

Zeitschrift: ASMZ : Sicherheit Schweiz : Allgemeine schweizerische Militärzeitschrift
Herausgeber: Schweizerische Offiziersgesellschaft
Band: 120 (1954)
Heft: 4-5

Artikel: Die Elektronik in der Flugwaffe
Autor: Bolliger, Kurt
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-25181>

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: 17.04.2026

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

Immerhin scheint uns für unsere besonderen Verhältnisse eine weitere Steigerung des Ausbildungsstandes durch eine gewisse *Spezialisierung* der Ausbildung notwendig, um auf diesem Wege die technisch gegebenen Möglichkeiten der heutigen Flugzeuge und ihrer vielseitigen Bewaffnung tatsächlich ausschöpfen zu können und um damit ein angemessenes Verhältnis von Kampferfolg zu Aufwand sicherzustellen. Schließlich gründet aber auch auf der Gewißheit hochstehenden Könnens jenes hohe Maß an berechtigtem Vertrauen und Selbstvertrauen, das für die erfolgreiche Kampfführung des an Zahl Unterlegenen geistig grundlegend ist.

Die Elektronik in der Luftwaffe

Von Hptm. i. Gst. Bolliger

Die amerikanische Übermittlungstruppe kennt neben ihrer offiziellen Devise «Gets the message through» eine offiziöse, die in freier Übersetzung etwa lautet: «Es gehört zu den Aufgaben des Kongresses, einen General zu ernennen; es ist aber Aufgabe der Übermittlungstruppe, aus diesem General einen *Führer* zu machen.» Waffenstolz oder Eigendünkel – für die Übermittlungstruppe einer taktischen Luftwaffe ist dieser Slogan gar nicht so abwegig. Einsatzleiter, Verbandsführer, Patrouillenflieger, am Boden, in der Luft: Am Anfang steht überall die elektronische Aufklärung, die hochfrequente Verbindung, die technische Navigationshilfe. Clostermann¹ beschreibt deren Ausfall aus eigenem Erleben: «... Jetzt heißt es nur noch: Jeder für sich und Gott für alle! Die Stimme der Bodenleitstelle tönt so weit weg im Funk, daß man sie nicht mehr verstehen kann. Ohne sie, ihre Unterstützung und ihre Ratschläge sind wir abgeschnitten von den Unseren, ganz auf uns gestellt, alleine, entblößt und entwaffnet.» Übermittlungs- und Radartruppe könnten sich gewiß ob solcher Zeugnisse freuen, ist doch das Rendement jeder elektronischen Führungshilfe weitgehend Funktion des Vertrauens, das der Flieger in sie setzt. Daß Funker und Funkmeßmann oft mehr Besorgnis als Freude empfinden, liegt an ihrem Wissen um Gebrechlichkeit und Schwächen ihrer Waffen, aber auch um deren Unentbehrlichkeit im heutigen Maschinenkriege. Besitzt die Führungstruppe des Heeres Aushilfen und Ausweichmöglichkeiten in ihren Läufern, Fahrern und Kabeln, so bleibt der Übermittlungstruppe der Luftwaffe nur die resignierte Feststellung, «daß wenn der Draht *nach* dem Funk erfunden

¹ Die große Arena.

worden wäre, man ihn zweifellos als großen technischen Fortschritt begrüßt hätte.» (Ferrié)

Malaise um Avionics

Avionics steht in der amerikanischen Armee für «Aviation Electronics», als eine dem Begriff Radar ebenbürtige Kurzform mit Schlagwortcharakter. Die Geschichte der Elektronik zeigt in beiden Weltkriegen sehr verwandte Züge. Lediglich die Promotoren waren verschieden: Die Marine 1914–18, die Luftwaffe seit 1939. Mitte des Ersten Weltkrieges überstürzte sich die Entwicklung des Nachrichtengerätes mit der Erfindung der Elektronenröhre. Bevor die Betriebssicherheit auch nur einen einigermaßen befriedigenden Stand erreicht hatte, begann unter dem Druck der Verhältnisse ein umfangreicher Ausstoß von röhrenbestückten Apparaten.

Bald erkannte jede Marine die mathematische Relation zwischen Kaliber der Geschütze eines Schiffes und Zahl der nach dem Abfeuern einer Salve selbständig gewordenen Einzelteile an Bord befindlicher Funkgeräte. Es brauchte Jahre, bis die Stabilisierung der Verhältnisse eine befriedigende Betriebssicherheit des neuen Materials im Felde oder auf hoher See gewährleistete. In den dreißiger Jahren schien man diesem Ziel recht nahe, als der Beginn des Weltkrieges II die Neuaufgabe derselben Evolution bewirkte: mit der Einführung der im Sammelbegriff Radar zusammengefaßten Rückstrahltechnik, der Erschließung hoher und höchster Frequenzbänder setzte wiederum, kaum daß die Forscher ihre Erkenntnisse niederzulegen vermochten, eine Fertigung in nie gekanntem Umfange ein. Radar konnte überall so unersetzliche Dienste leisten und in Angriff und Abwehr überraschende neue Aspekte der Kriegführung erschließen, daß Erstlingsgeräte meistens nur auf Grund der im Labor gezeigten Leistungen in Fabrikation gingen. Einsatzmäßige Überlegungen, wie Betriebssicherheit, Einfachheit in der Bedienung, Anforderungen an Unterhalts- und Reparaturpersonal, spielten meist eine nur sehr sekundäre Rolle. Mehr Leistung, mehr Reichweite, mehr Empfindlichkeit, mehr Trennschärfe, mehr «Möglichkeiten», weniger Volumen, weniger Gewicht: in allen Armeen, die russische vielleicht ausgenommen, siegten diese Forderungen über die einzelnen Rufe nach Zuverlässigkeit und einfachstem Aufbau. Auch die Nachkriegszeit brachte hier nur eine teilweise Abhilfe. Schon die Berliner Blockade und erst recht die Koreanische Intervention sorgten wieder für die Wiederkehr der früheren Verhältnisse. Heute haben aber nicht nur Milizarmeen Mühe, genügend Spezialisten aufzutreiben und sie in kurzer Zeit ausreichend mit komplexem Gerät vertraut zu machen. Der amerikanische Unterstaatssekretär Floberg sagte darüber kürzlich: «Hoffentlich

haben wir nicht derart komplizierte Geräte gebaut, daß wir damit zu unserem eigenen Verderben beitragen. Wir werden langsam aber sicher so abhängig von den automatischen Elektronen-Gehirnen für die Führung des modernen Krieges, daß ihr Versagen im Kampf sehr wohl über Sieg oder Untergang entscheiden könnte.»

