Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

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

Band: 33 (1960)

Heft: 8

Artikel: Funktechnische Probleme der Gegenwart und Zukunft [Fortsetzung]

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-563368

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

Fortsetzung aus Heft 7/1960:

Funktechnische Probleme der Gegenwart und Zukunft

Ist damit der Funk am Ende seiner Entwicklung angelangt? Was den Frequenzbereich betrifft, die Wellenlängen, ja! Da ist nur noch Technologisches möglich. Beispielsweise arbeitet man daran, Schaltungen räumlich sehr viel kleiner auszuführen. Mit Elektronenstrahlen ätzt man Schaltungen aus, zu deren Betrachtung schon ein Mikroskop nötig ist. Transistoren, Widerstände, Kondensatoren werden aufgedampft. In dieser Technik wird dann ein vollständiger Empfänger so gross wie eine 1 mm dicke Briefmarke. Aber die Senderleistung, die man braucht, um am Empfänger über das Wärmerauschen hinauszukommen, die Senderleistung wird sich nicht mehr vermindern lassen. Dass man also einen transatlantischen Sender auf die Grösse einer Briefmarke zusammenschrumpfen lassen kann, steht nicht in Aussicht.

Fernsehsignale via Atlantik

Gibt es für den Funk keine Möglichkeiten mehr? Aufgaben gibt es genug. Und damit beginnt die Suche nach neuen Möglichkeiten. Die Uraufgabe des Funks, grosse Entfernungen ohne am Boden zugängliche Zwischenpunkte mit Signalen grosser Frequenzbandbreite zu überbrücken, ist immer noch dringend. Das wird zum Beispiel deutlich, wenn man sich an die eben gerade vergangenen Olympischen Winterspiele in Squaw Valley erinnert, und die Unmöglichkeit, die dortigen Geschehnisse unmittelbar durch direkte Übertragung in den europäischen Fernsehempfängern zu zeigen und miterleben zu lassen. Man kann heute zwar über den Atlantik telephonieren; man kann aber nicht Fernsehsignale befördern. Die kurze Welle, die die Ionosphäre benutzt, kann zwar Telephoniekanäle befördern; die Ionosphäre mit ihren Eigenarten ist aber nicht gewillt, so breite, so fein zeitlich strukturierte Signale, wie ein Fernsehsignal es ist, zu übermitteln. Sie ist nur für schmale Kanäle benutzbar, und daher wird die kurze Welle zwar ein ausserordentlich einfaches und billiges Mittel bleiben, um einzelne Ferngespräche über beliebige Entfernungen über die Erdoberfläche hinweg zu führen; aber für grossen Verkehrsbedarf nutzt es nichts, einzelne Fernsprechkanäle zu befördern. Es nutzt nicht einmal, vier Fernsprechkanäle auf einmal zu befördern. Eine Verbindung über den Atlantik zwischen den USA und Europa würde noch mit 100 Fernsprechkanälen nicht wirklich befriedigend sei, und derart breite Nachrichtenbänder liefert die Ionosphäre nicht.

Diese Verhältnisse haben dazu gezwungen, mit ungeheurem Aufwand das technische Wunderwerk des atlantischen Fernsprechkabels mit seinen Untersee-Verstärkern, im ganzen etwa 100, anzulegen, das 36 allerdings hervorragende Fernsprechkanäle zur Verfügung stellt. Wenn man drahtlos derartige Kanalzahlen mit vergleichbarer Betriebssicherheit und Güte zur Verfügung stellen könnte, wär das vermutlich sehr viel wirtschaftlicher. Die ultrakurzen Wellen, die Mikrowellen, sind aber in ihrer Reichweite durch den Horizont begrenzt. Man hat nun also versucht, mit grossen Senderleistungen und riesigen Richtspiegeln trotzdem auf ultrakurzen und Mikrowellen grosse Reichweiten zu erzwingen. Dabei hat man in der Tat gefunden, dass, wenn man die Atmosphäre im Raum sehr intensiv und scharf gebündelt anstrahlt, dass dann an nicht ganz klar erkannten Unregelmässigkeiten in der hohen Atmosphäre und Unregelmässigkeiten in der Ionosphäre kleine Teile der Senderleistung zerstreut werden und von einem fernen Empfänger hinter dem Horizont wieder aufgenommen werden können. Dieses Verfahren nennen die Amerikaner «Scattering», bei uns heisst es «Streustrahlung». Mit derartigen Effekten arbeitet die Telephonverbindung zwischen Berlin und der Bundesrepublik Deutschland. Die Möglichkeit ist nicht von der Hand zu weisen, dass man mit solchen Mitteln wohl auch eine Fernsehverbindung bauen könnte, von Nordkanada über Grönland, Island bis nach Europa.

