

Zeitschrift: ASMZ : Sicherheit Schweiz : Allgemeine schweizerische Militärzeitschrift

Herausgeber: Schweizerische Offiziersgesellschaft

Band: 120 (1954)

Heft: 1

Artikel: Richtstrahl im Kriege (Schluss)

Autor: Bolliger, Kurt

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-25163>

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: 14.01.2026

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

Haftung des Wehrmannes für eine Laufblähung des Karabiners

Nach dem WK des Jahres 1947 wies der Karabiner des Flab. Sdt. B. eine Laufblähung auf, die vom Waffenkontrolleur festgestellt und im Dienstbüchlein des Mannes eingetragen wurde. Anläßlich späterer Waffenkontrollen wurde diese Blähung erneut festgestellt und bei der Kontrolle des Jahres 1951 wurde vom Waffenkontrolleur verfügt, daß der Lauf zu ersetzen sei, wobei $\frac{1}{2}$ des Betrages, nämlich Fr. 38.30, zu Lasten des Mannes gehen sollte. Flab. Sdt. B. hat den geforderten Betrag anfänglich bezahlt, hat dann aber das Gesuch um Rückerstattung gestellt mit der Begründung, daß ihn für die Laufblähung keine Schuld treffe, da diese bei einer gefechtsmäßigen Schießübung im hohen Schnee und unter erschwerten Bedingungen entstanden sei; er wäre darum nicht verpflichtet gewesen, einen Teil des Schadens zu ersetzen.

Da die KMV den Rückforderungsanspruch ablehnte, hatte sich die II. Abteilung der Rekurskommission der eidg. Militärverwaltung mit der Angelegenheit zu befassen. Diese stellte in ihrem Entscheid vom 16. 10. 52 zu dem Rekurs fest, daß es sich bei der im Jahr 1947 zurückliegenden Scharf-Schießübung, an welcher die fragliche Laufblähung entstanden ist, um eine kriegsgemäße Übung handelte, bei welcher die Truppe gleichzeitig mit Lmg. und Karabinern geschossen habe. Über die besondere Gefahr von Laufblähungen durch Verstopfung der Karabinermündung mit Schnee sei die Truppe nicht aufmerksam gemacht worden; es seien denn auch anläßlich der Übung noch 4 weitere Laufblähungen entstanden, die jedoch heute nicht mehr ermittelt werden können. Diese Tatsachen haben die Rekurskommission zu folgendem Schluß geführt:

«Auch wenn man an die Sorgfaltspflicht des Wehrmannes, namentlich hinsichtlich der Waffe, hohe Anforderungen stellt, kommt die Rekurskommission im vorliegenden Fall doch zu der Auffassung, daß mit Rücksicht auf die besonderen Umstände, unter denen die Gefechtsübungen stattfanden, ein haftungsbegründendes Verschulden des Wehrmannes zu verneinen ist. Es handelt sich bei den fünf Laufblähungen um Schäden, die eben bei Vorliegen besonderer Verhältnisse auch ohne Verschulden des Wehrmannes eintreten können.»

Angesichts dieser Gutheißung des Rekurses hatte sich die Rekurskommission mit der Frage der Verjährung nicht zu befassen; ebensowenig wurde auf die Frage der Verantwortung des Schießleiters nicht eingetreten, da allfällige Schadenersatzansprüche gegen diesen unter allen Umständen verjährt gewesen wären. Hptm. i. Gst. Kurz

Richtstrahl im Kriege

Hptm. i. Gst. Kurt Bolliger

IV.

(Schluß)

Englische Entwicklungen

Der Wüstenkrieg in Nordafrika hatte die Engländer frühzeitig vor schwierige Übermittlungs-Probleme gestellt, die namentlich in den Bodenverhältnissen begründet lagen. Im «Set 26» (W.S. 26) fanden die gesammelten Erfahrungen in einer für Relaisbetrieb verwendbaren 3-m-Station ihren Niederschlag. Das Gerät arbeitete im Bereich 85–95 MHz, besaß 65 Watt

Senderleistung und übermittelte auf einem frequenzmodulierten Träger sechs Kanäle nach dem Schachtelungsprinzip. – Angaben über Einsätze, ausgenommen denjenigen während der Manöver «Jantzen» 1943 in Süd-Wales, fehlen leider.

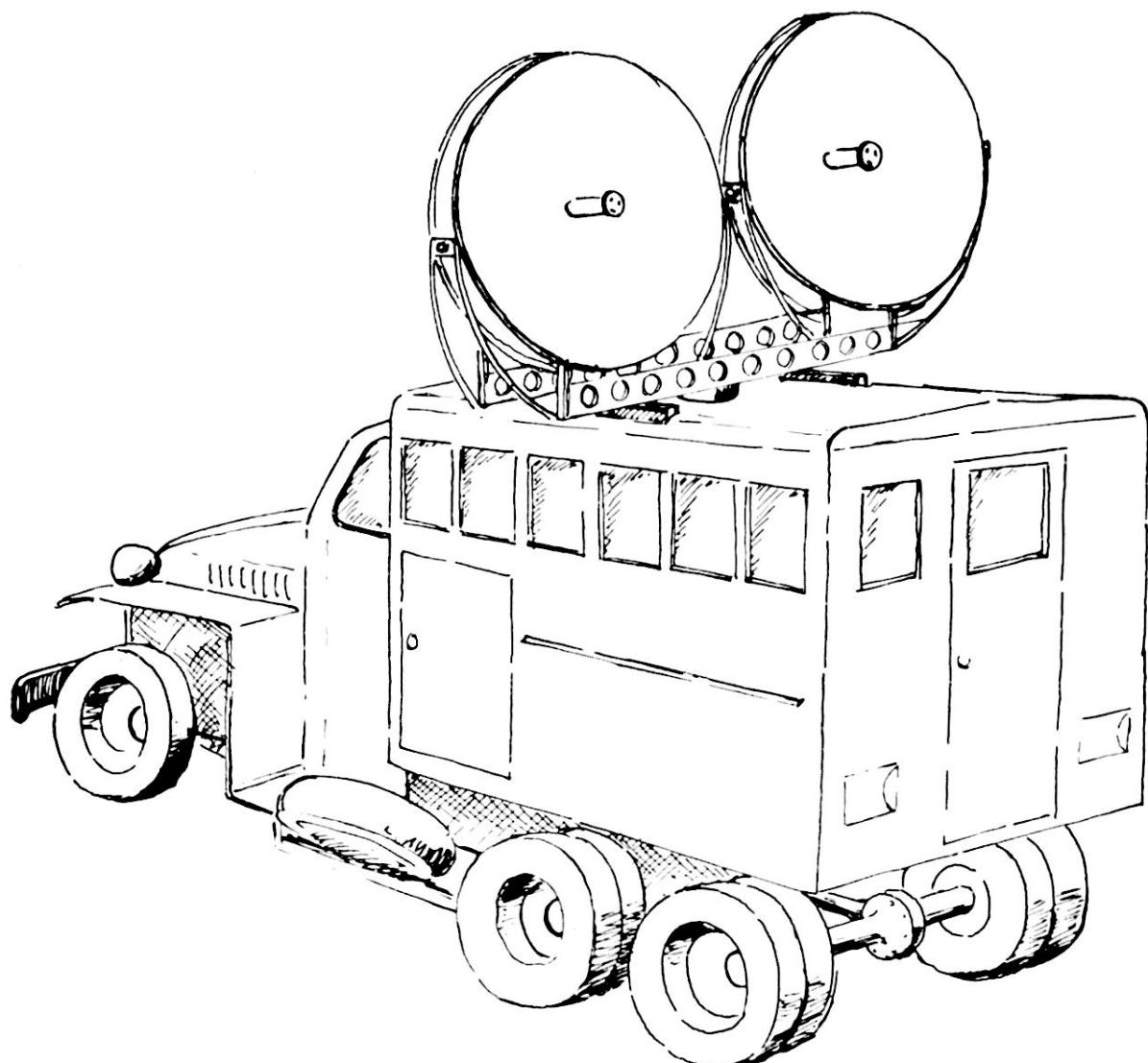


Fig. 11 Englisches WS 10 (7 cm)

1942 wurde im Hinblick auf die kommende Kanalüberquerung an einer impulsmodulierten Station gearbeitet, von der sich die amerikanischen AN/TRC-5 + 6 später inspirierten (s. Heft 12/1953 S. 898), das *WS 10* (Wireless Set No. 10).

