Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

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

Band: 38 (1965)

Heft: 9

Artikel: Die VLF-Funkstation in Anthorn der Nato

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-564292

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: 10.07.2025

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

Funkdienstes Schrittfolgen von mehr als 130 ms entstehen, oder wenn eine Vielzahl kurzer Impulsspitzen auftritt, zum Beispiel durch hohe Verstärkung des Rauschens bei Schwund.

Synchronisierung

Zur Aufrechterhaltung des bei der verschlüsselten Übertragung von Fernschreibnachrichten unbedingt erforderlichen Gleichlaufes zwischen Sende- und Empfangsfernschreiber, ist es wichtig, dass die Start-Stop-Schritte erhalten bleiben. Es wird deshalb als zusätzliche Sicherung hinter dem Sammelrelais parallel zum Empfangsfernschreiber eine Synchronisiereinrichtung angeschlossen, die von den empfangenen Start-Stop-Schritten, solange diese ungestört sind, in Betrieb gesetzt wird und bei Ausfall dieser Impulse über eine längere Zeitdauer hinweg die Synchronisierung des Empfängers mit dem Sender garantiert.

Zusammenfassung

1. Übertragung des Fernschreibzeichens mittels vier Frequenzen im Frequenzumtastverfahren mit Frequenzabständen, die sicherstellen, dass nicht alle Frequenzen gleichzeitig durch Schwund oder fremde Dienste gestört werden.
2. Einzelbehandlung der vier Frequenzen auf der Empfangsseite und Überprüfung der einzelnen Signalschritte innerhalb jedes Kanals durch Integration über die Schrittdauer, d. h. Überprüfung aller vier mal fünf dem Sammelrelais zur Wiedergewinnung des Fernschreibzeichens zugeführten Elemente und Ausscheidung der mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht brauchbaren Beiträge.
3. Völlige Unabhängigkeit davon, welche Kanäle brauchbare Beiträge zur Wiedergewinnung des Zeichens liefern, ob alle oder nur einer.
4. Zusätzliche Schutzmassnahmen gegen die speziellen Störungsarten: Dauerstörer und Tiefschwund.
5. Begrenzung besonders starker, kurzer Störspitzen.
6. Sicherstellung des Gleichlaufes zwischen Sende- und Empfangsfernschreiber bei gelegentlich gestörten Sperr- und Anlaufschritten durch die Synchronisiereinrichtung.

Eingehende Versuche die über Jahre hinweg im In- und Ausland durchgeführt wurden, haben die Überlegenheit des VFSE-65-Systemes gegenüber bisherigen, für ähnliche Einsatzzwecke gedachte Fernschreibfunkanlagen bewiesen. Versuche über extrem kurze wie auch sehr lange Landdistanzen, bei welchen ja bekanntlich die Übertragung durch die sehr beeinträchtigte Bodenreflexion meistens problematisch ist, haben eindeutige Resultate ergeben, so dass die in das System gestellten Erwartungen vollauf bestätigt wurden.

HC.

