Zeitschrift: ASMZ : Sicherheit Schweiz : Allgemeine schweizerische Militärzeitschrift

Herausgeber: Schweizerische Offiziersgesellschaft

Band: 125 (1959)

Heft: 5

Artikel: Richtstrahl auf neuen Pfaden

Autor: Bolliger

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-37823

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: 12.07.2025

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

sich für deren Erhaltung einzusetzen, was in einer wirksam gestalteten Landesverteidigung zum Ausdruck kommt, um so geringer wird die Wahrscheinlichkeit, daß Landesverteidigung und Zivilschutz ihre praktische Bewährung ablegen müssen. Das aber wünschen wir alle!

Richtstrahl auf neuen Pfaden

Von Major i. Gst. Bolliger

I

In einem früheren Jahrgang dieser Zeitschrift[1] wurde über die Entwicklung der Richtfunktechnik bis zum Korea-Konflikt berichtet. Der daran anschließende Ausblick endete mit «den etwas phantastisch anmutenden Projekten der künstlichen Satelliten als Relaispunkte für Richtstrahler bis hinunter zur Millimeter-Wellenlänge». Am 18. Dezember 1958 hat nun der erste dieser Fernmeldesatelliten, eine «Atlas»-Rakete, in der wohl zunächst mehr symbolischen Ausführungsart eines auf 1680 Worte beschränkten «Gedächtnisses» seine Reise um die Erde angetreten. Es scheint also, daß auch hier die Entwicklung rascher voranschreitet, als sich vor fünf Jahren abschätzen ließ. Eine Zusammenfassung der seit 1953 eingetretenen Evolution auf dem Richtstrahlgebiete mag deshalb von allgemeinem Interesse sein.

Angebot und Nachfrage

Auf der Soll-Seite der Übermittlungsbilanz haben sich die *Nachfrage* nach Kanälen und die *Ansprüche* an deren Verarbeitungskapazität als Folge der Atomgliederung und -taktik der Heere und größerer Geschwindigkeiten beim Feuertransport namentlich zur Luft weiter stark gesteigert. Kam vor 15 Jahren die englische 8. Armee noch mit vier Stammleitungen als Armeeachse aus, so benötigt eine einzige moderne Radar-Such- und Führungsanlage des heutigen Nato-Typs über 200 ein- und ausgehende Leitungen. Die 8. amerikanische Armee in Korea erreichte schon 1952 ein tägliches Verkehrsvolumen von 40 000 Telefongesprächen und einer Million Worte im Telegrammverkehr. Auch in unserer Armee und ihrer Flugwaffe lassen sich ähnliche Tendenzen feststellen. Leider sind genaue Berechnungen außerordentlich schwierig und weitgehend an das Theoretische gebunden, weil es uns praktisch nie gelingt, *alle* zeitlich und örtlich in Frage kommenden Bedarfsträger zu längeren Übungen zu vereinigen, auf Suppositionen weit-

[1] Hefte 12/1953 und 1/1954.

gehend zu verzichten und alles, was sonst gelbe und grüne Blätter enthalten, durch den normalen Nachrichten- und Befehlsfluß eines *sehr großen* Bereiches erstehen zu lassen. Gewisse Führungsinstrumente, so beispielsweise jene der Flieger- und Flabtruppen oder gar der Armeeleitung, können nur nach dem System «pars pro toto» getestet werden, was der Übermittlungstruppe eine praktische Überprüfung ihrer Vorkehren und ihres Anpassungsgrades an die Nachfrage verunmöglicht. Nicht selten erschöpft sich auch das in der Praxis aus Verfahrens- und Bestandesgründen so gar nicht einfache Spiel des Übermittlungsapparates der zwei- oder gar dreigeteilten Führungsstäbe mittlerer und oberer Stufen auf symbolische Andeutungen ohne Rahmen und realistisches Informationsvolumen.

Militärisches Führen wird oft als eine laufende Auseinandersetzung zwischen der schöpferischen Idee des Chefs und einer Reihe technischer Gegebenheiten definiert, als eine ständige Suche nach einem Kompromiß zwischen dem Willen des Führers und den sich seiner Erfüllung entgegenstellenden materiellen Tatsachen. Leider muß man feststellen, daß die moderne Technik dem Führerentschluß immer mehr unumstößliche Hypotheken auferlegt und daß zum Beispiel im Übermittlungsdienst der laufende Kompromiß trotz bestem Willen der Nachrichtentruppe immer seltener durch Konzessionen ihrerseits zustandekommt.

Bonaparte sah sich noch in der Lage, den stets ausgezeichnet durchdachten Übermittlungsapparat persönlich zu beeinflussen. So findet sich etwa in einem Anhang seines Operationsbefehls zum Italienfeldzuge von 1796 unter «Organisation du Service d'Estafettes»:

«. . . Toutes les fois qu'il pourrait y avoir quelque chose de pressé, le général divisionnaire Joubert cachéterait la lettre avec trois cachets, et remettrait à la première ordonnance autant de fois dix sous qu'il a de relais; l'ordonnance, en donnant le paquet, garderait dix sous pour elle et remettrait le reste de l'argent en remettant la lettre . . .»
«. . . Lorsqu'une lettre sera très pressée, le général qui l'envoie mettra cinq cachets, et alors il sera donné vingt sous par ordonnance . . .»

