

Zeitschrift: ASMZ : Sicherheit Schweiz : Allgemeine schweizerische Militärzeitschrift
Herausgeber: Schweizerische Offiziersgesellschaft
Band: 127 (1961)
Heft: 1

Artikel: Neue Entwicklungen in der elektronischen Aufklärung
Autor: Bolliger, K.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-39273>

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: 08.02.2026

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

weil wir den Fortschritt wollen. Ein Rückblick auf die Entwicklung in der Armee zeigt, daß wir auch auf dem militärischen Sektor im Rahmen der Milizarmee große Fortschritte erzielten und hohen technischen Anforderungen gewachsen sind. Wer hätte es 1939 oder gar 1914 und 1918 für möglich gehalten, daß wir als Milizarmee eine Technisierung vom Stande des Jahres 1960 bewältigen könnten, daß wir in der Lage seien, mit Milizpiloten hochmoderne Düsenapparate zu fliegen, mit Milizsoldaten neuzeitliche Panzer zu fahren und komplizierte Übermittlungsgeräte zu bedienen? Wir haben dies ermöglicht, weil wir unser Rekrutierungssystem verfeinerten und die im Zivilleben zu Spezialisten gewordenen Arbeiter, Techniker und Ingenieure in der Armee an jenen Platz stellten, der ihren beruflichen Fähigkeiten entspricht. Wenn wir auf diesem Wege konsequent weitergehen, wird es durchaus möglich sein, unserer Milizarmee die Fortschritte der Technik weiterhin und vermehrt nutzbar zu machen. Selbst wenn es notwendig werden sollte, die Zahl der fest angestellten Flieger, Geräte- und Waffenwarte zu vermehren, wäre dies keine Beeinträchtigung des mehrere hunderttausend Mann zählenden Milizheeres. Es handelte sich lediglich um eine sinnvolle und notwendige Anpassung an neue, veränderte Verhältnisse, wie dies schon bisher der Fall war.

Im jetzigen Zeitpunkt liegt das Entscheidende darin, daß *alle Kräfte* für die Verwirklichung der vom Parlament beschlossenen Lösung zusammengefaßt werden. Der Worte sind genug gewechselt! Es gibt jetzt nichts Dringlicheres, als das Reformprojekt organisatorisch und materiell *so bald als möglich* wirksam werden zu lassen. Die Generalstabsabteilung hat mit bewundernswertem Einsatz die Vorbereitungen für die Inkraftsetzung der parlamentarischen Entschlüsse getroffen. Es liegt an allen, die guten Willens sind, durch tatkräftige Mitarbeit an der Verwirklichung mitzuhelfen. Die aktive Mitarbeit muß sich darin zeigen, daß alle, die für den Auf- und Ausbau der Armee eine Mitverantwortung übernehmen wollen, sich mit ganzem Vertrauen hinter diejenigen stellen, die die Parlamentsbeschlüsse auszuführen haben.

Wir alle wissen, daß mit der Armeereform die *totale Landesverteidigung* noch keineswegs gewährleistet ist. Die Totalität der Verteidigung aber bleibt zwingendes Erfordernis. Es sind auf vielen Gebieten weitere und große Anstrengungen notwendig, wenn wir für den Krieg der Zukunft geistig und materiell umfassend gerüstet sein wollen. Das Ziel wird nur zu erreichen sein, wenn sich alle aufbaubereiten Kräfte zu gemeinsamer Verantwortung und gemeinsamer Bemühung zusammenfinden.

U.

Neue Entwicklungen in der elektronischen Aufklärung¹

Von Major i. Gst. K. Bolliger

Im Mai-Heft 1959 dieser Zeitschrift haben wir den Start des ersten amerikanischen *Übermittlungs*-Satelliten «Score» zum Anlaß genommen, Betrachtungen über neuere Entwicklungen im Nachrichtenwesen anzustellen.²

Inzwischen hat auch die Verlagerung der *Aufklärung* auf große Distanzen in die Exosphäre mit zwei Prototypen-Experimenten eingesetzt: Der «Tiros» (Television and Infrared Observation System) – Satellit (Start 1.4.60) als Träger eines Fernsehsystems «für Wetterbeobachtung», wie die offizielle Aufgabenstellung vor dem U2-Betriebsunfall lautete, hat am 24.5.60 einen Nachfolger mit Infrarot-Suchkopf gefunden. Mittels einer zweistufigen Atlas/Agna-Rakete ist der «Midas II» (Missile Defense Alarm Satellite) auf seine Umlaufbahn geschickt worden. Zwölf solcher Frühwarnstationen sollten in einigen Jahren in der Lage sein, für den Westen Abschußmeldungen von Fernwaffen irgendwo auf dem Globus mit einer Vorwarnzeit von rund 30 Minuten beizubringen. Dies entspricht etwa der doppelten Zeit gegenüber den gegenwärtig im Aufbau begriffenen Super-Radarstationen, deren Überdeckung im übrigen für Amerika nur gegen Geschosse genügt, die vom Feindgebiet her den direkten Weg einschlagen. Wenn auch noch geraume Zeit vergehen dürfte, bis die langfristige Betriebssicherheit solch elektronischer Aufklärungs-Satelliten einen Stand erreicht haben wird, der den Einsatz konventioneller Mittel als überflüssig erscheinen läßt, so ist doch unverkennbar, daß auf dem Gebiete der Nachrichtenbeschaffung der Raketenmythos dank den Fortschritten der Hochfrequenztechnik bereits im raschen Abbau begriffen ist. Eine Zwischenbilanz über den Stand der Ortungstechnik scheint deshalb nützlich.

¹ Der Autor stellte uns diesen hochinteressanten Beitrag schon Mitte des letzten Jahres zu. Aus Raumgründen, vor allem im Hinblick auf bereits im Satz stehende Artikel, konnten wir den Beitrag bis heute nicht veröffentlichen.

² Richtstrahl auf neuen Pfaden. ASMZ, Heft 5/6 1959.

Radars gegen ballistische Raketen

Mit zunehmender Verlagerung der Luftbedrohung von Langstreckenbomben zu Raketen sinkt der Wert der bisher erstellten konventionellen Radar-Festungsgürtel, wie sie zum Beispiel den nordamerikanischen Kontinent, und – hinter ihrer europäischen Verlängerung – die NATO gegen die Polarfront und den Osten decken (vgl. ASMZ 1956, S. 93). In den Jahren vor 1957 erstellt und am pazifischen und atlantischen Ende stets noch in Ausdehnung begriffen, ist die Abwertung dieser in die Tiefe gestaffelten Alarmschwellen mit ihren daran angeschlossenen halbautomatischen Führungszentralen symbolisch für das Tempo der gegenwärtigen technischen Entwicklung. Nicht weniger beispielhaft für den ungebrochenen Abwehrwillen ist jedoch die außerordentlich kurzfristige Planung, Konstruktion und Indienststellung von Radarmaterial für die Erfassung ballistischer Flugkörper, eine Aufgabe, die 1944/45 für das wesentlich einfachere Problem der V2-Ortung von der damals bestellten Expertenkommission schlechtweg als «unlösbar» bezeichnet worden war.

Wenn auch in der sehr weitsichtigen Planung der fast traditionellen Streit der Waffengattungen um das beste Waffensystem («Nike-Zeus + Plato» der Armee gegen «Wizard» der Luftwaffe) noch nicht beendet ist, so bleibt doch die speditive Entwicklung von Ortungsgerät für Ferngeschosse durch die Air Force ein Schulbeispiel für die rechtzeitige Erfassung einer sich erst abzeichnenden Bedrohung.