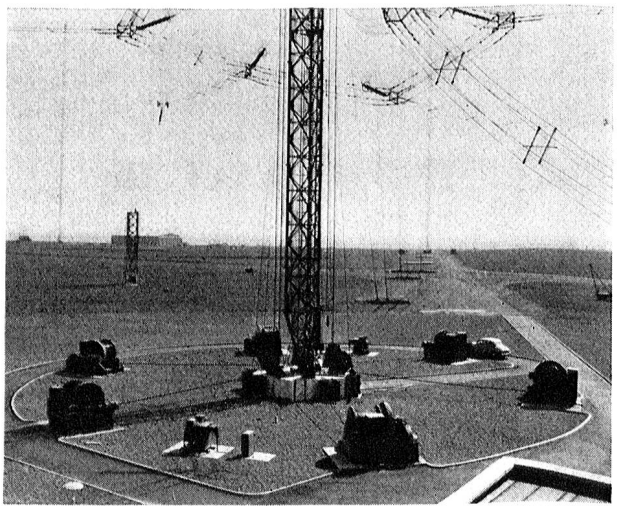
Die VLF-Funkstation in Anthorn der Nato

Die ersten Funkverbindungen über grosse Distanzen konnte man Anfang dieses Jahrhunderts unter Verwendung von Langwellen im Bereich zwischen 1500 und 3000 Metern (200—100 kHz) herstellen. Der rasche technische Fortschritt führte jedoch schon bald zu der Erkenntnis, dass sich mit höheren Frequenzen bei wesentlich geringerer Sendeleistung die gleichen oder sogar noch grössere Entfernungen überbrücken lassen. Als Folge davon ging man für Nachrichtenverkehr und Rundfunk mehr und mehr zu Mittelwellen und schliesslich zu Kurzwellen über, zumal sich nicht nur die geringere Sendeleistung als Vorteil erwies, sondern auch die wesentlich kleineren Abmessungen der benötigten Antennen (die Länge der weit verbreiteten Dipolantenne entspricht der halben Wellenlänge).

Frequenzen im Kurzwellenbereich waren es auch, die für militärische Fernverbindungen verwendet wurden. Noch während des Zweiten Weltkrieges erfolgte der Funkverkehr über grosse Entfernungen fast ausschliesslich im Bereich zwischen 3 und 30 MHz. Bei höheren Frequenzen wird jedoch die als Raumwelle auftretende Abstrahlungskomponente nicht mehr von der Ionosphäre reflektiert, so dass die zu überbrückende Entfernung nur noch von der relativ geringen Reichweite der Bodenwelle abhängt. Die Bemühungen, trotz dieser Nachteile immer höhere Frequenzen (VHF und später UHF) für den Weitverkehr über mehrere hundert Kilometer zu verwenden, führten zur Entwicklung der Scatter-Technik. Grosse Sendeleistungen, Empfangs- und Sendeantennen mit hohem Gewinn sowie extrem empfindliche Empfänger brachten zwar eine Steigerung der Zuverlässigkeit derartiger Fernverbindungen, dafür machten sich Schwunderscheinungen, Phasenverzerrungen und andere Faktoren zum Teil als ernsthafte Nachteile bemerkbar. Auch eine Rückkehr zum HF-Bereich (3—30 MHz) konnte das Problem äusserst zuverlässiger militärischer Fernverbindungen nicht lösen, da auch auf diesen Frequenzen Schwund, Phasenverzerrung der Signale, vollständige Unterbrechungen und ionosphärische Störungen verschiedener Art auftreten. Zudem hat die Erfahrung gezeigt, dass nach der Explosion einer Atombombe die Kurzwellen-Funkverbindungen unter Umständen für Stunden unterbrochen sind, was natürlich in einem Kriegsfall einen unannehmbaren Zustand bedeutet.

Die Forderung nach absolut zuverlässigen Langstrecken-Fernmeldeverbindungen für militärische Zwecke liess daher nicht nur erneutes Interesse an den langen Wellen aufkommen, sondern an den noch unter ihnen liegenden Längstwellen (VLF-Bereich, unter 30 kHz = Wellenlängen über 10 000 m). Die Bodenwellen von VLF-Abstrahlungen breiten sich entlang der Erdoberfläche aus, jedoch mit wesentlich geringerer Amplitudendämpfung als alle kürzeren Wellen, so dass sie sich in Entfernungen bis 1500 Kilometer und mehr einwandfrei empfangen lassen. Für die Überbrückung noch grösserer Distanzen nutzt man die Raumwelle aus, die schon an der untersten Schicht der Ionosphäre, der D-Schicht in rund 70 bis 90 Kilometern Höhe reflektiert wird, so dass sich die verhältnismässig geringen Wegunterschiede zwischen Boden- und Raumwelle in der Praxis nicht als störende Interferenzen (Schwund) bemerkbar machen.

Die Längstwellen eignen sich also vorzüglich für Funkverbindungen hoher Zuverlässigkeit über erstaunlich grosse Entfernungen. Mit Frequenzen um 15 bis 20 kHz lässt sich die



