**Zeitschrift:** Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

**Herausgeber:** Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere

**Band:** 35 (1962)

**Heft:** 10

**Rubrik:** Militärische Nachrichtensysteme

**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

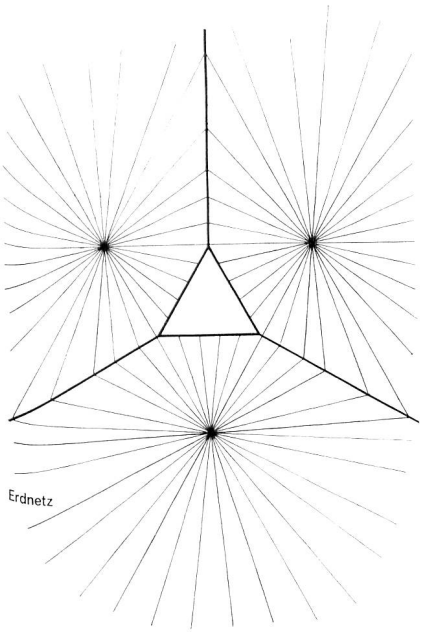
**Download PDF:** 15.07.2025

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

**Tabelle über gemessene Eindringtiefen**

| Seegebiet | Entfernung km | Salzgehalt % | Temperatur C | gemessene Eindringtiefe (nach Empfang des «Goliath») m |
|---|---|---|---|---|
| *Nordatlantik* | | | | |
| New York | 7000 | 35 | 15—25 | 5,5—7,5 und grösser |
| St. Lorenz Golf | 5200 | 31 | 0—15 | 5,5 bis |
| Biskaya | 1200 | 35,5 | 10—20 | zu |
| Westküste England | 1200 | 37 | 5—20 | 23,5 |
| *Mittelmeer* | | | | |
| östlich | 2300 | 39 | 15—25 | 10,5 bis zu |
| westlich | 2300 | 37 | 13—25 | 15,5 |
| *Eismeer* | 2300 | 34 | 0—10 | 10,5 bis 15,5 |
| *Mittelatlantik* | | | | |
| Karibisches Meer | 7600 | 37 | 25—27 | 5,5 bis zu |
| westlich | 3000 | 35 | 20—28 | 17,5 |
| *Südatlantik* | | | | |
| 400 sm südlich Kapstadt | 9800 | 35 | 10—15 | 5,5—9,5 |
| *Indischer Ozean* | | | | |
| Golf von Aden | 5800 | 36 | 25—29 | 5,5 bis zu |
| Strasse von Malakka | 8300 | 30 | 28 | 12,5 |
| *Nordsee* | | | | |
| nördlich | 1000 | 34,5 | 5—15 | 12,5 bis zu |
| südlich | 400 | 31 | 5—15 | 22,5 |

eck eines). Dazu war in der Mitte unter der Niederführung zum Sender eine dreieckartige Verlegung von Erdleitern vorgesehen (Fig. 4).




Um dem interessierten Leser einige Anhaltspunkte zu geben, was man von dem Sender Cutler mit seinen 2000 kW im Hinblick auf die Verbindung mit U-Booten erwarten kann, seien einige Werte aufgezeichnet, die durch Messungen deutscher U-Boote während des letzten Krieges mit dem Sender «Goliath» ermittelt wurden.

Bei den angegebenen Werten über die Eindringtiefe der Längstwellen handelt es sich um die Entfernung Wasseroberfläche — Rahmenantenne am U-Boot-Turm. Da der Sender Cutler mit der doppelten Leistung des «Goliath» sendet und die Empfindlichkeit moderner Empfänger und Antennen auf den U-Booten seit dem zweiten Weltkrieg erheblich verbessert werden konnte, kann man sich ohne weiteres vorstellen, dass die in der Tabelle angegebenen Werte noch um mehrere Meter übertroffen werden. Mit dem neuen amerikanischen Großsender, der über ein Direktkabel mit dem Pentagon verbunden ist, hat die amerikanische Seekriegsleitung ihre gesamten auf allen Weltmeeren eingesetzten Seestreitkräfte tatsächlich an der Leine.

Korvettenkapitän Benno Thode, Bad-Neuenahr (Aus: «Fernmelde-Impulse», übernommen mit freundlicher Genehmigung des Verlages Wehr und Wissen, Düsseldorf).