Ausgehend von den Versuchsgeräten AN/FPS 17, mit denen sich seit etwa 1955 die Amerikaner in Samsun an der türkischen Schwarzmeerküste als stille Beobachter der russischen Fernwaffenversuche in Krasnyj-Yar etablierten und die auch die Schieß-«plätze» vom Cap Canaveral bis zu den Ascension-Inseln bedienen, wurden für die «Arctic Warning Line» neue Anlagen der Bezeichnung AN/FPS 50 geschaffen, die Reichweiten von etwa 5000 Kilometern erwarten lassen und vorläufig an drei Standorten, bei Fair-

banks (Alaska), Thule (Grönland) und im Fylingdale Moor südlich Whitby (England) errichtet werden. Die vier Suchgeräte pro Station arbeiten mit Leistungen von mehr als zehn Megawatt im UHF-Bereich auf feste Antennenwände (siehe Fig. 1) von etwa

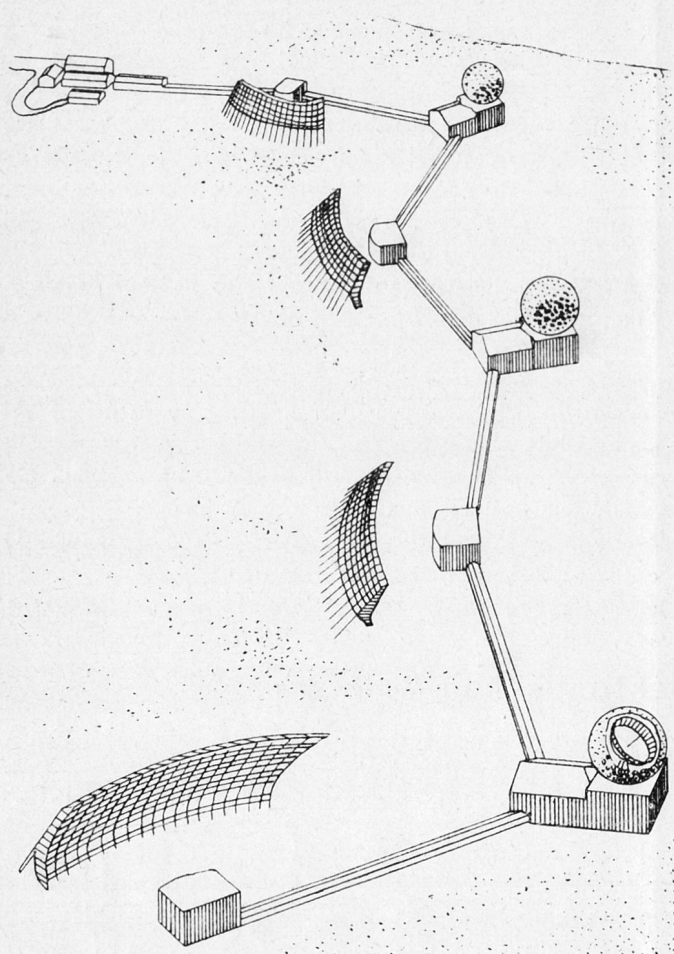


Fig. 1. BMEWS (Ballistic Missile Early Warning Site) Radarstation der Arctic Warning Line (USA und Großbritannien)

Die Länge der für Lastwagen befahrbaren geschlossenen Verbindungsgänge zwischen den sieben Radargebäuden und dem Kasernement für 100 Offiziere und 1000 Mann beträgt zirka 1,5 km. Links des Halbkreises die vier Frühwarnantennen von je 6000 m² und die Sende/Empfangsgebäude mit den Extraktionsrechnern, rechts davon die drei Verfolgungsrads (Kugeldurchmesser der Schutzhülle zirka 45 m). Prototypen dieser Geräte wurden für die Ortung der «Sputnik» und der «Explorer» eingesetzt.

120 Meter Länge und 50 Meter Höhe, zusammengesetzt aus je 2240 ebenen Stahlgittern von schätzungsweise je drei Quadratmetern Fläche. Zur Einstrahlung der Energie wird ein orgelpfeifenartiges System von Wellenleitern verwendet, das mittels Phasenänderungen die Ablenkung der Richtcharakteristik in der Horizontalen und Vertikalen bewirkt. Obwohl dadurch eine mechanische Schwenkung dieser Übersichtsantennen, die einzeln etwa einen horizontalen Bereich von 30 Grad – 120 Grad für die ganze Station – überdecken dürften, vermieden werden kann, sind die verbleibenden mechanischen Probleme gewaltig. So wiegt jede Antenne an die 1500 Tonnen, und muß – in Zonen permanenten Frostes des Bodens und orkanartiger Stürme – so fundiert sein, daß sich nur äußerst geringfügige Verschiebungen der Fundamente im Laufe des Jahres-Temperaturzyklus ergeben, soll nicht die Ortungsreichweite von annähernd 5000 km auf einen Kriegskopf von anderthalb Metern Größe, der mit etwa 19000 Stundenkilometern daherschneit, gefährdet werden. Daß dabei die Inbetriebnahme der gan-

zen Kette schon auf 1962 in Aussicht genommen worden ist – mit Fertigstellung der ersten Anlage bereits im vergangenen Jahre – zeigt, mit welchem Großeinsatz man der bestehenden Gefahr zu begegnen sucht.

Für die Verfolgung erfaßter Ziele mit dem Zwecke der Flugbahnvermessung und der zuverlässigen Identifikation, namentlich um Verwechslungen mit Meteoriten auszuschließen, wird jede Station ferner über drei Radargeräte mit 30-m-Spiegel verfügen, die um 360 Grad in der Horizontalen und bis zu 90 Grad in der Vertikalen geschwenkt werden können, trotzdem auch sie Gewichte um 100 Tonnen aufweisen! Bilder dieser Anlagen, die mit einer imposanten kugelförmigen Schutzhülle umgeben sind, machten bereits ihren Weg durch die illustrierte Presse. Als gemeinsames Organ aller Radargeräte ist eine elektronische Rechenanlage vorhanden, die die notwendigen Berechnungen der Flugbahnen und die Einweisung der Verfolgungsrads nach positivem Korrelationsentscheid in Sekundenbruchteilen durchführt.

DRDTO (Detection Radar Data Take-Off System) wird als erstes dreidimensionales Rechenggerät seiner Art Richtung des Flugkörpers, Reichweite und Geschwindigkeit mit einer Leistung von etwa 200000 Rechenvorgängen pro Sekunde ermitteln und unmittelbar dem MIPS (Missile Impact Predictor Set) zuführen, der Flugzeit und Aufschlagsort errechnet und an die Kommandozentralen weitergibt. An der Entwicklung dieser Maschine waren Sylvania und IBM (Rechner 7090) als Unterkontraktoren von RCA, die für das ganze BMEWS-Programm verantwortlich zeichnet, beteiligt.