Satelliten als Relaisstationen

Bei der Gelegenheit ist eine eigentümliche Nachrichtenmöglichkeit entdeckt worden, sozusagen als Abfallprodukt: Bei derartigen Versuchen stellte man fest, dass plötzlich vorübergehend für wenige s eine ganz hervorragende Verbindung zwischen zwei Stationen herrscht, die, mehrere 1000 km voneinander entfernt zwischendurch nichts voneinander wahrnehmen können. Man hat erkannt, dass dies darauf beruht, dass in die Atmosphäre einfallende Meteoriten, zu deutsch Sternschnuppen, ionisierte Spuren hinterlassen, welche vorübergehend die Wellen hervorragend reflektieren, aber eben nur für wenige s. Man kann seine zu übermittelnden Nachrichten vorher speichern und in dem Augenblick in dem eine gute Verbindung zustande kommt, mit ungeheurer Geschwindigkeit absetzen, worauf sie dann auf der anderen Seite gespeichert und langsam wieder abgespielt werden. Die intensive Beobachtung der Meteoriten hat dazugeführt, dass man heutzutage weiss, sie sind so häufig, dass man damit einen ganz merklichen Nachrichtenfluss befördern kann von ungefähr 50 Wörtern pro min. Es ist aber klar, dass das ein Randprodukt der Nachrichtentechnik ist und keine Einrichtung, die in grossem Stile unsere Wünsche nach Nachrichtenkanälen über grosse Entfernungen befriedigen könnte.

Immerhin haben diese Beobachtungen dazugeführt, sich zu überlegen und zu planen, dass es durchaus aussichtsreich wäre — nachdem man doch heutzutage Satelliten beliebig in den Raum schiessen kann —, anstatt der sehr unregelmässigen und sehr kurzzeitigen Meteoriten geeignete Gebilde in grosse Höhen zu stellen, die man anstrahlen kann, so dass man die von ihnen gestreute Leistung in grossen Entfernungen wieder aufnehmen könnte. Im Augenblick sind die Vorbereitungen im Gange für einen solchen Satelliten, der eine mit Gas gefüllte, aussen metallisierte grosse Kugel von etwa 30 m Durchmesser in die Höhe tragen soll, wo sie dann weiterhin die Erde umkreist. Man kann genau ausrechnen, wieviel von der einer solchen Kugel zugestrahlten Leistung in grosser Entfernung am Boden wieder empfangen wird. Dabei ergibt sich, dass man damit, solange der Satellit sich gerade in einer «vernünftigen» Gegend des Himmels befindet, eine Strecke von 6000 km durchaus mit

breiten Signalen überbrücken kann. Man kann sich nun leicht überlegen, wie viele solcher Satelliten man an den Himmel stellen müsste, damit zu jeder Zeit mindestens einer von ihnen zur Verfügung ist. Man kommt dann auf ganz vernünftige Zahlen — etwa 20. Mit solchen Satelliten könnte man also breite Nachrichtenkanäle ohne Zwischenstationen am Boden darstellen, die etwa ausreichen würden, um uns Fernsehkanäle zwischen den USA und Europa zur Verfügung zu stellen. Auch der Mond lässt sich so verwenden, wenn er für Sender und Empfänger gleichzeitig über dem Horizont ist. Allerdings ist er schon recht weit weg, so dass das Signal via Mond vom Sender zum Empfänger über 2 s braucht.

