

**Zeitschrift:** Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen  
**Herausgeber:** Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-  
Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere  
**Band:** 35 (1962)  
**Heft:** 10

**Artikel:** Die Führung der Polaris-Unterseeboote durch Längstwellensender  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-563600>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 08.02.2025

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

# Die Führung der Polaris-Unterseeboote durch Längstwellensender

Es war seit vielen Jahren bekannt, dass der Funkverkehr mit getaucht fahrenden U-Booten möglich ist. Aus den Erfahrungen des letzten Krieges mit deutschen Unterseebooten war erwiesen, dass Funkwellen im Frequenzbereich unterhalb 30 kHz, die sogenannten Längst- oder Myriameterwellen (Very Low Frequency, VLF) bis zu Meerestiefen empfangen werden konnten, die eine Entdeckung des U-Bootes ausschlossen. Da jedoch Meereswasser ein Medium ist, das die Funkwellen absorbiert, werden sie beim Eindringen schnell gedämpft. Glücklicherweise ist die Dämpfung zu den niedrigen Frequenzen des Funkfrequenzspektrums hin nicht übermässig gross, so dass ihr Empfang in gemässigten Tiefen noch möglich ist. Bei 20 kHz zum Beispiel beträgt die Dämpfung etwa 1,5 db pro Fuss (30,48 cm), bei 2,0 MHz jedoch schon 15 db pro Fuss Eindringtiefe. Dabei ist interessant festzustellen, dass — da der Brechungsindex des Wassers für Funkwellen sehr hoch ist — die aus der Luft auf das Wasser auftreffenden elektromagnetischen Wellen praktisch unabhängig vom Einfallswinkel fast senkrecht nach unten wandern. Soll also ein Empfang unter Wasser erfolgen, so muss der Sender auf sehr niedrigen Frequenzen und mit hoher Sendeleistung arbeiten. Die folgende Abbildung zeigt die Dämpfung einer ebenen Welle im Seewasser.

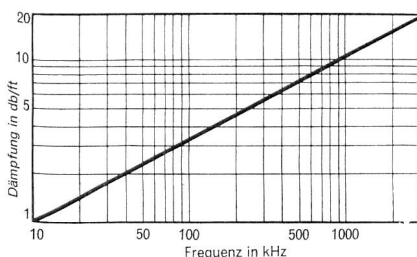


Fig. 1

In jeder Marine stellt die Führung von U-Booten ein Problem dar, das für Überwasserschiffe nicht existiert. U-Boote marschieren und operieren getaucht und müssen je nach ihrem Auftrag Funkstille halten oder dürfen ihre Bordsender nur sparsam einsetzen. Auch die Ortung fremder Ziele durch U-Boote erfolgt meistens auf passivem Wege. Für die amerikanische Seekriegsleitung ist es von grös-

ster Wichtigkeit, ihre U-Boote, besonders natürlich die Polaris-U-Boote, zu jeder Zeit sozusagen «an der Leitung» zu haben, um ihnen im Ernstfall den entscheidenden Befehl zum Start ihrer nuklearen Raketen geben zu können. Aber auch für die Kommandanten der einzelnen U-Boote ist es unumgänglich notwendig, dauernden Kontakt mit ihrer Leitstelle zu haben. Sie müssen deshalb über eine zusätzliche Informationsquelle ausserhalb des Schiffes verfügen, die ihnen bei der Zielerfassung Hilfestellung leistet.

Mit den bisherigen Funkleitstellen der US-Marine war ein ständiger Kontakt nicht möglich. Daher ging mit dem erstmaligen «Hochfahren» des neuen, stärksten Längstwellensenders der US-Marine am 4. Januar 1961 (zunächst zu Versuchszwecken) ein lang ersehnter Wunsch der Seekriegsleitung als auch der Frontkommandanten in Erfüllung. Seit März hat dieser Sender nunmehr seine Aufgabe als Grossleitfunkstelle übernommen.

Bisher standen der amerikanischen Seekriegsleitung folgende Längstwellensender zur Verfügung, die vor Beginn des zweiten Weltkrieges errichtet wurden:

1. auf Hawaii (Pearl Harbor),
2. in der Kanalzone (Balboa),
3. im Staate Maryland (Annapolis),
4. im Staate Washington (in Jim Creek, nahe Seattle),
5. auf japanischem Hoheitsgebiet in Yoshami.

