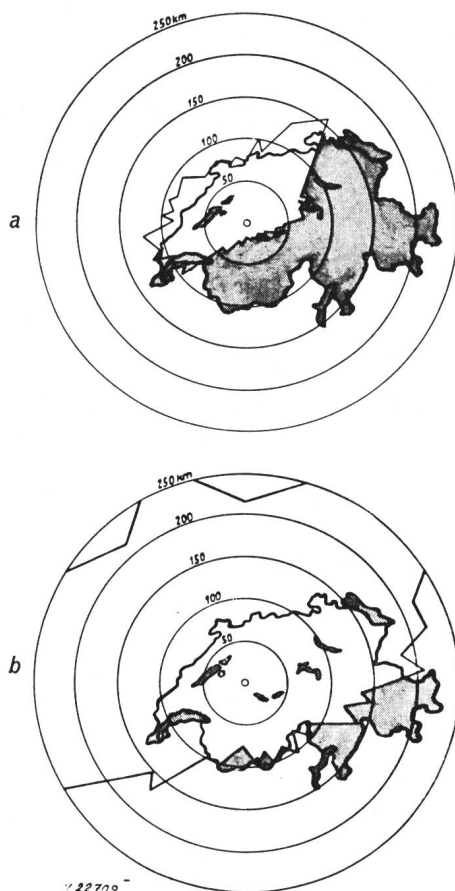


Fig. 9
Wirkungsbereich und tote Zone vom Standort Bütschellegg aus
a Flughöhe 2000 m; b Flughöhe 6000 m

¹⁾ siehe S. 1023...1047.

tem Wetter, d. h. bei geringer Sicht oder bei niedriger Wolkendecke, unseren Flugzeugen eine sichere Landung auf ihren Flugstützpunkten zu gewährleisten. Diese Geräte werden im Vortrag meines Mitarbeiters, Ing. A. Hunkeler, behandelt werden²⁾.

3. Das Radarmaterial für unsere schwere Flab

Die Aufgabe der Flab besteht in der Abwehr bzw. der Bekämpfung und womöglich Vernichtung feindlicher Flugzeuge vom Boden aus. Um dies tun zu können, ist das primäre Problem die Vermessung der Flugzeuge nach Seite, Distanz und Lagewinkel. Heute stehen unserer Flab hiezu nur optische Mittel, nämlich Telemeter, zur Verfügung. Diese sind jedoch bei Nebel, Wolken, Niederschlä-

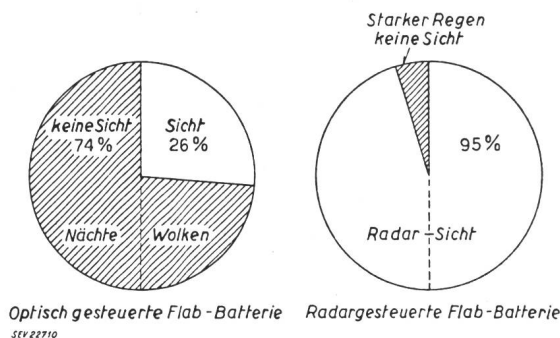


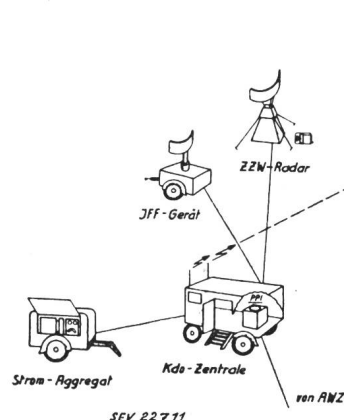
Fig. 10
Aktionsmöglichkeit der Flab

gen und bei Nacht nicht zu gebrauchen. Radargeräte ermöglichen jedoch die Erfassung und Vermessung von Flugzeugen auch bei diesen Witterungsverhältnissen und bei Nacht. Ausgenommen ist nur sehr starker Regenfall. Die zeitliche Aktionsmöglichkeit unserer schweren Flab beträgt damit, berechnet im Mittel über ein ganzes Jahr (100%), bei optischer Steuerung 26%, bei Radarsteuerung 95% (siehe Fig. 10).



Sch. Flab. Abt.

Flugzeuge



SEV 22711

Diese Gegenüberstellung allein schon dürfte genügen, um die Notwendigkeit und Dringlichkeit der Ausrüstung unserer schweren Flab mit Radargeräten zu bezeugen. Die Radarlösung und die erforderlichen Geräte sind in Fig. 11 gezeigt. Dem Flab-Verband, z.B. der Flab-Abteilung, wird für die taktische Führung zugeteilt:

²⁾ siehe S. 1018...1023.