Einer seiner Mitarbeiter, Capt. F.R. Furth, sah kürzlich das Problem noch deutlicher: «Elektronische Apparaturen lösen viele Aufgaben besser, schneller und genauer als dies ein Mann zu tun vermöchte, aber nur, wenn sie mit ihrer normalen Leistungsfähigkeit arbeiten. Die meisten der heutigen Geräte sind jedoch so kompliziert in Unterhalt und Bedienung, daß sie in den Händen durchschnittlichen Personals selten oder nie auf oder auch nur in der Nähe maximaler Leistungsfähigkeit gehalten werden können. Allzuoft fallen sie ganz aus. Wir gleichen dem Schöpfer Frankensteins: Unser elektronisches Kriegsmaterial kann in den Händen einer nur durchschnittlichen Truppe durch seine Unzuverlässigkeit über unser Verderben entscheiden. Die Lage ist heute so kritisch, daß wir einen ansehnlichen Teil unseres technischen Potentials daran hindern müssen, neue Wunder zu ersinnen. Es gilt vielmehr, mit diesen Kräften bestehende Ausrüstung *betriebsicher* zu gestalten. Unsere fechtende Truppe muß Material erhalten, das *dauernd zuverlässig* arbeitet. . . »

Hier scheiden sich die Geister: für den Konstrukteur und die Beschaffungsstelle gibt es «normale» Ausfälle, über die sich niemand aufhalten darf. Für die Flugzeugbesatzung und für den Taktiker kann jeder dieser «normalen» Ausfälle katastrophal sein. Das klassische Beispiel hierfür ist der Fall jenes elektronischen automatischen Piloten der ersten «Constellations». Auch bei ihm gab es für die Konstrukteure «normale» Röhrendefekte; sie hatten für die Insassen nur den entscheidenden Nachteil, daß sich das Flugzeug dabei sofort auf den Rücken zu legen pflegte und abstürzte. Es gibt in «Avionics» Maßeinheiten für Gewichte, Volumen, Senderleistungen und Empfängerempfindlichkeiten. Leider kennt man keine für Zuverlässigkeit und Sicherheit.

In der Julinummer 1951 von «Combat Forces» berichtet Major Dolan von den Verbindungsproblemen der direkten Flieger-Unterstützung in Korea. Er schreibt das öftere Funktionieren der bei den Flieger-Leitposten der Erdtruppe vorhandenen SCR-522 zu gleichen Teilen der Geschicklichkeit der Funkmechaniker und göttlicher Gnade zu und erhebt den Ruf: «Gebt uns einfaches und betriebssicheres Gerät!» Zum selben Schluß gelangt Col. Jarrett in der März/April-Ausgabe 1953 von «Ordnance» in seinem Vergleich über amerikanische und russische Waffen und Geräte: «Was wir konstruieren ist immer «Pullman-Komfort»; unser Gegner begnügt sich mit

«Güterwagen-Standard». Irgendwo dazwischen liegt die richtige Lösung; etwa bei der «Personenwagen-Klasse».

In diesem Sinne überprüft man in den USA nun jedes Gerät. So berichtet die Elektronik-Versuchsorganisation der US-Luftwaffe (Rome Air Development Center) den typischen Fall eines Flugwegrechners, für den der Hersteller 125 Röhren aufgewendet hatte. Die Ingenieure des RADC reduzierten diese Zahl bei einer Neukonstruktion zuhanden des ungläubigen Produzenten auf 15! Bei einer bestimmten Sendertype konnten 35 Röhren, 60 Relais und 80 Schalter eliminiert, die Totalzeit «normaler» Störungen damit um schätzungsweise 80 % vermindert werden. Die Zahl der Bedienungsknöpfe eines Suchradars wurde von 22 auf 10 reduziert, der Gestehungspreis auf 60 % herabgesetzt.

Gewiß sind diese Sorgen außerhalb der taktischen Luftwaffe noch größer. Ein Bomberverband von 30 Flugzeugen, der 15 Stunden unterwegs ist, kommt mit seinen total 60 000 Röhren in diesem einen Einsatz auf annähernd eine Million Röhren-Brennstunden. Setzen wir für eine Röhre im Durchschnitt aller Typen 1000 Brennstunden, was für hochbeanspruchte Flugzeuge eher zu viel sein dürfte, so errechnen wir eine erschreckend große Zahl «normaler» Störungen. Das Strategic Air Command meldete Ende 1950, daß rund die Hälfte aller mißglückten Übungseinsätze, inklusive Unfälle, auf Röhrendefekte in Bordgeräten zurückzuführen waren.

Aber auch wenn wir die Röhrenzahl pro modernem Flugzeug der taktischen Luftwaffe optimistisch auf 100 begrenzen, kommen wir bei 500 Maschinen auf hohe «normale» Ausfallstundenzahlen. Dabei haben wir nur die eine Seite der Leitung betrachtet. Am andern Ende liegt die Navigationshilfe oder Bodenleitstelle, für die analoge Betrachtungen am Platze sind.

Kein Wunder deshalb, wenn die Leute mit dem Blitz ihre Hoffnungen auf kommende Transistoren und magnetische Verstärker setzen.

Es liegt uns ferne, Zweckpessimismus zu betreiben. Es scheint uns aber richtig, in dieser Sondernummer die Stimme der Übermittlung und Funkmessung mit den folgenden Betrachtungen nicht als balzender Auerhahn um Flieger und Taktiker zu erheben, sondern unser brennendstes Problem gleich zu Anfang in aller Klarheit darzulegen.

Bordfunkgerät

Auf dem Gebiet der Bordfunkausrüstung geht die Tendenz in Richtung immer größerer Zahlen vorabgestimmter oder im Fluge wähl- und abstimmbarer Kanäle. Zwangsläufig ist damit ein Exodus nach höheren Frequenzgebieten verbunden, wo der nötige Platz – vorläufig noch – verfügbar ist. Gleichzeitig wird durch geeignete Schaltungen nach Mitteln und

Wegen gesucht, das Rohstoff- und Nachschubproblem der Kristallausrüstungen zu vereinfachen. Wenn man weiß, daß die US-Luftwaffe im letzten Krieg für total 274 000 SCR-522 (4-Kanalgeräte) insgesamt 14 Millionen Quarze beschaffen mußte, begreift man die Tragweite dieser Entwicklung besser. Eine kleine Aufstellung veranschaulicht als Beispiel die Evolution für die amerikanische Luftwaffe:

Jahr	Gerätetype	Zahl der vorabgestimmten (oder im Flug abstimmbaren) Kanäle	Zahl der Kristalle	Abstimmungsart	Frequenzband	Geräte-Gewicht kg
1940	SCR-522	4	8	durch Fk.Mech. mit Spezialinstrumenten	100-156 MHz	50
1943	AN/ARC-1	10 (9 Hauptkanäle + 1 ständiger Horchkanal)	20	durch Fk.Mech. mit Spezialinstrumenten	100-156 MHz	?
1944	AN/ARC-3	8	16	automatische Abstimmung nach Einstecken der Kristalle	100-156 MHz	35
1947	AN/ARC-19	1750	23	alle Kanäle mit Stufenschaltern wählbar	225-400 MHz	39
1947	AN/ARC-31	1750/1750	Doppelausrüstung AN/ARC-19 für Relaisflugzeuge			

Die Vergrößerung der verfügbaren Kanalzahlen verkleinert die Summe der technischen Servituten, die sich einem bestimmten taktischen Einsatze entgegenstellen. Sie verbessert also die Flexibilität der generellen Organisation einer Luftwaffe, entlastet die einzelnen taktischen Kanäle und steigert die Sicherheit und Universalität der technischen Verbindungen für Navigations- und Flugsicherungszwecke.

Mehr und mehr geht man dazu über, entweder jedes Flugzeug mit zwei unabhängigen, gleichartigen Funkgeräten auszurüsten oder dem Standard-Gerät ein Notgerät mit eigener Speisung für *eine* feste Frequenz beizugeben. Ähnliches galt für mehrmotorige alliierte Flugzeuge ja schon im letzten Weltkrieg in Form der allgemeinen «Darky»-Welle.