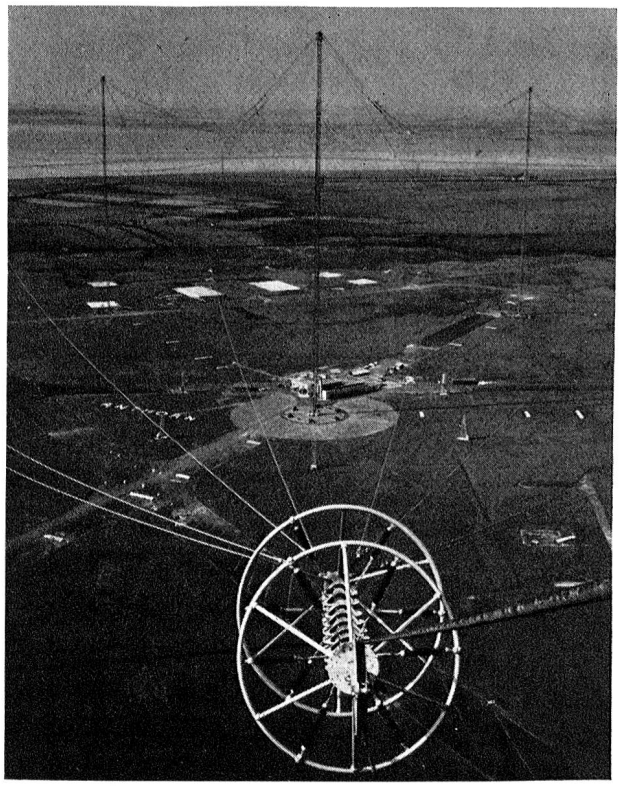
Der Zentralmast des VLF-Antennensystems in Anthorn, der grössten derartigen Sendeanlage in Europa. Die sechs Winden am Fuss des Mastes dienen zum Niederlassen der einzelnen Antennengruppen. Bei Auftreten zu grosser Belastungen, etwa bei einer übermässig schweren Eisschicht an den Antennenkabeln, werden die Antennen automatisch herabgelassen, um Überlastungen der Masten und Halteseile zu vermeiden. Etwa 30 Zentimeter tief ist das ausgedehnte Erdungssystem im Boden verlegt, bestehend aus einem Netz von radialen, im Abstand von zwei Grad vergrabenen Drähten. Der Vergleich mit dem Auto an einer der hinteren Winden gibt einen Eindruck von der Grösse der Masten und Winden.

gesamte Welt umspannen, und zwar mit einer Sicherheit, die bei Verwendung von Kurzwellen nie zu erzielen wäre. Die einzigen einschränkenden Faktoren beim Längstwellenfunk sind Sendeleistung, Antennengrösse und Bandbreite. So benötigt man für die globale Reichweite einer VLF-Station eine Mindest-Sendeleistung in der Grössenordnung von mehreren hundert Kilowatt, was allerdings heute ohne grosse Schwierigkeiten zu erzielen ist. Das Problem der Antennengrösse dagegen ist schon nicht mehr so einfach, wenn man berücksichtigt, dass ein Halbwellendipol für eine Sendefrequenz von 20 kHz die Länge von 7,5 Kilometern besitzen müsste. In der Praxis ist man daher gezwungen, einen Kompromiss zwischen Wirksamkeit und Abmessungen der Antenne zu schliessen. Und da sich die für eine Sprachmodulation eines 20-kHz-Trägers benötigte Bandbreite über einen erheblichen Anteil der Trägerfrequenz erstreckt, erfahren wegen der unzureichenden Antennenabstrahlung die Frequenzen im oberen NF-Bereich eine starke Dämpfung. Aus diesem Grunde kommen für die Uebermittlung von Nachrichten auf VLF-Verbindungen nur A1-Betrieb (Telegraphie mit Ein-Aus-Tastung) oder F1-Betrieb (Frequenzumtastung) in Frage.