- 1 Such-Radargerät, auch Zielzuweisungsradar genannt, mit einer Reichweite von ca. 100 km, für die Überwachung des zugewiesenen Luftraumes und das Vermessen von erfassten Zielen,
- 1 Kommando-Zentrale mit Panorama-Anzeigegegeräten für die Luftlage-Beurteilung und Funkgeräten für die Zielzuweisung an die Batterien,
- 1 Freund-Feind-Erkennungsgerät.

Jede Flab-Batterie, als Feuereinheit, ist auszurüsten mit

- 1 Funkapparat für den Empfang der Befehle der Abteilung und der vom Zielzuweiser ermittelten Richtelemente,
- 1 Parallax-Rechner für die Umrechnung dieser Richtelemente auf den Standort des Feuerleit-Radars,
- 1 Feuerleit-Radar mit einer Reichweite von ca. 30 km für die Zielerfassung und Verfolgung, mit Ausrüstung für Weitergabe der von ihm ermittelten massgeblichen Richtelemente (Seite, Distanz und Lagewinkel) an ein Rechenggerät,
- 1 Rechenggerät für die Umrechnung der vom Feuerleitradar ermittelten Richtelemente in Schiesselemente und Weitergabe dieser Elemente an die Batterie.

4. Freund-Feind-Erkennung

Es ist unerlässlich, die mit Radargeräten erfassten Ziele als eigene oder feindliche Flugzeuge zu identifizieren. Da die optische Erkennung bei grosser Distanz, Nacht und Nebel bei weitem nicht mehr ausreichend oder unmöglich ist, müssen hiezu spezielle elektronische Geräte, sogenannte Freund-Feind-Erkennungsgeräte (IFF) verwendet werden.

Die Forderungen, die an ein solches IFF-System gestellt werden müssen, sind:

- Grösste Betriebssicherheit (dieser kommt absolutes Primat zu),
- Möglichst hohe Code-Sicherheit,
- Praktische Unmöglichkeit des Abhorens durch den Feind,
- Sicherung gegen elektrische Feindstörung,
- Kleiner Zeitbedarf für Anfrage und Antwort,
- Kleines Volumen und kleines Gewicht der Bordapparatur,
- Vollautomatisches Arbeiten der Bordapparatur ohne jegliche Mitwirkung der Flugzeugbesatzung.

Die Auswertung einiger von den Alliierten im letzten Kriege verwendeter und in unsere Hände gelangter IFF-Geräte ergab, trotz relativ grossen Materialaufwandes, eine überraschend bescheidene Güte sowohl bezüglich Betriebs- als auch bezüglich Code-Sicherheit. Welche Art und was für Systeme für die Freund-Feind-Erkennung von andern Staaten heute verwendet werden, ist uns nicht

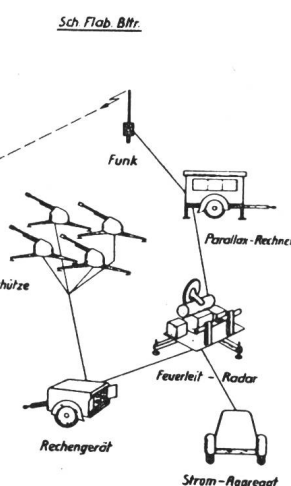


Fig. 11
Zusammenarbeit von Zielzuweisungs- und Feuerleit-Radar

bekannt, da diese Apparaturen verständlicherweise streng geheim gehalten werden.

Es ist uns indessen gelungen, in einer Arbeitsgemeinschaft von Wissenschaft, Industrie und KTA durch Begehung neuer Wege ein Freund-Feind-Erkennungsgerät zu realisieren, das alle vorgenannten Forderungen weitgehend erfüllt und das der-

zeit wohl kaum übertroffen sein dürfte. Es sei bei dieser Gelegenheit dem Institut für HF-Technik der ETH, welches die wissenschaftlichen Grundlagen für das schweizerische IFF-System schuf,

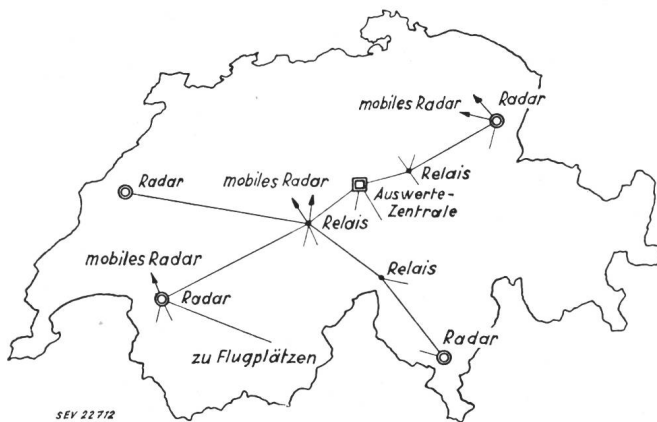


Fig. 12

Verbindungsnetz für die Radar-Organisation der Armee
(fiktive Standorte)

Dank und Anerkennung ausgesprochen. Fig. 22 zeigt diese Apparatur im Bild, doch ist es nicht möglich, nähere Angaben über Gerät und System zu machen.