Weder große noch kleine zeitgenössische Napoleone können mit Trinkgeldern oder scharfen Befehlen technische Daten ihrer Führungshilfen ändern. Um so wichtiger ist das unablässige, offene und wirklichkeitsnahe Gespräch zwischen Chef und Übermittlungsgehilfen über das Problem Nachfrage und Angebot in Funktion von Raum und Zeit. Am Beispiel einer ausländischen Entwicklung möchten wir den fruchtbaren Verlauf eines solchen Prozesses aufzuzeigen versuchen. Gleichzeitig sollen unsere Betrachtungen ein bescheidener Beitrag zur Geschichte des militärischen Nachrichtenwesens der letzten sechs Jahre sein.

Die gegenüber dem Zweiten Weltkrieg sprunghaft gestiegene Nachfrage nach Übermittlungskanälen in Korea und der fast gleichzeitig neu aufgetretene und sich ständig vergrößernde Bedarf an Nachrichtenwegen in der Arktis brachten die amerikanischen Übermittlungstruppen aller Wehrmachtszweige in eine sehr unangenehme Lage. Einerseits kam eine Vermehrung der klassischen, schmalbandigen Funkmittel wegen der allmählich untragbar werdenden Überlastung der normalen Frequenzbänder nicht mehr in Frage. Anderseits bot der Aufbau von Richtachsen auf hohen Frequenzen mit gutem Platzangebot auch für breitbandige Systeme große Schwierigkeiten. Den reglementierten Ausbreitungsdiagrammen des etatmäßigen Materials standen die tatsächlichen topografischen Gegebenheiten in Korea wie in Alaska meist diametral gegenüber. Zudem waren geeignete Relaisstandorte oft kaum zugänglich; ihre laufende Versorgung band ansehnliche Kräfte und für die Verteidigung waren zudem Eliteverbände abzuzweigen, die die Front dringend benötigte. Im Norden kamen vermehrte Ausfälle konventioneller Funkhilfen dazu. Viel Material war den tiefen Temperaturen nicht gewachsen. Häufige Nordlichter führten zu Totalunterbrüchen aller Verbindungen mit Ausnahme der Richtachsen, auf denen sich ein immer größerer Prozentsatz allen Verkehrs abstützen mußte. Vor Streckenausdehnung und größerer Kanalzahl aber stand offiziell die Theorie, die Dienstvorschrift über Streckenplanung, Funkfeldlänge und Vollsicht. Aus dieser Not heraus entstanden im Jahre 1952 eine Anzahl Funklinien, die durch Versuche einfacher GI's aufgebaut worden waren und die sich ebensosehr durch ihren hohen Zuverlässigkeitsgrad wie durch die souveräne Mißachtung aller anerkannten technischen Grundsätze auszeichneten. Ihr Ruhm drang innert Jahresfrist durch den Mund heimkehrender Wehrmänner bis zum Pentagon durch, das im März 1953 eine aus der Industrie und staatlichen Ämtern beschickte Mission aussandte, um den Gerüchten nachzugehen und der angeschlagenen Wissenschaft wieder auf die Beine zu helfen.

«We decided to take the trip like bad medecine and get it over with. So we surveyed the situation from our «ivory tower» (from which we could not see Korea or Alaska), and cooked up a plausible scientific reason (if only to soothe our wounded vanity) for the coming ‚experiment'. . .»

beginnt mit erfrischender Offenheit der Bericht des Vertreters der «Signal Corps Engineering Laboratories» über die sechswöchige Studienreise. Er schließt mit der Feststellung: «A major scientific contribution to basic knowledge of radio propagation has been made, and used for two years by our armed service men.»

Um die Schlußfolgerung gleich vorwegzunehmen: Truppenerfahrungen können nie ernst genug genommen werden, denn auch bei der Truppe – bei uns in technischen Dingen vielerorts noch «Truppe» geschrieben – stehen, ein Merkmal der Miliz, erfahrene Spezialisten zur Verfügung, deren Stimme gehört werden muß. Ihr rationeller Einsatz und die volle Ausnützung ihrer zivilen Kenntnisse leiden aber noch vielfach unter allerlei Eigentümlichkeiten administrativer Bestimmungen, etwa über WK-Zeitpunkt, zusammenhängende Dienstleistungen, Dienstordnungen von Ämtern und Beförderungsfragen.