Der letztgenannte Sender steht der US-Marine auf Anforderung zur Verfügung. Der Sender in Jim Creek wurde 1952 installiert und verfügt über eine Abstrahlleistung von 1200 kW. 1954 wurde er in Dienst gestellt.

Diese recht grosse Zahl von Längstwellensendern und ihre geographische Verteilung sind notwendig, weil derartige Sender riesige flächenhafte Antennen besitzen und daher bei Angriffen besonders gefährdet sind. Es würde ungeheure Summen verschlingen, eine derart weiträumige Anlage zu schützen. Der Gefahr einer Störung der Sendungen wird durch die hohe Sendeleistung begegnet, ferner durch

die abwechselnde Benutzung der verschiedenen Stationen, durch Frequenzwechsel sowie durch die Art der Programmierung.

Als Standort für den neuen Sender an der Atlantikküste wurde die in der Machias-Bay liegende bewaldete Halbinsel Cutler ausgesucht, die erst vollkommen abgeholzt werden musste, um dann einem neuen Wald aus Stahl und Kupfer Platz zu machen. Dieses Senderprojekt, dessen Bau 70 Millionen Dollar verschlungen hat, ist das letzte Glied in der Reihe der Längstwellensender der USA, die der Fernmeldeverbindung mit Überwasserschiffen und getauchten U-Booten dienen. Die Ausbreitungseigenschaften der Längswellen in Luft und Seewasser und die aussergewöhnlich grosse Sendeleistung der Leitstelle Cutler werden es erlauben, Überwasserschiffe jederzeit und überall in der Welt und auf Tauchstation wartende U-Boote mit grosser Sicherheit zu erreichen. Hauptaufgabe von Cutler ist es, Polaris-U-Boote, die in den Nordpolmeeren operieren, Befehle zu übermitteln. Der Frequenzbereich des Senders geht von 14 bis 30 kHz, er wird amplitudenmoduliert und seine nominale Leistung beträgt 2000 kW.

Die gesamte Anlage dehnt sich über eine Fläche von 1154 ha aus, von der die Antennenanlage eine Fläche von 143 ha einnimmt. Bevor diese gewaltige Anlage in Auftrag gegeben wur-



Zeitschrift für Verbindung und Übermittlung.  
Redaktion: Erwin Schöni, Mürgelestrasse 6,  
Zuchwil, Telefon (065) 2 23 14. Postcheck-  
konto VIII 15666. Druck und Administration:  
Fabag, Fachschriftenverlag und Buchdruckerei  
AG, Zürich, Telefon (051) 23 77 44.

35. Jahrgang Nr. 10 Zürich, Oktober 1962

de, erstellte man die gesamte Antennenanlage und das Erdungssystem als Modell im Maßstab 1:100. An ihm wurden alle elektrischen Daten (effektive Höhe, Strahlungswiderstand, Antennengüte, Antennenresonanz, Dachkapazität, Ladungs- und Feldverteilung der Erdströme usw.) gemessen. Es ist nicht leicht, ein Gelände zu finden, das gross genug ist und gleichzeitig die speziellen Forderungen für einen Längstwellensender erfüllt. Diese Sender erfordern Antennen gigantischer Ausmasse und Erdnetze mit vielen Kilometern vergrabener Erdungsleitungen, möglichst in einem Boden mit vorzüglicher Leitfähigkeit. Diese Forderung erfüllt die am Atlantik gelegene Halbinsel Cutler, da sie von drei Seiten mit Wasser umgeben ist.