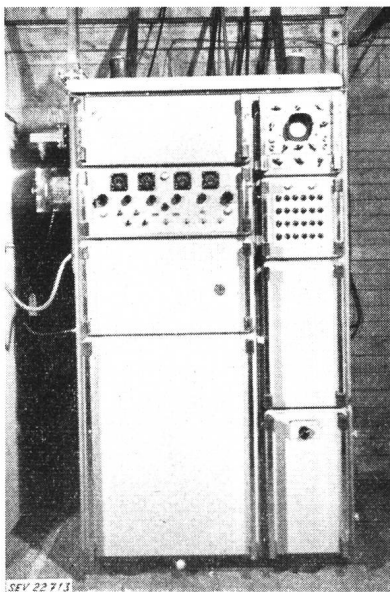


Fig. 13

Sender-Empfänger zur Frühwarn-Radarstation
Pulsleistung ca. 400 kW
(Frankreich)

5. Das Übermittlungsnetz

Die Übermittlung der Frühwarn-Radarinformation an die Einsatz- und Befehlszentrale, der Fliegereinsatz, die Jägerleitung, die Alarmierung der Zivilbevölkerung, der Einsatz der Flab u. a. mehr bedingen ein spezielles, weitverzweigtes Verbindungsnetz. Die wichtigsten Forderungen, die an dieses Übermittlungsnetz gestellt werden, sind Betriebssicherheit, Sicherheit gegen Abhören und elektrische Feindstörung sowie Sicherheit gegen Erkennung und Feindbeschuss.

Fig. 12 zeigt den Aufbau eines ortsfesten und durch mobile Stationen ergänzten Funknetzes. Die wichtigsten Stationen werden zusammen mit den Frühwarn-Radarstationen auf hohe Berggipfel

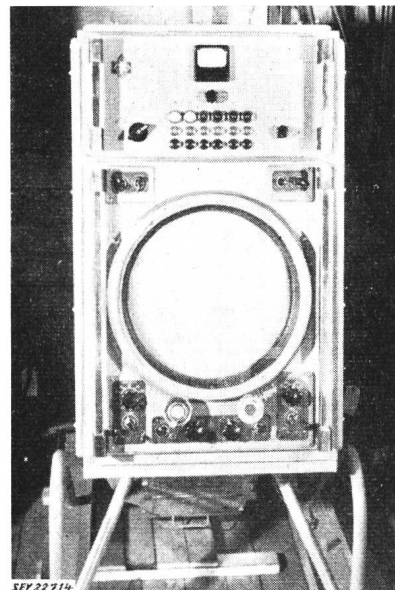


Fig. 14

Panorama-Indikator zur Frühwarn-Radarstation
Messbereich bis 240 km
(Frankreich)

verlegt und in den Berg eingebaut. Sie bilden ein sogenanntes Höhennetz. An dieses Netz sind auch alle tiefer liegenden Dienststellen, wie die Flugplätze usw., angeschlossen. Die Funkgeräte sind Mehrkanal-Ultrakurzwellen-Richtstrahlgeräte (UKR). Sie erlauben, je nach Ausbau, bis zu 23

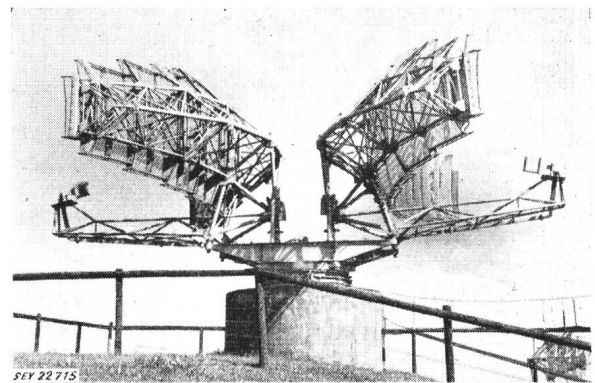


Fig. 15

Doppelantenne zur Frühwarn-Radarstation
Reichweite ca. 200 km
(Frankreich)

Funkgespräche auf einer Teilstrecke gleichzeitig zu führen. Die Richtstrahlen sind scharf gebündelt und auf die Gegenstation gerichtet, so dass sie praktisch auch nur von dieser empfangen werden können. Wo keine direkte Sichtverbindung zwischen den Stationen besteht, müssen Relaisanlagen eingeschaltet werden.

VI. Das Zusammenspiel der gesamten Radarorganisation

Das Zusammenspiel der Organisation ist aus Fig. 7 ersichtlich.

Die *Frühwarnstationen* überwachen den Luftraum bis über unsere Landesgrenzen hinaus. Sie melden laufend die erkannten Ziele über die UKR-Verbindungen an die Einsatz- und Befehlszentrale.