Die Daten dieses in einem Fahrzeug oder Anhänger mit aufgebauten Sende- und Empfangsantennen (s. Fig. 11) untergebrachten Gerätes waren die folgenden:

Frequenzbereich: Um 4500 MHz, abhängig vom eingesetzten Magnetron
Wellenbereich: 6,5–7 cm

Zahl der Tf.-Kanäle: 8

Modulationsart: Impuls-Längen-Modulation (PWM)

Sender: Unverstellbares Magnetron; 300 mW HF-Dauerleistung

Antenne: Strahler: Geschlitzter Wellenleiter

Reflektor: 1,5-m-Parabolspiegel

Getrennte Sende- und Empfangsantennen, auf Fz.-Dach montiert oder auf 20-m-Mast gehißt; Speisung über Wellenleiter.

Normale Streckenlänge: 40–80 km je nach Profil

Impulslängen: Kanalimpuls unmoduliert: 3,5 μ sec.

moduliert: $\pm 2,33 \mu$ sec.

Synchronisierimpuls: 20 μ sec.

Impulsfrequenz: 9 kHz

Dauer der Synchronisierperiode: 111 μ sec.

Sender, Empfänger und Speiseeinheiten waren aus Gründen der Betriebssicherheit pro Station doppelt vorhanden.

Die *Einsätze* der Station begannen kurz nach Beginn der Invasion. Nach dem Fall Cherbourgs (D+21) wurde die in der Reihenfolge dritte Kanalüberquerung auf der zu jenem Zeitpunkt kürzest möglichen Strecke von Ventnor (Insel Wight) nach dem Raume St. Pierre-Eglise mit dem Set 10 bewerkstelligt, für 7 cm Wellenlänge eine respektable Leistung (100 km), die gewiß nur über See möglich war. Die späteren Einsätze im Rahmen der 21. Armee gruppe beschränkten sich aus Bestandesgründen in der Regel auf die Verbindungen der höchsten Führung und erreichten nie, wie etwa bei der amerikanischen 1. oder 3. Armee die Stufe Division. Bei Kriegsende führte die längste WS-10-Strecke von Brüssel, dem Endpunkt der wiederhergestellten Kabel England - Belgien, nach Lüneburg über 10 Relaisstrecken. Über diese, nach Maßgabe des Vormarsches verlängerte, integrierte Draht/Funkverbindung wurde der Kontakt Whitehall - 21. Armee gruppe ständig aufrechterhalten. Monty's KP war nie länger als eine Stunde ohne Verbindung mit dem War Office.

Längere Zeit bildeten Set-10-Geräte die einzige Sprech-Brücke über Maas und Niederrhein. Den Funk-Brückenschlag über das überschwemmte Walcheren haben wir bereits früher erwähnt.

V.

Entwicklungen auf deutscher Seite

Viel früher als in der amerikanischen Armee setzte die Entwicklung von Richtfunkgerät im deutschen Heere ein, wobei einmal mehr die Luftnachrichtentruppe als treibende Kraft in Erscheinung trat.

Für die Herbstmanöver 1936 der Wehrmacht waren erstmals 26 Dezimetergeräte für ortsfesten Betrieb im Frequenzbereich 500–537,7 MHz ($\lambda = 56$ –60 cm) gebaut und zum Versuchseinsatz gebracht worden (DMG-1 G). Sie verfügten über *einen* Vierdraht-Telefonikanal, der bei Bedarf in drei Wechselstrom-Zweiton-Telegraphiekanäle für Fernschreibbetrieb aufgespalten werden konnte. Auf Grund der guten Erfahrungen wurden auf derselben Basis 28 fahrbare Anlagen im Bereich 555–625 MHz ($\lambda = 54$ bis 48 cm) hergestellt. Auch diese in den Jahren 1936/37 fertiggestellten und im Hinblick auf das damalige Großereignis mit dem Namen «Olympia» (DMG-2 G) versehenen Geräte waren für einen Telefonikanal (FM) im Vierdraht oder für 3 Fernschreibkanäle gebaut.

Waren bei beiden beschriebenen Anlagen Sender und Empfänger noch unmittelbar hinter den Richtantennen angebaut mit den sich daraus ergebenen aufstellungsmäßigen Hypothesen, so wurde das im gleichen Zeitraum für die Luftwaffe entwickelte «Michael»-Gerät (DMG-4 K), später allgemein als «leichtes RV-Gerät» bezeichnet, erstmals getrennt nach Antennen, Sender/Empfänger und NF-Teilen gefertigt.

Nachdem 1938/39 mit 200 Stück weiträumige Betriebserfahrungen auf Strecken von Berlin nach allen Landesteilen gesammelt wurden, gelangten ab 1939 Groß-Serien einer verbesserten Michael-Type («mittleres RV-Gerät») (DMG-5 K) zum Ausstoß. Bis zum April 1945 wurden davon insgesamt 2370 Stück an die Truppe abgegeben. Der frequenzmodulierte Sender des DMG-5 K war mit einer Röhre LD 1 ausgerüstet und ergab bei einer Leistung von 0,7 Watt im Bereich 54–60 cm bei Betrieb von einem Sprech- und einem Telegraphierkanal oder von 4 Telegraphierkanälen Reichweiten von zirka 30 km pro Teilstrecke. Zwei solcher Geräte in 1,5-t-Lastwagen eingebaut bildeten die «Michael-Mot.»-Station für Relaiszwecke. Auf einem zweiten Fahrzeug befanden sich der 30-m-Teleskopmast, die Breitbandantennen und das flexible HF-Kabel. Die Bedienung des Gerätes wird als sehr einfach geschildert, so daß auch technisch nicht vorgebildetes Personal an abgelegenen Orten in kürzester Zeit damit umgehen konnte. Relaisstationen arbeiteten unbemannt, Röhrenausfälle und andere Störungen wurden durch optisches und akustisches Signal in benachbarten bemannten Stationen angezeigt.

Der Wunsch nach größeren Kanalzahlen führte in den Jahren 1938–1941 zur Fertigstellung des «Rudolf»-Gerätes (DMG-3 G). Neun Telefonikanäle (FM) und ein Dienstkanal (AM) im Trägerbetrieb im Bereich 652–600 MHz ($\lambda = 50$ –46 cm) ergaben bei einer Senderleistung von zirka 8 Watt etwa 45 km Streckenreichweite im Mittel. Zu deren Steigerung auf 120 km konnten nach Bedarf 2,4 oder 8 Breitbandantennen zusammengesetzt wer-

den, was entsprechende Leistungsgewinne ergab. Die ersten 85, von 1941 bis 1942 gebauten Geräte, verwendeten Magnetfeldröhren im Senderteil, die man später aus Gründen der Stabilität durch zwei Trioden LD 5 im Gegentakt ersetzte. Vom Februar 1943 bis Kriegsende gelangten von dieser zweiten Version 350 Geräte an die Lufnachrichtentruppe, zum Teil als stationäre, zum Teil als motorisierte Anlagen, beide unter der Truppenbezeichnung «schwere RV-Geräte».

Die Ausweitung des Krieges nach Süd-Osteuropa und Afrika hatte die Bereitstellung der «Rudolf»-Geräte nicht abwarten können. Als die Forderungen nach Richtverbindungen von Rom nach Athen und von Athen nach Kreta erhoben wurden, ging man an den sofortigen Umbau eines vorhandenen Labormusters größerer Leistung in ein Truppengerät, das den Namen «Krabbe» erhielt. Mit zwei LD 2-Röhren im Gegentakt ergab die Station bei 12 Watt Senderleistung im Bereich 70–80 cm (430–375 MHz) Reichweiten bis zirka 170 km pro Teilstück. Das Trägerfrequenzsystem MG 15 (15 Telefonikanäle) oder «B» (10 Telefonikanäle) modulierte den Träger in Amplitude. Als Antennen wurden ähnlich wie bei den «Michael»- und «Rudolf»-Anlagen Dipolwände mit Reflektorblechen (120 × 80 cm, 2 Dipolzeilen mit je 4 Vertikal-Dipolen) verwendet, die einen Gewinn von zirka 14 db gegenüber dem Einfachdipol ergaben.

Die Verbindung von Kreta nach Derna (Nordafrika) über etwa 350 km geschah mit UKW-Gerät ebenfalls im Trägerbetrieb auf 7-m-Wellen. Die Betriebsfrequenzen lagen also mit zirka 45 MHz in ähnlicher Größenordnung wie die amerikanischen AN/TRC-1-3-Geräte. Nähere Angaben über diese Ausrüstung fehlen.