Man braucht aber nicht so weit zu gehen. Man kann einen Satelliten mit einer regelrechten Relaisstation ausrüsten, mit einem Empfänger und einem Sender, und damit kann man auf sehr viel grössere Reichweiten oder Bandbreiten kommen, als wenn man nur die Streustrahlung an diesem Satelliten benutzen wollte. Derartige Anlagen kann man sehr sauber dimensionieren, und man kann alle technischen Einzelheiten genau berechnen: Leistungen, Bandbreiten, Reichweiten, Empfängerempfindlichkeiten, Störabstände, und kann also völlig übersehen, dass es möglich sein würde, mit derartigen Satelliten grosse terrestrische Reichweiten zu erzielen. Die kühnsten Planungen gehen darauf aus, einen solchen Satelliten so hoch in den Raum zu stellen, dass seine Umlaufszeit gerade 24 h beträgt. Dann scheint er nämlich am Himmel stillzustehen und ist dauernd verfügbar als Zwischenstation, mit der man eine ganze Halbkugel oder den grössten Teil einer Halbkugel der Erde in die Reichweite eines derartigen Signals bringt.

Bei diesen Anlagen kommt einem eines zugute: Wir hatten vorhin erwähnt, dass das Wärmerauschen, die Wärmebewegung der kleinsten Teilchen, eine untere Grenze darstellt für die Leistung, die empfangen werden muss, um einwandfreie Signale zu ermöglichen. Ein Satellit im Weltraum befindet sich nun in einer Gegend, die ausserordentlich viel kälter ist als die Erde. Infolgedessen wird sein Wärmerauschen sehr viel niedriger liegen. Man kann das auch auf der Erde nachahmen; denn wenn die Antenne aus dem Weltraum Leistung aufnimmt, braucht man nur den Empfänger abzukühlen auf die Temperatur flüssigen Heliums, etwa 4° C über dem absoluten Nullpunkt, um auf diese Weise das Wärmerauschen am Boden hinreichend zu vermindern.

Weltraumforschung: Unter Ausnutzung dieser Möglichkeiten kann man ausrechnen, dass man sich gar nicht zu beschränken braucht auf einen die Erde umkreisenden Satelliten, sondern dass ein gedachtes Raumschiff, das sich im Planetensystem herumbewegt, durchaus in der Reichweite einer drahtlosen Anlage auf der Erde liegen würde. Allerdings — telephonische Unterhaltungen wären dann auf keine Weise mehr möglich. Die Sonne ist bereits acht Lichtminuten von uns entfernt, und ein Raumschiff, das sich in einer entsprechenden Entfernung von uns im Planetensystem aufhielte, würde auf eine telephonische Anfrage erst nach 16 min antworten können. Unterhaltungen sind damit also ausgeschlossen.

Schon lange aber, ehe man anfing, Weltraumfunk zu planen, war man bei der Beobachtung von Rauchstörungen bei ultrakurzen Wellen darauf gekommen, dass aus dem Weltraum dauernd Strahlung zu uns kommt, und hatte begonnen, diese Strahlung zu beobachten und zu studieren. Heute ist dieses Studium eine Wissenschaft geworden, ein Zweig der Astronomie, die Radioastronomie. Wie man in den zwanziger Jahren die Ionosphäre entdeckte und mit den drahtlosen Wellen ihre Physik erforschte, so studiert man heute mit eigens dafür gebauten Empfangsanlagen diese Strahlungen aus dem Weltraum. Es wurde vor einigen Jahren für die Sternwarte in Bonn eine solche Anlage gebaut. Sie steht auf dem Stockert in der Eifel und verwendet einen Empfangshohlspiegel von 25 m Durchmesser, der auf einem schweren, massiven Betonturm schwenkbar befestigt ist. Mit dem Gehör beobachtend, nimmt man aus dem Weltraum nur das Rauschen wahr. Stellt man sich aber diesen Empfang als «gesehen» vor, dann findet man, dass, mit diesen «Radioaugen» betrachtet, der Himmel ganz anders aussieht, als wir ihn kennen. Zwar findet man auch Radiosterne, punktförmige Strahlungsquellen; sie fallen aber nur zum Teil mit sichtbaren Sternen zusammen. Am Radiohimmel stehen grosse leuchtende Nebel, ähnlich wie für unser Auge die Milchstrasse.

Am 3. und 4. September

benötigen alle Sektionen das letzte Mitglied für den Einsatz an der Operation Polygon! Die Sektionspräsidenten geben gerne Auskunft über den Einsatz und die Aufgabe an dieser gesamtschweizerischen Übung. Zahlreiche Teilnahme der Mitglieder des EVU dokumentieren unseren Sinn für die ausserdienstliche Tätigkeit und der Wille zur militärischen Weiterbildung.