Die Antennenanlage hat in ihrem Grundriss die Gestalt von zwei riesigen nebeneinanderliegenden sechseckigen Sternen. Bei jedem Stern beträgt die Entfernung von Ecke zu Ecke 1850 m. Insgesamt wird die Antenne von 26 Türmen getragen. Jeder Stern besitzt einen Zentralturm von 290 m Höhe, 6 mittlere Masten von 260 m und 6 äussere Türme von 240 m Höhe. Zwischen diesen Türmen ist das Antennenetz ausgespannt (siehe Fig. 2). Dieses Netz wird durch Gegengewichte gespannt gehalten. Zu

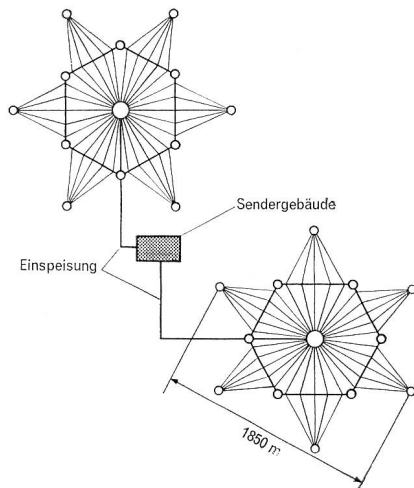


Fig. 2

diesem Zwecke befinden sich neben jedem Tragturm mit Ausnahme der beiden Zentraltürme Stützmasten mit Rollen, über welche die Seile für die Gegengewichte laufen. Jeder Tragturm besitzt elektrische Aufzüge, um die Antennen zur Wartung niederholen zu können. Daneben kann das gesamte Antennennetz an eine Enteisungsanlage angeschlossen werden.

Zwischen den beiden Antennenhälften steht das Senderbetriebsgebäude. Am Fusse jedes der beiden Zentraltürme steht ein kleines Gebäude, das die Antennen-Abstimm- und -Koppelemente sowie die Enteisungsanlage enthält. Der Sender besitzt vier 500-kW-Endstufen, die parallel geschaltet werden können. Ausserdem ist jede beliebige Kombination der 4 Leistungsstufen mit den beiden Antennenhälften möglich. Dadurch werden eine gewisse Flexibilität in der Ausgangsleistung erreicht und betriebliche Erleichterungen geschaffen. Die Übertragung der Hochfrequenzenergie vom Sender zu den Antennen-Abstimmhäusern geschieht über Koaxialkabel, die in Schächten in der Erde verlegt sind.

Dieser Generatoren liefern 11 000 kW für den Betrieb der gesamten Station (Sender, Kraft- und Lichtanlage, Aufzüge, Turmbeleuchtung, Enteisungsanlage usw.).

Das Erdnetz besteht aus einem ausgeklügelten System von Erdleitungen, um den Übergangswiderstand für die Erdströme und damit die Verluste so gering wie möglich zu halten. Auf die Dimensionierung dieses Netzes wurde ganz besonderer Wert gelegt, da der Wirkungsgrad der Antenne von den Erdverlusten stark beeinflusst wird. Da der Erdboden ein relativ schlechter Leiter ist, wurde in das Erdungssystem das Seewasser, das die Halbinsel umgibt, einbezogen. Zu diesem Zweck wurden die in der Erde geführten Kupferbänder, die strahlenförmig von der Mitte des Erdnetzes ausgehen, an eine Sammelschiene angeschlossen, die rund um die Peripherie der Halbinsel gelegt ist. Ungefähr 250 Verbindungsbänder gehen von dieser Schiene ins Seewasser und sorgen unabhängig vom Gezeitenhub für guten Kontakt mit dem Seewasser. Insgesamt wurden mehr als 3500 km Kupferbänder mit einem Gesamtgewicht von über 500 Tonnen für dieses Erdnetz verlegt.

Von den Erfahrungen, die die deutsche U-Boot-Führung im letzten Weltkrieg mit ihrem Längstwellensender «Goliath» machte, berichtet der folgende Abschnitt. Der Sender arbeitete im Frequenzbereich zwischen 15 und 60 kHz (Hauptbetriebsfrequenz 16,57 kHz) mit einer von der Frequenz unabhängigen Antennenkreisleistung von 1000 kW. Der Sender wurde bei Magdeburg errichtet und hatte ähnliche

Ausmasse wie der amerikanische Sender auf der Halbinsel Cutler. Die Antennenausführung des «Goliath» hatte einen isolierten Trägermast von 200 m Höhe, um den herum entsprechend der Figur 3 eine grössere Anzahl