VI.

Deutsche Einsätze und Betriebserfahrungen

Abgesehen von den innerdeutschen Verbindungen der Lufnachrichtentruppe blieb die Planung für den ersten Richtfunk-Großeinsatz – nach anderweitiger Ausexerzierung – auf dem Papier: Die Kanalüberquerungen für die Invasion Englands (Seelöwe).

Mit der Ausweitung des Krieges nach Norden, Südosten und Osten änderte das Bild sehr rasch. In jenen kommunikationsarmen Räumen kam den Richtverbindungen große Bedeutung zu, die durch die Häufung von Partisanenaktionen gegen Drahtverbindungen aller Art nur gesteigert wurde. Im innerdeutschen Raum verdichtete sich das Netz mit zunehmender Luftkriegsführung über dem Reichsgebiet zugunsten des Funkmeß- und Alarmdienstes und der Einsatzführung immer mehr. Fig. 12 zeigt das

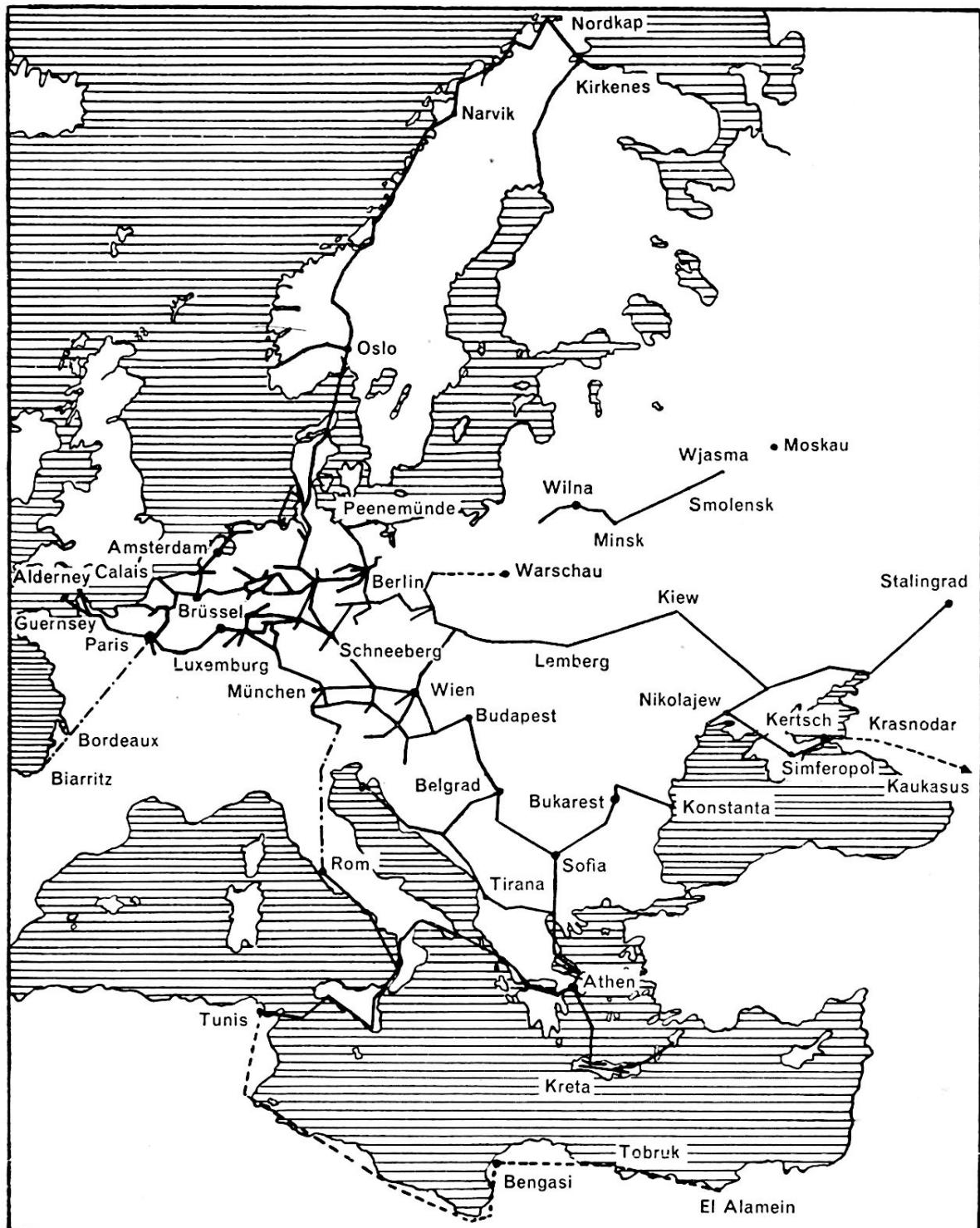


Fig. 12. Streckennetz der «Michael»-Verbbindungen der Luftwaffe

«Michael»-Netz der Luftwaffe zur Zeit seiner größten Ausdehnung. Fig. 13 und 14 sind Detailkarten aus Gebieten großer Verdichtung. Die Karte Fig. 12 ist nach dem Gedächtnis von Angehörigen der Luftpflanzentruppe rekonstruiert. Strecken mit mobilen Anlagen sind gestrichelt dargestellt. – Es war auf diesem Netz von total zirka 50 000-Strecken-Kilo-

metern möglich, vom Nordkap nach Nordafrika zu telefonieren. Man wird sich etwa der «Wehrmachts-Ringsendungen» am Deutschen Rundfunk erinnern, eine auch bei uns vernehmbare Qualitätsäußerung dieser Verbindungen.

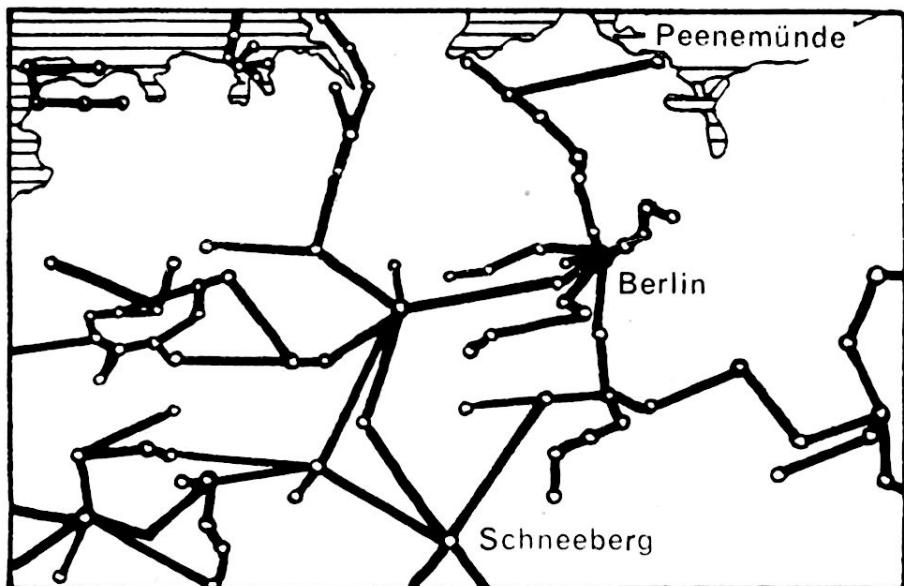


Fig. 13. Detailkarte aus Übersichtskarte Fig. 12

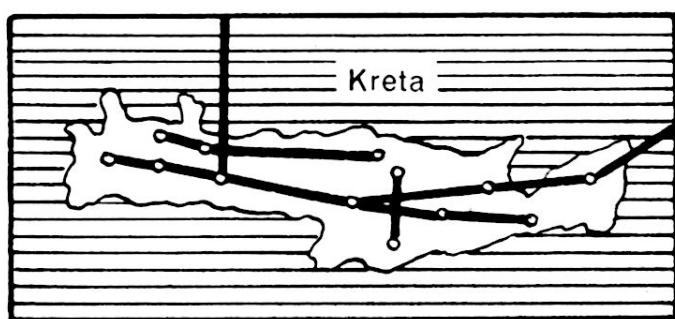


Fig. 14. Detailkarte aus Übersichtskarte Fig. 12

Im Verlaufe des Krieges erkannte auch das Heer die Bedeutung der RV-Achsen. Verhältnismäßig früh wurden die Nachrichtenregimenter der Panzerarmeen mit Richtverbindungs-Kompagnien versehen. Gegen Ende 1944 beschloß man grundsätzlich, die Nachrichten-Regimenter der Armeen mit leichten, diejenigen der Heeresgruppen mit schweren RV-Kp. auszustatten. Die Maßnahme gelangte jedoch nicht mehr zur Ausführung.

