Funk + Draht

Objekttyp: **Group**

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

Band (Jahr): **32 (1959)**

Heft 10

PDF erstellt am: **16.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Funk + Draht

Oktober 1959

Beilage zum «Pionier»
zur fachtechnischen Ausbildung
der Übermittlungstruppen

Nachdruck verboten

Die Verwendung des ETK im Zusammenhang mit der SE-210 und dem E-627

Von H. Lerch

Ende März — anfangs April führte die Sektion Baden einen fachtech. Kurs durch, bei dem der Betrieb des ETK 50 in Verbindung mit der SE-210 und dem E-627 untersucht wurde. Die eine Station war in Wettingen stationiert; die andere hatte Standorte in verschiedenen Entfernungen von dieser. Getestet wurden eine Verbindung abends (2000 bis 2200 Uhr) über 2,6 km, eine nachmittags über 6,5 km sowie nochmals deren vier nachmittags mit Distanzen von 6,5 bis 12 km.

Die Zusammenschaltung ist denkbar einfach, wie aus dem beiliegenden Schema hervorgeht.

Die Sende-Empfangsumschaltung erfolgte mit zwei Handgriffen:

	Sendung	Empfang
SE-210: Handapparat (Druckknopf)	ein	aus
E-627: Empfangsschalter	aus	ein

Als Antennen wurden für die SE-210 die Ordonnanzantenne (total 12 m lang) und für den E-627 ebenfalls die zugehörige Antenne verwendet. Letztere ist nicht kritisch; sie soll so sein, dass der Empfänger ein Minimum an Störungen erhält.

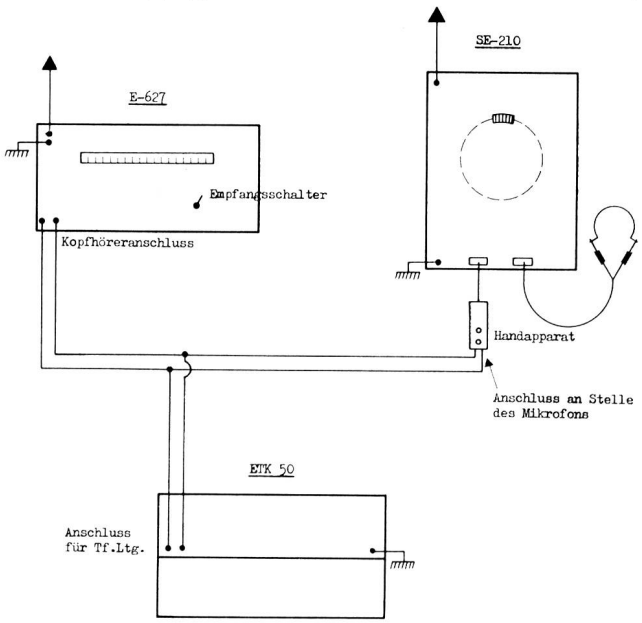
Die Verbindungsaufnahme umfasst folgende Punkte:

1. Aufruf auf Telefonie,
2. Herstellung einer Verbindung von mindestens QSA 3 (auf Tf.),
3. Abstimmen E-627 (beidseitig),
4. Übergang auf ETK: Gegenstation sendet dreimal den Prüfsatz,
5. Einpegeln E-627: ETK muss klar schreiben. Lautstärkeregler auf Stellung 10, nur Veränderung der Empfindlichkeit,
6. Einpegeln E-627 der Gegenstation: wie 4 und 5,
7. Ab jetzt Verbindung auf ETK: mit entsprechenden Verkehrsregeln.

Während des Betriebes muss vielleicht der Pegel etwas nachgestellt werden, was ohne Betriebsunterbruch möglich ist. Um Frequenznachstellungen zu vermeiden, lässt man am besten die Geräte vorher während ca. 2 Std. warmlaufen, denn eine Frequenzkorrektur (am Empfänger) zieht immer eine neue Pegelung nach sich.

Wir testeten sechs verschiedene Verbindungen aus, bei denen die eine Station in Wettingen an der Bahnhofstr. 97 (Koordinaten: 667 025/257 350) aufgestellt war. Die andere nahm verschiedene Standorte ein:

1. Standort: Baden, BBC-Str. 11 (Koord.: 665 100/259 250). Distanz 2,6 km in Stadtgebiet (ganze Strecke überbaut, angenähert eben). Die Verbindung kam zustande, wenn auch der ETK-Empfang nicht gut lesbar war (abends von 2000 bis 2200 Uhr: viel QRM).
2. Standort: Schneisingen (Koord.: 669 700/263 350). Distanz 6,5 km, mit der Lägern dazwischen, die ein ca. 300 m hohes Hindernis darstellt. Die Verbindung war erstklassig (alle Zeichen lesbar), was auf die Tageszeit (Nachmittag) und den günstigen Standort (am Abhang auf dem Lande zurückzuführen ist.
3. Standort: Sennhof (Koord.: 668 400/251 000). Distanz 6,5 km. Auf der Bergkuppe, jedoch ohne Sicht. Die Verbindung war gut (Nachmittag).
4. Standort: Berikon (Koord.: 669 600/245 750). Distanz 12 km. Nähe Hauptstrasse Zürich-Bern und Bremgarten-Dietikon-Bahn, zudem am abgekehrten Abhang des Mutschellen. Die Verbindung kam nicht einmal auf Telefonie zustande. Wettingen hatte QSA 1, Berikon QSA O. (Nachmittag).
5. Friedlisberg (Koord.: 671 700/246 250). Distanz 12 km. Auf der Kante einer der Gegenstation zugekehrten Bergterrasse, mit einer Erhebung dazwischen (keine Sicht). Die Verbindung war gut (Nachmittag).
6. Standort: Gwinden (Koord.: 671 600/248 310). Distanz 10 km. Auf der beim 5. Standort im Wege stehenden Kuppe, jedoch ebenfalls keine Sicht. Verbindung