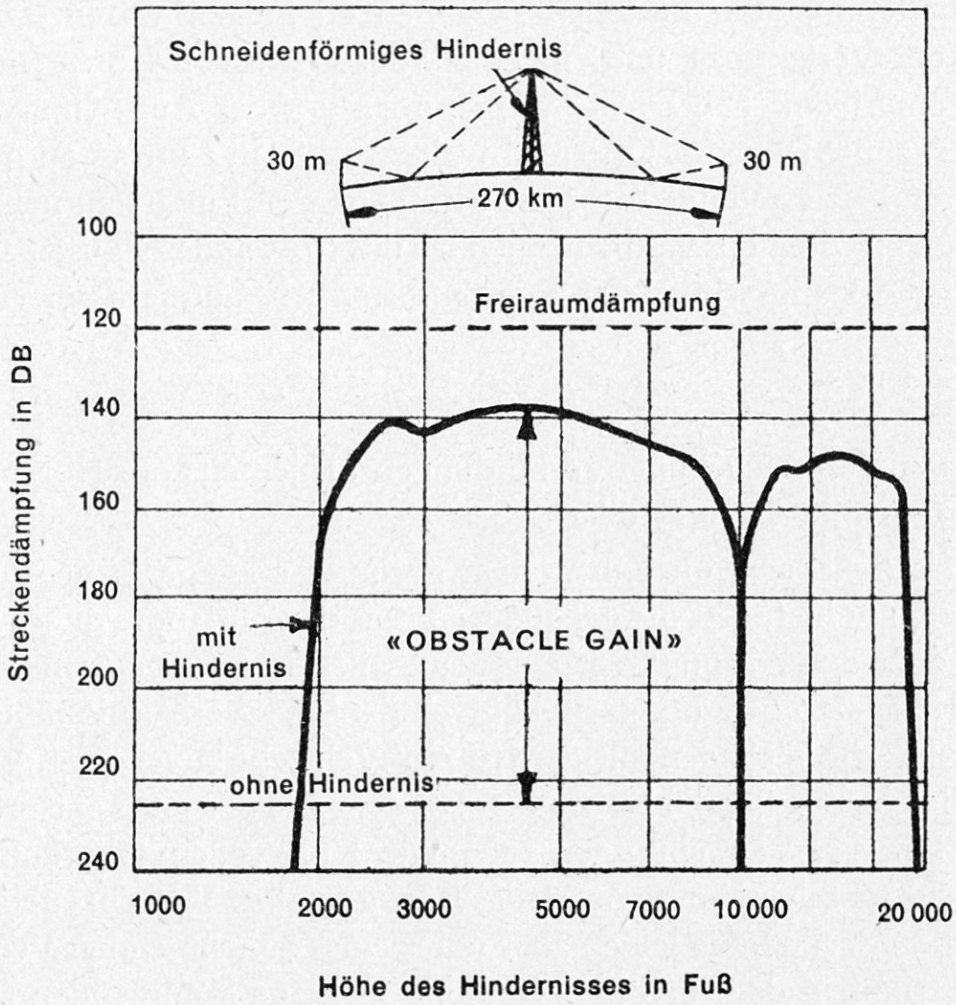

Fig. 1. Obstacle-gain-Diagramm für 100 MHz
(aus einem amerikanischen Merkblatt)

An unserem Beispiel ist die rasche und gründliche Auswertung bemerkenswert; in den Augustnummern der maßgebenden technischen Zeitschriften des Jahres 1953 finden sich bereits Zusammenfassungen des Kommissionsberichtes und wenig später trafen die Merkblätter zum Thema (Fig. 1) in den amerikanischen Fachschulen und bei den Truppen im Felde ein. Der

«obstacle gain», die Beugung ultrakurzer Wellen an der scharfen Hinderniskante hatte als «Erfindung des kleinen Übermittlers» ihre verdiente Anerkennung gefunden.

Ungefähr zur selben Zeit wiesen verschiedene Arbeiten, namentlich jene Bullington's[2], darauf hin, daß Frequenzen weit über den für ionosphärische Spiegelung in Frage kommenden Werten jenseits des Horizontes noch ganz ansehnliche und zum Teil sehr konstante Fernwirkungen zu erzeugen in der Lage sind. Versuche auf mehreren Experimentierstrecken in den Staaten, in Alaska und zwischen Grönland und Labrador, erbrachten den Beweis, daß diese Feststellungen unmittelbar praktisch zu nutzen waren. Unter dem Drucke der Verhältnisse und eingedenk der Lehre von Korea entschlossen sich die amerikanischen Dienstzweige, noch vor der Aufstellung einer allseits anerkannten Theorie Überreichweitestrecken in Auftrag zu geben und nach ihrer Fertigstellung sofort in den taktischen Einsatz zu nehmen. Die seitherige Entwicklung verdient, auch bei uns trotz anderer Distanzmaßstäbe und hoher Abgangswinkel der meisten Pisten sehr aufmerksam verfolgt zu werden.

Überreichweite

Der Wunsch nach Funk-Verbindungen bis jenseits des Horizontes läßt sich auf folgende Arten erfüllen:

Mittels *Reflexion* von Kurzwellen geeigneter Länge in der *Ionosphäre*. Voraussetzung hiefür ist die genaue Kenntnis des Zustandes dieses Mediums an dem oder den Aufpunkten. Die heute auch in unserer Armee zur Verfügung stehenden Prognosen sind zurzeit dank des verhältnismäßig dichten Netzes ziviler Ionosonden auf der ganzen Welt sehr zuverlässig. Wir haben darüber in einem früheren Heft[3] noch vor dem Aufbau eines entsprechenden eigenen Dienstes Betrachtungen angestellt. Kurzwellenverbindungen über die Ionosphäre bilden immer noch das Rückgrat allen Verkehrs über mittlere und große Strecken. Sie leiden aber unter einer zunehmenden Verstopfung des Spektrums in den für die Spiegelung in Frage kommenden Frequenzbändern, die sich übrigens in den nächsten fünf Jahren mit der Abnahme der Sonnenaktivität bis zum nächsten Minimum beträchtlich einengen werden. Zudem gehen die Meinungen über die im Kriegsfalle zusätzlich eintretenden Belastungen stark auseinander. Tatsächlich sind die möglichen Fernwirkungen großer Gerätemassierungen auch abseits liegender Kriegsschauplätze recht vielfältig und nicht zu vernachlässigen. Man wird sich bei uns etwa

---

[2] Proceedings of the I.R.E., Januar 1953.