Schließlich gehören zu jeder Anlage umfangreiche Streustrahl-Übermittlungsanlagen, denen die Übertragung aller Resultate nach dem Hauptquartier der Luftraumverteidigung zufällt. Zusammen mit den klimatisch bedingten umfangreichen Hilfsbetrieben sind pro Station total etwa 35000 Kilowatt Strom erforderlich, die für die arktischen Anlagen von je einem Schiff mit drei Dampfturbinen-Generatorengruppen geliefert werden. Man hat es hier somit mit einem System zu tun, bei dem nicht nur die Erstellung (etwa drei Milliarden Franken für jede polare Anlage), sondern auch der Dauerbetrieb sehr teuer zu stehen kommen. Es scheint allerdings, daß die letzte zum Aufbau gelangende Station in Yorkshire bereits wesentlich von einer Vereinfachung und Verbilligung profitieren können, die sich aus den Fortschritten der Technik seit Arbeitsbeginn am BMEWS-Unternehmen ergeben haben. So soll die englische Anlage nur noch aus drei Geräten AN/FPS49 (RCA) bestehen, die gleichzeitig suchen und verfolgen können. Ihre Daten ähneln den für Standort 1 und 2 (Clear Alaska und Thule) vorgesehenen Modellen: 25 Meter-Antenne in 45-m-Fiberglasgehäuse, Gewicht mit Fuß ungefähr 170 Tonnen, davon bewegliche Teile zirka die Hälfte. Aus den Sicherheitsmaßnahmen, die für eine ansehnliche Umgebung des Senderstandortes vorgesehen wurden (Strahlungsschutz), kann geschlossen werden, daß die Impulsleistungen zwischen 20 und 50 Megawatt betragen dürften.

Das Projekt Madre

MADRE (für Magnetic Drum Receiving Equipment, als Hinweis auf den wichtigsten Teil dieser neuen Radar-Empfangsanlage) stellt einen originellen Lösungsvorschlag des Problems früher Erfassung von Luftzielen dar. Währenddem die klassische Schule Reichweitesteigerungen durch Verstärkung des «direkten Besusses» mittels mehr Sendeleistung und immer größeren Antennen – verbunden mit verbesserten Empfangseinrichtungen – anstrebt und dabei trotz größtem Aufwand (siehe oben) nicht über die Sichtverbindung zwischen Radar und Ziel hinauskommt (vgl. Fig. 2 und 3), greift das von der amerikanischen Marine vor-

geschlagene neue System auf die in den zwanziger Jahren für Übermittlungszwecke entdeckte *ionosphärische Reflexion* zurück (vgl. ASMZ Juli 1952, S. 509), um die Erdabschattung zu überwinden. Signale verhältnismäßig geringer Leistung werden im Frequenzband zwischen 3 und 30 Megahertz, abhängig vom Funkwetter, kreisförmig rotierend abgestrahlt und von der Ionosphäre auf Distanzen zwischen 900 und 5000 km in frequenzabhängiger Sprungweite und Sprungzahl reflektiert. Die Schwierigkeit besteht nun darin, von Zielen rückgestrahlte Energieanteile aus dem normalen Rauschen herauszuheben und genügend zu verstärken. Eine spezielle Magnettrommel speichert zu diesem Zwecke die abgehenden und alle empfangenen Impulse und führt Amplituden- und Phasenvergleiche durch. Fluktuationen zurückgeworfener Impulse können mittels Korrelationsmethoden in Distanz- und Geschwindigkeitsvektore der betreffenden Ziele umgerechnet werden, wobei angeblich Genauigkeiten innerhalb der Größenordnung von 0,4 bis 2 Prozent der Gerätereichweiten bereits erzielt worden sein sollen. Eine Abart dieses Systems erhielt im Sommer 1959 eine größere Publizität unter dem Namen TEEPEE, nach seinem Erfinder Dr. Thayer («Thayer's Project») benannt. TEEPEE begnügt sich mit der Erfassung großer Ziele, wie sie durch umfangreiche Wolken ionisierter Gase gebildet werden, welche durch den Abschluß ballistischer Geschosse oder die Explosion eines nuklearen Sprengkörpers entstehen. Thayer glaubt, daß seine Methode auch in der Lage sei, die ionisierten Schweife fliegender Raketen zu orten und berichtet von guten Erfolgen während der rund zehnjährigen Entwicklungs- und Versuchsperiode, die Gelegenheit zu zahlreichen experimentellen Feststellungen von (eigenen und fremden) Raketenabschüssen und Nuklearexplosionen geboten habe. Es scheint aber, daß trotz der großen Propaganda-Aktion vom August 1959, die vermutlich zu der offiziellen Beruhigungskampagne angesichts der russischen Raketen- und Satellitenoffensive gehörte, noch zahlreiche Schwierigkeiten bis zur endgültigen Indienstellung dieser ionosphärischen Radars zu überwinden sein werden. Falls aber das Verfahren erfolgreich bleibt, wird es zweifellos an Einfachheit und Billigkeit auch noch die Infrarot-Satelliten (MIDAS-Projekte) erheblich übertreffen.

Die Midas-Satelliten

Wie Figur 2 zeigt, vermögen die Raketen-Frühwarnstationen trotz ihrer sehr vorgeschobenen Lage abgeschossene Projektile erst nach Brennschluß zu erfassen, ergeben also Vorwarnzeiten, die für die USA nur etwa 15 Minuten betragen. Noch kritischer gestalten sich die Verhältnisse, wenn Geschößreichweiten zur Verfügung stehen werden, die nicht mehr auf den direkten Flug über die Polargebiete angewiesen sind. Man fragt sich im übrigen mit Besorgnis, ob die Identifikation einer Fernwaffe aus vielen Erfassungen friedensmäßig kreisender oder abstürzender Satelliten, Meteoriten und «Füllkörpern» auch wirklich zuverlässig möglich sein werde und ob man einen Staatsmann dazu bringen könnte, den Abwehr- und Vergeltungsapparat auf Grund von Nachrichten aus einer einzigen Quelle in Gang zu setzen. Schließlich dürften auch die sehr hohen Betriebskosten dieser leistungsstarken Stationen selbst für ein reiches Land budgetmäßig auf die Dauer ins Gewicht fallen. Unter der direkten Leitung des bisherigen amerikanischen stellvertretenden Verteidigungsministers für Forschung und Technik stehen deshalb zurzeit noch zwei andere, geheimgehaltene Verfahren für die Detektion sowjetischer Raketenabschüsse mittels passivem Empfänger in Entwicklung. Man weiß darüber nur, daß sie *Sylvania* und *Stavid Engineering Inc.* übertragen wurden.

Wesentlich bekannter sind die Arbeiten an den Satelliten mit Infrarot-Suchkopf (MIDAS), deren Erstling im Mai des letzten Jahres seine Reise antrat, infolge Defekten an der Übermittlungsaus-

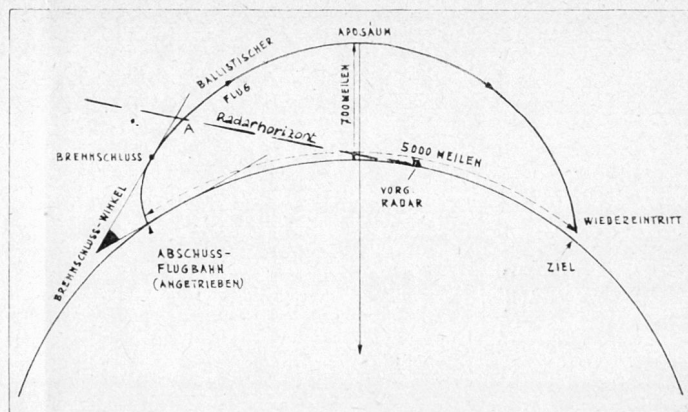


Fig. 2. Radar-Sichtverhältnisse für einen 5000 Meilen-Raketenflug

rüstung aber nicht zur Bewährungsprobe gelangte. Man verspricht sich von dem auf die Wärmestrahlung eines Raketenstartes ansprechenden Infrarot-Empfängers eine zusätzliche Vorwarnzeit von 15 Minuten zu den aktiven Radars. Vorläufer solcher Einrichtungen wurden an Bord von Flugzeugen erprobt, mit denen sich «auf größere Distanz» Raketenabschüsse auf Cap Canaveral feststellen ließen. Das Gesichtsfeld eines Aufklärungssatelliten ist sehr groß; es umfaßt bei etwa 1500 km Flughöhe eine Fläche von rund 50 Millionen Quadratkilometern, was mehr als ganz Asien entspricht. Immerhin ist zu sagen, daß mit zunehmend größerem Gesichtsfeld auch größere Ziel-Lichtwerte notwendig sind, um aus der Grundhelligkeit der Umgebung oder bedeckender Wolkenfelder noch Kontraste zu erzielen. Dagegen arbeiten diese Stationen, einmal betriebssicher auf die Bahn gebracht, völlig kostenlos. Für reine