Besonders interessante Einsätze von RV-Material ergaben sich in der Schlußphase des Krieges. So führte die Richtverbindung von der eingeschlossenen Heeresgruppe Kurland über eine Strecke von zirka 160 km zu

einem auf der kurischen Nehrung hochgelassenen Fesselballon, den ein direktes Kabel mit dem OKH verband. Bis zum 29.4.45 wurde nach Zerstörung der Fernkabel um Berlin über eine solche Ballonverbindung mittels RV-Gerät mit der eingeschlossenen Reichskanzlei gesprochen.

Die *Streckenplanung* erfolgte meistens nach üblicher Art mittels Geländeschnitten nach Karte; standen – wie in Frankreich – Reliefkarten zur Verfügung, so wurden die höchsten in Frage kommenden Erhebungen mit Leuchtfarbenpunkten versehen und mit ultraviolettem Licht angestrahlt. Das von ihnen ausgehende sichtbare Licht ließ im verdunkelten Raum die mögliche Streckenführung sofort erkennen und bestimmte die endgültigen Standortwahlen.

Die nötige Vollsicht erreichte man einerseits durch Verwendung der 30-m-Kurbelmaste als Antennensupport, anderseits durch Standortwahl auf oder an Bergen. Über See, besonders im Mittelmeerraum, rechnete man im übrigen mit den meistens vorhandenen troposphärischen Inversionsschichten und den sich daraus ergebenden Beugungen, d. h. Reichweitesteigerungen. Ein Beispiel hiefür ist die Streckenplanung der Verbindungen Athen - Rom und Athen - Kreta nach Fig. 15. Gestrichelt gezeichnet sind geträgerte Drehkreuzachsen (Blankdrahtleitungen). Die Richt-Teilstücke Patras - Leukas und Leukas - Korfu sind problemlos, dank der Standortwahl in Leukas auf dem Berge Hagias Petros in 1141 m Höhe. Die Strecke Korfu - Monte Sardo (Italien) ist kritisch. Mit 140 km Streckenlänge und 760, resp. 150 m Höhe ü. M. der Endstellen ergibt sich in Streckenmitte nur eine freie Höhe über der Meereswölbung von 10 m, d. h. praktisch streifende Sicht. Für 80-cm-Wellenlänge sollte in Streckenmitte die kleine Halbachse der Vollsichtellipse für die 1. Fresnelzone

$$b = 0,5 \cdot \sqrt{D \cdot \lambda} \quad \text{worin: } D = \text{Streckenlänge in Meter und} \\ \lambda = \text{Wellenlänge in Meter} \\ = 0,5 \cdot \sqrt{140\,000 \cdot 0,8} \quad = \text{rund } 165 \text{ m}$$

betrugen. Dank der troposphärischen Beugung über See war die optische Sicht für den 400-MHz-Bereich aber ausreichend, die Verbindung gut. Die Strecke Athen - Kreta (Sudabucht) führte ursprünglich über die Südspitze des Peloponnes und bot in diesem Aufbau keine funktechnischen Schwierigkeiten. Als die Versorgung der Station Velamidia schwieriger wurde, reduzierte man die Verbindung auf zwei Teilstücke mit Relais auf Milos in 774 m Höhe. Die Vollsichtellipse der nördlichen Hälfte wurde durch Standortsbezug auf dem Hymettos-Gebirge N Athen in 1100 m Höhe wiederhergestellt, was allerdings ein drittes Teilstück zwischen Hymettos und Athen erforderte.

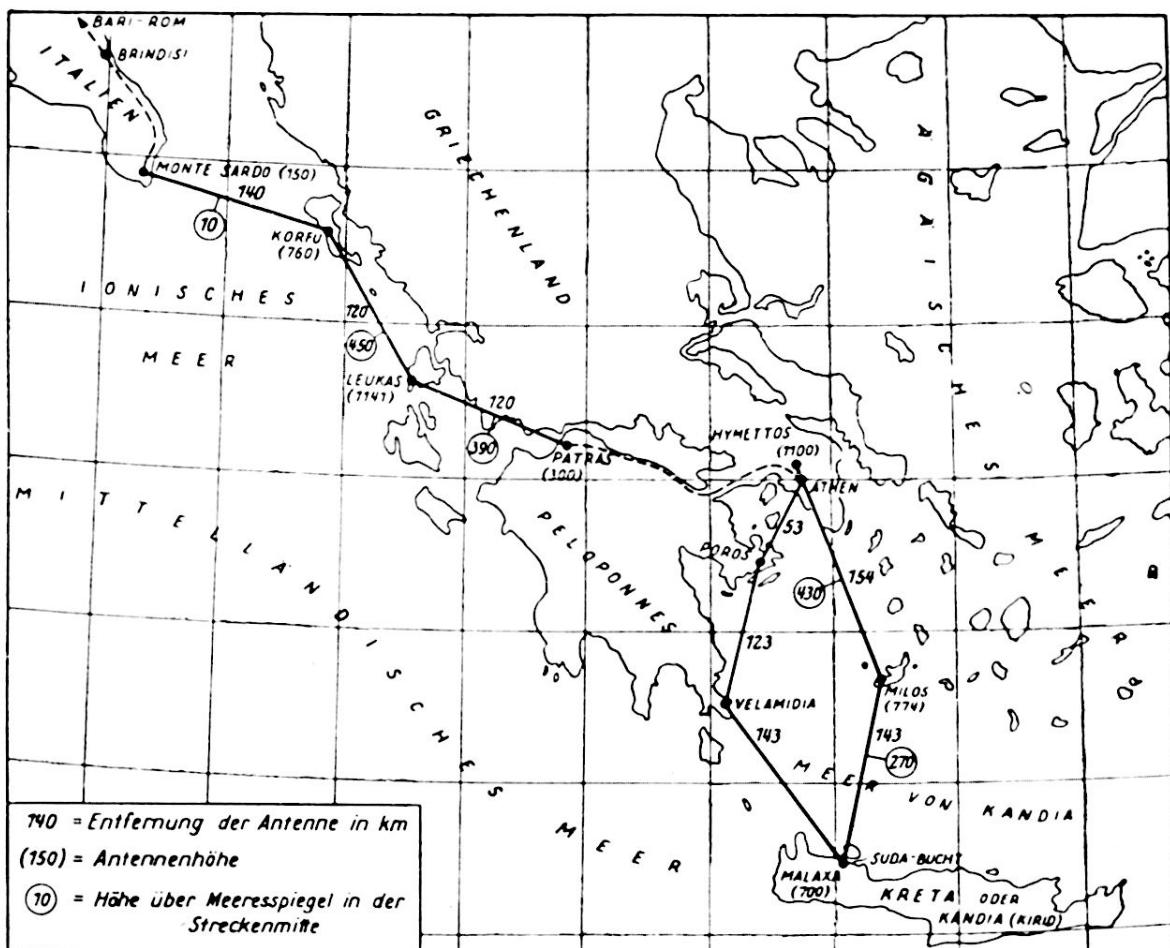


Fig. 15. Streckenplanung der Verbindungen Rom - Athen und Athen - Kreta («Krabbe»)

Dank eingebauter Rückkopplungs-Sperren in den nach Deutschland führenden Schleifen konnten in Berlin Gespräche mit Derna (Nordafrika) und Kreta über diese Verbindung mit größerer Lautstärke, also auch besserer Verständlichkeit geführt werden, als Ortsgespräche innerhalb der Reichshauptstadt. So wird berichtet, daß der für die Erstellung der «Funkbrücke» verantwortliche Offizier sich von Derna aus über total 2500 km Funk und Draht bei seinem Chef im Heereswaffenamt telefonisch für eine eingetretene Verspätung in seiner Rückreise entschuldigen wollte. Nach seinen ersten Worten unterbrach ihn der Vorgesetzte und bat ihn, sofort in sein Bureau zu kommen, glaubte er ihn doch innerhalb des Hauses in Berlin!