[3] ASMZ Juli 1952, S. 509.

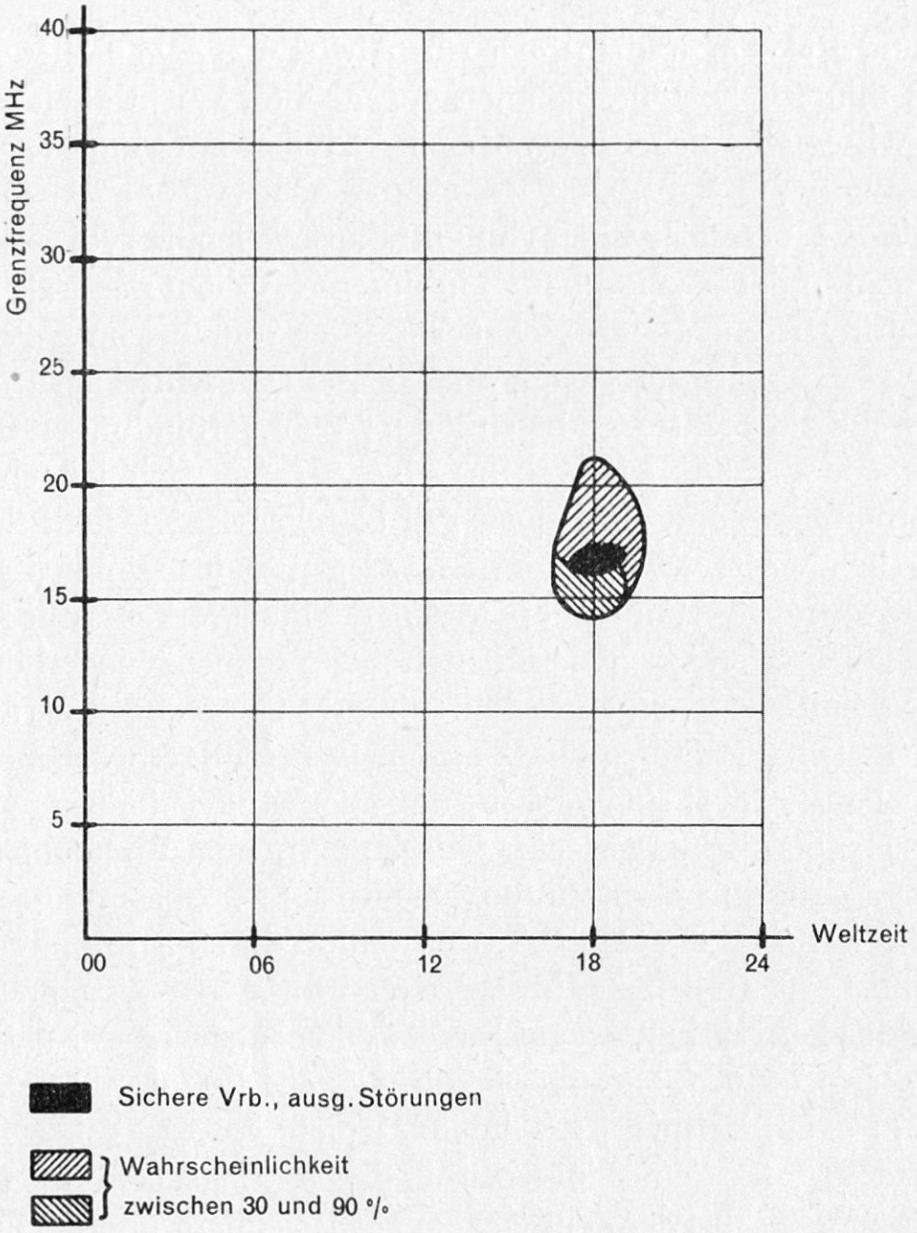

Fig. 2. Verlauf der Grenzfrequenz (MUF) Piste Paris-Pearl Harbor (Februar 1959)

Auffallend ist die starke Beschränkung der Betriebszeit auf diesem das Polgebiet schneidenden Größtkreis

noch an die Beispiele des Monats Juni 1944 (Overlord) oder des Jahres 1948 (Berliner Luftbrücke) erinnern. In *polaren Gebieten* sind alle Kurzwellenverbindungen häufigen und zum Teil sehr starken Störungen bis zum totalen Ausfall ausgesetzt. Es liegt auf der Hand, daß jede Angriffshandlung über die Arktis in eine Zeit starker magnetischer Stürme verlegt würde, falls sich der potentielle Gegner hauptsächlich auf Kurzwellen abstützte und damit den Wert zum Beispiel seines Radargürtels stark verminderte. Ein beträchtlicher Teil der Anstrengungen des geophysikalischen Jahres galt denn auch allenthalben der weiteren Erforschung des Verhaltens der Jonosphäre mittels

Sonden und Raketen und magnetischen Messungen in höheren Breiten, beides als militärische Unternehmen von größter Wichtigkeit meist sorgfältig im wissenschaftlichen Gewand eines zivilen Forschungsinstitutes getarnt.