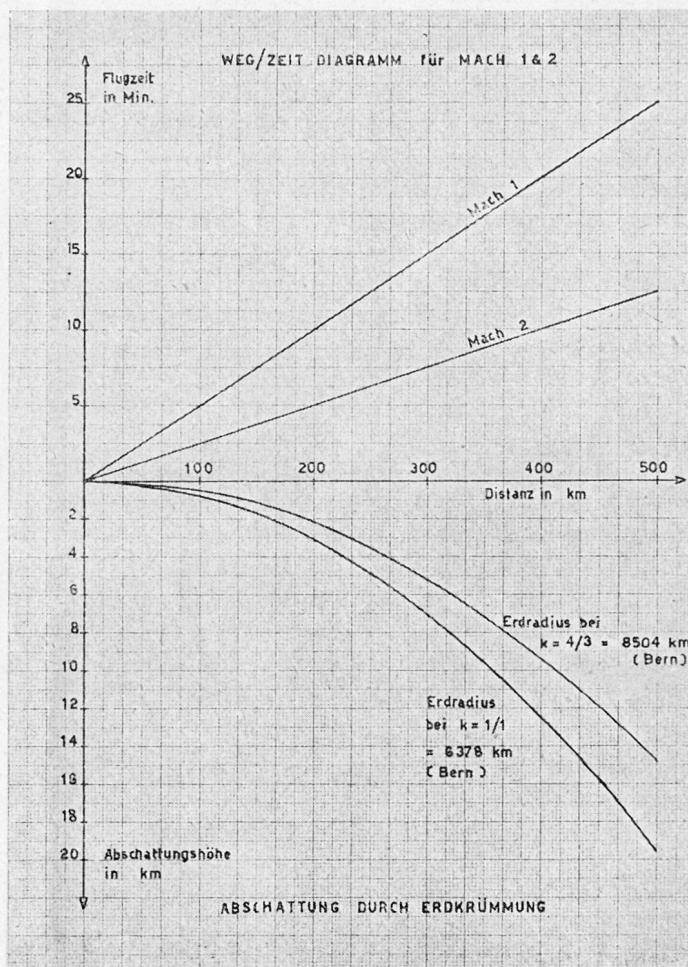


Fig. 3

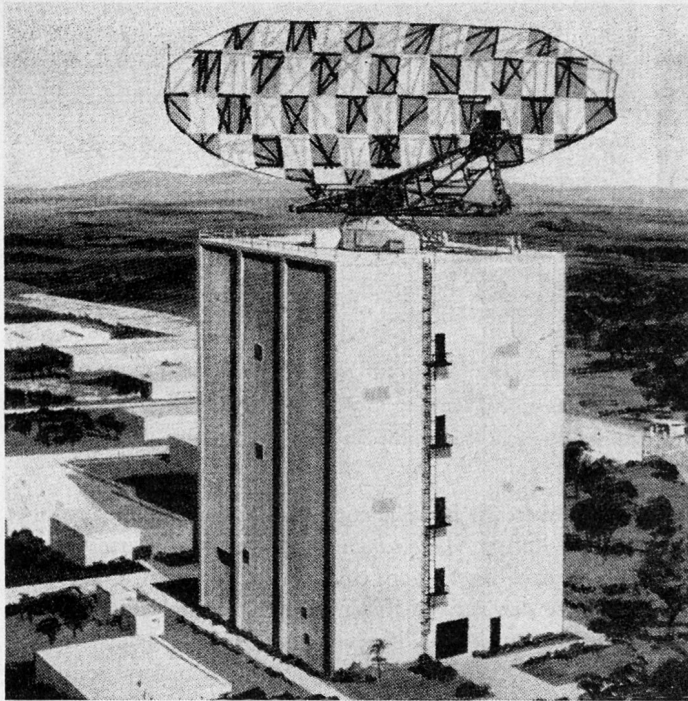


Fig. 4. AN/FPS-35 Suchradar (Sperry) auf 30 m-Turm.
Antennengröße zirka 40 m.

Übermittlungssatelliten, mit denen bereits kommerziell gerechnet wird, hofft man zum Beispiel, transozeanische Telefongespräche zum Preise von 10 Prozent der heutigen Kabelverbindungstaxen abwickeln zu können, was bei bestimmter Nutzbandbreite die Fertigungs- und Abschlußkosten reichlich decken würde!

Vorderhand liegen satellitenseits die Schwierigkeiten allerdings noch bei der notwendigen *Betriebssicherheit*, die ganz außerordentliche Werte erreichen muß. Verlangt man zum Beispiel von der ganzen Raumstation eine 95prozentige Sicherheit für einen Dreijahresabstand zwischen zwei Defekten und nimmt man an, der Satellit enthalte – nach heutigem Stand der Technik – 10000 Einzelteile, so darf jede Komponente höchstens 0,0002 Fehler auf eine Million Betriebsstunden aufweisen, was einem Abstand von 58000 Jahren von Defekt zu Defekt entspricht. Es ist hier nicht der Ort, die Methoden zu besprechen, mit denen man solche sehr weitgesteckte Ziele zu erreichen hofft, doch scheint man auf guten Wegen zu sein. So hat der erste Fernseh-Satellit «für Wetterbeobachtung», Tiros 1, immerhin während fast drei Monaten Bilder aus dem Raum gesandt, bevor eine Störung eintrat. Eine Kombination von MIDAS-Satelliten mit Infrarot-Detektor für die Frühwarnung und von «SAMOS»-Fernsehbildern der Abschlußrampen mit einem gemeinsamen exosphärischen Übermittlungssystem, den «ADVENT»-Satelliten, scheint heute noch ein utopisches System zu sein. Es besteht aber Grund zur Annahme, daß gerade der U2-Tiefpunkt zu einer ganz wesentlichen Beschleunigung eines solchen futuristischen Programmes beigetragen hat.