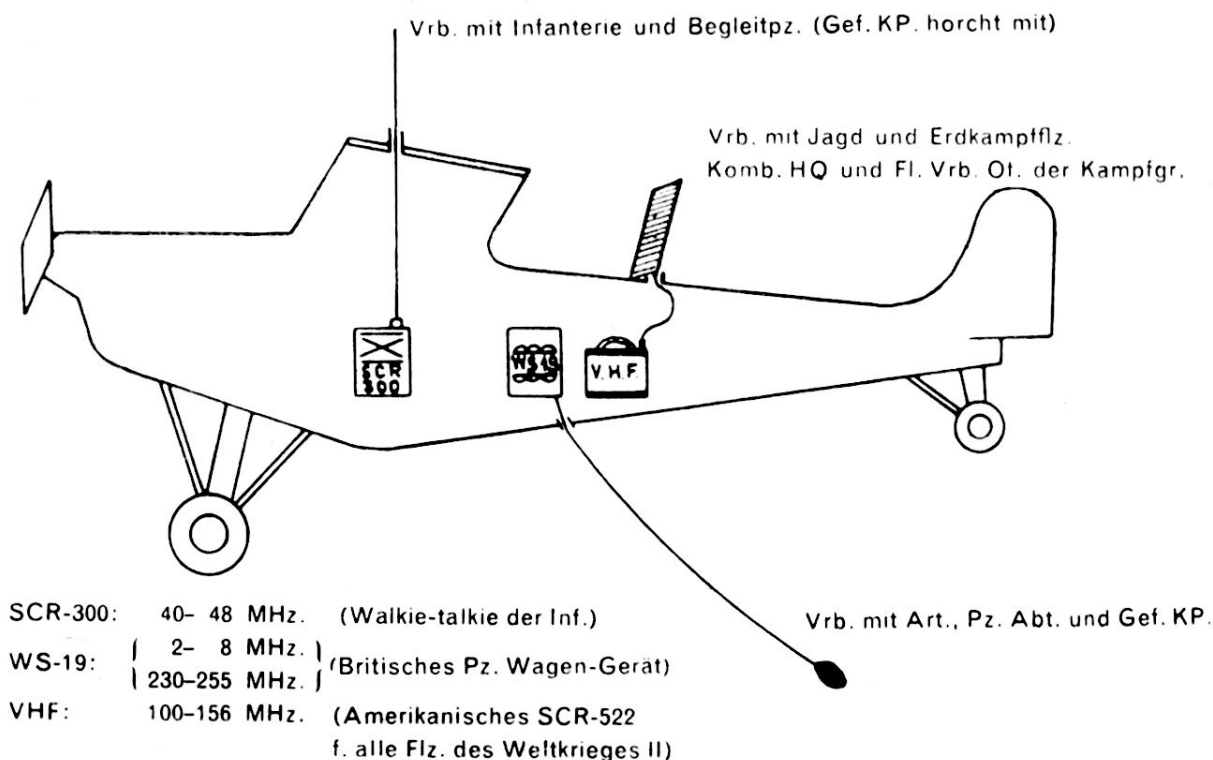
Übermittlungsprobleme der direkten Unterstützung

Wenn fast jede Luftwaffe richtigerweise auf eigenen Frequenzbändern arbeitet, um nicht vom taktischen Funkverkehr der Erdtruppen gestört zu werden, so stellt sich damit das Problem der technischen Verbindung im

Falle direkter Zusammenarbeit. Die einfachste Lösung liegt im Abstellen von genügend Verbindungstrupps mit Luftwaffengerät bei der Erdtruppe. Die Erscheinungsform dieses Materials variiert dabei je nach Truppengattung und taktischer Stufe zwischen tragbarem Modell mit nachschubfreier Speisung, Jeep-Station, Kommando-Fahrzeug oder Panzerwagen-Einbaugerät. Die vorhandenen *Mittel* entscheiden in der Regel über die hierarchische Zuteilung: Verbindungstrupps beim Heereseinheitsstabe hier, bei der Regiments-Kampfgruppe oder gar beim Bataillon dort. Wer der Heereseinheit nur *einen* Trupp zuteilen kann, riskiert, bei größeren Frontbreiten oder in Krisenlagen damit nicht rechtzeitig zur Orchestrierung kombinierter Aktionen am Schwerpunkt einzutreffen. Bei entscheidenden Aktionen des Weltkrieges II ging die Dotierung mit Fliegerverbindungsorganen im allgemeinen sehr weit hinunter. So war z. B. für den Durchbruch der 1. US-Armee bei Saint-Lô jedem Pz.Bat. ein SCR-522 der 9. TAF beigegeben worden, nachdem die frühere Organisation mit Verbindungsorganen auf Stufe Heereseinheit nicht befriedigt hatte. Mehr als 400 Fliegereinsätze zugunsten der Panzer-Kolonnen konnten auf diese Weise in den ersten 6 Tagen nach Angriffsbeginn koordiniert werden.

Organisatorisch finden sich verschiedene Lösungen: Engländer und Amerikaner scheiden aus der Übermittlungstruppe eigene Flugfunk-Kp. aus (bei den Amerikanern: Signal Air Ground Liaison Company, bei den

Fig. 1. Funk-Betriebsausrüstung einer Mo-500 für Kampffeld-Aufklärung (Indochina)



Engländern: Army Signal Supports Unit = ASSU). Andere Armeen detachieren mit dem Luftwaffenpersonal auch Luftwaffen-Übermittlungs-Material zur Erdtruppe. Die letztere Lösung bietet für kleine Luftstreitkräfte und räumlich begrenzte Verhältnisse mannigfache Vorteile. Direkte technische Verbindungen zwischen Flugzeugen und Erdtruppe auf den Bändern der Panzer, Artillerie oder Infanterie sind heute meist nur noch für Spezialzwecke (Art.Beobachtung, Aufklärung, Relaisaufgaben usw.) üblich. Sie können auf Kriegsschauplätzen speziellen Charakters (Gebirge, Urwald, amphibische Operationen) allerdings zur Regel werden. Fig. 1 zeigt eine französische, in Indochina bewährte Gerätekombination solcher Spezialflugzeuge. Ähnliche Lösungen verwenden teilweise auch die in Korea als «Einweiser» eingesetzten Leichtflugzeuge L 5 und die Moskitos T 6.

Kommando-Netze

Die *Bodenverbindungen* der taktischen Luftwaffe unterscheiden sich im Grundsätzlichen nicht wesentlich von denjenigen der Armee. Auch dort, wo zur Erleichterung und Vertiefung der Zusammenarbeit die Kommandostellen gleicher Stufe örtlich zusammengefaßt werden und kombinierte Stäbe bilden, behält praktisch in allen Armeen jeder Teil seine eigene Übermittlungs-Organisation, zumindestens was deren Zentren anbetrifft. Wo die Luftwaffe eine eigene Verbindungstruppe besitzt (zum Beispiel Deutschland bis 1945) erhält sie in der Regel Priorität in der Ausschöpfung landeseigener Ressourcen, was auch zutrifft, wenn die Netze ganz durch zivile Organisationen bereitgestellt werden müssen (zum Beispiel Englisches Mutterland). Wo Erstellung und Betrieb der Luftwaffen-Fernverbindungen Sache des Heeres sind (USA), werden in der Regel die Standorte der Fliegerleitzentrale mit ihrer Funkmeßorganisation und diejenigen der verbindungsmäßigen Schwerpunkte der Armee aufeinander abgestimmt. Auch in diesen Fällen sind die der taktischen Luftwaffe zustehenden Kreise ausgeschieden und als solche bezeichnet. Ein gutes Beispiel für diese Grundsätze findet sich in den Verbindungen der 3. US-Army im April 1945. Wie aus Fig. 2 und 3 ersichtlich, war es der Armee während jenen raschen Bewegungen nur noch möglich, in ihrer allgemeinen Vormarschachse 4 geträgerte Feldfernkabel auszulegen, dazu je eines zu den Flügel-Korps. Von den 4 Kabeln der Armee-Meldeachse wurden deren 2 dem im Schwerpunkt der Richtstrahl- und Drahtorganisation gelegenen kombinierten Stab der taktischen Luftwaffe zugeteilt.