Sporadische Überreichweiten von Ultrakurzwellen, hervorgerufen durch Schichtungen in der Troposphäre – in unseren Breiten meist als Folge von Temperaturinversionen oder – seltener – durch sporadische E-Schichten in der tieferen Ionosphäre verursacht, sind ebenfalls ein Mittel zur Ausdehnung normalerweise auf Sichtweite beschränkter Funkverbindungen im Meter-, Dezimeter- oder Zentimeterwellen-Gebiet. Da sie sich jedoch nur sehr schwer voraussagen und auf keinen Fall bestellen lassen, fehlt ihnen meist jeder praktische Wert. Man pflegt sie im Gegenteil im Hinblick auf die damit eintretende große Abhorchgefährdung des Funkverkehrs mit Kleinfunkgeräten und Interferenzschwierigkeiten bei Frequenzwiederholungen in Nachbarabschnitten als ausgesprochen störend zu bezeichnen. Es ist Aufgabe des militärischen Wetterdienstes, Warnungen bei ausgesprochenem «Überreichweite-Funkwetter» auszugeben, um ungewollten Indiskretionen vorzubeugen. Das klassische Beispiel für die gegnerische Ausnutzung anormaler Reichweiteverhältnisse im Kleinfunk bleibt die «Beobachtung» deutschen Fernwaffenbeschusses des Gebietes von London durch Mithören englischen Polizei- und Feuerwehrfunkes im besetzten Norwegen des Jahres 1944.

Permanente Fernwirkungen auf Meterwellen entstehen durch *Beugung* an einzelnen Bergkämmen. Hierüber besitzen zweifellos viele Leser eigene Erfahrungen, so zum Beispiel jene, die im Gebiete von Interlaken früher den Fernsehsender Monte Penice im Apennin durch *Beugung* am Jungfraumassiv deutlich empfingen, bis der deutsche Sender Raichberg und noch später die schweizerische Station La Dôle durch *Reflexion* am selben Gebirgszug bei gleicher Kanalzuteilung den Empfang aller drei Sender verunmöglichten. Dieser Beugungseffekt ist dann am wirksamsten, wenn Sender und Empfänger durch einen Gebirgszug getrennt werden, mit dem beide in Sichtbeziehungen stehen. In der angelsächsischen Fachliteratur spielt dieser «Obstacle Gain» eine große Rolle. Er läßt sich in die Streckenplanungen einbeziehen und wird in den Truppenreglementen berücksichtigt (siehe Fig. 1). Wir haben die Geschichte seiner «Entdeckung» als Lehre vorweggenommen.

Schließlich sind Verbindungen hinter den Horizont (oder eine Geländekulisse) auch durch *Reflexionen* an Bergwänden, Hügelzügen oder großen Kunstbauten möglich. Diese Erscheinungen sind nicht nur allen Benützern von Kleinfunkgeräten bekannt, auch jeder UKW-Hörer oder Fernseher weiß darüber etwas Bescheid. Leider entsteht aus der Summe aller möglichen Reflexionen, – auch jener über den Boden bei überhöht aufgestellten An-

kennen – nur dann ein positives Resultat, wenn der Funker seine Feststellungen *denkend* zu interpretieren versteht und wenn nötig entsprechend zu *handeln,* das heißt in Höhe oder Distanz zu dislozieren vermag. Sonst sind meistens starke Interferenzen bis zum totalen Ausfall der Verbindung die Folge. Der UKW-Hörer stellt in gleichen Fällen starke Verzerrungen fest, der Fernseher kämpft gegen Geisterbilder. Beiden kann durch geeignete Richtantennen geholfen werden, eine Lösung, die das militärische Kleinfunk-Gerät als typisches «Rund»-funkgerät nicht kennt und nicht kennen kann.

Es war schon einige Zeit bekannt, daß Meter-, Dezimeter- und Zentimeterwellen jenseits der Sichtlinien noch recht hohe und vor allen Dingen *sehr stabile* Empfangspegel erzeugen können, für die plausible Erklärungen der ersten vier Kategorien fehlten. Erst die verbesserte Kenntnis der Feinstruktur der Atmosphäre führte zur Entstehung einer Anzahl Theorien über das Wesen dieser Art Überreichweite, wobei die Erklärungen allerdings im einzelnen noch ziemlich auseinander gingen (und gehen). Allgemein nimmt man aber an, daß die Atmosphäre ein ziemlich turbulentes Medium sei und deshalb dielektrische Ungleichförmigkeiten aufweise, die zu einer *Zerstreuung* der auftreffenden Welle führen. Der größere Energieanteil dieses «Streulichtes» wird nach vorne geworfen, weshalb man allgemein von *Vorwärtsstreuung* spricht. In der angelsächsischen Literatur findet sich hiefür der Begriff des «Scatter», wobei streng genommen von «forward scatter» gesprochen werden müßte. Nebenbei sei vermerkt, daß gleichzeitig auch Rückstreuungen («back scatter») auftreten, die zum Beispiel bei Kurzwellen dazu verwendet werden, die günstigsten Betriebsfrequenzen und Abgangswinkel für den Aufbau einer bestimmten Ionosphärenverbindung zu ermitteln. Spezialgeräte für rasche Rückstreuungsmessungen (COMZI = communication zone indicator) sind wichtige Waffen im Funkkrieg, namentlich im strategischen Abhorchdienst und im Überspielen von Störsendern gegen Rundfunkpropaganda. Im allgemeinen wird die Rückstreuung aber nur als Störfaktor gewertet, da sie Anlaß zu vielerlei Interferenzen geben kann.