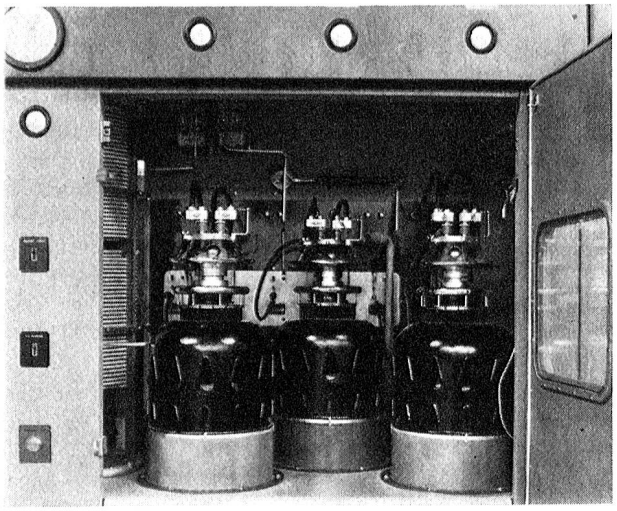
Nach gründlichem Abwägen aller Vor- und Nachteile hat sich die US Navy entschlossen, eine VLF-Station in Cutler (US-Staat Maine) zu errichten, die nun schon seit mehreren Jahren in Betrieb steht. Sie sendet auf einer Frequenz von 16,7 Kilohertz mit einer Leistung von 2 Megawatt. Eine weitere VLF-Station im pazifischen Raum wurde ebenfalls vor einiger Zeit fertiggestellt, und eine dritte befindet sich in Australien im Aufbau. Die Tatsache, dass sich von den drei amerikanischen Wehrzweigen gerade die US Navy für die Verwendung von Längstwellen entschloss, ist durchaus kein Zufall. Denn bei diesen niedrigen Frequenzen ist es nicht nur möglich, einen ständigen Kontakt mit Flotteneinheiten an jedem beliebigen Punkt der Erde aufrechtzuerhalten, sondern auch getauchte U-Boote zu erreichen: Längstwellen sind die einzigen Funkwellen im gesamten Bereich des elektromagnetischen Spektrums, die ins Wasser eindringen, und bei grossen Sendeleistungen und den heutigen extrem empfindlichen Empfängern lassen sie sich auch noch in beträchtlicher Tiefe empfangen.

Den Hauptauftrag für alle drei VLF-Stationen erhielt die Continental Electronics Systems Inc., eine Tochterfirma von Ling-Temco-Vought. Die gleiche Gesellschaft erhielt auch Ende 1961 den in allen NATO-Mitgliedstaaten ausgeschriebenen Auftrag im Gesamtwert von $ 10,5 Millionen auf Entwurf, Herstellung und Installierung einer VLF-Station in Anthorn (England), die von der NATO für Fernmeldeverbindungen mit Schiffen und U-Booten benutzt wird. Seit mehreren Monaten befindet sich die Station nunmehr in Betrieb.

Als Standort für die neue VLF-Station wurde der im Zweiten Weltkrieg benutzte Jägerflugplatz bei Anthorn gewählt, ein



Blick auf die riesige Antennenanlage der VLF-Funkstation der NATO in Anthorn. Deutlich erkennbar ist noch die Landebahn des ehemaligen Flugplatzes, auf dem die Station errichtet wurde. In der Mitte des Bildes der Zentralmast und das Sendergebäude.



Die drei Hochleistungsröhren der Endstufe. Eine von ihnen dient als Ersatzröhre und lässt sich nach Auftreten einer Störung innerhalb von 60 Sekunden in Betrieb nehmen. Ein spezielles Sicherungssystem bietet die Gewähr, dass die Türen des Röhrenschrankes erst nach Abschalten aller gefährlichen Spannungen geöffnet werden können, um jede Gefahr für das Personal auszuschliessen.

etwa 300 Hektar grosses Gelände an der Nordwestküste Englands, nahe der schottischen Grenze. Einer der Gründe für die Ortswahl war die günstige Lage des Geländes am äussersten Ende einer Halbinsel, so dass das Erdungssystem in verhältnismässig flachem Land mit geringem elektrischen Widerstand eingebettet werden konnte. Der Untergrund erwies sich zudem als fest genug, um die für das weitläufige Antennensystem erforderlichen Masten zu tragen, und für die Stromversorgung liess sich ein Anschluss an das in der Nähe vorbeiführende öffentliche Verteilernetz bequem herstellen.