Störfeste Suchradars

Im Rahmen der physikalisch gegebenen Reichweitebeschränkungen für klassische Radargeräte, wie sie aus dem unteren Teil der Figur 3 entnommen werden können, wird eifrig an der weiteren Vervollkommnung erdgebundener Suchanlagen gearbeitet. Dabei steht die Erhöhung beziehungsweise Erhaltung der Reichweite bei zunehmender *feindlicher Störtätigkeit* eindeutig im Vordergrund aller Bestrebungen. Man sucht dies einerseits durch «nackte Gewalt» (sehr große Antennen und hohe Senderleistungen mit großer Impulsdauer) zu erreichen, andererseits hauptsächlich durch

Frequenz-Diversity-Betrieb mit raschen Ausweichmöglichkeiten. Auf der Empfängerseite schließlich wird der Einfluß der Informationstheorie in Form von neuen Arbeitsprinzipien (Korrelationstechnik, Impulskompression, Impulsnachbildung) immer deutlicher. Kurzbezeichnungen für solche neue Verfahren wie CHIRP (Bell) und ORDIR (Columbia Lab.) finden sich bereits in den Empfangsteilen der weiter oben erwähnten ICBM-Radars und sollen später noch näher erläutert werden. Der bekannteste Vertreter der neuen Gerätereihe ist wohl die als «elektronische Festung» bezeichnete AN/FPS-35-Anlage (Sperry), welche auf 25 m hohen Türmen eine Antenne von annähernd 70 Tonnen Gewicht und zirka 40 m Breite drehen läßt. Zwölf solcher Riesen sollen das «SAGE»-Netz mit Informationen versorgen, sind aber auch in der Lage, mit eigenen Rechengeräten selbständige Interzeptionsaufgaben mit Raketen und Flugzeugen zu lösen. Andere Geräte der neuen, störfesten Reihe mit Diversity-Betrieb sind FPS 24 (General Electric), FPS 26 (Avco-Crosley), FPS 27 (Westinghouse) und FPS 28 (Raytheon).

Kleinst-Radargeräte

Handelten unsere bisherigen Betrachtungen von der Entwicklung zu immer größerem Gerät, so muß der Vollständigkeit halber doch festgehalten werden, daß auch die *Miniaturisierung* von Radarmaterial für Zwecke der Kampftruppe bis hinunter zum Vorposten rasche Fortschritte macht.

Im Augustheft 1959 dieser Zeitschrift berichtete Major i.Gst. Keßler über Änderungen in der amerikanischen Infanteriedivision und erwähnte auch die sieben leichten Ortungsgeräte des Radarzuges. Im Bestreben, die Lücken in einem atomaren Dispositiv gegen Infiltrationsmöglichkeiten des Feindes abzuschirmen, sind, geeignetes Gelände vorausgesetzt, Kleinstadargeräte beim heutigen Stand der Technik durchaus in der Lage, die Patrouillentätigkeit nicht nur zu ersetzen, sondern ganz wesentlich zu «verdichten». Neben den schon seit langer Zeit eingeführten Erfassungsradars für Minenwerfer und andere Feuerquellen mit steilen Flugbahnen (AN/MPQ4) und den Distanzmeß-Radars für Zwecke artilleristischer Vermessung sind deshalb nun auch reine Aufklärungs-Radars bei den amerikanischen Heeresseinheiten aufgetaucht, deren Spektrum vom Infraroten bis zum 3-cm-Band reicht, entsprechend den erforderlichen Erfahrungsdistanzen und Auflösungsvermögen.

Der bekannteste Vertreter dieser Geräte mit Reichweiten von angeblich 20 km auf Fahrzeuge oder marschierende Formationen ist der AN/TPS 25 der Hazeltine. Er arbeitet im 3-cm-Band mit ca. 42 KW Impulsleistung und benötigt hierfür eine Stromquelle von drei Kilowatt. Eingebaut in einen Anhänger mit ferngespielter, topfförmiger Antenne auf einem dreigliedrigen 8 m hohen Antennenmast, wird die Station vorzugsweise hinter geeigneten Deckungen, oder ausgebaut, in Unterständen durch eine vierköpfige Gruppe in rund einer halben Stunde betriebsbereit gemacht. Die Anzeige arbeitet im Suchverfahren mit akustischem Signal auf Kopfhörer, wobei ein 30-Grad-Sektor abgetastet wird. Erfolgt Meldung eines bewegten Zieles, reduziert sich die azimutale Breite des Suchstrahles auf 2 Grad; dazu wird ein Distanztor von 1000 m Tiefe über das Zielgebiet gelegt. Dieses Fenster (36 Promille Öffnung auf 1 km Tiefe) entspricht dem Auflösungsvermögen des Gerätes. Bewegliche Ziele in diesem Raume heben sich von den Echos des Untergrundes durch eine Dopplerfrequenz von 30 Hertz pro Meile Zielgeschwindigkeit (45 cm/Sek.) ab. An einem Meßgetriebe können die Zielkoordinaten abgelesen werden. Gleichzeitig erscheint unter einer Auswertekarte eine durchscheinende Lampe innerhalb der georteten Fläche. Geübte Operateure sollen am Kopfhörerton und der Oszilloskopanzeige einen Tank von einem Lastwagen, einen kriechenden Soldaten von einem mar-

schießenden und sogar eine Frau von einem Mann unterscheiden können... Als Reichweiten «im durchschnittlichen Gelände» (das Versuchsgebiet der US-Armee für Elektronik liegt in Arizona!) werden angegeben: 20 km auf bewegte Fahrzeuge, 3 km auf einen kriechenden Soldaten; in günstigen Verhältnissen soll ein einzelner marschierender Soldat auf 24 km ausgemacht worden sein. Es wäre interessant, die Wirksamkeit des Topsy 25, dessen Leistungen auf der Ausnützung des Dopplereffektes beruhen, in unseren Grenzräumen bei strömendem Regen und starkem Sturm beurteilen zu können.

Für Distanzen bis 5 km wurde von Sperry der AN/PPS 4 entwickelt, eine verbesserte Version des schon seit längerer Zeit von der Army propagierten «Silent Sentry»-Prototyps. Dank Volltransistorisierung wurde Batteriespeisung möglich; durch Beigabe eines Handgenerators kann das auf Dreibeinlafette montierte, 20 kg schwere Gerät (2 Lasten) auch völlig nachschubfrei betrieben werden. Die Anzeige erfolgt lediglich akustisch auf Kopfhörer; durch Minimumpeilung können Azimut und Elevation bei einer durchgehenden Distanzgenauigkeit von ± 25 Metern bestimmt werden. Als Arbeitsdistanzen werden angegeben: Anzeige einzelner Soldaten auf 800 Meter, größerer Gruppen oder Fahrzeuge auf 5 Kilometer. Technische Daten: X-Band, 0,2 μ sec Impulslänge, Dipolantenne und Parabolspiegel unter Schutzhaube, Strahlöffnungswinkel 6 Grad.

Noch in Entwicklung begriffen scheint das für Distanzen bis 10000 Meter ausgelegte AN/TPS-21-Gerät der Hoffman zu sein. Es soll optische und akustische Anzeige besitzen und wurde ursprünglich von der Navy bestellt, bevor es an die Armee überging.

Zur Kategorie der reinen Warngeräte ohne eigentliche Meßmöglichkeit gehören zahlreiche Versuchsausführungen im Infrarotgebiet und dem 8-mm-Band, bei denen extreme Lösungen den Helmeinbau vorsehen. Wir nennen hier das «Intrusion»-Projekt (Infrarot) und den Einmann-K-Band-Radar «SWAMI» (Standing

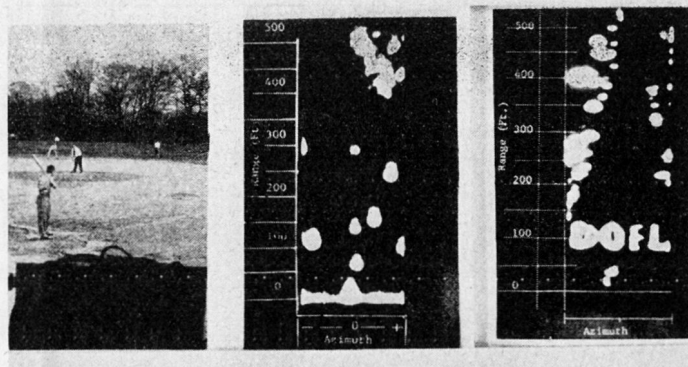


Fig. 5. Beispiel für das Auflösungsvermögen eines Klein-Radargerätes: Baseballmannschaft beim Spiel, beziehungsweise zu den Buchstaben DOFL aufgestellt. Baumbegrenzungen sind deutlich zu erkennen. Tiefe des Feldes 160 m.

wave area motion indicator), eine Art Pendant zum «Fox»-Gerät in der Übermittlung.