Man vergleicht die Streustrahlung (scatter, émission par diffusion) oft mit der Wirkung eines nur schwach belegten Spiegels, der den größten Teil des Lichtes durchfallen läßt und nur ein geringes Quantum reflektiert; oder mit der Dispersion des Lichtes von Autoscheinwerfern in einer nebligen Nacht. Grundsätzlich hat man aber zwischen *troposphärischer* und *ionosphärischer* Vorwärtsstreuung zu unterscheiden.

Die *ionosphärische* Streustrahlung (FPIS = forward propagation by ionospheric scatter) entsteht in der Basis der E-Region, also etwa in 80–90 km Höhe. Man nimmt an, daß zusätzlich zu den Turbulenzen der Atmosphäre in diesem Gebiete auch die durch das ständige Bombardement kleiner Me-

teore und kosmischer Staubteilchen auftretenden Ionisationsschweife für die Streuung verantwortlich seien. Es ist jedoch bisher nicht gelungen, diese Theorien durch eine mathematische Betrachtungsweise zu stützen, was für den praktischen Betrieb solcher Streuverbindungen aber kein Hindernis bildet. Die Bedingungen für den Aufbau einer Strecke sind ziemlich scharf: Es kommen zur Hauptsache Frequenzen zwischen 30 und 70 Megahertz in Frage; beste Resultate zeigen die Bänder zwischen 30 und 50 Megahertz; die aufzuwendende Senderenergie beträgt nach dem heutigen Stand der Technik meist etwa 40 Kilowatt. Als Antennen werden Rhomben und neuerdings immer mehr Winkelreflektoren und Yagi-Antennen verwendet. Mit Rücksicht auf die erforderlichen Bündelungen ergeben sich dabei für Winkelreflektoren Höhen bis zu 40 Metern und Frontlängen von 50–60 Metern. Eis- und Windzusatzlasten, wie sie gerade im hohen Norden – dem typischen Anwendungsgebiet solcher Systeme – normal sind, erfordern für Antennen dieser Ausmaße bisher nie gekannte Konstruktionen. Man rechnet im Mittel mit Pistenlängen zwischen 1000 und 2500 km, doch sind neuestens auch schon Versuchsstrecken von 3500 km in Betrieb genommen worden, wofür allerdings Sendeleistungen bis zu 300 Kilowatt investiert wurden. Die ionosphärische Streustrahlverbindung ist ausgesprochen *schmalbandig*. Die meisten militärischen Kreise arbeiten mit vier Fernschreibkanälen. Neuere Strekken nach den Basen in Grönland bringen es bereits auf einen Telefonie- und 16 Fernschreibkanäle im Zeitmultiplex.

Vorläufiges Ziel sind drei Telefoniekanäle und 16 Fernschreibkanäle pro Verbindung. Die Zuverlässigkeit soll zurzeit besser sein als 99 %, doch strebt man namentlich für Strecken der Luftverteidigung (NORAD) Zahlen in der Größenordnung von 99,98 % an! Während des «geophysikalischen Jahres» (Höhepunkt der Sonnenaktivität) erreichten die Grenzfrequenzwerte für normale F2-Reflexion bisweilen Größenordnungen jener für Streustrahlungsverbindungen, was Anlaß zu allerhand Störungen durch weitabliegende Sender anderer Dienste gab. Mit dem Rückgang der höchst brauchbaren Frequenzen für ionosphärische Reflexionen in den nächsten 5–6 Jahren des langfristigen Zyklus scheiden diese Störquellen allerdings automatisch aus. Im übrigen werden ionosphärische Streuverbindungen von Nordlichtern oder anderen schwerwiegenden Störungen normaler F2-Reflexionsstrecken nur im positiven Sinne beeinflußt: die Streufeldstärken nehmen in solchen Perioden zu.

Die *troposphärische Streustrahlung* erlaubt Sprünge bis zu 600 km Distanz, wofür im allgemeinen – abhängig von den genauen Daten der Piste – etwa Sendeleistungen zwischen 1 und 10 Kilowatt und Paraboloid-Antennen mit Durchmessern zwischen 10 und 30 Metern notwendig sind. Die Bündelung