Die Boden-Funkverbindungen der Luftwaffe dürfen mit Rücksicht auf das Tempo der Entwicklungen in der Regel nicht so schematisch-

hierarchisch artikuliert sein wie beim Heere. Die Kommando-Ordnung wahrt man meistens durch Mithör- und Einsprachemöglichkeit der bei Rundsprüchen und Direktrufen umgangenen dazwischenliegenden Kommandostellen. Dies bedingt Dotationen mit starkem Gerät, stabile Sender und sorgfältige Anpassung an die jeweiligen Ausbreitungsbedingungen. Tatsächlich zeigt ein Blick auf Fig. 2, daß in der skizzierten Phase Lage-rundsprüche und wichtige Aufklärungsmeldungen immerhin über eine Tiefe von zirka 150 km mitgehört werden mußten. Im Gebirgsgelände Koreas zum Beispiel verfügt jeder der 4 Fl.Vrb.-Of. der Inf.Division (1 beim Stab, 3 bei den Rgt.) für seine Bodenverbindungen über eine SCR-399 (400 Watt)!

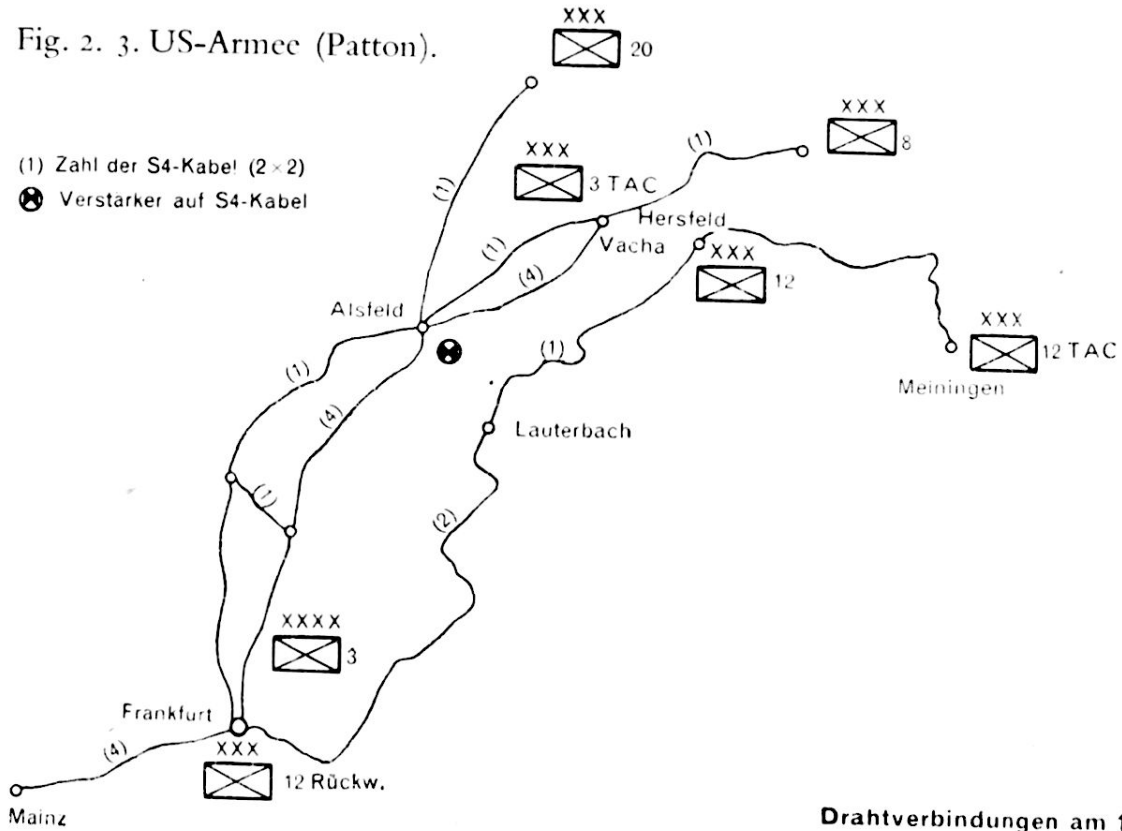
Allgemein hat das Übermittlungsmaterial der taktischen Luftwaffe zahlen- und gattungsmäßig von der Überlegung auszugehen, daß es sehr schwer hält, Normen für Distanzen und Verkehrsdichten aufzustellen, wie dies bei der Erdtruppe für Truppenkörper und Heereseinheiten bis zu einem gewissen Grade möglich ist. Gerade deshalb sind «Puzzle»-Geräte rascher Integrationsmöglichkeit, also Richtstrahlmaterial, für gewisse Netze der taktischen Luftwaffe besonders geeignet. Für Sonderaufgaben findet sich in den meisten Luftwaffen Gerät zur Übermittlung stehender, neuerdings auch bewegter Bilder, so namentlich im Wetterdienst und in der Aufklärung. Daraus zieht zum Beispiel die amerikanische Armee die letzte Konsequenz, indem sie auch Aufnahme, Übertragung und Wiedergabe von Bildern und Bildfolgen für irgendwelche Zwecke zur Nachrichtenübermittlung rechnet und die Photographie und ihre Grenzgebiete dem Signal-Corps unterstellt.

Navigationshilfen der taktischen Luftwaffe

Zwei Extremlösungen begrenzen die möglichen Konzeptionen der elektronischen Navigationshilfen. Die eine – nennen wir sie System 1 – füllt das Flugzeug mit Funk- und Radargerät und entlastet den Piloten nach Möglichkeit durch einen Navigator. Die andere – System 2 – verlegt Suchradar, Höhenfinder, Peiler, Distanzmeßgerät und Landehilfe auf den Boden und beläßt im Flugzeug nur ein – aus Sicherheitsgründen meist verdoppeltes – Sprechfunkgerät für den befehlsempfangenden Piloten. Es scheint, daß Lösung Nr. 2 in letzter Zeit langsam Oberwasser gewinnt, nicht zuletzt dank des Beifalles der Flugzeugkonstrukteure, deren Kalkulationen unter dem früheren Regime der Lösung Nr. 1 mit jedem zusätzlichen Geräte-Einbau oder Antennen-Aufbau neue Abstriche erlitten. System Nr. 2 bedingt Piloten mit bewundernswerten Gedächtnissen und Funkgeräte mit großen Kanalzahlen. Das letztere ist heutzutage kein Problem

Fig. 2. 3. US-Armee (Patton).

- (1) Zahl der S4-Kabel (2x2)
- ⊗ Verstärker auf S4-Kabel



Drahtverbindungen am 10.4.45

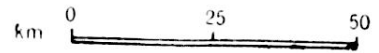


Fig. 3.