Dazu kommt, dass das Radioauge auch Bewegungen von uns weg oder auf uns zu wahrnimmt, so dass wir damit den grossen Spiralnebel in dem sich unser Sonnensystem befindet, gleichsam sehen können.

Weltraumfunk: Die Reichweite dieser auf höchste Empfindlichkeit gezüchteten Empfangsanlagen übertrifft die besten optischen Fernrohre bei weitem und reicht bis an die Grenzen des Universums. Wenigstens stellen sich die Astrophysiker das Universum als begrenzt vor. Die Reichweite, die man von uns aus erzielen würde, wenn man in diese ungeheuren Räume sendet, kann man genau berechnen. Man findet, dass es mit heute ausführbaren Sendern und Hohlspiegeln möglich wäre, den unserem Sonnensystem nächsten Fixstern zu erreichen, Alpha Centauri. Man hält es für wahrscheinlich, dass er wie unsere Sonne von Planeten umgeben ist, auf denen vielleicht Leben möglich wäre und sich entwickelt haben könnte wie bei uns. Diese Lebewesen könnten wir dann also anrufen. Freilich würde uns eine sofortige Antwort erst in 9 Jahren erreichen; denn Alpha Centauri ist 4½ Lichtjahre von uns entfernt.

Grenzen der Technik

Ist der Funk am Ende der Entwicklung angelangt? Man kann von einem Nachrichtenmittel nicht mehr verlangen als Reichweite bis an die Grenzen des Universums und Verständigung bis zu den Sternen. Leider ist die Verständigung nur ein technisches Problem. Denn wenn wir nun nach 9 Jahren Antwort von Alpha Centauri erhielten, so wäre zwar die technische Aufgabe gelöst; aber das Problem der Verständigung finge nun erst an. Und seit der babylonischen Sprachenverwirrung ver-

stehen sich ja schon die Erdbewohner untereinander nicht mehr; selbst wenn die Technik simultane Dolmetscheranlagen stellt, können sie sich nicht verständigen.

Da ist dann auch die drahtlose Telegraphie am Ende ihrer Möglichkeiten angelangt. Denn von einem Nachrichtenmittel kann nicht mehr verlangt werden, als dass es Signale übermittelt, deren Bedeutung vorher beiderseits vereinbart worden sind. Das gilt ganz allgemein, von den Feuerzeichen der Alten und der Negertrommel der Primitiven bis zur Telegraphie, zu der man Morsezeichen benutzt oder die Stromimpulse der Fernschreibmaschine. Aber auch die Sprache, als Nachrichtenmittel betrachtet, arbeitet nicht anders. Sie beruht darauf, dass bestimmte Vorstellungen bestimmten Schallsignalen zugeordnet sind. Das Erlernen dieser Zuordnung nennt man «eine Sprache lernen». So betrachtet, bedeutet «Verständigung», dass man sich an beiden Seiten auf die Zuordnung einigt. Diese Einigung ist einfach, wenn es sich um konkrete Vorstellungen handelt, wie «Sonne», «Brot», «Tisch». Sie werden aber schwierig, wenn es sich um abstrakte Vorstellungen handelt, wie «Recht» und «Unrecht». Hier ist die Einigung nur erzielbar durch Meinungstausch bei gemeinsamer Betrachtung vieler Fälle. Das entwickelt gemeinsame «Anschauungen», wie die Sprache es ausdrückt. Daher kann man sagen: Ohne gemeinsame Anschauungen keine Verständigung. Und zurückkehrend zur drahtlosen Verständigung mit Alpha Centauri, bleibt am Schluss die Frage: Was können wir tun, wenn das übermittelte Signal die einzige gemeinsame Anschauung ist? Offenbar liegt aber die Diskussion dieser Frage weit ausserhalb des Themas dieser Betrachtung.