Die *Einsatzzentrale* fasst Meldungen zu einer Gesamtluftlage zusammen, alarmiert über die Aus-

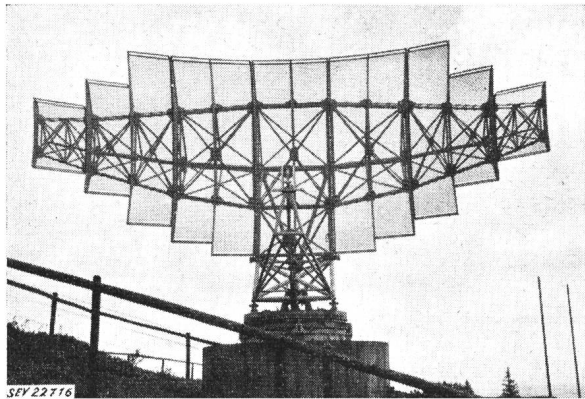


Fig. 16
Cosecant-Quadrat-Antenne für die Überwachung des oberen Luftraumes
Reichweite ca. 100 km
(Frankreich)

wertungszentralen (AWZ) des Flieger-Beobachtungs- und Melde-Dienstes die Zivilbevölkerung, erteilt über UKR-Verbindungen die Befehle zum Fliegereinsatz und zur Jägerleitung an die verschiedenen Frühwarnstationen oder an die Flab zur erdgebundenen Bekämpfung.

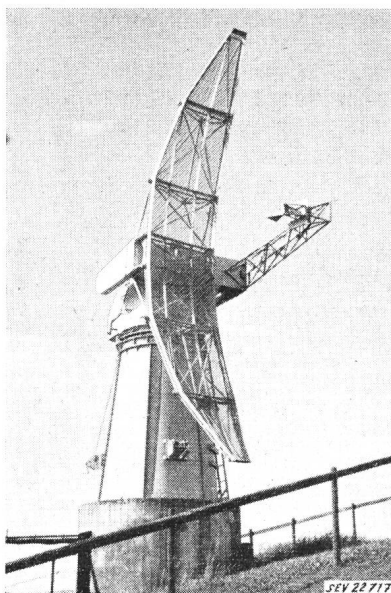


Fig. 17
Höhenfinder-Antenne für Höhenmessungen
Reichweite ca. 170 km
(Frankreich)

Die *Blindlandeanlagen* leisten unsern nach erfüllter Mission auf ihre Stützpunkte zurückkehrenden Fliegern Landehilfe.

Die *Flab-Verbände* erfassen und verfolgen die Ziele innerhalb der ihnen zugewiesenen Sektoren mit ihren Zielzuweisungs-Radargeräten, deren Präsentation in der Kommando-Zentrale weiter verar-

beitet wird auf Freund-Feind-Identifikation und Zielzuweisung per Funk an die Batterien.

Die *Flabbatterie* erfasst die zugewiesenen Ziele mit dem Feuerleitradar und verfolgt diese vollautomatisch. Sobald das Ziel in den Schussbereich gelangt, erfolgt der Feuerbefehl.

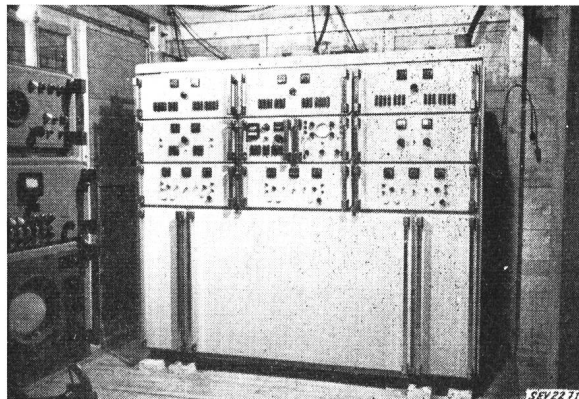


Fig. 18
MTI, Gerät für die Standzeichen-Unterdrückung, dreifach
(Frankreich/Schweiz)

Wieviel Forschungs- und Konstruktionsarbeit geleistet und wieviel Erfahrungen gesammelt und verwertet werden mussten, um diesen Stand der Radartechnik zu erreichen, wird Ihnen ausschnittsweise durch die Vorträge meiner Mitarbeiter vermittelt.

VII. Unser Material gemäss dem Radarprogramm

Das gesamte Material für das Radarprogramm ist heute realisiert, entweder in der Form von serienmässig fabrizierten Geräten oder dann als fabrikationsreife Prototypen. Es ist in den Figuren 13...26 dargestellt.