auf Telefonie QSA 3. Schwunderscheinungen (Fading) mit einer Periode von ca. 20 sec bei der Station Gwinden, was die Verbindung zum Scheitern brachte. Vermutlich war die vorgerückte Tageszeit (1715 Uhr am 11. April 1959: Eintritt der Dämmerung) daran schuld.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass nachmittags eine Verbindung auf ca. 12 km, bei günstigen Verhältnissen bis ca. 20 km (Schätzung) möglich ist, was für Felddienstübungen oder für die ETK-Ausbildung von Bedeutung sein könnte. Zudem wiegt das Material pro Station nur etwa 100 kg (ohne Aggregat). Ist auf Telefonie die Verbindung QSA 3 oder besser, so kann ohne weiteres der ETK angeschlossen werden. Telegrafiesender auf der gleichen Frequenz stören nur, wenn ihr Ton 1000 Hz hat, oder sie sehr stark einfallen. Ein solcher Sender mit ca. 2500 Hz-Ton und ungefähr doppelter Lautstärke der ETK-Zeichen hat uns nicht gestört. Abends lässt sich eine Verbindung nur über minimale Distanzen aufrechterhalten (QRM). Es bleibt noch zu untersuchen, mit welcher Sicherheit mit der Raumwelle auf grosse Distanzen (mehr als 50 km) eine Verbindung hergestellt werden kann, was uns naturgemäss mehr Zeit für die Versuche kosten wird und worüber ich deshalb hier noch nichts sagen kann.

Verbindung
Übermittlungsdienst und moderne Kriegführung

Ohne Verbindung keine Führung — diese wenigen Worte bergen eine Aussage von grundlegender Bedeutung für jede kriegerische Auseinandersetzung, bei der eine Vielzahl von Einzelindividuen beteiligt sind.

Aber schon bei der Betrachtung der reduziertesten Form des Krieges — des Zweikampfes — zeigt sich der axiomatische Charakter dieser Aussage. Hier bekämpfen sich zwei in ihrer Beschaffenheit äusserst ähnliche Systeme mit allerdings unterschiedlichen «inneren» Eigenschaften. Auch lassen sich anhand dieses Kriegsmodells noch einige weitere Zusammenhänge in äusserst klarer Weise erkennen.

Die eine Kriegspartei, hier der Einzelkämpfer, erreicht ihr Ziel, die Unterwerfung oder Vernichtung des Gegners nur dann, wenn es ihr gelingt, gewissen Grundforderungen besser zu genügen, als es die Gegenpartei tun kann.

Diese Grundforderungen ergeben sich als logische Konsequenz aus der Beschaffenheit der integralen, cerebrospinalen Automatik des Systems Mensch. Die wichtigsten Teile dieses Systems seien kurz genannt:

Perzeptionsorgane (Sinnesorgane)
Sie nehmen Information aus der Umwelt auf
Leitungsorgane (Nerven)
Sie leiten Information weiter
Verknüpfungsorgane (Gehirn, Nervenzentren)
Sie besorgen die logische Verknüpfung und Verarbeitung der Eingangs- und Ausgangsinformation und sind in der Lage, grosse Informationsmengen zu speichern (Gehirn)
Exekutionsorgane (Muskeln, Drüsen)
Sie wandeln die erhaltene Befehlsinformation in gewisse mechanische oder chemische Reaktionen um.

Kehren wir wieder zu unsern Zweikämpfern zurück. Unter der Annahme, dass die Beschaffenheit und die Leistungsfähigkeit der übrigen Organe identisch seien, so wird derjenige siegen, welcher die von den Perzeptionsorganen gelieferte Information oder die von den Verknüpfungsorganen abgegebene Befehlsinformation rascher ihrem Bestimmungsort zuführt. Ist das Leitungssystem des einen Kampfpartners gestört oder gar gänzlich unterbrochen, so wird er — immer unter der Voraussetzung gleicher Leistungsfähigkeit der übrigen Organe — eindeutig der Unterlegene sein. Ist der Sehnerv unterbrochen, so geht er des Gesichtssinns verlustig, sind gewisse motorische Nerven unterbrochen, so ist er mit Lahmheit geschlagen. Niemand kann einem solchermassen behinderten Kampfpartner reelle Gewinnchancen zusprechen.