Bei der näheren Betrachtung der deutschen Richtfunk-Konzeption fallen verschiedene Dinge auf:

Einmal die von 1936 bis Kriegsende durchgehaltene Arbeitsteilung sowohl für Forschung als auch Entwicklung und Fertigung des Gerätes. Die Hauptteile der Stationen wurden durch entsprechend spezialisierte Firmen hergestellt und in den Gesamtrahmen des Gerätes eingepaßt. So befaßte sich

Telefunken ausschließlich mit dem Radioteil der Anlagen, AEG und Siemens nur mit der träger-, resp. niederfrequenten Ausrüstung aller Baumuster. Dadurch wurde z. B. eine absolute Einheitlichkeit aller Fernschreibzusätze und Trägerausrüstungen für draht- und drahtlosen Betrieb erreicht, ein technischer und ausbildungsmäßiger Vorteil, den diejenigen unter uns zu würdigen wissen, die zum Beispiel den Niederfrequenzteil gewisser eigener Trägerausrüstungen kennen.

Interessant ist ferner die konsequente Einordnung aller Richtfunk-Geräte in den den Funkmeß-Apparaturen der «Würzburg»-Type benachbarten Dezimeterbereich und die weitgehende Verwendung der dort erprobten Spezialröhren. Senderseitig wurde dabei – wohl aus Stabilitätsgründen – mit kleinen Leistungen gearbeitet, dafür aber verhältnismäßig große Antennen mit gutem Richtgewinn eingesetzt.

Man kann sich ferner fragen, wieso keine Impulssysteme eingeführt worden sind, obwohl die Technik als solche mit den Funkmeß-Systemen eng verwandt war und Telefunken während des Krieges ein PPM-Verfahren für acht Kanäle entwickelt hatte. Wir dürfen hier vermutlich die Anwendung des Prinzips der Konzentration der Kräfte erblicken, das in anderen Rüstungszweigen, z. B. im Flugzeugbau, gar nicht durchgehalten wurde. Daneben boten FM-Systeme sicher große Vorteile bei der Zusammenschaltung mit geträgerten Drehkreuzachsen oder Kabelleitungen, wo bei Impulsanlagen Demodulation des TF-Bandes erforderlich gewesen wäre. Sehr einfach war im übrigen auch die Ausführung des Dienstkanals, die Entnahme des Dienstgespräches auf den Relaisstationen und die Konferenzschaltung aller Stationswarte einer Strecke, Dinge, die bei Impulssystemen einen gewissen Aufwand bedingen. Wahrscheinlich waren aber solche Überlegungen gegenüber dem Wunsch, die «Linie» beizubehalten, sekundär.

«Rudolf»- und «Michael»-Geräte wurden nach Kriegsende – anfänglich von den Besetzungsmächten, später von der Reichspost – in weitverzweigten innerdeutschen Dezinetzen wieder eingesetzt und sind auf der Strecke von Bremen nach München mit Abzweigungen nach Bonn und Nürnberg auch heute noch im Betrieb. Vergrößert wurde die Zahl der Sprechkanäle, zum Teil auf Kosten von Frequenzband und Rauschabstand.

VII.

Militärischer Richtfunk in neuester Zeit

Aus Korea liegen begreiflicherweise wenig allgemein zugängliche Informationen über konkrete Einsatzbeispiele von Richtstrahlachsen vor. Immerhin ist einem Artikel des Generalmajors Back, CSO, jüngst eine Über-

sichtskarte beigefügt worden, die das Ausmaß des Richt-Achsen-Einsatzes von Tokio aus zeigt (s. Fig. 16). Das sich an diese Stammleitung im eigentlichen Operationsgebiet anschließende Richtstrahlnetz dürfte mindestens bis zur Brigade hinuntergehen, wie einem Bericht des 4. Uem.Bat. zu entnehmen ist.

Dieses Bat. gehörte schon bei der Inchon-Söul-Operation zum X. Korps. Seine beiden Bau-Kp. arbeiten für die dem Korps unterstellten 7. Division und 1. Marine-Division. Im erwähnten Bericht heißt es über den Einsatz von Richtfunkgerät bei diesen beiden Heereinheiten u. a.: «Das Bat. installierte Richtstrahlrelais auf den höchsten Erhebungen, um Verbindungen einer Qualität zu schaffen, wie sie daheim (d. h. in USA) für Televisions-Übertragungen üblich sind. Eine solche Station wurde auf einem 1100 m hohen Berg errichtet, dessen Spitze stellenweise nur auf Knien und Händen erreicht werden konnte. Hiefür waren 12 Übermittlungs-Spezialisten und 50 Mann Trägerpersonal erforderlich, denen der Transport von 4 Tonnen



Fig. 16. Richtstrahlachsen der 8. Armee Japan - Korea

Material, worunter 8 Antennenmasten zu 12 Meter, Verpflegung, Wasser und Betriebsstoffe oblag. Innerhalb 36 Stunden war das Relais betriebsbereit und eingegliedert. Oft mußte es aber auch mit der Waffe in der Hand gewartet und verteidigt werden...» Über die Richtfunkgeräte des letzten Krieges (AN/TRC-3/4 und 5/6) verläuft auch in Korea ein großer Teil allen Verkehrs.

Im Standardisierungs- und Integrationsprogramm allen Übermittlungsmaterials der *NATO-Staaten* nimmt das Richtfunk- und Trägergebiet einen breiten Raum ein. Daneben sind als permanente Infrastruktur Tausende von Streckenkilometern Radio-Links errichtet worden, teils FM-Anlagen großer Kanalzahl, teils Impuls-Geräte geringer bis mittlerer Belegungsmöglichkeiten, beide in der Regel im 15- oder 7,5-cm-Band.

Ferner spielen selbstverständlich die bereits vorhandenen, im Bau oder in der Projektierung befindlichen nationalen Richtfunkstrecken der einzelnen Postverwaltungen eine große Rolle in der Planung der Generalstäbe. Die meisten dieser Achsen liegen ja «zufällig» auch militärisch irgendwie interessant. Es ist anzunehmen, daß die jüngste Fernsehübertragung der englischen Krönungsfeierlichkeiten über englische, französische, belgische, holländische und westdeutsche Links auch von militärischen Stellen mit Aufmerksamkeit und Wohlwollen verfolgt und gefördert worden sind. Dank ihrer großen Bandbreite sind derartige Kanäle ausgezeichnete Übertragungswege für Radarschirm-Anzeigen und dürften in einer künftigen Luftkriegsführung als solche zu großer Bedeutung gelangen, wobei nebenbei immer noch für einige Dutzend bis einige Hundert Telefonikanäle Platz übrig bleibt.

Im Entwicklungsprogramm der US-Armee finden wir auf dem Gebiete des Richtfunkes (Military Review, Januar 1952):

Für die Stufe Korps ein 12-Kanal-Gerät, das mit den neuen 12-Kanal-Ausrüstungen für Trägerbetrieb über Draht unmittelbar zusammenarbeiten kann. Für die Division ein leichtes Impuls-Gerät, auf Jeep montiert, als Ersatz für die bisherige, nur in Lastwagen unterzubringende Ausrüstung. Hierzu gehören sehr leichte Endausrüstungen, die auf das neue «Spiral-four» (Feldfernkabel) angepaßt sind. Für die höchste Führung wird ein 96-Kanal-Gerät geschaffen, das dank seiner Bandbreite auch Fernseh- oder Radarbilder übertragen kann. Das angewandte Baukastensystem erlaubt, das Volumen durch Weglassung der jeweils nicht benötigten Kanaleinheiten entsprechend zu reduzieren.

VIII.

Fast alle *militärisch/technischen Gegenwartsprobleme der Richtverbindungen* gehen in ihrem Ursprung auf den zweiten Weltkrieg zurück und werden deshalb vorteilhaft im Lichte der damaligen Erfahrungen gewürdigt. Über Teilfragen haben wir uns schon bei der Betrachtung der deutschen Technik ausgelassen (Systemwahl, Arbeitsteilung).