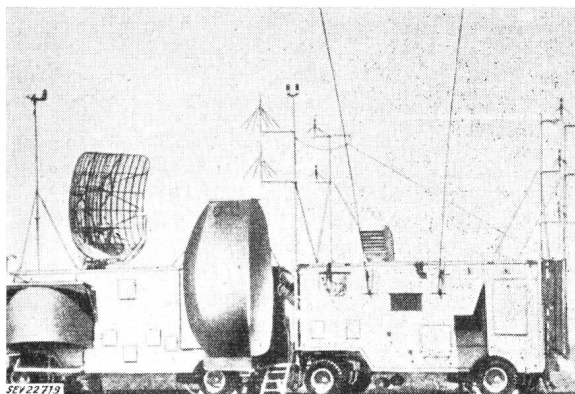


Fig. 19
Blindlande-Anlage
(USA)

Es mag aufgefallen sein, dass das ganze Radarprogramm keine Bordradargeräte aufweist. Das hat seinen Grund darin, dass die Flugzeuge, über die unsere Luftwaffe derzeit verfügt, den Einbau eines Bordradargerätes nicht erlauben. Sobald Nachtjäger bei uns eingeführt werden, wird auch deren Ausrüstung mit Bordradaranlagen unerlässlich. Sie haben heute nachmittag Gelegenheit, auf der

Bütschelegg einige Bordradaranlagen zu besichtigen, welche die KTA als Studienobjekte erworben hat. Mein Mitarbeiter, Ing. J. Heierle, wird die Geräte daselbst erläutern.

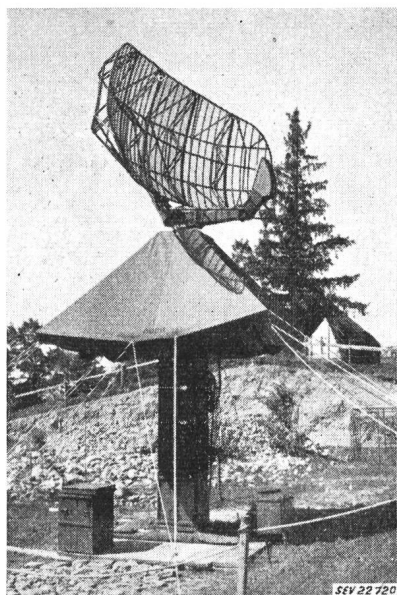


Fig. 20
Flab-Such- und Zielzuweisungs-Radargerät
Reichweite ca. 100 km
(USA/Italien)

Für die Überwachung unserer beiden grossen Grenzseen, d. h. des Lac Léman und des Bodensees, ist je ein Radargerät bereits vorhanden. Deren Reichweite gestattet auch die Beobachtung der gegenüberliegenden Ufer.

Der Vollständigkeit wegen ist noch etwas über die drahtlose Übertragung von PPI-Bildern nachzuholen: Wenn auch zunächst die Radarinformationen der Frühwarnstationen in Form von tele-

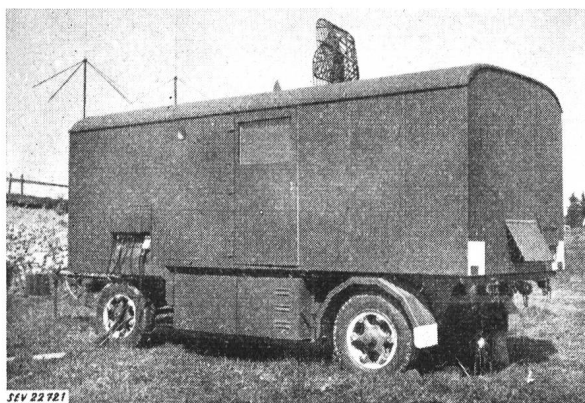


Fig. 21
Flab-Kommando-Zentrale
(Schweiz)

phonischen Meldungen an die Einsatz- und Befehlszentrale gelangen, ist doch für einen späteren Zeitpunkt deren Ersetzung durch direkte Bildübertragung geplant. Der ideale Endzustand für die Einsatz- und Befehlszentrale wäre eine Grossprojektion, welche direkt durch Überlagerung der Bilder der einzelnen Stationen gewonnen werden könnte.

Diese Probleme werden bereits in Verbindung mit dem Institut für Hochfrequenztechnik der ETH studiert.

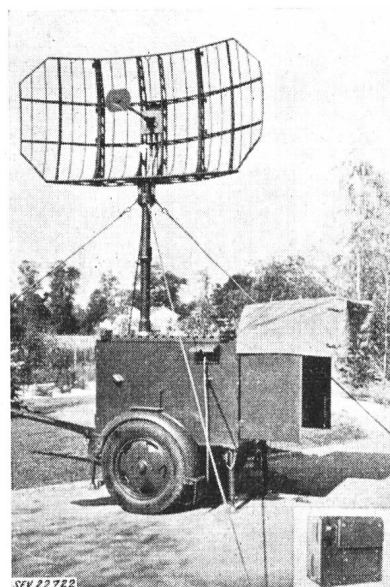


Fig. 22
IFF, Freund-Feind-Erkennungsgerät
Reichweite ca. 60 km
(Schweiz)