Wir möchten damit nur betonen, dass das Verbindungssystem zum ganzen cybernetischen System gehört und dass es sinnwidrig ist, die übrigen Organe separat betrachten zu wollen.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass derjenige Zweikämpfer dem andern überlegen ist, der über bessere Perzeptionsorgane (Aufklärung im weitesten Sinne), über bessere Verknüpfungsorgane (Führungsorganisation im weitesten Sinne), oder über bessere Exekutionsorgane (Waffen im weitesten Sinne) verfügt, jedoch nur unter der Voraussetzung, dass er über ein der Leistungsfähigkeit dieser Organe angepasstes, störungsfrei funktionierendes Leitungssystem (Verbindungen im weitesten Sinne) verfügt.

Das scheinen Binsenwahrheiten zu sein, doch werden wir sehen, dass, bedingt durch eine gewaltige Wirkungssteigerung der Exekutionsorgane moderner Armeen (Atomwaffen), ein Missverhältnis in der Organtüchtigkeit entstanden ist, das heute noch vielerorts übersehen wird.

Das liegt in einer Tatsache begründet, welche in der Geschichte des Krieges immer wieder feststellbar ist:

Man versucht mit viel Energie in den Besitz jener Mittel zu gelangen, welche die Siegeswahrscheinlichkeit in augenfälliger Weise zu vergrössern gestatten (Waffen), und muss, bedingt durch Voreingenommenheit und individuelles Unvermögen, das Gesamtbild eines Systems klar zu überblikken, nachher manche Fehlschläge und Termine in Kauf nehmen, bis das neue Konzept wirksam zu werden beginnt. Die militärischen Planer müssen danach trachten, solche Fehlschläge zu vermeiden und können dies nur erreichen, wenn es ihnen gelingt, eine Konzeption zu entwerfen, welche alle lebenswichtigen Organe eines Systems in angemessener Weise berücksichtigt. Ein Plan für ein solchermassen logisches Vorgehen nimmt die folgenden Postulate zum Ausgangspunkt:

1. Entwicklung eines neuen Konzepts der Kriegführung, das den nationalen Gegebenheiten Rechnung trägt.

2. Abklärung des organisatorischen Aufwandes und Bestimmung der Mittel.

3. Entscheidung für eine bestimmte Bewaffnung.

4. Entwicklung einer Doktrin (Taktik), welche die zur Verfügung stehenden Mittel (Personal, Waffen) optimal zum Einsatz bringt.

5. Bereitstellung derjenigen Hilfsmittel, welche die Führung und Lenkung des eingesetzten Personals und der Waffen garantieren (Verbindungs- und Nachrichtenorganisation).

Im folgenden sei auf das Postulat 5 näher eingegangen, ohne dabei die Bedeutung der andern vier Punkte herabmindern zu wollen. In der Annahme, dass auf einem zukünftigen Kriegsschauplatz Atomwaffen zum Einsatz gelangen, und unter Berücksichtigung der zukünftigen technischen Möglichkeiten auf dem gesamten Gebiet der Kriegstechnik lassen sich für das Verbindungssystem einige wegweisende Angaben machen.

Wie wir schon bei unserem Kriegsmodell gesehen haben, liegt das Problem der Führung darin, dass Informationen und Befehle verzögerungsfrei an verarbeitende oder ausführende Organe gelangen müssen.

Im gleichen Masse wie die Streitkräfte in der Grösse zunehmen, wird auch das Führungsproblem komplexer. Im statischen Zustand — Truppenteile ortsgebunden — lässt sich das Problem relativ leicht und auf die bisher angewandte, bekannte Art und Weise lösen. Die Anwendung von taktischen Atomwaffen bringt nun zum Grössen- und Massenproblem noch ein weiteres, das Bewegungsproblem. Die ungeheuren Zerstörungskräfte dieser neuen Waffen zwingen Truppen und Stäbe, ihre Standorte häufig und ohne direkte taktisch bedingte Gründe zu wechseln. Theoretisch müssen sie sich in kürzeren Zeitabständen bewegen, als die Zeitkonstante des gegnerischen Systems «Aufklärung — Entscheidung — Ausführung» ausmacht, wenn sie der Zerstörungskraft der Atomwaffe entgehen wollen.

Diese Feststellung gilt generell dann, wenn die besagten Truppenverbände und Stabsorganisationen in eine Grössenordnung fallen, welche einen Atomwaffeneinsatz rechtfertigt. Neben der Bewegung gibt es also noch ein weiteres Mittel, sich der Waffe zu entziehen, die Aufsplitterung in viele kleine nicht lohnenswerte Ziele. Diese Dispersion zieht weitere Führungs- und Verbindungsprobleme nach sich. Diese Dispersion von Kampfverbänden über eine grosse Fläche verunmöglicht die wirksame Verteidigung oder den wirksamen Angriff — mit andern Worten, diese verstreuten Verbände müssen auf einen bestimmten Zeitpunkt an einem bestimmten Ort zusammengefasst werden können (Schwerpunkt), die gespreizte Hand muss zur Faust geballt werden können. Führungs- und verbindungsmässig bedeutet dies, dass solche «Subverbände» praktisch mit gleichen Mitteln zu versehen sind wie die bisherigen «Hauptverbände», aus denen sie gebildet werden müssen.