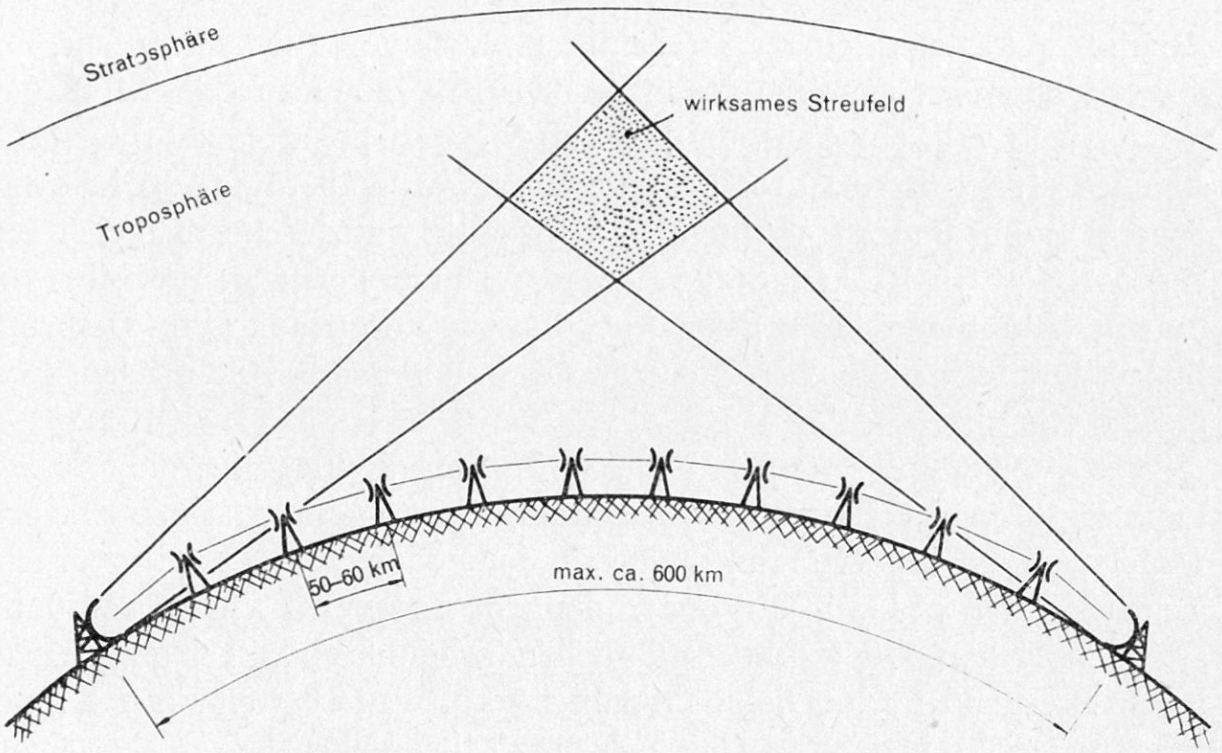

Fig. 3. Troposphärische Streustrahlstrecke.
Verglichen mit konventioneller Richtfunkstrecke zu 50–60 km Funkfeldlänge
(Erdkrümmung nicht maßstäblich)

darf allerdings nicht zu scharf sein, weil das von beiden Seiten her angeleuchtete Streufeld (siehe Fig. 3) ein bestimmtes Mindestvolumen erreichen muß. Man geht deshalb meist nicht unter 0,7 Grad Halbwertsbreite der

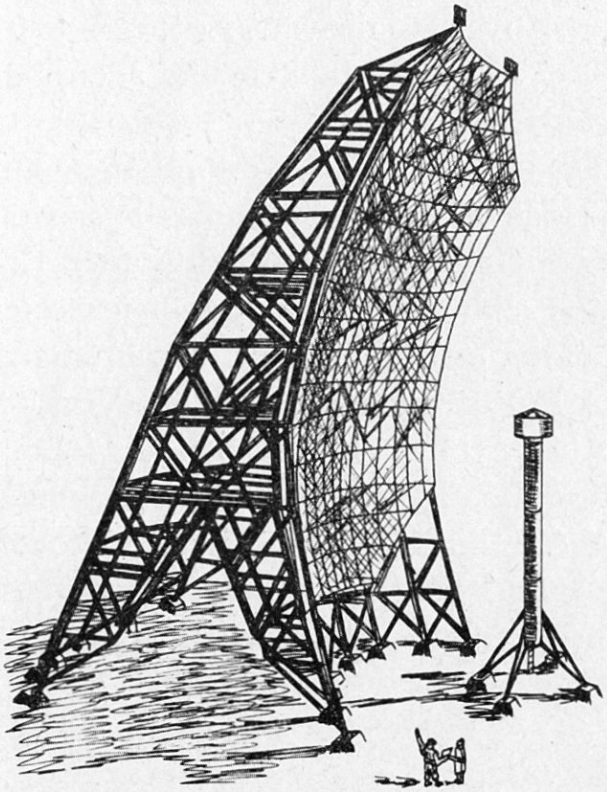

Fig. 4. 30-m-Streustrahlantenne
für Windgeschwindigkeiten bis 180 Knoten
und 3 m Eisansatz
(Die Höhe entspricht jener eines
10 stöckigen Hauses)

Antennen, was etwa einem Parabeldurchmesser von 100 λ entspricht. Die verwendbaren Frequenzen schwanken zwischen 100 und 10 000 MHz, wobei die meisten Pisten heute auf über 300 MHz arbeiten. Neueste Versuchsstrecken erreichen rund 1000 km Distanz, wofür allerdings 50 Kilowatt Senderleistung und 40 m-Antennen notwendig sind. Wenn man sich vergegenwärtigt, daß solche Spiegel wahre Wunderwerke an Präzision sein müssen, kann man sich über den Aufwand zur Vermeidung von Deformationen durch alle möglichen Zusatzkräfte ein ungefähres Bild machen (vergleiche Fig. 4).