VIII. Bedienung und Unterhalt des Radarmaterials

Die Erfahrungen, die während des letzten Krieges im Ausland gemacht wurden, wie auch die zwar noch bescheidenen Erfahrungen bei unserer eigenen Truppe (zur Zeit findet eine erste Radar-Rekrutenschule statt) lassen erkennen, dass auf alle Fälle die Bedienung der Radargeräte und die Auswertung der Radarinformationen durch Milizen

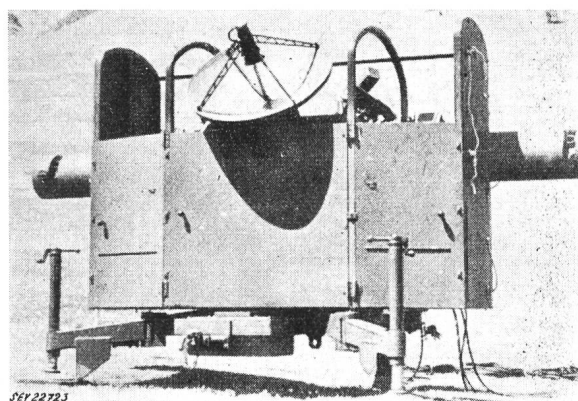


Fig. 23
Feuerleit-Radargerät
Reichweite ca. 30 km
(Schweiz/Frankreich)

möglich ist. Für Unterhalt, Wartung und Reparatur sind Fachleute und Spezialisten jedoch unerlässlich. Es ist nicht zu umgehen, hierfür vollamtlich angestellte Berufsleute einzusetzen. Diese sind zum Teil unter dem Instruktionspersonal und dem Personal der Direktion der Militärflugplätze vorhanden und werden jeweils in die Industriefirmen, die

dieses Material fabrizieren, zur Einführung und Ausbildung abkommandiert. Da die Zahl dieser Leute jedoch relativ klein ist, muss darüber hinaus angestrebt werden, Ingenieure, Techniker, Mecha-

die Beschaffung des Materials als solche, sondern ihre Arbeit beginnt, in Verbindung mit Wissenschaft und Industrie, bei der Verfolgung der neue-

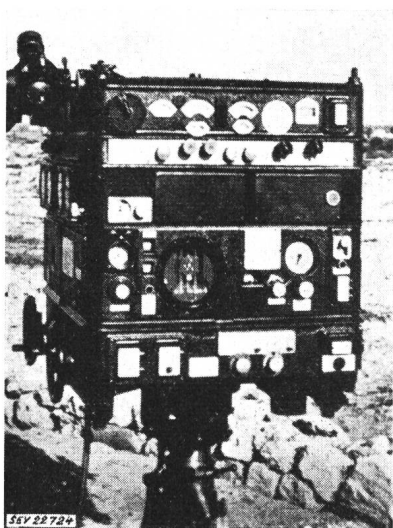


Fig. 24
Kommando-Gerät, mechanisch
bei der Truppe eingeführt
(Schweiz)

niker usw., die aus ihrer zivilen Tätigkeit heraus einschlägige Fachkenntnisse besitzen, für die neu-entstehende Radartruppe zu gewinnen. Dabei wollen wir uns bewusst sein, dass man in jeder Funktion und in jedem Grade der Heimat und der Armee dienen kann. Schlussendlich kommt es nicht ausschliesslich auf die Menge Goldes an, die ein Mann auf seiner Uniform trägt, sondern auf den Geist und das Können dessen, der in der Uniform steckt! Diese Worte sind als Appell an unseren jüngeren technischen Nachwuchs aufzufassen.

IX. Die Radarversuchsstation der KTA auf der Bütschelegg

Wie wohl allgemein bekannt sein dürfte, obliegt die Beschaffung des gesamten Kriegsmaterials der KTA. Deren Arbeitsgebiet umfasst aber nicht nur

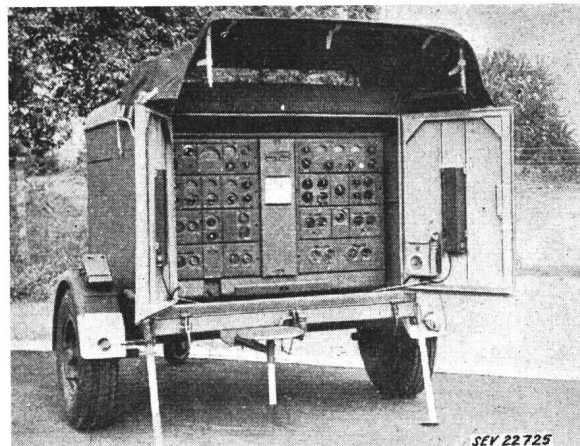


Fig. 25
Kommandogerät bzw. Rechengerät, elektronisch
(Schweiz)

sten wissenschaftlichen Erkenntnisse und deren Anwendung für militärische Neuentwicklungen. Ferner obliegen der KTA die Überwachung der Fabrikation, die Abnahme des fertiggestellten Kriegsma-