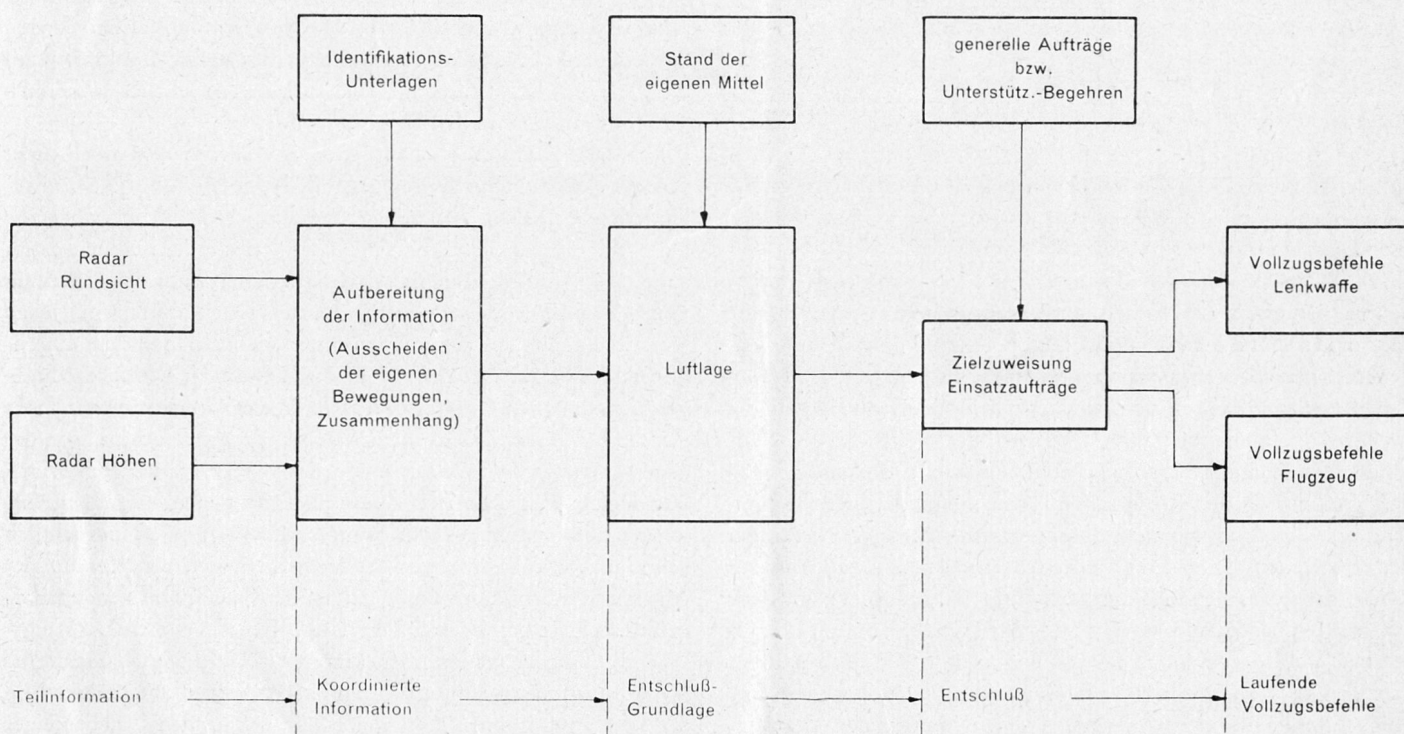
Französische Entwicklungen der Größenordnung TPS 25 sollen sich ebenfalls gegenwärtig in Prüfung befinden. Dabei denkt man aber nicht nur an die reine Gefechtsfeld-Überwachung, sondern auch an die Anwendung solchen Materials für kartographieähnliche Zwecke in Luftfahrzeugen, an Rollhilfen für Flugzeuge auf eingeebelden Großflugplätzen und ähnliche Zwecke. Damit wäre der Kreis zu analogen zivilen Modellen mit 8-mm-Wellen und sehr kurzen Impulszeiten für Flugplatz-, Straßen- und Hafenüberwachung geschlossen.

Zur Kommandoordnung

Die vermehrte Einführung von Automatik für die Produktion der Flugwege, die Berechnung von Abwehrmöglichkeiten und die unmittelbare oder mittelbare Steuerung geeigneter Abwehrwaffen

Blockschema einer Radarorganisation für Aufklärung und Führung

Fig. 6



– Flugzeuge oder Raketen – bedingt vorgängig ein sorgfältiges Durchdenken der *Kommandoordnung* nach Abschnittsgrenzen, Hierarchie, Mitteln, Zeitverhältnissen und Sättigungsmöglich-

ten Staaten Meldungen eintreffen, wonach Kommandostellen wie die «Central Air Defense Force» oder die «Eastern Air Defense Force» im Zuge der Eröffnung neuer «SAGE»-Zentralen mit Beginn 1960 als überflüssig erklärt und aufgelöst wurden, so kann man ob der Selbstverständlichkeit und Raschheit, mit der mehrsternige Kommandi neuen technischen Gegebenheiten geopfert werden, nur Erstaunen und wohl auch etwelchen Neid empfinden. Es ist im übrigen selbstverständlich, daß sich ein einheitliches Führungssystem nur auf Grund langfristiger Planung, umfänglicher Kompetenz und um den Preis des Verzichtes auf jeglichen Waffen-Partikularismus realisieren läßt. Angesichts der Aufwendigkeit jeder Automatik – meist eine Folge der geforderten Kapazität und Betriebssicherheit – verbieten sich Extratouren bei leidenschaftloser Betrachtung an sich von selbst. Nur allzuoft läßt aber erst ein budgetmäßiger Katzenjammer erkennen, daß alle vorgängigen endlosen Debatten über «Grundsätze» (das heißt Subordination, Selbständigkeit oder Zusammenarbeit) weitgehend dem Streit um Kaisers Bart entsprachen.

Zur Identifikation

Jeder *Waffeneinsatz* gegen Flugziele verlangt eine vorgängige einwandfreie Identifikation des zu beschießenden Objektes. Desgleichen geht auch jede *Flugsicherungsaufgabe* – sei dies im friedensmäßigen Nebeneinander von Zivil- und Militärmaschinen im selben Luftraum, sei dies in der kriegsmäßig unvermeidlichen Vermischung von Raumschutz-, Erdkampf- und Aufklärungsverbänden im Marsch oder im Kampf, oder endlich in den verschiedenen denkbaren Übergangsstadien vom kalten zum heißen Kriege vom Rufe nach *zuverlässiger Identifikation* aller ausgemachten Ziele nach Herkunft, Aufgabe und Bestimmungsort aus. Daraus folgt, daß Flugsicherungsbeamter und Luftraumverteidigungs-Offizier über weite Strecken ähnliche Aufgaben bewältigen und auf gleichen Grundlagen arbeiten. Im Endeffekt hat der eine Begegnungen im Marsch zu verhindern, der andere sie herbeizuführen. Die sichere Rücknahme der Maschinen auf einen Stützpunkt, einen Zielflughafen, ist eine beiden gemeinsame Aufgabe, die sie in der Enge unseres Raumes denn auch meist im selben *Abschnitt* zu lösen haben, in einem Sektor also, der nach alter militärischer Erfahrung nur von einem Kommandanten oder Chef geführt werden sollte. Wir sind damit beim Problem der Integration von Flugsicherung und Luftraumverteidigung angelangt, für das offenbar nur totalitäre Staaten befriedigende Lösungen besitzen, dem aber auch Demokratien auf die Dauer nicht werden ausweichen können, sei dies schließlich auch nur aus finanziellen Erwägungen.