Die *Geheimhaltung* spielt bei Richtstrahlachsen, namentlich wenn sie in normalen Telefonverbindungen arbeiten, eine große Rolle. Der *Sicherheits-*

grad ist ein variabler Faktor, der von der Wellenlänge, der Bündelung, der Senderantennenhöhe, den Ausbreitungsbedingungen, dem Standort der feindwärts gelegenen Relais- oder Endstelle, der Modulationsart und dem technischen Stand des Gegners abhängt. Alliierte und Deutsche hegten im letzten Krieg große Besorgnis hinsichtlich des Verrats durch Richtverbindungen. Wie wir gesehen haben, war dies bei Amerikanern und Briten der Hauptbeweggrund für die Einführung der Impulsmodulation. Obwohl sich das Flugzeug sehr gut zum Abhören von Richtverbindungen eignet, liegen aus dem Weltkrieg II keine konkreten Abhörebeispiele von Richtachsen vor, ausgenommen für den Bereich 70–100 MHz durch terrestrische Überwachung. Immerhin darf nicht vergessen werden, daß beidseitig eigentlich erst konkrete Möglichkeiten vom Sommer 1944 ab bestanden, von welchem Zeitpunkt an indessen speziell die deutsche Überwachung des UKW- und Mikrowellengebietes unter den ständigen Absetzbewegungen sehr zu leiden hatte. Ferner fehlte es für die höchsten Frequenzen an geeigneten Empfängern.

In amerikanischen Dienstvorschriften findet sich immer die Weisung, feindwärts gelegene Stationen «abzuschirmen», d. h. Standorte mit dem Rücken gegen genügende Überhöhungen zu wählen und lieber einige Kilometer mehr «Spiral-four» auszulegen, als das Weiterlaufen des «beams» auf Feindgebiet befürchten zu müssen. Immerhin lassen sich heute bei festen Anlagen im UHF-Gebiet mit Parabolspiegeln und Linsenantennen Fokussierungen erzielen, bei denen der Strahl noch nach 60 km nicht mehr als 500 m Durchmesser aufweist. Für mobile Anlagen ergeben sich daraus Probleme hinsichtlich der Stabilität der Antennensysteme, besonders wenn diese auf Türmen nach Art der AN/TRC-6 montiert sind.

Wichtig ist die *laufende Ermittlung* des Sicherheitsgrades durch Feststellung besonderer Überreichweiten auf Grund meteorologischer Elemente, eigener Beobachtungen und Feindlage. Dieser Zweig der troposphärischen Belange gehört im Ausland zum Aufgabenkreis der Funkberatungsorgane, worüber hier früher schon berichtet wurde.¹ Die Impulsmodulation bringt auf dem Gebiete der Abhörfestigkeit entschiedene Vorteile. In den Berichten der Feldzüge 1944/45 finden sich bereits Vorschläge für weitere Verbesserung der Geheimhaltung, wie sie heute in Form der Impuls-Code-Modulation und der Deltamodulation schon weitgehend realisiert sind. Beim ersten Verfahren werden die im Zeitmultiplex durchgemusterten NF-Signale ihrem Wert entsprechend in Form einer Code-Kombination bestimmter Element-Zahl übermittelt, beim letzteren nur die + oder — Dif-

¹ ASMZ, 7/1952, S. 518.

ferenzen des modulierten Signals gegenüber dem vorhergehenden Muster. Es scheint, daß auf diesem Wege bereits modulations-eigene Schlüsselverfahren entwickelt worden sind, denen allerdings nur eine geringe, d. h. momentane Festigkeit zugesprochen werden kann. Die übrigen Vorteile dieser Systeme hinsichtlich Schwundfreiheit, Rauschabstand usw. seien hier nur nebenbei erwähnt.

Bei FM-Anlagen nach dem Schachtelungsprinzip wird in ausländischen Dienstvorschriften stets empfohlen, nicht belegte Kanäle voll auszumodulieren, möglichst mit variablen Tonfrequenzen. Sehr oft wird bei TF-Systemen ja momentan nur ein Kanal belegt (und damit transponiert), der bei Absenz anderer Frequenzlagen praktisch ohne weitere Hilfsmittel abgehört werden kann.

Die Dienstvorschriften der US-Vermittlungen des 2. Weltkrieges verlangten bei Durchschaltung einer Telefon-Verbindung über Richtstrahl die Warnung an die Gesprächspartner: «Sie werden über Funk sprechen. Hüten sie sich vor Verrat!»

Bei der *Wahl des Frequenzbandes* scheint man sich auch militärisch etwas stark nach internationalen Konventionen zu richten. Die natürliche Begrenzung ist nach oben durch Absorptions- und Beugungerscheinungen, nach unten durch den Aufwand zur Erzielung guter Bündelungen gegeben. Wenn für feste Systeme der untere Teil des Dezimeter-Bereiches das Richtige sein dürfte, so ist in unserem Gelände für *bewegliches* Gerät die Frage offen, ob nicht das untere Meterwellengebiet angezeigt wäre. Die amerikanischen Einsatzbeispiele der Jahre 1942/43 in diesem Bericht entstammen im allgemeinen einem Relief, das mit dem unseren sehr verwandt ist und sprechen eine deutliche Sprache.

Die *Ausbreitungsprobleme* sind – militärisch gesehen – komplexer als man früher annahm. Wenn auch zwischen 3 m und 3 cm Wellenlänge große Unterschiede im Verhalten bestehen, so sind doch Refraktion, Reflexion und Diffraktion Erscheinungen, mit denen auf allen für Richtverbindungen in Frage kommenden Frequenzen zu rechnen ist. Nehmen wir beim Radar Überreichweiten gerne in Kauf, so sind sie bei Richtstrahlverbindungen begreiflicherweise höchst unerwünscht. Einsteils setzen sie die Abhorch-sicherheit wesentlich herab, anderseits steigern sie die Interferenzgefahr und komplizieren die Frequenzzuweisung ganz erheblich. Das Studium der Schwunderscheinungen und ihrer verschiedenen Ursachen in Funktion von Frequenz und Piste muß *über Jahre* ausgedehnt werden; so setzten z. B. die Amerikaner beim Erscheinen der ersten Anzeichen des kalten Krieges einen AN/TRC-3-Link zwischen Bocksberg (Harz) und Berlin in Betrieb. Bei Beginn der Beobachtungen, im Winter 1947/48 war er «remarkably good».

Alles schien für den «schlimmsten Fall», d. h. die Außerbetriebsetzung der Kabel in der Sowjetzone «aus technischen Gründen» wohl vorbereitet. Leider erwies sich dann der gleiche Link im Sommer 1948 als «remarkably dead» und praktisch unbrauchbar. (Col. Gaither, SD, EUCOM)

Deutsche Richtfunkplaner neigen dazu, Schwundeinbrüche als Folge ungünstiger Schichtenbildungen auch bei sehr freien Pfaden ernst zu nehmen und empfehlen, die Länge eines Funkfeldes nicht größer als 50 km zu wählen und sich im Mittel an 40 km zu halten. Im übrigen sollten nach den gleichen Ansichten auch Sender, Antennen und deren Speiseleitungen immer genügend Reserven garantieren, um Einbrüchen auf der Strecke begegnen zu können.

Wir dürfen leider nicht mit den günstigen Verhältnissen der Richtfunklinien über See in südlichen Gebieten rechnen, wie sie z. B. für die Strecken im Mittelmeerraum im Kriege vorlagen und von denen schon gesprochen wurde. Man kann sich des Eindruckes nicht erwehren, daß wir uns im Richtstrahlgebiet oft und eingehend mit Gerätefragen bis in Einzelheiten befassen, daß wir uns aber um die zu erwartenden Verhältnisse auf den «Leitungen» wenig bekümmern und auch vorhandene ausländische Erfahrungen auf diesem Gebiete nur ungenügend auswerten. Einen ähnlichen Fehler haben wir bekanntlich Jahrzehntelang auf dem Gebiete der «klassischen» Kurzwellenverbindung begangen. Unser Kredit bei den taktischen Benützern wurde davon leider nicht größer.

Das Problem der *Frequenzverteilung* ist mit dem vorhergehenden Abschnitt eng verknüpft. Oberstlt. Ross, der Chef des «Frequencies Advisory Board» im SHAEF schrieb darüber: «Wir glaubten anfänglich, wenigstens auf dem Gebiete des Richtfunkes mit seinen hohen Frequenzen genügend Spielraum und Reserven (bei der Wellenverteilung) zu haben. Bald aber merkten wir, daß sich gerade hier die Schwierigkeiten häuften, weil alle Ausrüstungen notgedrungen auf einige wenige geeignete Punkte in der Umgebung der HQ zusammengedrängt wurden...» Selbstverständlich handelte es sich hier um kristallgesteuertes Gerät mit Vervielfacherstufen und entsprechend zahlreichen störenden Kombinationsfrequenzen. Man trifft aber auch bei neueren ausländischen Militärgeräten im Dezimeterbereich auf Forderungen nach größtem Frequenzspielraum, rascher und einfacher Durchstimmbarkeit, genügender Bandbreite der Zubehörden und kleinstmöglichen Abstand zwischen Sende- und Empfangsfrequenz durch entsprechende Gestaltung der Weichen. Wir dürfen annehmen, daß solche Pflichtenhefte auf entsprechenden Erfahrungen basieren. Auch wir sollten uns hüten, Rechnungen anzustellen, die am grünen Tisch gerade ganz knapp

aufgehen. Der Kuchen muß vielmehr so verteilt werden, daß für Überraschungen Platz bleibt.