3. US-Armee (Patton)

- Vrb der Armee
- - - Vrb der Korps

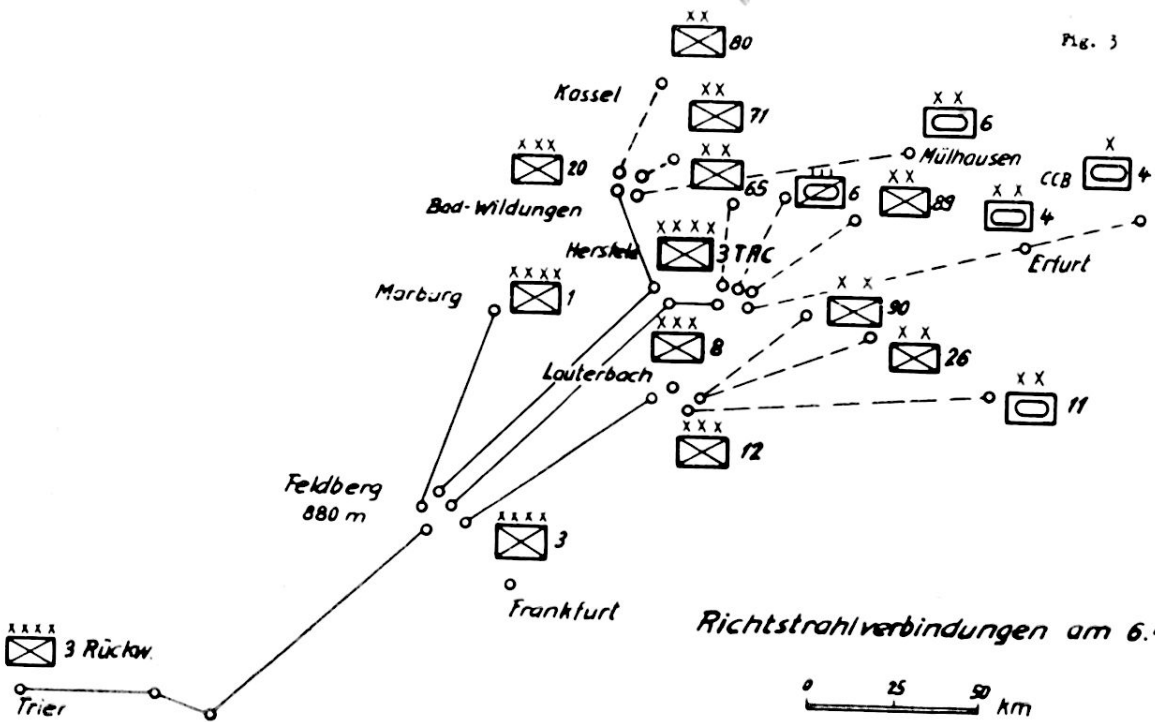
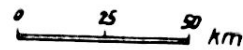


Fig. 3

Richtstrahlverbindungen am 6.4.45



mehr; den Piloten jedoch mit der Speicherung von Befehlen und Aufgaben zu belasten, wird immer problematisch bleiben. Die *Fernanzeige*, von den Franzosen treffender «*téléaffichage*» genannt, bietet hier Auswege, sofern man sich hütet, darüber unversehens wieder zur Lösung 1 zu gelangen. Taktische Luftwaffen mit territorialem Charakter, so die unsere, haben die Möglichkeit, die Infrastruktur zu System 2 so auszubauen, daß das Vertrauen der Besatzungen in ihre Navigationshilfe, die unerläßliche Voraussetzung zum Beispiel bei radargeführten Begegnungsgefechten – wenn wir damit den klassischen Begriff «*Interception*» umschreiben können – entsteht und sich laufend vertieft.

System 2 stellt uns damit vor das Problem, das Flugzeug sicher und jederzeit vom Boden aus zu hören und zu sehen.

Das *Hören* und *Gehört-werden* wird in erster Linie durch relative Höhen von Bodenstation und Flugzeug, Topographie und Arbeitsdistanz entschieden; bei den heute verwendeten Wellenlängen spielen Senderleistungen eine eher sekundäre Rolle. In gebirgigen Gegenden wird man gezwungen sein, den Flugwegevolutionen folgende Umschaltungen auf die jeweils günstigst gelegene Bodenstation vorzunehmen. Man gelangt auf diese Weise zu einem verhältnismäßig komplizierten Relaisystem, verfügt aber andererseits meist über sehr gute, hochgelegene Gerätestandorte mit entsprechenden Aktionsradien. In Sonderfällen werden in ebenem und gebirgigem Gelände Relaisflugzeuge in Bereitschaft gehalten werden müssen. Das Problem des «*Sehens*» stellt sich anfänglich für Freund und Feind gleich. Wer seinen Horizont vergrößern will, benützt für sein Funkmeßgerät Türme (CH und CHL-Ketten der Engländer 1939) oder Berge. Die Radargleichung enthält, neben Senderleistung, Empfängerempfindlichkeit, Antennendaten und Wellenlänge auch die *Zielgröße*. Wer ein zweimotoriges Flugzeug auf 100 km verfolgen will, wird sich für einen Strahljäger mit etwa 40 km begnügen müssen. Handelt es sich um einen Feind, so liegt er eben außerhalb der Grenzen der im hypothetischen Fall möglichen Aufklärung. Wesentlich schlimmer ist aber, wenn ein eigenes Flugzeug von außerhalb dieser Distanz zurückgeführt werden muß, weil ihm keine andere Ortung möglich ist.

Ähnlich liegt das Problem bei der Radarlandehilfe, etwa in der Art einer 3 cm-GCA-Anlage, deren Bedienung die Piloten «herunterspricht». Was tun, wenn das kleine Ziel hinter einer Regenböe am Schirm verschwindet? Verschiedene Luftwaffen versuchen heute, das Problem des «*Sehens*» für Lösung 2 so zu meistern, daß im Bedarfsfalle am Flugzeug abgestimmte Reflektoren ausgefahren werden. Dadurch soll ein «F-86 (Jagdflugzeug) anzeigemäßig zum B-29 (Bomber) avancieren», wie die Amerikaner melden.

Wer Lösung 2 wählt, muß sich mit dem Problem des *rechtzeitigen* und *dauernden* Sehens und Hörens sehr eingehend und sorgfältig befassen. 5 Minuten Verzug oder Wartezeit in geringer Höhe vor der Landung bedeuten bei heutigen Düsenflugzeugen 15 Minuten weniger im Einsatzraum.

Standzeichen, geringe Zielflächen, auf höchsten Frequenzen auch ungünstige Wetterlagen machen das elektronische Sehen eigener Flugzeuge der taktischen Luftwaffe mitunter recht schwierig. Sie wird sich deshalb nach Navigationshilfen umsehen und unter den phantasievollen Namen der zahlreichen Schöpfungen des Weltkrieges II diejenigen wählen, die dem Gedanken des Systems 2 am nächsten kommen. Hier treffen wir vorab die *Fremdpeilung* in Form der Standlinie oder des Schnittes, ein klassisches Verfahren in neuem Gewand, d. h. auf hohen statt tiefen Frequenzen. Überlastung der Peilkanäle für Anforderung und Antwort sucht man personell durch gute Funkdisziplin, materiell durch Automatisierung der Richtungsbestimmung (siehe Fig. 4) zu vermeiden. Die kriegsmäßige Sicherheit solcher Peilnetze bleibt allerdings solange bis zu einem gewissen Grade fiktiv, als ihre Zusammenschaltung nur über konventionelle Telefonleitungen erfolgt, wobei mit Rücksicht auf die notwendige Basis ansehn-