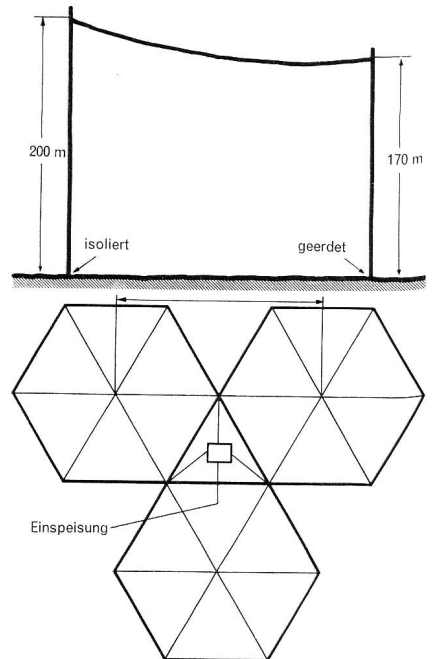


Fig. 3

170 m hoher geerdeter Masten angeordnet war. Somit entstand eine Sechseckantenne, die um den 200-m-Mast symmetrisch angeordnet war und aus sechs Dreiecken bestand, die als Dach zu den 170-m-Masten abfielen. Von dieser Sechseckanordnung wurden insgesamt drei Anordnungen in einem Dreieck aufgestellt. Die Einspeisung der Antennen erfolgte in der Mitte des Dreiecks, das aus den drei Sechsecken gebildet war, während die drei isolierten 200-m-Masten an je ein Variometer geführt wurden. Die gesamte Anlage nahm 2500 A auf bei 200 kV. Die Variometer waren nach dem Fahrstuhlprinzip ausgebildet, und zwar lagen an den äusseren Spulen die 200 kV. Im Lift waren 42 einzelne Kurzschlussverbindungen in je 10 cm Abstand voneinander angebracht. Der Luftspalt zwischen der festen und verschiebbaren Spule betrug 10 cm. Ausserdem waren, um die verschiedenen Frequenzen einzustellen und eine zu hohe Erwärmung der Kurzschlusswindungen im Variometer zu vermeiden, an den äusseren Windungen Steckverbindungen zum Kurzschliessen der für die Abstimmung nicht benötigten Windungen vorgesehen.

Das Erdnetz bestand aus drei sternförmigen Anordnungen (zu jedem Sechs-

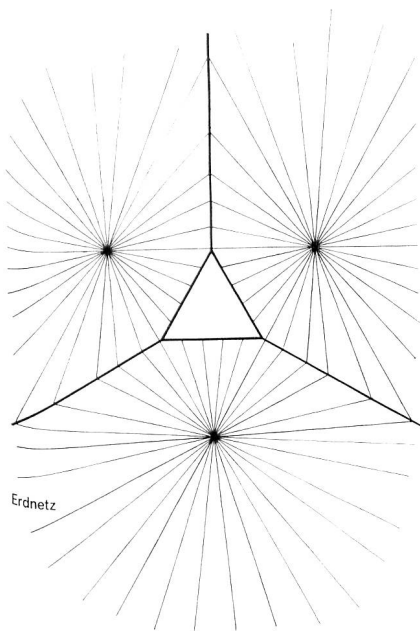
Tabelle über gemessene Eindringtiefen

Seegebiet	Entfernung km	Salzgehalt ‰	Temperatur C	gemessene Eindring- tiefe (nach Empfang des «Goliath») m
<i>Nordatlantik</i>				
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
<i>Mittelmeer</i>				
östlich	2300	39	15—25	10,5 bis zu
westlich	2300	37	13—25	15,5
<i>Eismeer</i>	2300	34	0—10	10,5 bis 15,5
<i>Mittelatlantik</i>				
Karibisches Meer	7600	37	25—27	5,5 bis zu
westlich	3000	35	20—28	17,5
<i>Südatlantik</i>				
400 sm südlich Kapstadt	9800	35	10—15	5,5—9,5
<i>Indischer Ozean</i>				
Golf von Aden	5800	36	25—29	5,5 bis zu
Strasse von Malakka	8300	30	28	12,5
<i>Nordsee</i>				
nördlich	1000	34,5	5—15	12,5 bis zu
südlich	400	31	5—15	22,5

Bei den angegebenen Werten über die Eindringtiefe der Längswellen 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).

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.

## 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 Auswert- 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, andererseits denkt man daran, mit Hilfe von Längswellen, 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.