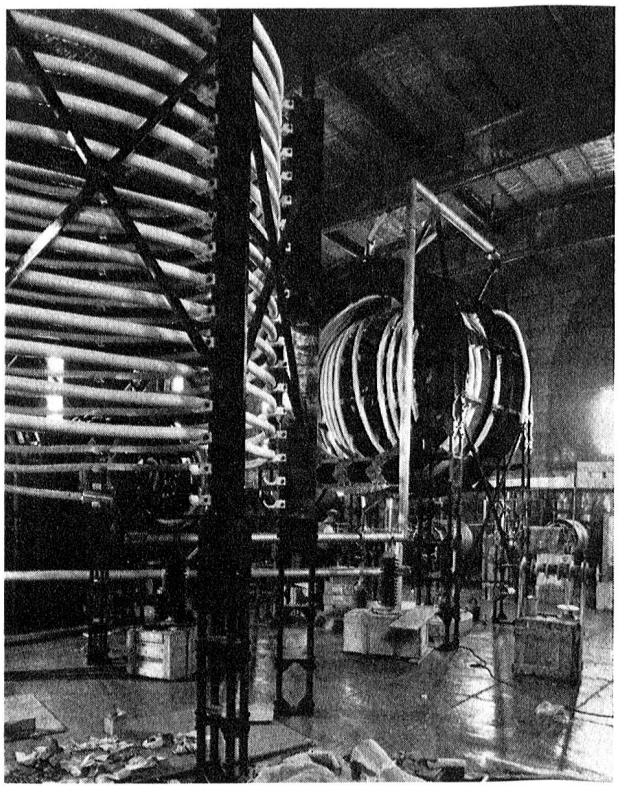
Da die niedrige Frequenz der Trägerwelle die Verwendung von Sprachmodulation (A3) ausschliesst, erfolgt die Informationsübertragung entweder im A1-Betrieb (Telegraphie mit Tastgeschwindigkeiten bis 60 Wörter pro Minute) oder im F1-Betrieb (Frequenzumtastung). Normale Sendefrequenz ist 19,0 Kilohertz.

Die Station besitzt zwei Steuersender, einer davon als Ersatzgerät und für Testzwecke. Die Umschaltung vom primären Steuersender auf den zweiten benötigt lediglich fünf Millisekunden. Die Frequenzstabilität beträgt $\pm$ 1 in 10^{10} pro Tag. Jeder Steuersender gibt ein Ausgangssignal von 50 Milliwatt auf der endgültigen Senderfrequenz ab, das in parallelen vierstufigen Treiber/Leistungsverstärkern auf die Leistung von 30 Kilowatt erhöht wird. Eine Abstimmung dieser Verstärker ist nicht erforderlich, da sie nichtabgestimmte Breitbandkreise mit Widerstands/Kapazitäts- oder Transformatorkopplung besitzen. Die Ausgangsleistung jeder der beiden Verstärker ist ausreichend, um zwei 275-Kilowatt-Endstufen auszusteuern, von denen jede eine Steuerleistung von rund 13 Kilowatt benötigt. Die an die Antenne abgegebene Nennleistung von 550 Kilowatt wird durch Parallelschaltung der beiden Endstufen erzielt. Auf diese Weise besitzt der gesamte Sender einschliesslich der Endstufe vollständige Redundanz. Ein Ausfall einer der beiden Endstufen bewirkt lediglich eine Halbierung der Sendeleistung. Die Wahl einer oder beider Endstufen erfolgt durch Knopfdruck, so dass sich ein defekter Verstärker leicht und schnell abschalten lässt. Da die Endstufen unabhängige Anodenspannungs-Filtersysteme besitzen, lässt sich jede von ihnen unabhängig von der anderen für Unterhalt- und Prüfzwecke auf eine künstliche Antenne schalten. Jeder Verstärker besitzt eine Ignitronröhre, die im Fall von Störungen zur Überbrückung dient. Sobald eine elektrisch betriebene Detektorschaltung einen Fehler in einer der beiden Endverstärkerröhren feststellt, wird die Ignitronröhre gezündet und schliesst damit in ungefähr 10 Mikrosekunden den Filterkreis und die Stromzuführung kurz. Eine dritte Endröhre steht als Ersatz zur Verfügung und kann in ungefähr einer Minute manuell angeschlossen werden.

Die Endverstärker besitzen abgestimmte Ein- und Ausgangskreise. Ein Variometer ergänzt die variablen Kondensatoren in den Gitterschaltungen, und auf der Ausgangsseite wird eine induktive Antennenankopplung benutzt, mit einer Spule in der Mitte der Ringspule des Anodenkreises. Die variablen Kondensatoren des Ausgangskreises sind ölgefüllt, besitzen Aluminiumplatten und lassen sich von 16 bis 20 Kilohertz abstimmen.