# Militärische Nachrichtensysteme

Eine Sonderstellung auf dem Gebiet der Nachrichtenübertragung nehmen die militärischen Fernmeldesysteme ein, die besonders hohen Anforderungen hinsichtlich Zuverlässigkeit, Datenumfang und steter Betriebsbereitschaft genügen müssen. Schliesslich hängt das Wohl und Wehe eines Landes weitgehend davon ab, dass die von Frühwarnstationen ermittelten umfangreichen Informationen fehlerlos und in kürzester Zeit an die Auswerte- und Kontrollzentren übermittelt werden, und im Falle eines Angriffes erfordert die Koordinierung und Lenkung der Verteidigungsmassnahmen erst recht einwandfrei arbeitende Nachrichtenverbindungen.

Gerade dieses Problem aber bereitet den Militärs heute grösste Kopfschmerzen — besonders seit man weiss, dass Kernexplosionen in grossen Höhen den Funkverkehr ganz empfindlich stören oder sogar lahmlegen können. So rechnet man damit, dass die Explosion einer Atombombe von 50 Megatonnen Sprengkraft in 80 Kilometer Höhe alle Funkverbindungen im Umkreis von 4000 Kilometern für 24 Stunden unmöglich macht. Einen wirksamen Schutz gegen solche Störungen gibt es heute noch nicht. Einerseits versucht man, dieses Problem mit Hilfe von Satelliten oder um die Erde gelegter Gürtel von Millionen kleiner Dipole (Projekt West Ford) zu lösen, anderseits denkt man daran, mit Hilfe von Längstwellen, die von Kernexplosionen verhältnismässig wenig gestört werden, ein Nachrichtennetz aufzubauen, das im Notfall die letzte Rettung sein könnte.

Um die eigenen Nachrichtenübertragungswege — und hiezu gehören auch die Systeme zur Verfolgung und Führung von Lenkwaffen und Raumfahrzeugen, die Datenübertragung innerhalb der Regelsysteme von Bombern usw. — wirksam zu schützen, muss man nicht nur die Mittel und Verfahren des Gegners kennen (ECM = Electronic Counter Measures), mit denen er Störversuche durchführen wird, sondern möglichst gleichzeitig auch entsprechende Gegenmassnahmen entwickeln (ECCM = Electronic Counter-counter Measures), die eine Störung vereiteln können. In der «elektronischen Kriegsführung» (EW = Electronic Warfare) erfolgen selbst in Friedenszeiten Schlag und Gegenschlag in immer kürzeren Abständen, und wenn man einmal über die höchst geheimen Einzelheiten sprechen dürfte, würde der Bericht wie ein Kapitel aus einem utopischen Roman anmuten.

**Längstwellen**

Obwohl man schon vor dem ersten Weltkrieg Entfernungen von mehreren tausend Kilometern mit Längstwellen überbrückte, gerieten sie vorübergehend in Vergessenheit. Denn der Aufwand hinsichtlich Sendestärke und Antennenabmessungen ist beträchtlich, und es lassen sich in diesem Bereich nur wenige Kanäle geringer Bandbreite unterbringen. Daher ging man nur allzu gern auf höhere Frequenzen über, sobald sie praktisch nutzbar wurden.

Erst kürzlich haben sich die Militärs wieder der Längstwellen erinnert. Da diese im Gegensatz zu allen andern Funkfrequenzen von Atomexplosionen kaum gestört werden, lassen sie sich für Funkverbindungen hoher Zuverlässigkeit verwenden (beispielsweise für den Nachrichtenaustausch der Minuteman-Einheiten mit den zentralen Kommandostellen). Auch für Funkverbindungen mit Raumfahrzeugen während der Wiedereintrittsphase in die Erdatmosphäre scheinen sich die Längstwellen zu eignen, da sie fast ungehindert die Plasma-«Kappe» durchdringen — jene Schicht erhitzten und dissoziierten Gases, die sich um den Wiedereintrittskörper legt und den grössten Teil der Funkwellen nicht passieren lässt. Darüber hinaus bieten Längstwellen die Möglichkeit, den Funkverkehr mit getauchten U-Booten aufrechtzuerhalten, was die Amerikaner zur Einrichtung des stärksten Längswellensenders der Welt zur Führung der Polaris-U-Boote veranlasste. Man beachte den Artikel zu diesem Thema in dieser Nummer.