Auf dem Gebiete der *Schwingungserzeugung* im UHF-Gebiet sind große Fortschritte gemacht worden. Es war angesichts des Standes der Radar-technik Ende letzten Krieges nur natürlich, wenn für Impulsbetrieb geeignete Röhren hoher Leistung für Nachrichtenzwecke übernommen wurden. Leider gelang es aber schlecht, diese Leistungsquellen auch unter Kontrolle zu halten und frequenzmäßig für Ruhe und Ordnung zu sorgen. Was bei Radargerät mit nebeneinanderliegenden Sendern und Empfängern wenig störte, wurde beim Übermittlungsgerät zum Hauptproblem: die Stabilität. Sobald geeignete Spezialröhren, sog. Scheibentrioden mit besonders kleinem Gitter/Kathodenabstand für den Dezimeterbereich zur Verfügung standen, verschwanden die bisherigen Schwingungserzeuger und Verstärker, die Magnetrone und Reflexklystrone aus den Richtstrahlapparaturen. Man begnügte sich mit weniger Leistung, verfügte dafür über eine größere Frequenzkonstanz und eine sehr einfache Durchstimmung. Leider gehen bei uns in der Beurteilung dieser Evolution die Ansichten auseinander.

In allerletzter Zeit treten *gittergesteuerte* Magnetrone in Erscheinung, die den Vorteil großer Leistung mit guter Kontrollmöglichkeit verbinden und für Richtstrahlgerät neue Möglichkeiten eröffnen.

Die *Fragen der Betriebssicherheit* haben bei permanenten Anlagen weniger Bedeutung, als bei feldmäßigen, abgeschnittenen Relaisstationen. Immerhin ist es auch hier sehr interessant, alliierte und deutsche Betriebserfahrungen in ihrer weitgehenden Übereinstimmung zu zitieren. Bei der Kleinheit der Aggregate angesichts der geforderten taktischen Beweglichkeit in der Wahl der Stationsstandorte einerseits, der Notwendigkeit des Dauerbetriebes über Wochen und Monate andererseits, standen *Speisungsprobleme* oft im Vordergrund. Amerikaner und Deutsche forderten übereinstimmend pro Terminal oder Relais drei Aggregate, von denen zwei im Wechsel liefen und eines in Reserve stand. Beim Signal Corps galt die Vorschrift, alle drei Stunden auf Voranmeldung am Dienstkanal einheitlich auf der ganzen Strecke die Aggregate zu wechseln und das neu stillgelegte einer gründlichen Kontrolle und Wartung zu unterziehen. Auf deutscher Seite führten die Schwierigkeiten der Treibstoffbeschaffung und des -transportes (oft durch Träger oder Maulesel) – pro «Krabbe»-Gerät (s. S. 40) 2000 l/Monat – zum Entschluß, Windkraftanlagen zur Energieerzeugung zu verwenden. Für deren Betrieb waren an Relaispunkten ja besonders günstige Voraussetzungen vorhanden. Die wirtschaftliche Lösung des Problems gelang indessen erst nach dem Kriege und wird heute im Zusammenhang mit den Richtfunktürmen der Reichspost weiter verfolgt.

Ähnliche Regeln wie für die Aggregate galten für die hoch- und trägerfrequenten Stationsausrüstungen. Die Amerikaner erachten hier komplette Reserveanlagen als nötig, wie dies aus den Kombinationen AN/TRC-3/4 und 11/12 hervorgeht, ebenso die Engländer mit dem W.S. 10. Die Deutschen begnügten sich – aus der Not eine Tugend machend – mit sorgfältigem Unterhalt, regelmäßigen Messungen und lückenlosen Betriebs- und Meßprotokollen. So galt teilweise bei ihnen die Bestimmung, die Röhren nach bestimmten Betriebsstundenzahlen auszuwechseln und in der Heimat im Labor weiterzuverwenden, auch wenn kein Nachlassen ihrer Leistung festzustellen war. Welche Bedeutung bei diesem Prozedere den totalen Röhrenzahlen pro Station zukommt, liegt auf der Hand.

Eine *straffe Kommando-Ordnung* pro Kette mit entsprechend genauer Regelung des Melde-, Meß- und Einpegele-Systems gilt im übrigen auch bei den Amerikanern als unerlässliche Voraussetzung für Betriebssicherheit und Leistungsfähigkeit jeder mehrgliedrigen Richtverbindung. Ferner galt auf beiden Seiten in bezug auf Betriebssicherheit der Grundsatz, größere Kanalzahlen durch Parallelführung zweier oder mehrerer Achsen zu erzielen und nicht Einzelgeräte großer Kanalzahlen anzustreben.

Die *Flexibilität* eines Richtstrahlsystems bei Bewegungen und flüssigen Lagen hängt ausschließlich von der Gestaltung der Kanal- und Niederfrequenz-Ausrüstungen ab. Bei Verschiebungen von KP der höheren Führung, die meistens in mehreren Staffeln erfolgen und deren Permanenzen sich überlappen, aber auch bei Aufteilungen in HQ, KP und vorgeschobenen KP kommt der Möglichkeit von träger- oder niederfrequenten Entnahmen bzw. Durchschaltung oder Einfügung ganzer Bündel oder Einzelheiten auf Abzweigpunkten große Bedeutung zu. Die alliierten Geräte des zweiten Weltkrieges wiesen in dieser Hinsicht noch gewisse Mängel auf, wie übrigens auch die unseren. So sollte es z. B. nicht mehr vorkommen, daß die Vierdraht-Seiten der einzelnen Kanäle nicht zugänglich sind und bei Durchschaltungen alle Nachteile zweier Gabeln mit unvollkommenen Nachbildungen in Kauf genommen werden müssen.

Seit Jahren sind Bestrebungen darauf gerichtet, die großen Vorteile der Sprach-, Fernseh- oder Radarübertragung über Richtstrahlachsen auch dort ausnutzen zu können, wo keine Relaisstationen errichtet werden können, also z. B. zwischen England und USA oder zwischen USA und Fernem Osten. Wenn uns auch gegenwärtig die *Probleme interkontinentaler Richtverbindungen* fernliegen, so gehören sie doch in den Rahmen dieser Zusammenstellung.

Das National Bureau of Standards hat seit der ersten Radarvermessung des Mondes durch das Signal-Corps im Jahre 1946 viel darauf verwendet,

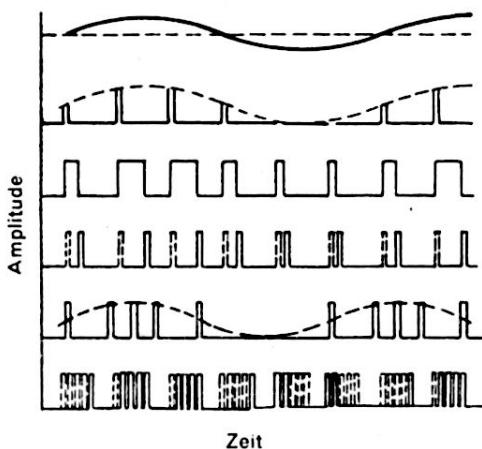
die Brauchbarkeit dieses Gestirnes als «passives Relais» abzuklären. Fragen der Oberflächengestaltung des «Reflektors», des Dopplereffektes, der extra-terrestrischen Störungen spielen hier mit. Im Sommer 1952 ergab eine Versuchsverbindung von Cedar Rapids (Jowa) nach Sterling (Virginia) über 1240 km Luftlinie auf 418 MHz ($\lambda = 72$ cm) via Mond einwandfreie Resultate. Die Laufzeitverzögerung entsprach genau dem errechneten Wert von 2,5 Sekunden. Aufgewendet werden mußten immerhin 20 KW Senderleistung; für Mehrkanalbetriebe genügender Sicherheit rechnet man mit etwa 100 KW. Sender der «Resnatron»-Type, wie sie im letzten Kriege als Groß-Radarstörsender verwendet wurden, sind in der Lage, solche Energiebeträge auf Frequenzen bis etwa 700 MHz zu erzeugen. Selbstverständlich sind Mond-Relais u. a. an die elementare Bedingung geknüpft, daß das Gestirn von beiden Endstellen aus sichtbar ist und die Nachlaufsteuerungen der Antennen klappen. Ob andere Himmelskörper als Relaispunkte in Frage kommen, hängt von den Fortschritten der Radio-Astronomie ab, die auf dem Umweg über Untersuchungen kosmischen Rauschens mit ihren stark bündelnden Spezialantennen hier vielleicht zu neuen Erkenntnissen praktischer Anwendbarkeit gelangen wird. Das Pentagon ließ sich kürzlich sybillenhaft vernehmen, die Frage des Transocean-Richtstrahls sei gelöst. Ob damit die eben beschriebene Möglichkeit oder die «Stratovision» gemeint war, ist nicht ersichtlich.