Das Gebäude mit den Sendereinrichtungen überdeckt eine Grundfläche von rund 1850 Quadratmetern und befindet sich im Zentrum des Stationsgeländes in Anthorn. Es ist weitgehend abgeschirmt, die Abschirmung selbst über ein umfangreiches Netz von Drähten mit dem radialen Erdungssystem verbunden. Die Geräteschränke des eigentlichen Senders sind in Hufeisenform aufgestellt, und eine zentrale Überwachungskonsole enthält alle notwendigen Einrichtungen für Überprüfung und Kontrolle der Anlage. Transformatoren und

Die Kontrollkonsole des Senders am Tage der Inbetriebnahme. Damals wurde das Rufzeichen MHW benutzt, in der Folgezeit das (gleichfalls nur vorübergehend zugeteilte) Rufzeichen GQD.



Der Spulenraum für die Sender-Ausgangsstufe. Links im Bild die fast 6 Meter hohe Antennenerregerspule, deren Windungen einen Durchmesser von etwa 3,70 Meter aufweisen. Im Hintergrund rechts ist die äussere Spulenwicklung des 5,5 Meter hohen Variometers zur Anodenabstimmung der Endstufe klar erkennbar. Dahinter befindet sich noch ein kleineres Variometer, das automatisch die Antennenkapazität justiert, um die durch Wettereinflüsse bedingten Änderungen des Antennensystems auszugleichen. Beide Variometer sind motorgetrieben und werden von einer Konsole im Betriebsraum des Senders geregelt. Die Wirksamkeit der Antenne, bei Verwendung von sehr niedrigen Frequenzen stets der am stärksten einschränkende Faktor, beträgt nach den zur Verfügung stehenden Angaben mehr als 30 Prozent.

zugehörige Baugruppen sind in einem geschützten Raum an einer Seite des Senderhauses untergebracht.

Das Antennensystem besteht aus sechs sternförmig angeordneten Rauten mit je acht Kabeln und überdeckt eine Fläche von 160 Hektar. Insgesamt 13 Masten sind nötig, um die gesamte Antenne zu tragen — ein Zentralmast von 228 Meter Höhe, sechs innere Masten von 206 Meter Höhe und sechs äussere Masten von 188 Meter Höhe. Von oben gesehen, gleicht die Antennenanlage einem sechsstrahligen Stern, dessen äussere Punkte 1300 Meter voneinander entfernt sind.

Jede der sechs Antennengruppen kann unabhängig von den anderen heruntergelassen werden, ohne mit der Verspannung der Masten oder anderen Hindernissen in Konflikt zu geraten.

Die strahlenden Elemente bestehen aus Aluminiumkabeln mit Stahlkern und besitzen einen Durchmesser von mehr als 2,5 Zentimeter. Derart starke Kabel wurden als notwendig erachtet, um auch unter ungünstigen Wetterbedingungen bei der Betriebsspannung von 120 Kilovolt Koronaeffekte zu vermeiden, und um darüber hinaus auch bei starker Vereisung genügende Festigkeit zu garantieren. Sollte dennoch die Eislast an den Antennenkabeln einmal die im Entwurf vorgesehene Belastungsgrenze überschreiten, wird die Antenne automatisch mittels der Winden zu Boden gelassen, damit Kabel und Masten nicht überbeansprucht werden.

Das Erdungssystem bildet das Gegengewicht für die Antenne und besteht praktisch aus einer Matte von 4 Millimeter starken weichen Kupferdrähten, die in einer Tiefe von 30 Zentimetern radial in Abständen von zwei Grad verlegt sind, und zwar abwechselnd mit einer Länge von 600 Metern und 900 Metern, wobei das gesamte Erdungssystem also eine Fläche mit einem Durchmesser von 1800 Metern überdeckt.

Die benötigte Energie bezieht die Station normalerweise aus dem öffentlichen Versorgungsnetz. Da jedoch absolute Zuverlässigkeit des Fernmeldeverkehrs gefordert wird, verfügt die Station über zwei eigene Generatoren mit einer Leistung von je 600 Kilowatt.

Mit der offiziellen Übergabe an das britische General Post Office, das als Bauherr für das Projekt auftrat und nunmehr auch die Station im Auftrag der NATO betreibt, nahm die VLF-Station Anthorn am 27. November 1964 ihren Betrieb auf. Seitdem befindet sich die Station in ununterbrochenem Einsatz und stellt ein neues und lebenswichtiges Glied im Fernmeldenetz der NATO dar. («Interavia» 7/1965)