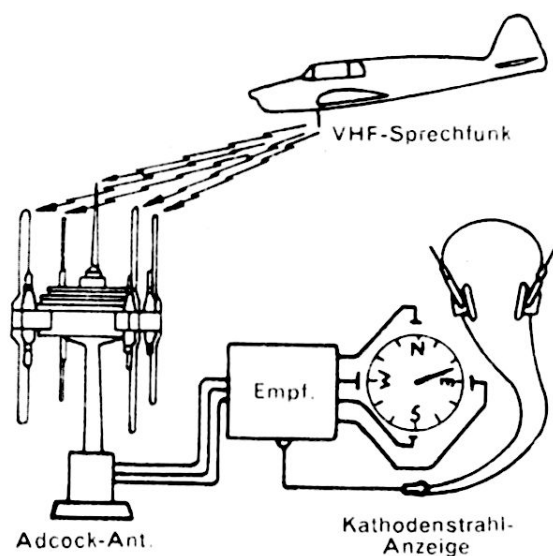


Fig. 4. Automatischer VHF-Peiler

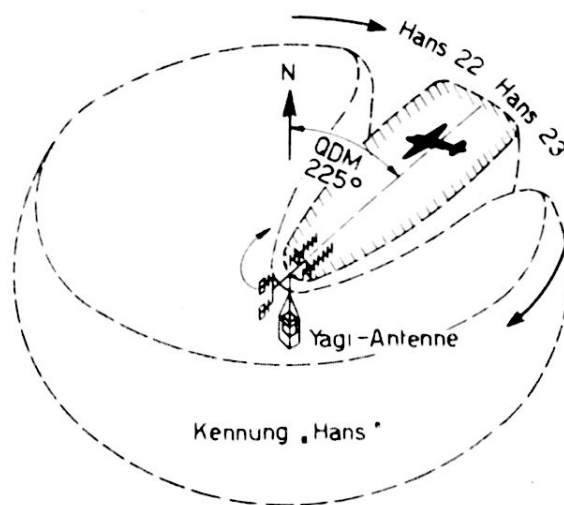


Fig. 5. VHF-Sprech-Drehbake

liche Längen zustande kommen. Austausch der ermittelten Standlinien per Funk führt zum sofortigen Verrat der Gruppierung. Richtverbindungen dürften deshalb auch hier unerläßliche Voraussetzung sein. Hauptschwäche des Verfahrens ist aber seine mangelnde Diskretion.

Sprechfunk-Drehbaken (Fig. 5) erfreuen sich einer gewissen Beliebtheit, besonders für Zielflüge. Sie erfüllen in jeder Hinsicht die Anforderungen

an System 2, sind auf arbiträren Kanälen des normalen Bordfunkgerätes abhörbar und von beliebig vielen Maschinen zu benützen. Ihre Reichweite entspricht praktisch derjenigen des verwendeten Telefoniesenders unter Einbezug des Richtgewinnes der Antenne. Gelingt dem Feind ihre Ortung und werden die Kennungen zu wenig häufig gewechselt, so bilden sie unter Umständen eine recht zweischneidige Waffe: der Gegner wird sich ihrer für seine eigenen Aktionen bedienen. Er kann ferner auf seinem Gebiet Funkfeuer entsprechender Kennung und Frequenz betreiben und damit zumindestens Verwirrung, wahrscheinlich aber Verluste hervorrufen. Entsprechende Erfolge sind aus dem Weltkrieg II für Rundfunksender, Funkfeuer und Baken bekannt und werden zum Beispiel von Churchill kommentiert. Aus den Kämpfen in Korea berichtet «Aviation Week»¹⁾ über die Inbetriebnahme von Funkfeuern und Baken an Berghängen durch die Nordisten auf Air-Force-Frequenzen und mit jeweils gültigen Kennungen südkoreanischer Flugplätze. Unerfahrene Piloten sollen auf solchen Leitstrahlen nicht wie erwartet an die heimatliche Piste, sondern in nordkoreanische Felswände geführt worden sein.

Wer Lösung 1 wählt oder vielmehr wählen kann, dem stehen viele Möglichkeiten offen. Eigenpeiler, Hyperbelverfahren, Baken- und Marker-Empfänger, Bordradargeräte – ihre namentliche Bestimmung ist eine Frage der erwünschten Genauigkeit, des Aufwandes, des verfügbaren Raumes und zulässigen Gewichtes im Flugzeuge.

Hyperbelketten sind in erster Linie unter dem Gesichtspunkt genügender Sicherheit (im Sinne von Störfestigkeit) zu würdigen. Systeme auf hohen Frequenzen, wie etwa das GEE des letzten Krieges, sind gegenüber atmosphärischen Einflüssen immun und dank ihrer Impulstastungen auch nicht einfach zu stören. In gebirgigem Gelände ist ihre Verwendbarkeit für eine taktische Luftwaffe recht problematisch. Anlagen auf Mittel- und Langwellen, wie etwa «DECCA» (Fig. 6), eignen sich in dieser Hinsicht besser. Mindestens entsprechend größer sind aber auch die Störgefahren bei durchlaufenden Trägern und niederen Betriebsfrequenzen, ganz abgesehen von den luftelektrischen Einflüssen, z. B. zur Sommerszeit im Alpengebiet. Seit dem letzten Krieg sind die Verfahren beider Frequenzlagen bedeutend vereinfacht, d. h. der taktischen Luftwaffe zugänglicher gemacht worden. Mußten früher die Hyperbelwerte des GEE mit Hilfe einer Kathodenstrahlröhre abgezählt werden, so lassen sich heute diese Ziffern direkt an einem Zählkasten ablesen. Die «Fliegbarkeit» des DECCA ist durch die Entwicklung eines Flugwegschreibers gewaltig verbessert worden. Volumen und

¹ August 1953, Seite 303.

Gewicht solcher Zusätze sollen angeblich schon heute für Einsitzer tragbar sein. Immerhin erfordert die Infrastruktur von Hyperbelketten einen beträchtlichen Aufwand, die Bordenrichtung ansehnlichen Raum, die Aus-