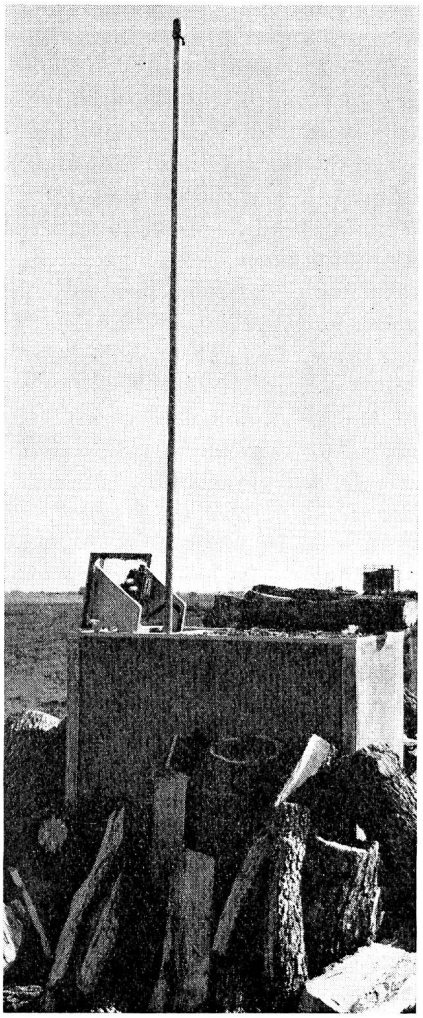
**Lang- und Mittelwellen**

Die Lang- und Mittelwellenfrequenzen haben ihren festen Platz für den Rundfunk, Navigation, festen und beweglichen Funkdienst. Bei einem relativ grossen Aufwand für Antennen und Sender werden sie von atmosphärischen Störungen und teilweise auch durch Schwunderscheinungen beeinflusst. Ausserdem sind die zur Verfügung stehenden Bandbreiten gering, so dass sich nur eine begrenzte Anzahl von Kanälen unterbringen lässt. Dennoch verzichtet man nicht auf die Benutzung dieser Frequenzen, die beispielsweise für Funknavigationshilfen eine wichtige Rolle spielen. Für die Nato wird gegenwärtig eine Funkstation errichtet, die im Langwellenbereich (18 kHz) arbeitet und für die Nachrichtenübermittlung im A1-Betrieb (tonlose Telegraphie) eingesetzt werden soll.

**Kurzwellen**

Abgesehen von Kabeln stellen Kurzwellen-Funkverbindungen heute noch die einzige Möglichkeit für den Weitverkehr dar. Schon Sendeleistungen von wenigen Watt genügen, um jede Entfernung auf der Erde zu überbrücken, so dass Kurzwellen-Funkstationen äusserst wirtschaftlich zu betreiben sind. Allerdings herrscht grosser Mangel an Frequenzen, da sie gerade wegen der grossen Reichweite nicht mehrmals zugeteilt werden können. Als Nachteil von Kurzwellenverbindungen gilt ihre Beeinträchtigung durch schwankende Reflexionseigenschaften der Ionosphäre, die man jedoch durch Verwendung von Einseitenband-Modulation und Diversityverfahren auszugleichen sucht.

Nachrichtenverbindungen müssen auch nach einem Atomangriff ausreichend gewährleistet sein. Da man damit rechnet, dass in weitem Umkreis um den Ort einer Atomexplosion keine Antennenmasten, geschweige denn grosse Reflektoren mehr stehen, trifft man auch für diesen Notfall Vorsorge. So entwickelte eine amerikanische Firma eine HF-Antenne, die in einem versenkbaren Betonsilo untergebracht ist und einen Überdruck von 3,5 kg pro Quadratzentimeter aushalten kann. Bei Bedarf wird die Antenne ferngesteuert ausgefahren, wobei ein besonderer Kontrollmechanismus die Länge der Antenne überwacht, so dass keine zusätzliche Anpassung für die benützte Frequenz mehr erforderlich ist. Die Länge der vollausgefahrenen Antenne beträgt 23 Meter, die maximale Sendeleistung 10 kW. Da das Antennengehäuse nach einem Atombombenangriff von Trümmern bedeckt sein kann, schiebt sich zunächst eine kastenartige Ramme etwa 1,2 m nach oben, um die Trümmer wegzuräumen. Sodann öffnet sich die Abdeckung des eigentlichen Antennenschachtes, durch die die Antenne ausgefahren wird.