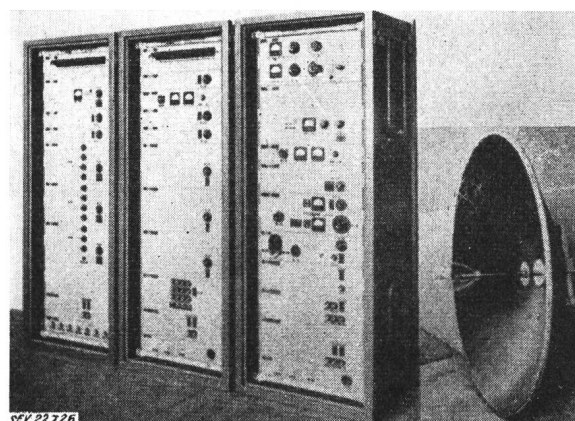


Fig. 26
Ultrakurzwellen-Richtstrahl-Mehrkanal-Funkgerät
(Schweiz)

terials und dessen technische Erprobung. Diese Aufgaben sind aber derart gross, dass wir uns bewusst sind, dass wir sie mit den uns zur Verfügung stehenden Mitteln nie zur vollen Zufriedenheit eines jeden Schweizers erfüllen können.

Die technische Bearbeitung der Radarprobleme gehört neben anderen Aufgaben zu den Obliegenheiten des Dienstkreises II, Übermittlungsmaterial und technische Physik, der KTA. Dem Dienstkreis stehen zwei Sektionen und eine Versuchsstation

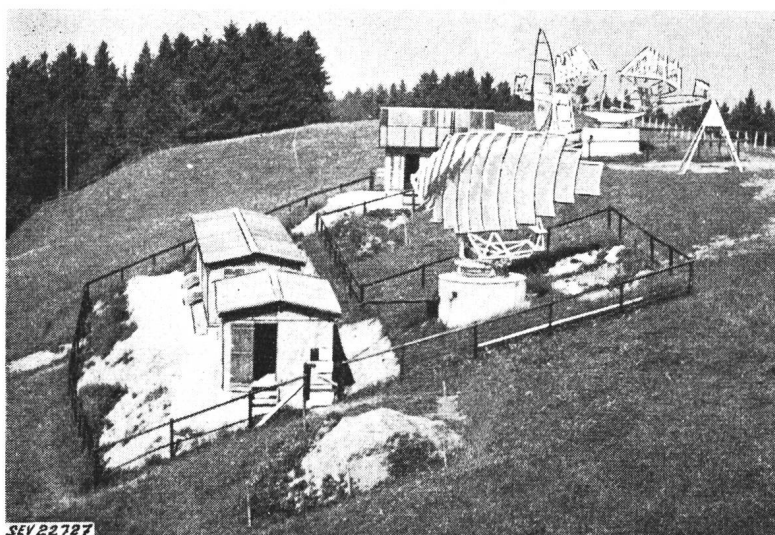


Fig. 27
Die Radar-Versuchsstation der KTA
auf der Bütschelegg

mit einem Stab geschulter Ingenieure, Techniker und Kontrolleure zur Verfügung. Über bundeseigene Betriebe verfügt der Dienstkreis II nicht. Er arbeitet ausschliesslich mit der Privatindustrie zusammen. Der erwähnten Versuchsstation liegt im besonderen die technische Erprobung des abgenommenen Kriegsmaterials ob. Die technische Erprobung der Frühwarn-Radaranlagen führte zum vorerst provisorischen Aufbau der Station auf der Bütschelegg. Daselbst werden zur Zeit unter anderem durchgeführt:

Vermessung von Antennen-Richtdiagrammen,
Reichweiteversuche,
Erprobung und Vermessung von Geräten für die Unterdrückung von Standzeichen,

Versuche über die gegenseitige Beeinflussung benachbarter Radargeräte usw.

Was wir Ihnen heute auf der Bütschelegg zeigen können, ist eine komplette Radaranlage für Frühwarnung und Jägerleitung in Betrieb (Fig. 27). Nicht zur Verfügung stehen das Flabradarmaterial und die Übermittlungsgeräte. Meine Mitarbeiter werden sich eine Ehre daraus machen, Ihnen die Anlage zu erklären und stehen Ihnen gerne für jede gewünschte weitere Auskunft zu Diensten.

Adresse des Autors:

Oberst J. H. Leutwyler, Chef des Dienstkreises II der KTA, Hallwylstrasse 4, Bern.