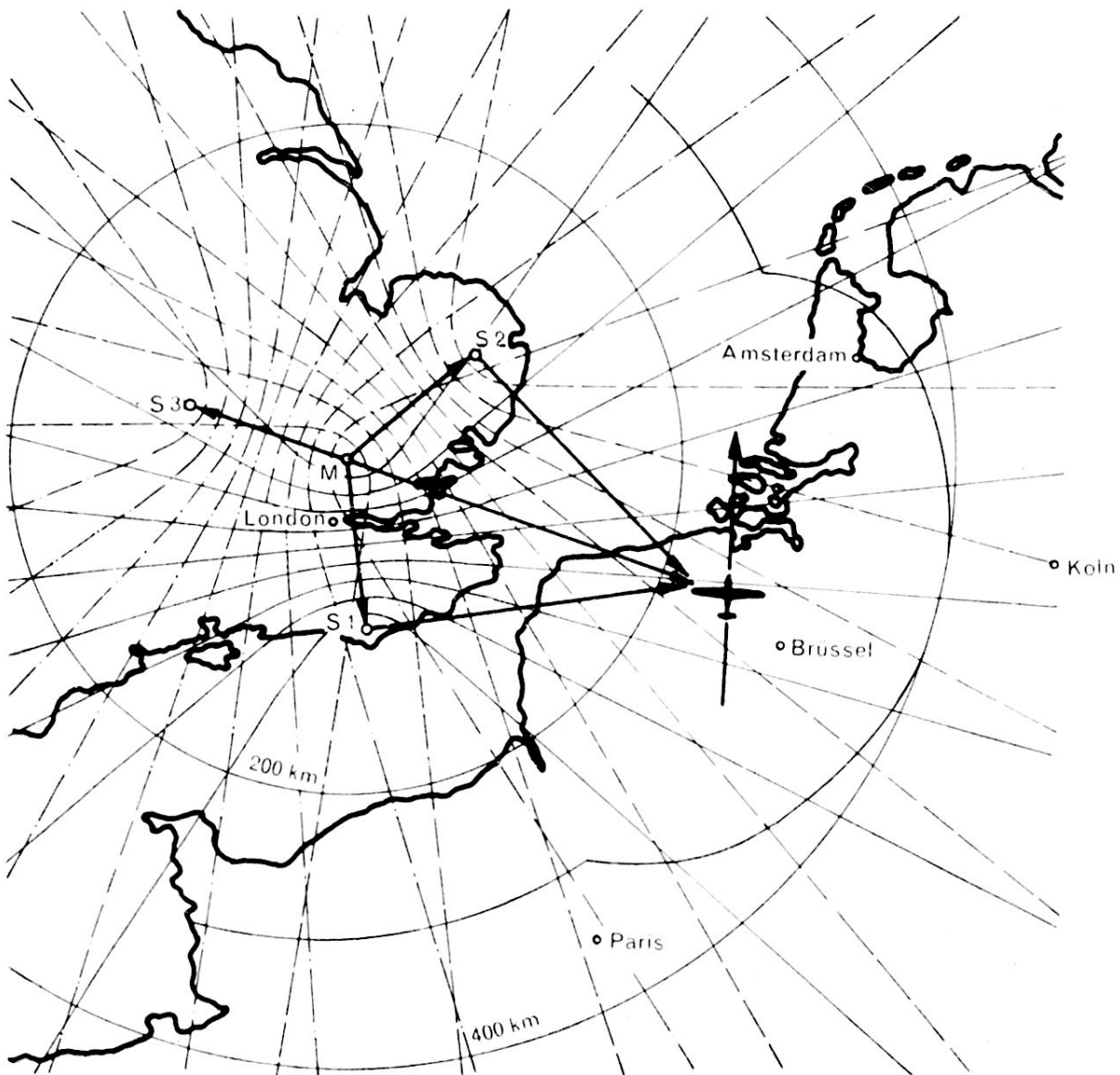


Fig. 6. «DECCA» Hyperbel-Navigationsverfahren: Südenglische Kette

wertung spezielle, bei Flugweschreibern nicht für terrestrische Navigation verwendbare Karten.

Im Rahmen dieser Betrachtungen möchten wir darauf verzichten, näher auf Impulswiederholer/Distanzmeßeinrichtungen wie «DME», eventuell mit Peilmöglichkeit nach Art der «Rebecca/Eureka», einzugehen. Immerhin wird sich jede taktische Luftwaffe mit *einem* Impulswiederholer befassen müssen: dem Problem der *Freund/Feinderkennung*. Mit der fortschreitenden Automatisierung der Feuerauslösung modernster Jäger erweitert und kom-

pliziert sich diese Aufgabenstellung in Richtung der Flugzeug/Flugzeug-Erkennung.

Die *ideale Landehilfe* der taktischen Luftwaffe ist zweifellos das GCA-System, eine aus Übersichts- und Präzisionsteil bestehende Bodenradaranlage, deren Bedienung die Flugzeuge «herunterspricht». Neuerdings werden Geräte gebaut, die die notwendigen Korrekturen automatisch ins Flugzeug übertragen (AGCA). Beiden Systemen als solchen kann eigentlich nur ein einziger Vorwurf gemacht werden: die Luftwaffen-Budgets stark zu belasten.

Für die *direkte* oder *indirekte Unterstützung* der Erdtruppe wird die taktische Luftwaffe unter gewissen Umständen, besonders bei schlechter Sicht und unübersichtlichen Frontverläufen, an Feuerleitgeräte der Flab appellieren müssen. Mit automatischer Verfolgung und sehr genauer Distanzmessung ausgerüstet, bilden diese Radars ideale Hilfsmittel für präzise Maßarbeit, vornehmlich mit Bomben.

Luftwaffe und Funkkrieg

Die Bedeutung des Funkkrieges für Sein oder Nichtsein einer taktischen Luftwaffe im Krieg verschwindet in vielen Ländern gewollterweise hinter spektakuläreren Problemen der militärischen Luftfahrt. Die Aluminiumstreifen, die im letzten Krieg zur Nachtzeit auch auf unser Land herabschwebten, vermochten in ihrer Lautlosigkeit nicht gegen das bekannte Geräusch der «unbekannten Flugzeuge» aufzukommen, und blieben für die breite zivile und militärische Öffentlichkeit unbeachtet. Wer in den Radionachrichtendiensten den eindrucksvollen Abschubziffern der Jäger oder den transportierten Tonnagen der Bomber lauschte, war in der Regel nicht in der Lage, aus dem Zirpen eines Telegrafiesenders die aufgeregte Warnung «You are called by bandits» herauszulesen, oder die verzweifelten, im wechselnden Geplätscher der Störsender zeitweise erstickenden Befehle und Dementis der Jägerführungsstationen «Leander», «Rosenkavalier», oder «Meistersinger» des Jahres 1944 aufzunehmen. Der Zeugnisse über Flugfunkkrieg und seine Erscheinungsformen sind Legion. Churchill hat dieser Seite der Luftkriegführung in seinen Memoiren breiten Raum gewährt.¹ Auch an dieser Stelle wurde darüber wiederholt berichtet.²

Es gibt Leute, die in den Funkaufklärungs- und Störorganisationen und ihrem technischen Nachrichtendienst auf elektronischem Gebiet einen unnötigen Aufwand sehen. Andere sprechen im Hinblick auf ähnliche Ein-

¹ Band 2/2.

² Unter anderem ASMZ 12/1951, Seite 891.

richtungen des Heeres von Doppelspurigkeit. Sie alle irren. Funk- und Funkmeß-Horchdienste sind in aktivem und passivem Einsatz gerade für kleine Flugwaffen eine Sparmaßnahme par excellence. Keine Luftwaffe kommt in der taktischen Führung ohne ein bestimmtes Minimum an Sprechfunk aus; kaum eine Flugwaffe besitzt ein Verschleierungssystem, das hinsichtlich Dichtigkeit bei gleichzeitiger Verwendbarkeit für Einsitzer zu genügen vermöchte. Im Weltkrieg II verwendeten beide Parteien durchwegs während Jahren Ausdrücke, deren Bedeutungen nach einigen Minuten der Überwachung klar waren.