Unter «Stratovision» versteht man das im letzten Krieg bereits übliche Verfahren mit Relaisflugzeugen, die in beträchtlicher Höhe kreisen und entsprechend große Gebiete mit Mikrowellen-Emissionen versorgen können. Mit dieser Methode hätte z. B. die Übertragung der Fernsehaufnahmen von den Krönungsfeierlichkeiten nach USA durchgeführt werden sollen, bis man aus Kostengründen darauf verzichtete.

Vom Relaisflugzeug zu den etwas phantastisch anmutenden Projekten der künstlichen Satelliten als Relaispunkte für Richtstrahler bis hinunter zum Millimeter Wellenlänge dürfte noch ein langer Weg zurückzulegen sein. Immerhin hat das Signal-Corps jetzt schon ausgerechnet, daß bei Einsatz dreier solcher Satelliten – auf 30° E für Afrika und Europa, 150° E für China und Ozeanien, 90° W für beide Amerika – alle seine Verbindungsprobleme strategischer Art mit einem Schlag gelöst wären.

Die Frage *terrestrischer passiver Relais* – Spiegelflächen für Strahlumlenkung aus Gitterwerk z. B. – die von zwei Punkten aus angestrahlt werden und keine Ansprüche hinsichtlich Speisung, Wartung, Geräteausstattung usw. stellen, ist als militärisch bestechend oft geprüft worden. Versuchsergebnisse zeigen, daß *natürliche* Spiegelflächen wie etwa Felswände praktisch nicht in Frage kommen, weil eindeutig definierte Reflexionsstellen fehlen.

Impuls-Modulations-System



NF-Modulationssignal

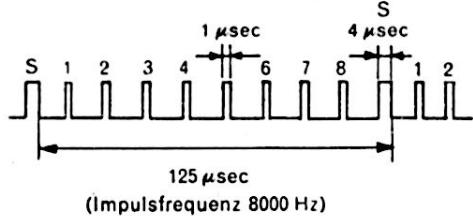
PAM: Impuls-Amplituden-Modulation

PWM: Impuls-Längen-Modulation: Set 10

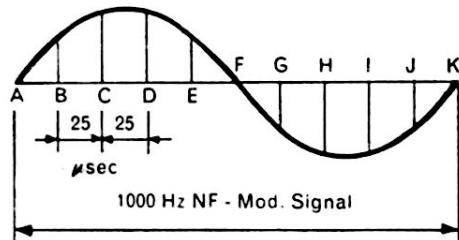
PTM: Impuls-Zeit-Modul. } AN/TRC 5+6
Impuls-Lage-Modul. } Schweiz. Syst.: BBC/STR (Pulse Time Modulation: } AN/TRC 5+6
Pulse Position Modulation: } Schweiz. Syst.: BBC/STR).

PFM: Impuls-Frequenz-Modulation

PCM: Impuls-Code-Modulation (Beispiel: 5er Code)

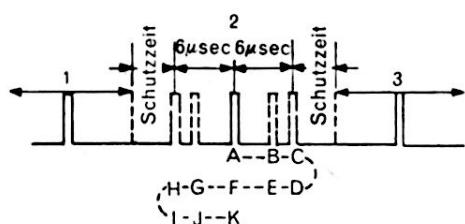


1-8: Kanalimpulse
S: Synchronisierimpulse

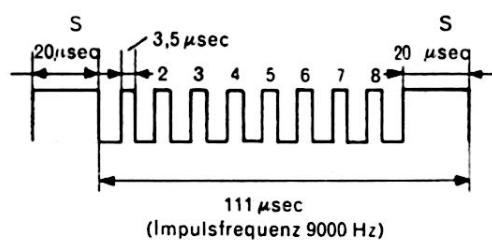


*Impuls-Zeit- oder Impuls-Lage-Modulation
(PTM)*

Beispiel: AN/TRC-6 (Bell)



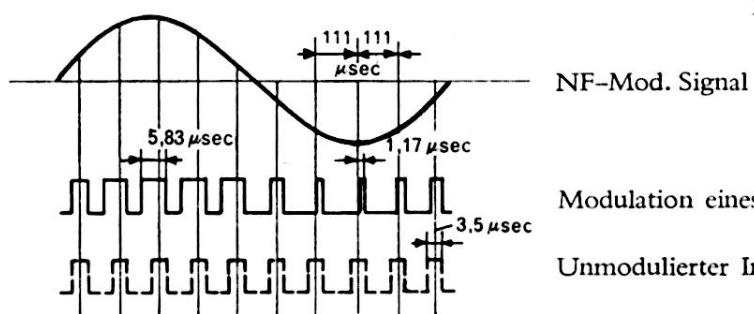
Auslenkung Kanalimpuls 2
bei Modulation mit 1000 Hz-Signal



1-8: Kanalimpulse
S: Synchronisierimpuls

Impuls-Längen-Modulation (PWM)

Beispiel: Set 10 (GB)



Modulation eines Kanalimpulses mit NF-Signal

Unmodulierter Impuls als Vergleich

Breitbandige Emissionen würden deshalb meist Verzerrungen erleiden und zudem mit viel zu geringer Feldstärke zurückgeworfen. *Künstliche Sekundärstrahler* (Spiegel) sind nur zu realisieren bei Wellenlängen von unter zirka 10 cm und bei sehr geringen Entfernungen der Relais- oder Endstellen. Aus der Literatur ist bis heute nur eine im Betrieb befindliche Anordnung solcher Art bekannt geworden, die Verbindung Afourer – Bin-el-Ouidane im marokkanischen Atlas. Zwischen zwei in tiefen Tälern gelegenen Stauwehrbauten sollte über ein 1000 m hohes Massiv telefonische Verbindung errichtet werden. Draht kam nicht in Frage, da die Berber das Leitungsmaterial jeweils in kürzester Frist zu Schmuck verarbeiteten. Relais-Stationen konventioneller Art schieden aus Gründen der Wartung, Speisung und Zugänglichkeit aus. So wurde auf dem Berge Tazerkoumt (1700 m) schließlich ein Doppelspiegel von 2×10 Quadratmetern aufgestellt, an den Endstellen Hohlspiegel von 10 Quadratmetern und 8 m Brennweite. Die Verbindung arbeitete mit 1 Watt Senderleistung auf 9 cm Wellenlänge zufriedenstellend im Einkanalbetrieb.

Im *Versuchseinsatz* standen Spiegel als passive Relais übrigens schon in den Jahren 1946/47 im Rahmen einer 23-cm-Mehrkanalverbindung zwischen Grasse und der Insel Korsika (Calenzana). Man versuchte, damit die Verhältnisse auf dieser ohne optische Sicht arbeitenden 210-km-Piste zu verbessern. Die erzielten Resultate vermochten jedoch im Verhältnis zum Aufwand nicht zu befriedigen.

IX.

In letzter Zeit erwachsen der Richtstrahlachse auch militärisch Rivalen. Über Land etwa die koaxialen Kabel, für kürzere Verbindungen über See die Unterwasser-Verstärker, die mit dem Kabel zusammen versenkt werden können. Militärische Übermittlungsmittel sollen sich aber nicht wie zivile konkurrenzieren, sondern *ergänzen* und *überlagern*. Die Möglichkeiten hiefür anhand der Erfahrungen des letzten Krieges und der sich abzeichnenden zukünftigen Entwicklung aufzuzeigen, war der Sinn unserer Betrachtungen.