Vor ähnliche Probleme sieht sich der Nachrichtendienst gestellt. Sollen wirksame Schläge gegen einen Feind geführt werden können, so muss man seine Lage im allgemeinsten Sinne kennen, welche Angaben über Standort, Grösse, Art, Gestalt, Verletzbarkeit und Permanenz eines mutmasslichen gegnerischen Ziels umfasst. Da sich die Ziele aber häufig bewegen und zahlreich vorhanden sind, muss der Beobachtungsaufwand beträchtlich vergrössert werden. Moderne Beobachtungsgeräte unterstützen die menschlichen Sinne und erlauben eine tageszeit- und witterungsunabhängige Zielakquisition. Verbindungsmässig bedeutet das, dass eine gewaltige Zunahme von nachrichtendienstlicher Einzelinformation auf den niederen Stufen und eine Zunahme von verarbeiteter «Dateninformation» auf den nachfolgenden höheren Stufen zu erwarten ist.

Dieses Mehr an Informationen muss wiederum zeitgerecht und in jeder Situation durch den Verbindungsapparat bewältigt werden können. Auch hier ist es natürlich wichtig, dass diese enormen Informationsmengen durch die nachrichtendienstlichen Organisationen zeitgerecht verarbeitet werden. Das kann nur durch stufenweise Sichtung der Information geschehen und unter Zuhilfenahme von modernen Nachrichtenaufbereitungsmethoden.

Aus dem bisher Gesagten können für den Verbindungs- und Übermittlungsweg einige grundsätzliche Forderungen abgeleitet werden:

1. Die Zahl der Verbindungen muss erhöht werden.
2. Die Kapazität der Einzelverbindung muss vergrössert werden.
3. Die Übermittlungszeit muss vermindert werden.
4. Die Sicherheit der Verbindung muss vergrössert werden.
5. Die Aufbauzeit einer Verbindung muss kürzer werden.
6. Die Mobilität der Verbindungsmittel muss verbessert werden.
7. Die Reichweite der Einzelverbindung muss vergrössert werden.

Damit diesen Forderungen in der Praxis Nachachtung verschafft werden kann, sind umfangreiche Änderungen im Aufbau, in der Organisation und in der Ausrüstung der Übermittlungstruppen unerlässlich.

Anhand einiger Beispiele soll nun gezeigt werden, wie im einzelnen diesen Forderungen durch Massnahmen organisatorischer Art und entsprechende Lenkung der technischen Neuentwicklung von Material und Geräten nachgelebt werden kann.

Die Atomkriegführung mit ihren angetönten Eigenheiten fordert, dass neue leistungsfähige Verbindungsnetze geschaffen werden, welche Dienste und Organisationen mit lebenswichtigen Funktionen den nötigen innern Zusammenhang und den Anschluss an das Gesamtsystem bringen. So wird es nicht zu umgehen sein, dass die Dienste des Nach- und Rückschubes, des Nachrichtendienstes, der Strassenpolizei, des Sanitäts- und ABC-Dienstes — um nur einige Beispiele zu nennen — zu gut ausgebauten funktionellen Verbindungsnetzen gelangen. Unter funktionellen Verbindungsnetzen seien solche verstanden, welche vorab dem dienstinternen Befehls- und Meldewesen dienen und von Spezialisten der entsprechenden Waffe oder des entsprechenden Dienstes betrieben werden. Je nach Notwendigkeiten sind mehr oder weniger feste Bindungen an das grosse Gesamtverbindungssystem vorzusehen.

Da solche Netze vorwiegend Funknetze sein müssen, ist auf technischem Gebiet dem Zusammenschluss von Funk- und Drahtverbindungen grosse Aufmerksamkeit zu schenken.

Auf der Ebene des Hauptverbindungssystems sind ebenfalls einschneidende Neuerungen auf organisatorischem und technischem Gebiet notwendig. Der heutige Netzaufbau zeichnet sich durch seinen linearen Charakter aus. Die Verbindungen sind gewissermassen hierarchisch aufgebaut. Die Verzweigungspunkte sind die Übermittlungszentren mit ihren technischen Einrichtungen. Diese Zentren sind heute noch einem bestimmten Kommandostab zugeordnet. Das Rückgrat dieses Systems bildet die Infrastruktur des PTT-Kabelnetzes. Kommandoposten können nicht

frei nach taktischen Gesichtspunkten gewählt werden, sondern müssen sich vorab den technischen Kommunikationsmöglichkeiten anpassen.

Die ständige Bewegung auf dem modernen Schlachtfeld — nach amerikanischen Angaben müssen Divisions-KP täglich, Armeekorps-KP alle zwei bis drei Tage verschoben werden — lässt Einschränkungen in der Wahl der KP nach verbindungstechnischen Gesichtspunkten nicht mehr zu, was bedingt, dass die Kommandoposten durch leistungsfähige Zubringerverbindungen mit den Knotenpunkten des Verbindungssystems zu verknüpfen sind. Damit ist ein erster Schritt in der Richtung des kommandounabhängigen Übermittlungssystems getan. Weitere Gründe, welche eine Änderung der Netzstruktur im Sinne eines kommandounabhängigen Aufbaues befürworten, sind:

— Geringere Mobilität des Verbindungssystems als diejenige der Truppen und Stäbe. Das Verbindungssystem in der Gesamtheit weist eine gewisse Trägheit oder Kontinuität auf, welche in der Art der verwendeten Mittel liegt, so dass seine Beweglichkeit — trotz vollständiger Motorisierung — immer hinter derjenigen von Truppen und Stäben zurückbleibt.