Für die *Identifikation* scheint man sich allenthalben noch nicht voll auf elektronische Kennungsgeräte zu verlassen, auf die im Kalten Krieg ja schon deshalb nicht abgestellt werden kann, weil lange nicht alle eigenen befreundeten und tolerierten Maschinen damit ausgerüstet sind. Man behilft sich deshalb meist mit der Schaffung von *Identifikationszonen*. Solche Gürtelstreifen dürfen nur nach Voranmeldung an ganz bestimmten Kontrollpunkten durchfliegen werden, wobei Zeit, Höhe und bestimmte Funkprozeduren genau einzuhalten sind. Sie bilden den radarmäßigen Schwerpunkt der die Lufthoheit ausübenden Macht. Figur 7 zeigt die Lage der gegenwärtig in Mitteleuropa von der NATO errichteten ADIZ (Air Defense Identification Zone) und gibt gleichzeitig auch Aufschluß über einige Verpflichtungen des Neutralen hinsichtlich Luftraumkontrolle im Frieden. Wenn man sich den Verlauf der Alpen vom Mont Blanc bis zu den Hohen Tauern mit seinen radarmäßig so ganz besonderen Schwierigkeiten der hohen Deckungswinkel, Standzeichenunterdrückung und Tiefflugerfassung in die Karte hineindenkt, kann man sich gleichzeitig ein ungefähres Bild der Sorgen und hohen Kosten machen, die aus dem Aufbau einer

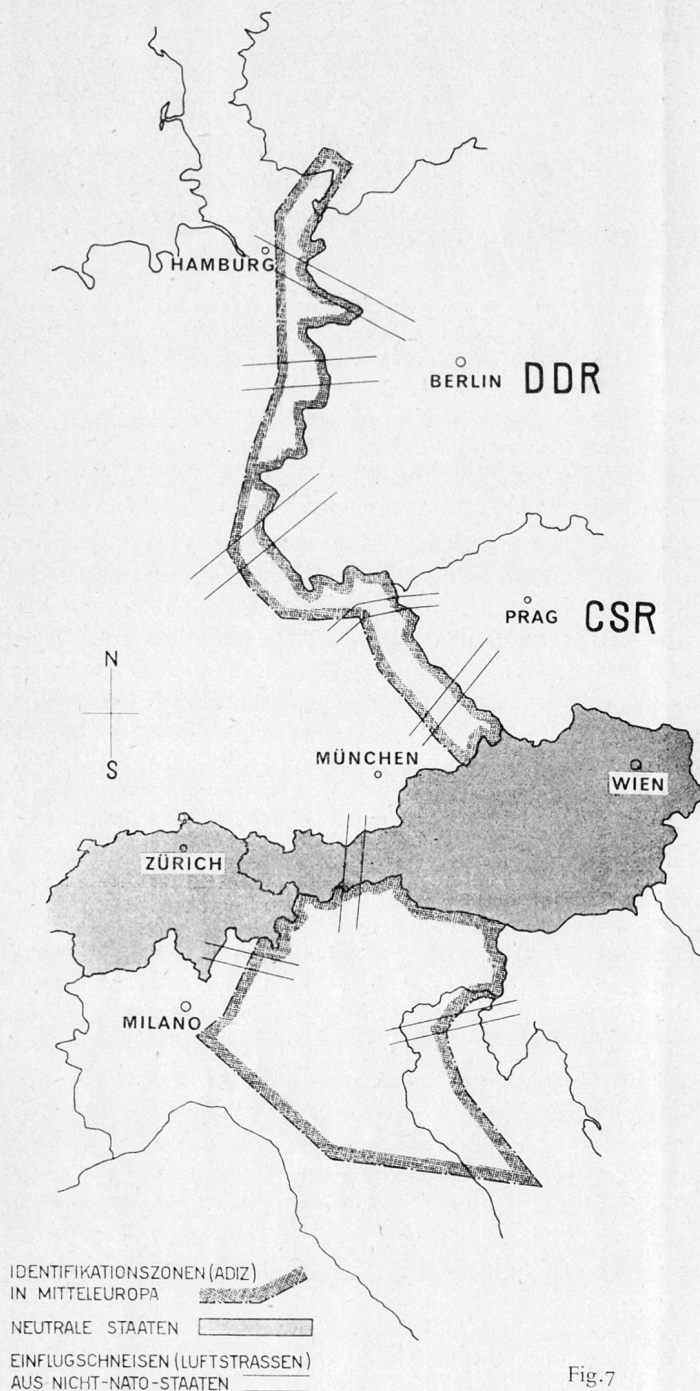


Fig. 7

keiten. Man gelangt dabei meist zum Prinzipschema gemäß Figur 6 nach dem solange gearbeitet wird, als überhaupt Führungsmöglichkeiten, das heißt Verbindungen, bestehen. Es liegt auf der Hand, daß angesichts der Zeitverhältnisse nach Figur 3 (oben) und der geringen Tiefe unseres Raumes zwischen der Nachrichtenbeschaffung (linke Seite der Fig. 6) und dem laufenden Vollzugsbefehl an den Sprengstoffträger (rechter Rand) eine möglichst direkte Koppelung bestehen muß, die nicht durch seriegeschaltete Würdenträger der verschiedensten Stufen sichergestellt werden kann. Dies hat zur Folge, daß jedes neue Nachrichten- und Führungsnetz und jede zentrale Recheneinheit gegen eine latente Opposition anzukämpfen hat, eine Erscheinung, die sich hierzulande – je nach Waffengattung vor 10 oder 20 Jahren – beim Aufkommen neuer Übermittlungsmittel bereits einmal feststellen ließ. Wenn aus den Vereinig-

Radarorganisation für Ortung, Führung und Flugsicherung in diesen Gebieten resultieren müssen. Man wird dabei zum Schlusse gelangen, daß die rationelle Verwendung aller vorhandenen und noch zu beschaffenden Mittel, das Vermeiden von Doppelspurigkeiten – sei dies zwischen einzelnen Waffen, sei dies zwischen militärischen und zivilen Instanzen – von ausschlaggebender Bedeutung sind, sollen die Ausgaben für akzessorische Anlagen zu Raketen und Flugzeugen nicht in einem ungesunden Verhältnis zum Wirkungsgrad der beschafften oder noch zu beschaffenden Waffen stehen.