Schlechtwetter-Radarlandeanlagen (Ground Controlled Approach, GCA)

Vortrag, gehalten an der 18. Hochfrequenztagung des SEV vom 13. Oktober 1954 in Bern,

von A. Hunkeler, Bern

621.396.967 + 621.396.933.1

Die GCA-Radaranlagen dienen dazu, Flugzeuge unter sehr ungünstigen Witterungsbedingungen rasch und sicher zur Landung auf einem Flugplatz zu leiten. Zu diesem Zwecke gelangen meistens ein Überwachungsradar für die Kontrolle des entfernteren Luftraumes und ein Landeradargerät hoher Messgenauigkeit zur Anwendung. Die Arbeitsweise dieser Radargeräte, die Antennenstrahlungsdiagramme und einige besondere Eigenschaften der Anzeigergeräte werden im Detail dargelegt. Einige Bilder vermitteln einen Überblick über militärische und zivile GCA-Anlagen und deren Bildschirme.

Les Radars d'atterrissage servent à guider rapidement et sûrement des avions à un atterrissage sur un aérodrome, sous des conditions météorologiques défavorables. En général, on fait emploi, dans ce but, d'un radar de surveillance pour le contrôle de l'espace aérien éloigné et d'un radar d'atterrissage avec haute précision de mesure. Le fonctionnement de ces appareils Radar, les diagrammes de rayonnement des antennes et quelques propriétés spéciales des indicateurs sont traités en détail. Quelques photos donnent un aperçu général des Radars GCA militaires et civils et de leurs écrans.

1. Einleitung

Sowohl bei der Zivil-, als auch bei der Militär- Aviatik ist es von grosser Wichtigkeit, die Flugzeuge auch bei ungünstigen Sichtverhältnissen rasch und sicher zur Landung auf einem Flugplatz zu führen. Zahlreiche Forschungsstellen und die Hochfrequenz-Industrie haben sich denn auch um die Lösung dieses Problems bemüht und hierfür geeignete Geräte entwickelt.

Es ist der Zweck dieser Ausführungen, ein System darzulegen, welches sich die Radartechnik zunutze macht, nämlich jenes des Ground Controlled Approach (GCA). Diese Bezeichnung ist sehr treffend, denn sie sagt aus, dass die Annäherung des Flugzeuges vom Boden aus, im speziellen vom Flugplatz aus geleitet wird. Um dies zu ermöglichen, werden die Positionen der Flugzeuge, welche sich innerhalb des Kontrollraumes eines Lufthafens befinden, laufend durch Radargeräte vermessen. Die Durchgabe von Meldungen und im besonderen die Kurs- und Höhenkorrekturen zum Zwecke einer einwandfreien Landung erfolgen mittels Funkgeräten. Dieses Radarsystem wird bei einem regen Flugbetrieb für eine reibungslose und rasche Abwicklung des Luftverkehrs im Bereiche eines Flughafens eingesetzt. Im weiteren besagt das Wort «Annäherung», dass bei schlechtem Wetter stets noch eine gewisse minimale Sicht vorhanden sein muss. Diese beträgt nach den heute bestehenden ICAO-Empfehlungen 400 m horizontal. Der Pilot wird somit bis zu 400 m an den Aufsetzpunkt herangeführt und vollzieht die Endphase der Landung selbständig

anhand der optischen Sicht. Selbstverständlich können ihm während dieses Vorganges die vorhandenen Lichtschneisen und übrigen Markierungen von Nutzen sein.

Die ersten GCA-Geräte wurden für militärische Zwecke gebaut und gelangten in den Jahren 1944/45 auf vielen alliierten Flugplätzen zum Einsatz. Mit Hilfe dieser Geräte wurden Landungen beliebiger Flugzeuge durchgeführt, unter sehr ungünstigen Bedingungen von Boden- und Horizontalsicht.

2. Die Arbeitsweise einer GCA-Anlage

Der Kontrollraum eines Flughafens erstreckt sich bis auf eine Distanz von minimal 50 km und bis zu Höhen von mindestens 2400 m über Boden. Um diesen Luftraum zu beherrschen, werden meistens zwei Radargeräte, nämlich ein Überwachungs- und ein Präzisionslandegerät eingesetzt. Dem Überwachungsgerät fällt hierbei die Aufgabe zu, die Flugzeuge in der Fernzone des Kontrollraumes zu erfassen. Sobald der Radarbeobachter ein neues Objekt festgestellt hat, nimmt er mit diesem Funkverbindung auf, um es zu identifizieren. Wenn sich auf dem Bildschirm gleichzeitig mehrere unbekannte Objekte vorfinden, so wird beispielsweise aus der Anzeige des automatischen Peilers geschlossen, welches Radarzeichen zu einem bestimmten antwortenden Flugzeug gehört. Im Falle mehrerer Maschinen müssen den später eintreffenden unter Umständen Warteräume zugeteilt werden, welche in der Höhe gestaffelt sind. Man sucht dies zwar nach Möglichkeit zu vermeiden durch Anordnen