La Télégraphie sans fil - Passé et avenir

Par Prof. Dr W. T. Runge

Lorsque Henri Hertz découvrit l'étincelle, il y a quelque 80 ans, comme générateur d'ondes de hautes fréquences, il poursuivait des buts scientifique précis et faisait des recherches sur la propagation. Marconi, lui, âgé de 21 ans, vit en 1895 à l'Université de Bologne les démonstrations de Hertz; et il se demanda comment il pourrait bien en tirer un moyen de communications sans fil. Quelle joie lorsqu'il rendit perceptibles à 500 m des signaux, sans le moindre fil! Marconi, qui devait devenir un des plus grands capitaines des télécommunications, avait procédé un peu au hasard. Il sut néanmoins combiner l'éclateur de Hertz avec le tube de Branly, découvert quelques années auparavent et dont il sera encore question ici, ainsi qu'avec l'antenne aérienne que le professeur russe Popoff avait inventeé peu avant pour annoncer l'arrivée des orages. Les résultats obtenus par Marconi encouragèrent ses bailleurs de fonds à le laisser travailler jusqu'au succès de 1901. De Poldhu, en Angleterre, des signaux sans fil atteignirent Glace Bay, en Nouvelle Ecosse (Canada). Ce succès bouleversa les esprits à ce moment là.

La technique utilisée alors était extraordinairement primitive. Le cohéreur de Branly est un tube de verre rempli de limaille de fer et pourvu d'une électrode à chaque bout. Branché en circuit avec une pile et une sonnette ou un relai, il est prêt à fonctionner. Le contact entre les grains de limaille est si mauvais que le courant ne passe pas jusqu'au moment où un courant à haute fréquence l'atteint. Toute la limaille s'agglomère alors, le courant passe, la sonnette sonne. Un choc sur le tube de verre, la cohésion est détruite et tout peut recommencer. On peut imaginer la sûreté d'emploi d'un dispositif basé essentiellement sur de mauvais contacts! M. Bredow, secrétaire d'état et père de la radio allemande, a fait il y a quelque temps une conférence lors du cinquantième anniversaire de la station côtière de Nordeich. Il y disait du cohéreur: «ce cohéreur, sensible à tout, sauf aux ondes à lui destinées, ce relai hypersensible qui toujours se déréglait de lui-même, et enfin le scripteur Morse... c'était vraiment une combinaison diabolique».

Un peu plus tard, les éclateurs à refroidissement remplaçaient les rudimentaires sphères, le ton prenait une «musicalité» meilleure; le tube de Branly était remplacé par le détecteur à cristal, ou à galène, et la réception se faisait au son dans des écouteurs branchés dans le circuit. L'oreille est un instrument extraordinairement sensible et d'une sécurité d'emploi étonnante, jamais de panne! La télégraphie sans fil était devenue, grâce à ces progrès, un moyen sûr de transmission.

Lampes et amplificateurs

Aux périodes préhistoriques, alors que les reptiles dominaient le monde, personne ne faisait attention aux petits mammifères qui grimpaient sur les arbres. Mais depuis... En 1910, la valve à cathode incandescente commençait sa carrière très modestement, tout d'abord dans des amplificateurs, puis pour la réception, avant de devenir la puissante lampe d'émission que l'on connaît. Au cours des dix ans qui suivirent, cohéreur, détecteur à cristal et émetteurs à étincelles avaient disparu.

Le passage de l'étincelle à la lampe d'émission donna la possibilité d'une émission entretenue et modulée. On dépassait le stade de l'alphabet Morse. Dans la réception, l'emploi de la lampe comme amplificatrice permit de percevoir des signaux beaucoup plus faibles. Jusque là, l'énergie dispensée sous forme de vibrations sonores par l'écouteur était effectivement une partie de celle qu'avait rayonnée l'émetteur. Si l'antenne de réception ne captait pas assez d'énergie, le signal était trop faible pour être audible. Donc il fallait d'immenses antennes de réception, des émetteurs puissants, et malgré tout les portées restaient modestes.

L'amplification par lampes permit d'amener au seuil d'audibilité des signaux très faibles. En principe, on pourrait amplifier à l'infini; mais dans la pratique ce n'est pas le cas. Le bruit de fond dû à l'échauffement des cathodes et à l'agitation des électrons s'amplifie dès un certain niveau avec les signaux à amplifier. Ainsi le signal doit-il être plus élevé qu'une certaine énergie parfaitement définie pour pouvoir être amplifie utilement. Et cette énergie est de 10^{-16} watt. Cela correspond à l'énergie nécessaire pour soulever 1 mg à une hauteur de 1 mm en trois ans! Au dessous de ce niveau, le bruit de fond couvre le signal et s'amplifie avec lui.