Elektronische Kriegführung

Die elektronischen Gegenmaßnahmen und Gegen-Gegenmaßnahmen werden zu einem immer wichtigeren Trumpf in den Händen von Angreifer und Verteidiger des Luftraumes. Steckbriefliche Kennzeichen dieser Kampfmittel sind vor allem eine sehr weitgehende Geheimhaltung, verhältnismäßig kleines Volumen an greifbarem Material, außerordentlich viel Gedankenarbeit in Philosophie, Grundlagenforschung, Planung und Entwicklung, absolute Geräuschlosigkeit. Es ist deshalb nicht zu verwundern, daß beim breiten Publikum der effektvolle Start eines Flugzeuges oder einer Rakete mehr Resonanz findet als die Tätigkeit eines bescheidenen Ingenieurs im Labor, dessen Arbeiten jedoch eines Tages mit kleinstem Aufwand zum vorzeitigen Absturz jener Wunderwaffen führen können, denen sich potentielle Gegner heute rühmen. Für eine Technik, von der man weder im Manöver noch am Defilee etwas sehen oder hören kann, und die sich auch in farbigen Doppelseiten der Illustrierten nicht wiedergeben läßt, viel auszugeben, ist nicht eben volkstümlich. Trotzdem bleibt es aber schließlich eine reine Rentabilitätsfrage, ob bei Beschaffungen von Raketen und Flugzeugen der Faktor «elektronische Gegenmaßnahmen» hoch oder tief angesetzt wird. Den Zahlen unserer Schlußbetrachtungen läßt sich in dieser Hinsicht manches entnehmen, was auch uns den Mut zu Investitionen geben sollte, die weder auf Tradition noch auf Popularität Anspruch erheben können, dafür aber aller Voraussicht nach in näherer oder fernerer Zukunft entscheidend sein werden.

Schlußbetrachtungen

Die rasch fortschreitende «elektronische Durchdringung» fast aller militärischen und zivilen Bereiche äußert sich am eindrucklichsten in einigen Zahlen, die wir verschiedenen Dokumenten entnehmen möchten: Der holländische Philips-Konzern, in einem Lande der Schweiz vergleichbarer Größenordnung beheimatet, hat zwischen 1950 und 1959 die Zahl seiner Arbeitnehmer aller Betriebe von 99 000 auf 189 000 zu steigern vermocht. Dieser Verdoppelung der Belegschaft innerhalb eines Dezenniums steht eine Versiebenfachung des Reingewinnes im gleichen Zeitraum gegenüber. Stand im gesamten Verteidigungsbudget der USA die Elektronik 1950 mit 4 Prozent zu Buch, so waren es 1959 bereits deren 14. Für 1965 sind in den meist sehr zuverlässigen Wirtschaftsprognosen bereits 20 Prozent eingesetzt. Man erwartet schließlich, daß 1970 jeder Viertel eines Verteidigungsdollars für Elektronik ausgegeben wird. Waren 1956 nur 1,4 Milliarden von total 6,5 Milliarden Forschungs-Dollars für die Tätigkeit in elektronischen Disziplinen reserviert, so werden es 1960 rund 25 Prozent aller solchen Aufwendungen sein. Die Fachindustrie elf amerikanischer Weststaaten kann denn auch alle drei Jahre eine Verdoppelung ihrer Größe melden. Im Durchschnitt rechnet man heute bei der US-Luftwaffe einen Aufwandsanteil für Elektronik von 45 Prozent bei Lenkwaffen, 40 Prozent bei modernen Bombern und 30 Prozent bei Jägern. In vielen Fällen werden diese Mittelwerte aber bereits wesentlich überboten. So erwartet man beim F-105 Elektronikkosten von mehr als einem Drittel des Gesamtpreises, beim Chance-

Vought «Crusader» gar die Hälfte! Man befürchtet, daß das elektronische Abwehrsystem des B-52 ebenso viel kosten wird wie einer dieser voll ausgerüsteten Bomber überhaupt. Für die entsprechende Anlage des B-58 (Hustler) wurden in den letzten sechs Jahren allein für Entwicklung ungefähr 500 Millionen Franken ausgelegt. Die schwedische Luftwaffe weist in ihrem 750 Millionen-Kronen-Budget für 1960/61 einen Posten von S.Kr. 320 Millionen für eine elektronische Stör- und Abwehrorganisation aus. Schon bisher waren in den SAAB-Flugzeugwerken von total 1500 Technikern aller Rangstufen deren 400, das heißt über 26 Prozent, in der Elektronik tätig. Mit der geplanten Verlegung des Budgetschwerpunktes werden sich auch hier zweifellos noch weitere Verschiebungen ergeben.

Entsprechende Verlagerungen finden sich denn auch in den Geschäftsberichten vieler bisher nur im Bereich «klassischer» Waffen oder Transportmittel tätiger Firmen. Northrop erwartet, ab 1963 die Hälfte ihrer totalen Verkäufe und Gewinne durch die Unter-gesellschaft Northronics zu erzielen, die sich nur mit Elektronik für Flugzeuge und Lenkwaffen befaßt.

Solche Zahlen als äußerliche Kennzeichen einer Entwicklung dürfen uns angesichts der sehr engen Wechselbeziehungen zwischen militärischen und zivilen Automationsprozessen weder als Bürger noch als Soldat unberührt lassen. Wenn wir auch einerseits militärisch «unsere besonderen Verhältnisse» geltend machen können, so sind wir andererseits wirtschaftlich gerade aus wehrpolitischen Gründen sehr daran interessiert, international auf den «neuen» Gebieten im Rennen bleiben zu können, beziehungsweise das Rennen überhaupt aufzunehmen. Es stimmt deshalb sehr nachdenklich, wenn sogar die «Neue Zürcher Zeitung» in ihrer «Technik»-Beilage vom 15.6.60 einen Mitarbeiter feststellen läßt: «Auf Gebieten, die erst in den letzten zwei Jahrzehnten eine große Bedeutung gewonnen haben (zum Beispiel Elektronik, Atom- und Plasmaphysik usw.) scheint die schweizerische Industrie, ausgenommen einige Teilgebiete, den Anschluß endgültig verloren zu haben. Gerade das Gebiet der Elektronik würde sich ausgezeichnet für unsere schweizerischen Verhältnisse eignen...» Mag auch hier eine bewußte Dramatisierung der Lage zum Ausdruck kommen, so trifft die Feststellung doch den Kern der Sache. Dabei ist in erster Linie nicht der Industrie, wohl aber Staat und Armee ein gewisser Vorwurf nicht zu ersparen. Forschung und Nachwuchsförderung, um nur zwei Aspekte des elektronischen Problems zu nennen, sind Dinge, die auch im liberalsten Lande der Welt heute nicht mehr einfach privater Initiative überlassen werden können. Dazu ist die Bedrohung viel zu akut, der Anteil «Technik» als zählendes Element in allen Verteidigungsanstrengungen viel zu hoch. Im Rahmen der (deutschen) Arbeitsgemeinschaft für Wehrtechnik gab hiezu ein amtlicher Sprecher der Bundesregierung folgende, auch bei uns beherzigenswerte Erklärung ab: «Die Verteidigungsstärke eines Volkes errechnet sich heute nicht mehr – wie überwiegend noch im vergangenen Weltkrieg – in erster Linie nach der Anzahl der verfügbaren Soldaten, Panzer, Flugzeuge und Kriegsschiffe, sondern sie wird in entscheidender Weise durch das wissenschaftliche und technische Potential eines Volkes bestimmt. Heute liegt das Risiko für einen möglichen Angreifer in jedem Falle – auch gegenüber einem zahlenmäßig schwächeren Volke – um so höher, je intensiver das wissenschaftliche Potential des Angegriffenen ist.»

«Demokratie sei Diskussion, sagt man; laßt sie nicht zum Geschwätz werden!»

Prof. G. Guggenbühl