— Der kommandounabhängige Aufbau gestattet eine weitgehende Vermaschung des Verbindungssystems und eine von taktischen Erwägungen unbeeinflusste optimale Wahl der Knotenpunkte des Maschennetzes.

— Die Übermittlungszentren bilden die Knotenpunkte und erhalten den Charakter von technischen Zentren, während ein grosser Teil der technischen Endapparate (Telephon, Fernschreiber, Bildübertragungsgeräte) über Zubringerleitungen den eigentlichen Benützern ohne Dazwischenschaltung von administrativem Leerlauf zur Verfügung stehen.

Selbstverständlich bedingen solche Systemänderungen grosse Aufwendungen vor allem materieller Art.

Zubringerleitungen werden wohl in den meisten Fällen über Richtfunkstrecken und Feldfernkabel zugeführt werden müssen. Es zeigt sich in letzter Zeit, dass es möglich ist, Richtfunkverbindungen durch Ausnutzung der Beugung technisch so zu konzipieren (Leistung, Frequenzwahl, Antennengewinn), dass sogar in gebirgigem Gelände keine Relaisstationen nötig sind. Solche Stationen wären für die Vermaschung des übrigen Netzes ebenfalls von grossem Vorteil.

Das vermaschte Netz ist funktionell gegenüber Zerstörungen bedeutend unempfindlicher als das heutige, linear aufgebaute. Fällt eine Verbindung zwischen zwei Knotenpunkten aus, so ist eine Anzahl (vom Grad der Vermaschung und der Zahl der Knotenpunkte abhängige) Umwegverbindungen möglich. Solche Umwegverbindungen können aber nur dann benützt werden, wenn die Sprach-, Fernschreib- oder Bildinformation in solcher Form vorliegt, dass sie mit allen zur Verfügung stehenden Geräten und Mitteln auf beiden Übertragungsebenen (Draht, Funk) weitergeleitet werden kann. Mit andern Worten, alle entsprechenden Mittel und Geräte müssen für die vorgesehenen Formen der Information kompatibel sein. Ebenfalls müssen auf den technischen Zentren genügend Möglichkeiten zur Informationsspeicherung, insbesondere zur Speicherung von Fernschreibinformation vorhanden sein.

Die Geheimhaltung muss durch kanalgebundene automatische Chiffriergeräte gewährleistet werden. Solche kanalgebundenen Chiffriergeräte zur Verschlüsselung von Fernschreibinformation befinden sich heute schon bei der Truppe (TC, KFF, Lorenzmischer usw.), wogegen Sprach- und Bildchiffriergeräte sich noch im Planungs- oder Entwicklungsstadium befinden. In absehbarer Zeit werden keine solchen Geräte für die taktische Verwendung zu erwarten sein, so dass man sich auf diesem Gebiet noch einige Zeit mit den bekannten Tarnverfahren wird behelfen müssen (Verschleierung, Code). Der Grund liegt darin, dass Sprache und Bilder informationstheoretisch gesehen bedeutend mehr Information enthalten, wodurch die heute technisch erzeugbaren Schlüsselvorräte zu schnell erschöpft wären. Die heute kommerziell verwendeten Inversions- und Bandwürfelungsverfahren haben den Charakter von Tarnverfahren und sind militärisch wertlos.

Der hier nur andeutungsweise geschilderte Verbindungsaufbau wurde bis jetzt vor allem in der amerikanischen Armee angestrebt (Pentomic-Konzeption) und teilweise verwirklicht. Von der Ideallösung sind jedoch auch diese Systeme noch weit entfernt, vor allem weil die Ausrüstung den gestellten Anforderungen noch nicht genügt.

Durch konsequentes Verfolgen der gesteckten Ziele, wie sie in den eingangs erwähnten sieben Punkten dargelegt worden sind, wird man sich Schritt für Schritt dem optimalen System nähern.

Vieles bliebe noch zu erwähnen, insbesondere neue technische Möglichkeiten, welche diese gesteckten Ziele näherrücken lassen, doch überstiege dies den Rahmen dieser Arbeit, welche lediglich einige grundsätzliche Aspekte, erläutert durch wenige Beispiele, aufzeigen wollte und vor allem die Bedeutung des Verbindungsdienstes — welche Doktrin oder Taktik auch immer angewendet wird — als lebenswichtigen Bestandteil des «Zentralnervensystems» jeder Armee herausstellen wollte: Ohne Verbindung keine Führung!

Les transmissions — auxiliaires indispensables du commandement

Le fantassin disposant de la plus grande puissance de feu, le char rapide et mobile, l'avion de combat à réaction sont, du point de vue militaire, inefficaces lorsqu'ils combattent seuls et ne sont pas dirigés.

Les succès militaires ne peuvent être obtenus que par la collaboration des forces individuelles qui doivent être guidées.

Il s'ensuit que les organes dirigeant le combat doivent disposer de moyens de liaison sûrs permettant d'échanger, en toutes situations, des messages et des ordres.

Les anciens moyens de transmission optiques et acoustiques (appels, signaux . . .), les estafettes humaines et animales (courriers, chiens, pigeons . . .) sont incapables, actuellement, de remplir les tâches de transmission tant du

point de vue rayon d'action que sous l'angle de la capacité et de la sûreté des transmissions. Il est exact que plusieurs de ces moyens sont utilisés, aujourd'hui encore, dans les armées modernes pour accomplir des tâches spéciales; toutefois, les principaux moyens de transmission actuels sont de nature technique (téléphone, téléscripteur, radio).