**Scatterverfahren**

Ursprünglich für die Nachrichtenverbindungen der Frühwarnstationen für die US Air Force entwickelt, haben sich Troposcatterverbindungen überall dort als vorteilhaft erwiesen, wo grosse Entfernung über unzugängliche Gebiete hinweg zu überbrücken sind, beispielsweise über Meere oder Gebirge. Die längsten bisher errichteten Troposcatterverbindungen überbrükken Entfernungen von etwa 800 km, und kürzere Strecken von 400 bis 500 km gibt es bereits in grosser Zahl, wobei man Sendeleistungen zwischen 1 kW bis 75 kW benützt. Unser Titelbild zeigt die fast 37 m hohen Antennen einer Troposcatter-Relaisstation auf der Aleuteninsel Adak. Für die USAF gebaut, gehört die Station zum nordwestlichen Teil des amerikanischen Frühwarnsystems. Für die Überbrückung der 550 bzw. 635 km langen Streckenabschnitte, die zu den längsten Troposcatterverbindungen der Welt gehören, werden 75-kW-Senderverstärker benützt.

## Zu unserem Titelbild

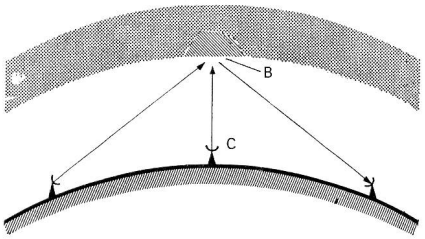
*Für die Scatter-Verbindungen der Frühwarnstationen sind grosse Antennenanlagen notwendig. Unser Titelbild zeigt die Antennen der Relaisstation auf der Aleuteninsel Adak.*

Was versteht man unter dem Scatterverfahren? In der Zeit während und nach dem letzten Weltkrieg wurde bei Ausbreitungsmessungen mit höchsten Frequenzen festgestellt, dass weit hinter dem optischen Horizont Feldstärken auftreten, die sich durch keine damals bekannte Theorie erklären lassen. Man nimmt heute an, der Ausbreitungsmechanismus sei analog der Streuung des Lichtes und nennt diese Strahlung deshalb Streustrahlung oder Scatter Radiation. Betrachten wir kurz, wie sich das Phänomen der Streuung in der Optik darbietet. Licht pflanzt sich nur im materiefreien Raum geradlinig aus. Sobald es auf Materie fällt, geht von jedem Teilchen eine Sekundärwelle aus. So ist z. B. der durch ein Fenster einfallende Sonnenstrahl infolge von Streuung an feinen Staubpartikeln auch von der Seite her sichtbar. Obwohl also zwischen dem Sender (Sonne) und dem Empfänger (Auge) keine Sichtverbindung besteht, findet eine Energieübertragung statt. Man nimmt nun an, auch in der Troposphäre und der Ionosphäre seien Unregelmässigkeiten vorhanden, die Streuungen von elektromagnetischen Wellen bewirken. Je nach der Lage des streuenden Volumens unterscheidet man zwischen Troposphären-Scatter (Höhe 7...20 km, für Frequenzen von 100...10 000 MHz) und Ionosphären-Scatter (in der E-Schicht, Höhe ca. 100 km, für Frequenzen von 25...60 MHz).

Das Troposcattersystem für die Nato ist das grösste seiner Art. Es erstreckt sich von Nordnorwegen bis zum östlichen Teil der Türkei und besitzt bei einer Länge von 14 000 km insgesamt 78 Stationen: 20 Troposcatter-, 22 kombinierte Richtfunk- und Troposcatterstationen sowie 36 Richtfunkstationen. Zu dem gesamten System gehören 136 Scatterreflektoren von 20 cm Durchmesser, 24 kleinere Scatterantennen von 10 m Durchmesser sowie 58 Richtfunk-Sendetürme. Die Richtfunkstrecken arbeiten auf Frequenzen zwischen 4,8 und 5 GHz, und für die Troposcatterstrecken wählte man das 900-MHz-Band (eine Überwasserverbindung im Mittelmeerraum bildet mit 400 MHz eine Ausnahme). Die Länge der Richtfunkverbindungen schwankt zwischen 10 und 140 km, die Troposcatterstrecken überbrücken Distanzen zwischen 250 und 400 km, und zwar wendet man bei diesen Verbindungen das bewährte Vierfach-Diversity-Verfahren an. Die gegenwärtige Kapazität der Scatterstrecken von 36 Telephonkanälen lässt sich bei Bedarf auf 60 Kanäle erweitern. Die Kosten dieses Fernmeldesystems belaufen sich auf 75 Millionen Dollar.