Troposphärische Pisten sind verhältnismäßig breitbandig; die mit dem Funktionsprinzip verbundenen Laufzeitdifferenzen gestatten noch eine einwandfreie Fernsehübertragung, weshalb denn auch zivile Projekte für eine Televisionsstrecke USA - Europa von einem troposphärischen Streustrahlsystem ausgehen. Die Zahl der möglichen Telefonie- und Telegrafiekanäle ist entsprechend hoch. Die amerikanische Luftwaffe betreibt ihre Tropo-Scatter-Strecken in der Regel mit 24 bis 132 Telefoniekanälen, abhängig vom Umfang der Endausrüstungen. Die notwendigen Telegrafiekanäle werden in üblicher Art durch Aufsplitterung einer Anzahl Sprechkreise gewonnen.

Die *Zuverlässigkeit* troposphärischer Streustrahlstrecken soll gegenwärtig annähernd 100 % erreichen. Ein über 2700 km führendes System in NE-Kanada wies sich innerhalb eines Jahres über eine 99,8 prozentige Sicherheit aus. Der Anschluß des «Texas-Towers» auf der George-Bank[4] über 220 km (11 Sprech- und 12 Stg.Kanäle) soll in 8760 Betriebsstunden nur 135 Ausfallminuten gebracht haben, was einer Zuverlässigkeit von 99,98 % entsprechen würde. Bedingungen für solche Höchstleistungen sind allerdings Doppelausrüstungen und Zwei- bis Vierfachempfang.

Abschließend ist zu sagen, daß vielfach Überhorizontverbindungen auf dem Zusammenwirken mehrerer Faktoren beruhen. Streuung, Reflexion und Beugung können mit verschiedenem Anteil an einem bestimmten Resultate beteiligt sein. Auch die moderne Fachliteratur umfaßt sehr verschiedene Meinungen über den Mechanismus der troposphärischen Ausbreitung. Dies soll uns aber nicht hindern, dem Problem auch in unseren Verhältnissen durch *den Versuch* und seine Auswertung nachzugehen. Es ist bedauerlich, daß unser großes Erfahrungspotential aus den Wiederholungskursen vieler Verbände und verdienstvolle Einzelarbeiten[5] mit handfesten Schlußfolgerungen den Weg zu offiziellen oder offiziösen Beratungsblättern der Truppe noch nicht gefunden haben. Ausländische Spezialtruppen scheu-

---

[4] Vgl. ASMZ, Februar 1956, S. 96.

[5] Vgl. z.B. «Pionier» Nr. 12/1956, 12/1957, 12/1958.

en sich nicht, neben wissenschaftlich einwandfreien Formeln auch Versuchsresultate ohne mathematische Betrachtungsweise und Faustregeln auf empirischer Grundlage zu publizieren. Eine zentrale «Erfahrungsbörse» ohne Dienstwegformalitäten und allzu große wissenschaftliche – das heißt meist bremsende – Prätentionen wäre zweifellos eine von vielen Übermittlern aller Farben sehr begrüßte Institution. (Schluß folgt)

Der Einsatz der Atomwaffe

Von Major i. Gst. R. Kessler

Der vorliegende Artikel befaßt sich mit dem Einsatz der Atomwaffe in der Verteidigung und im Angriff. Er basiert dabei auf den heute bekannten Einsatzgrundsätzen. Im weitern gibt er Aufschluß über die Sicherheit eigener Truppen während des Atomwaffenbeschusses. Hingegen berührt er nicht die unmittelbaren Wirkungserscheinungen der Atomexplosion, die als bekannt vorausgesetzt werden.

Atomgeschosse und Einsatzsysteme

Normalerweise werden für den *taktischen Einsatz* Atomgeschosse kleineren Kalibers (bis zirka 200 KT) und Abschußgeräte bis ungefähr 500 km Reichweite verwendet. Geschosse der Megatonnen-Klasse mit weittragenden Abschußgeräten werden in der Regel strategisch eingesetzt. Immerhin ist die Abgrenzung zwischen taktischer und strategischer Atomwaffe nicht absolut. Es wäre zum Beispiel denkbar, ein Ziel weit im Hinterland des Gegners (also distanzmäßig strategischer Einsatz) mit einer Mehrzahl von kleinkalibrigen Geschossen zu bekämpfen (zum Beispiel um die umliegende Zivilbevölkerung zu schonen) oder umgekehrt, ein frontnahes Ziel (taktischer Einsatz) mit einem Geschoß der Megatonnen-Klasse zu vernichten (zum Beispiel amphibische Landung).

Eine weitere Differenzierung – ebenfalls nicht absoluter Natur – zeigt sich bei der Verwendung auf Stufe Division, Korps und Armee. In der Regel steigt die Größe der eingesetzten Geschosse mit der Verwendungsstufe, so daß für die Division mehrheitlich Geschosse bis zu 20 KT und für den *direkten* Einsatz durch das Armeekorps und die Armee die größeren Kaliber reserviert sind. Das gleiche gilt für die Abschußgeräte. Die Division benötigt Abschußgeräte, die beweglich sind, rasch getarnt werden können und sich wegen eigener Truppensicherheit über große Treffgenauigkeit ausweisen, wobei man sich jedoch mit einer beschränkten