Le développement particulièrement rapide des moyens modernes de transmission, développement qui s'est manifesté surtout depuis la dernière guerre mondiale, a eu pour conséquence que les appareils de transmission vieillissent plus rapidement encore que les armes. Les progrès réalisés dans le domaine électronique, la découverte de nouveaux éléments (transistors) a permis de construire des appareils d'une capcité beaucoup plus grande ou qui sont, à capacité égale, beaucoup plus petits et plus légers que leurs prédécesseurs. D'autre part, on a pu, sans trop de difficultés, introduire progressivement l'automation.

Notre armée devait dès lors, elle aussi, être équipée de moyens de transmission à rendement plus élevé si l'on voulait éviter de compromettre sa puissance, acquise au prix de lourds sacrifices (motorisation, introduction de nouvelles armes, avions et chars), par un système de transmission trop lent et peu sûr dans son fonctionnement.

Il s'avéra nécessaire de renouveler en premier lieu le matériel radio, tout en l'augmentant considérablement. Aujourd'hui, notre armée est équipée de moyens radio légers portatifs et motorisés; nous sommes la première armée à disposer de stations à ondes courtes permettant de transmettre automatiquement, et pour ainsi dire sans parasites, des informations chiffrées; des installations radar modernes sont également engagées. D'autres appareils sont à l'étude.

Toutes ces mesures ont pour but de parer au plus urgent; d'autres problèmes découlent de la prochaine réorganisation de notre armée, réorganisation qui doit tenir compte, dans toute la mesure souhaitable, des nécessités d'une guerre atomique. Les risques qu'entraîne la guerre atomique peuvent être diminués en rendant les troupes et les états majors encore plus mobiles, en fractionnant les groupements au maximum afin qu'ils ne constituent plus un but rentable. De ce fait, les tâches dévolues à l'ensemble du système des transmissions se trouvent encore augmentées dans une proportion considérable.

Les transmissions aujourd'hui

Les services de transmission et les troupes de transmission se partagent la tâche d'assurer la sécurité des transmissions. Les services de transmission établissent les liaisons (par fil ou par radio) selon les besoins des différentes armes, c'est-à-dire de l'infanterie, des troupes légères, de l'artillerie, de l'aviation, etc. Ils sont équipés principalement d'appareils légers, de petites centrales portatives et de moyens radio motorisés. Les troupes d'aviation constituent à ce point de vue une exception, attendu qu'elles ont besoin d'un très grand nombre d'appareils spéciaux (radio VHF-UHF, stations radar, stations ondes courtes, centrales et téléscripteurs).

Il appartient aux troupes de transmission d'assurer les liaisons à partir du commandement du régiment jusqu'au commandement de l'armée et au gouvernement. Les troupes de transmission comprennent les unités spéciales suivantes:

compagnies de télégraphistes

compagnies radio

compagnies radar

unités chargées de l'écoute et de la radiogoniométrie

détachements de pigeons-voyageurs

services TT

Les troupes de transmission disposent actuellement d'un très grand nombre d'appareils spéciaux.

stations radio légères mobiles

stations radio mobiles à ondes courtes, à grand rayon d'action

stations à ondes courtes moyennes et lourdes, équipées de téléscripteurs

récepteurs pour toutes les fréquences

appareils de radiogoniométrie

appareils radar

installations de construction

centraux

téléscripteurs

pour ne citer que les plus importants; tous ces appareils nécessitent des personnes qui les utilisent, des vastes connaissances et un sens inné de la technique. Le fonctionnement parfait des liaisons dans notre armée de milice ne pourrait plus être garanti si l'on ne songeait à s'assurer la collaboration de spécialistes déjà lors du recrutement.

Armée et PTT

Ce qui vient d'être dit est valable, dans une plus forte mesure encore, pour l'exploitation de l'ensemble du réseau des communications de l'administration des PTT. Les services des PTT sont à la disposition de l'armée en cas de guerre et, partiellement, en temps de paix déjà. L'utilisation des installations civiles à des fins militaires n'est possible qu'avec l'aide des spécialistes connaissant parfaitement les instruments et appareils qui sont à disposition. C'est la raison pour laquelle l'administration des télégraphes et téléphones a été militarisée et placée sous le commandement du service des télégraphes et téléphones militaires, lui-même subordonné au chef des transmissions de l'armée. Les unités composant ce service (groupes TT) procèdent aux modifications de réseau les plus importantes, désservent les centrales, entretiennent le réseau des câbles et des installations radar et travaillent en étroite collaboration avec les autres unités des troupes de transmission.

Ainsi, en temps de paix déjà, un nombre important de moyens sont engagés pour assumer les tâches les plus diverses et pour répondre aux besoins variés du gouvernement, du commandement de l'armée, de l'observation aérienne et des différents services d'alarme. Un grand nombre de spécialistes, dont l'armée a un urgent besoin en temps de guerre et de mobilisation générale, sont d'ores et déjà préparés.