**Zäsiumwolken reflektieren Funkstrahlen**

Die Reflexion der Kurzwellen in der Ionosphäre erfolgt an Schichten, deren Gasmoleküle durch die kurzwelligen ultravioletten Sonnenstrahlen ionisiert werden. Je grösser der Anteil der freien Elektronen in diesen Schichten, desto höher ist auch die Frequenz jener Funkwellen, die von der Ionosphäre reflektiert werden — im allgemeinen liegt die höchste benutzbare Frequenz bei etwa 4 MHz. Wenn es also gelänge, die Ionisierung der Gasmoleküle künstlich herbeizuführen oder zu verstärken, liessen sich nicht nur unerwünschte Reflexionsschwankungen vermindern, sondern unter Umständen könnte man sogar erreichen, dass Funkwellen wesentlich höherer Frequenzen an der Ionosphäre reflektiert werden und sich für den Nachrichtenaustausch über grössere Entfernungen nutzbar machen lassen.




Vor vier Jahren führten die USAF und die US Army bereits Experimente durch, bei denen sie mit Hilfe von Raketen einen begrenzten Teil der Ionosphäre mit leicht ionisierbaren Natrium-, Kalium- oder Zäsiumkarbonatdämpfen anreicherten. Diese Versuche bestätigen zwar die theoretischen Überlegungen, aber die praktische Nutzanwendung hätte sich als zu kostspielig erwiesen. Denn die Lebensdauer der künstlich erzeugten Ionenwolken betrug kaum mehr als 30 Minuten. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Elektronendichte durch starke Energiestrahlung von der Erde aus zu erhöhen. Allerdings brauchte man dafür eine Antenne von rund 2 Kilometer Durchmesser und eine Sendestärke von über 2 Millionen Watt.

Die Wissenschaftler der Sperry Gyroscope Company sind nun der Lösung dieses Problems einen erheblichen Schritt nähergekommen. Ihr Vorschlag (Projekt *Far Horizon)* stellt eine Kombination beider Methoden dar und hat überdies den Vorteil, dass er mit relativ erschwinglichen Mitteln durchzuführen ist. Nach dem Sperry-Konzept muss zunächst ein Teil der Ionosphäre mit einem geeigneten Material, beispielsweise Zäsium, angereichert werden (B), was mit verhältnismässig kleinen Raketen geschehen kann. Da die natürliche Ionisierung der Zäsiumwolke aber nur von kurzer Dauer ist, will man sie durch Bestrahlung mit Funkwellen vom Boden aus (C) verlängern. Die dafür erforderliche Frequenz von 1,3 MHz wird allerdings normalerweise an der Ionosphäre reflektiert statt von ihr absorbiert, so dass eine direkte Bestrahlung mit dieser Frequenz nicht in Frage kommt. Statt dessen will man sich die Tatsache zunutze machen, dass in einem ionisierten Gas harmonische Frequenzen von einfallenden Funkwellen entstehen. Die Sperry-Wissenschafter schlagen daher vor, die Zäsiumwolke mit scharf gebündelten Funkwellen zweier verschiedener Frequenzen zu bestrahlen, wodurch die erforderliche «Zyklotronfrequenz» der Ionosphäre von 1,3 MHz als Differenzfrequenz innerhalb der Wolke selbst erzeugt würde. Auf diese Weise soll es möglich sein, die Dauer des Reflexionsvermögens einer solchen Zäsiumwolke auf 8 Stunden auszudehnen und während dieser Zeit Funkwellen bis zu der Frequenz von 100 MHz und darüber zu reflektieren.

Das Projekt *Far Horizon,* ursprünglich für zivile Anwendung bestimmt, fand bald starkes Interesse beim amerikanischen Wehrministerium. Denn eine derartige Funkverbindung liesse sich jederzeit mit verhältnismässig geringem Aufwand erstellen und könnte die Forderung nach Geheimhaltung bei der Übermittlung militärischer Nachrichten weitgehend erfüllen. Zudem besteht die Möglichkeit, diese Verbindung jederzeit durch Abschalten der Erregerstrahlung zu unterbrechen. Eine weitere Anwendung des *Far Horizon*-Vorschlages bestünde darin, den gegnerischen Funkverkehr im VHF-Bereich abzuhören.

Auszug aus dem Artikel «Neue Wege der Nachrichtentechnik», erschienen in der Zeitschrift «Interavia» Nr. 8/1962, bearbeitet mit freundlicher Genehmigung des «Interavia»-Verlages.