Aus der Periode anscheinend hoffnungsloser Abwehr bei ungleichsten Kräfteverhältnissen in der Luftschlacht um Malta (1941/42) liegen zahlreiche Berichte wirkungsvollster Auswertung des Funkhorchdienstes vor. Vor und während beider Offensiven Rommels (Frühjahr 1941, Sollum, und Sommer 1942, El Alamein) gelang es den wenigen Flugzeugen dieses Eilandes, unter der Nase des Fliegerkorps Kesselring auf Sizilien, den deutsch/italienischen Geleitzügen so gewichtige Verluste beizubringen (oder durch Orientierung der Flotte zu veranlassen), daß die Räder und Raupen des Afrikakorps immer rechtzeitig wieder stillstanden. Wurde nach Start zum Einsatz einer Formation auf Häfen oder Schiffsziele am gegnerischen Sprechfunk festgestellt, daß der Feind die Absicht richtig erkannt hatte und seine Staffeln in die Luft setzte, zögerte man keinen Moment, mit Stichwort einen Nebenauftrag in Kraft zu setzen oder die Formation zurückzurufen. Das Problem der zahlenmäßig schwachen Luftwaffe – überdauern bis zum Einsatz unter größtmöglicher Wirkung – wurde hier nicht zuletzt mit Hilfe der Funkaufklärung in der richtigen Erkenntnis gelöst, daß tote Helden einer Luftwaffe als Symbole nur solange nützen, als ihre Zahl nicht zu groß wird. Sie pflegen sonst zum Menetekel zu werden. So etwa müssen sie auf deutscher Seite jenen vorgekommen sein, die das Denken um feindliche Funkstör- und Funkmeß-Abwehrmaßnahmen 1940 rundweg verboten. Ähnlich könnten sie dereinst jenen erscheinen, die die Sollbestandstabellen der Luftwaffen nach «doppelspurigen» Horchfunkern durchkämmen. Funkmeßabwehr und Horchfunk erfüllen ihre Aufgabe nur dann, wenn sie, wie jede Nachrichtenorganisation, *zweckgerichtet*, eingesetzt werden und sich *frühzeitig* mit ihren Nutznießern einspielen können. Was bei Allround-Aufgabenstellungen herauskommt, steht in der «Roten Kapelle»¹ zu lesen, in einem Werk, das hinter reichlich viel Politik eine Menge taktischer und technischer Lehren nicht ungeschickt verbirgt. Der ideale Horchfunk der Flieger spricht über die Simultanübersetzung gewissermaßen direkt auf die

¹ Flicke: «Die rote Kapelle».

Kopfhörer des Einsatzleiters, etwa so wie in jener Schilderung von der Westfront:¹ «... ,Hallo, Turban-Chef, Donald Duck und seine Jungen sind bereits ausgeflogen und steigen rapid...» Donald Duck ist der Deckname für Graf. Ein Humorist vom Funküberwachungsdiens hat ihm zu diesem Namen verholfen; er soll auf gleiche Art näseln, wie Disneys Ente...»

Gewiß ist zwischen Gleichstrom und Infrarot reichlich Platz. Aber auch die Luftwaffe des Staates Masonien muß sich für *ein* Band entschließen. Die Horchfunker wissen, daß man dieses Band nicht wechseln kann, wie die Bekleidung. Auch nicht bei Kriegsausbruch.

Luftwaffe und Radarnetz

Man kann sich fragen, ob wir den zweiten Teil dieses Untertitels nicht ins Plural setzen müßten. Kriegsgeschichtlich betrachtet treffen wir beide Formen, finden aber auch die Antwort. Im Jahre 1940 entschlossen sich die Engländer zur Einzahl: jedes Funkmeßgerät gleich welchen Namens diente im Endeffekt demselben Ziel: Sieg in der Schlacht um England. Führer im Kampf war das «Fighter Command» mit absoluter Autorität über Radar, Beobachtung und Flab. Das Resultat ist bekannt.

Drei Jahre später sah sich Deutschland in dieselbe Lage versetzt. Der früher hunderte oder gar tausende von Kilometern entfernte Feind befand sich plötzlich ante portas. Es gab einen Flugmeldedienst, es gab eine Fliegerabwehr, es gab Jäger, sogar verschiedene, es gab Funkmeßdienste, sogar sehr verschiedene. Darüber ist in dieser Zeitschrift schon früher anschaulich berichtet worden.² Vereinfacht gesprochen vergaß man, die politische Devise: Ein Volk / ein Reich / ein Führer auf die militärische Ebene der Heimat-Luftverteidigung zu übertragen. Man hatte *vor* dem Notstand für das Plural entschieden. Der Unterstellungen waren viele und sie wechselten mitunter: «Freya», «Jagdschloß», «Wassermann» beim Flugmeldedienst, dieser selbst erst bei der Flab, dann beim Nachrichtenverbindungswesen; «Würzburg-Riesen» in der Jägerführung, «Würzburg» bei der Flab. Unter stärkstem Feinddruck versuchte man – zu spät – allmählich das zu erreichen, was die Engländer gleich zu Anfang 1940 taten: die Führungs-Struktur der neuen Technik anzupassen. Das Resultat ist auch hier bekannt.

Moderne Funkmeßgeräte sind vielseitig. Ob man mit ihnen Aufklärung betreibt, Jäger führt, oder Navigationshilfe stellt, hängt höchstens von nebensächlichen Fragen der internen Organisation, von der Art der Präsentation der Nachricht und ihrem Umfange ab. Materiell sind gegebenen-

¹ «Die große Arena».

² ASMZ, November 1951, Seite 808ff.

falls Umstellungen in bezug auf Antennen und Anzeigergeräte erforderlich. Dabei ist es selbstverständlich, daß verschiedene Nutznießer Informationen gleichzeitig vom selben Gerät beziehen und auf die ihren speziellen Aufgaben am besten entsprechende Art zur Darstellung bringen, wenigstens soweit es sich um Panoramageräte handelt. Man wird ein städtisches Gaswerk schwerlich dem Straßenbauamt einverleiben, nur weil diese Behörde den als Nebenprodukt anfallenden Teer abnimmt. Man wird ihr dagegen einen Sitz in der Aufsichtskommission zugestehen, die unter Umständen einmal beschließt, die Teerfabrikation aufzugeben, weil andere Aufgaben dringlicher erscheinen.

Für die Radarorganisation gelten dieselben Grundsätze: die höchste Kommandostelle der Flieger wird sie sich für die Führung des Kampfes im Luftraume unmittelbar unterstellen. *Sie* wird entscheiden, *wer* je nach Entwicklung der Lage als angeschlossener Nutznießer *welche* Information erhält, bzw. *wem* Teile des Funkmeßdienstes als Führungshilfe zukommen. Im Rahmen der Luftwaffe ist Radar längst aus seiner ursprünglichen Rolle als Nachrichtenbeschaffungsmittel herausgewachsen. Es ist eine *Waffe*, die dem Krieg in der 3. Dimension ein völlig neues Gesicht gegeben hat. Es ist die *Waffe* der höchsten Führung im Arsenal der Elektronik. Man wird gut daran tun, die Lehren von 1940 und 1943 zu beherzigen.

Die Bodenorganisation der Luftwaffe

Von Major E. Wetter

I.

Was ein Geschütz ohne Lafette, ist eine Luftwaffe ohne Bodenorganisation. Untätig wie ein lahmer Vogel müßte die Luftwaffe am Boden bleiben, beständen nicht Flugplätze und eine ausgeklügelte Organisation, in der sachkundige Mannschaften tätig sind. Da die Bodenorganisation in erster Linie nicht offensiv kämpferisch, sondern technisch wirkt, scheint ihre Tätigkeit im Rahmen eines Kriegseinsatzes eher bescheiden zu sein – und doch ist der Start selbst eines einzelnen Flugzeuges ohne sie nicht möglich.

Will man die Kampftätigkeit einer Luftwaffe bemessen, so genügt das Wissen um die Zahl ihrer Flugzeuge allein nicht; einen entscheidenden Faktor bildet auch die Fähigkeit der Luftwaffe, beschädigte Flugzeuge und Flugplätze innert kurzer Zeit zu reparieren, die Flugzeuge für den Kampf entsprechend auszurüsten und sie der feindlichen Bombardierung zu entziehen. Vorbereitung und Durchführung dieser Arbeiten gehören ganz in