Lieutenant-colonel EMG. *Honegger*

Fortsetzung aus Heft 9/59:

Ultrakurzwellen-Übertragung durch Meteore

Anlagen zur Ausnutzung meteorischer Streuausbreitung

Mit Rücksicht auf die kurze Zeit der bisherigen Entwicklung und den grossen Unterschied gegenüber den herkömmlichen Richtfunkverbindungen wird man nicht erwarten, bereits ausgereifte Geräte und Anlagen vorzufinden. Auf den einzelnen Versuchsstrecken wurden die Stationen unter Benutzung vorhandener Sender, Empfänger und Speicher zusammengestellt. Die Längen dieser Strecken betragen zwischen 900 und 1500 km, die Frequenzen zwischen 32 und 50 MHz; die Betriebsarten waren Fernschreiben, Telephonie und Bildtelegraphie.

Aus dieser Vielzahl parallel geführter Versuche ist schon zu ersehen, dass man sich in Kanada und in den USA von dem neuen Verfahren Vorteile verspricht. Die theoretisch vorausgesagte Reichweite von 2400 km ist allerdings noch nicht nachgewiesen worden. Dies ist vermutlich einfach dadurch bedingt, dass man die Anlagen an Orten bereits vorhandener Versuchsstationen errichtete, die zufällig keine so grosse Entfernung ergaben.

Antennen

Während für ionosphärische Streuausbreitung grosse Richtantennen zur Erzielung der erforderlichen scharfen Bündelung benötigt werden, genügen für die Ausnutzung der meteorischen Streuausbreitung einfache Yagi-Antennen. Die Charakteristik der Antennen ist entsprechend der Verteilung günstiger Meteorspuren so eingestellt, dass sie in der horizontalen Ebene aus zwei um 7½° gegen den Grosskreis geneigte Keulen besteht, die einen Elevationswinkel von 8° haben. In Richtung des Grosskreises wird nicht gestrahlt. Trotz der verhältnismässig geringen Bündelung genügt eine Strahlungsleistung von 500 W, also etwa der hundertste Teil der Leistung, die man für ähnliche Strecken bei Anwendung der ionosphärischen Streuung aufwenden muss.

Man kann sich leicht vorstellen, welche Vorteile die verhältnismässig einfachen Antennen und die geringe Leistung, die für eine solche meteorische Richtfunkverbindung ausreichen, vor allem in unerschlossenen Gebieten (Arktis) haben und um wieviel schneller diese Anlagen, verglichen mit den schweren Stationen für ionosphärische Streuung, zu errichten sind.

Regelschaltung

Der Preis, den man für die geschilderten Vorteile zahlen muss, ist der intermittierende Betrieb. Er muss sich nach dem Vorhandensein günstiger Meteorspuren richten. Deshalb wird vom Sender (z. B. in Toronto) dauernd die Trägerwelle ausgestrahlt, ohne dass zunächst eine Nachricht übertragen wird. Auf der Gegenstation (z. B. in Port Arthur) wird erst dann empfangen, wenn in dem von beiden Stationen gemeinsam angestrahlten Volumen der Ionosphäre eine Meteorspur entsteht. Dann meldet Port Arthur über seinen Sender dem Empfänger in Toronto das Bestehen einer brauchbaren Verbindung, und in Toronto werden nun die inzwischen gespeicherten Nachrichten mit erhöhter Telegrammgeschwindigkeit übertragen — so lange, bis sich die Meteorspur aufgelöst hat und in Toronto der Empfang von Port Arthur ausbleibt. Dann wird die Sendung abgebrochen, und die inzwischen eingehenden Nachrichten werden bis zur nächsten Meteorspur gespeichert.

Da die Übertragungszeiten meistens kürzer als 1 s sind, muss die erforderliche Regelung sehr schnell arbeiten, damit nicht durch den Regelvorgang wesentliche Teile der brauchbaren Übertragungszeit verlorengehen. Auch muss bei einer Fernschreibverbindung dafür gesorgt werden, dass die Sendung immer mit ganzen Zeichen des Fünferalphabets beginnt und aufhört, also nicht etwa mitten in einem Zeichen abbricht, weil sonst das Fernschreiben verstümmelt würde. Bei Telephonie dagegen ist eine kurze Lücke in der Übertragung kaum zu merken, so dass man mit einfacheren Regelschaltungen auskommt.

Eine meteorische Richtfunkstrecke kann einseitig betrieben werden; dann werden nur in einer Richtung Nachrichten übertragen. Trotzdem benötigt man auch dann eine Funkverbindung für die entgegengesetzte Richtung, um die Regelschaltung zu betätigen. Für diese Signalverbindung, über die keine Nachrichten übertragen werden, genügt ein schwächerer Sender, weil kein breites Frequenzband erforderlich ist, und der Empfänger entsprechend selektiv sein darf.

Beim Janet-Verfahren werden die Strecken beidseitig betrieben. In jeder Richtung werden Nachrichten übertragen, und die dafür bestimmten Sender und Empfänger betätigen gleichzeitig die Regelschaltung. Dies erfordert weitere Vorrichtungen in der Regelung, da nun beide Übertragungsrichtungen voneinander abhängig sind. Trotzdem scheinen die Versuchsstrecken recht zufriedenstellend gearbeitet zu haben.

Speicher

Fernschreiben werden, wie üblich, durch Lochstreifen gespeichert. Die auf der Sendestation einlaufenden normalen Fernschreibzeichen (30 bis 60 Wörter in der Minute) betätigen einen der üblichen Locher, der die Fünferzeichen in einen Papierstreifen stanzt.

Der Streifen legt sich schleifenförmig in einen schmalen Kasten, der vorn mit einer Glaswand abgeschlossen ist, damit man diesen Vorgang beobachten kann. Dieser Kasten mit den Papierschleifen ist der Speicher. Während der Sendung wird der Streifen am entgegengesetzten Ende mit erhöhter Geschwindigkeit (600 bis 1300 Wörter in der Minute) aus dem Kasten gezogen. Die Löcher werden photoelektrisch abgetastet und so die Zeichen für die Sendung gebildet. Derartige Abtaster sind bereits bei anderen Verfahren für extreme Schnelltelegraphie verwendet worden. Einige Schwierigkeiten bereitet das Beschleunigen und Abbremsen des Bandes zu Beginn oder am Schluss der Sendung. Hierbei sind durch die Zerreissfestigkeit des Bandes Grenzen gesetzt, und es ist unvermeidlich, dass während dieser Übergangszeiten ein Teil der brauchbaren Übertragungszeit verlorengeht. Durch die Regelschaltung muss dafür gesorgt werden, dass trotzdem die neue Sendung dort anfängt, wo die vorhergehende aufhörte.

Telephonie kann auf Magnetband gespeichert werden. Auch hier geht beim Anlaufen und Abstoppen wegen der endlichen Beschleunigungen ein kleiner Teil der Nachricht verloren. Bei Telephonie braucht man aber wegen ihrer grösseren Redundanz keine besonderen Massnahmen zu ergreifen, um diesen Verlust zu vermeiden.

Eine dritte Art der Speicherung ist die mit Ferrit-Matrizen, bei der eine nach zwei Koordinaten geordnete Vielzahl kleiner Ferritspulen die Nachricht durch die Magnetisierung

der Ferritkerne festhält. Derartige Speicher sind bereits in der Technik elektronischer Rechenmaschinen bekannt. Zwischen den Bandspeichern und den Matrizenspeichern bestehen grundsätzliche Unterschiede. Jene können gleichzeitig aufnehmen und abgeben, bei Matrizenspeichern muss der Vorgang des Eingebens und Ablesens dagegen zeitlich getrennt werden. Bandspeicher lassen sich ohne besondere Kosten für sehr grosse Fassungsvermögen bauen, Matrizenspeicher grossen Fassungsvermögens werden dagegen kostspielig. Während aber Bandspeicher nur eine verhältnismässig kleine Abnahmegeschwindigkeit zulassen, kann sie bei Matrizenspeichern sehr gross sein (bis zu einer Million Wörter in der Minute).

Zusammenfassung

Die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen um die Erde hat schon mehrmals unerwartete Übertragungsmöglichkeiten eröffnet. Die Streuung an Meteorspuren ist in dieser Hinsicht die neueste Entdeckung. Obwohl die meteorische Streuausbreitung nur einen intermittierenden Betrieb zulässt, bietet sie eine Erweiterung in der Technik der UKW-Richtfunkstrecken. Mit verhältnismässig einfachen Richtantennen und kleinen Sendeleistungen lassen sich die gleichen Entfernungen wie bei ionosphärischer Streuausbreitung überbrücken, aber mit einem erheblich breiteren Frequenzband.

Wie bei vielen Fortschritten genügte aber die Entdeckung einer neuen Naturerscheinung nicht allein, man musste sich auch von herkömmlichen Vorurteilen frei machen. Im vorliegenden Falle musste mit der Vorstellung gebrochen werden, dass für eine Nachrichtenübertragung eine dauernde, ununterbrochene Verbindung erforderlich ist. Die besondere Technik der Umformung eines kontinuierlichen Nachrichtenflusses in einen diskontinuierlichen mit Hilfe von Speichern ist vielleicht nicht nur bei der meteorischen Streuausbreitung mit Vorteil anzuwenden.

Die Ausbreitung der Ultrakurzwellen

Die ultrakurzen Wellen, d. h. der Bereich der elektrischen Wellen zwischen 10 und 1 m Wellenlänge (Frequenzen 30...300 MHz), haben in den letzten Jahren in Technik und Forschung grosse Bedeutung erlangt. Die Pionierarbeiten auf dem Gebiet der UKW-Technik wurden vor dem Zweiten Weltkrieg vor allen Dingen in Deutschland geleistet. Obwohl die grundsätzlichen Eigenschaften der ultrakurzen Wellen schon damals bekannt waren und sie zu dieser Zeit auch schon für verschiedene Aufgaben eingesetzt wurden, hat doch erst die Entwicklung nach dem Kriege die Anwendung ultrakurzer Wellen auf breiter Grundlage ermöglicht. In letzter Zeit haben die ultrakurzen Wellen zahlreiche weitere Anwendungsgebiete erschlossen, und zwar sowohl auf industriellem als auch rein wissenschaftlichem Sektor.

Die Ausbreitung der ultrakurzen Wellen unterscheidet sich von derjenigen längerer Wellen darin in Besonderheiten, dass sie — von Ausnahmefällen abgesehen — die Ionosphäre durchdringen und daher nicht zur Erdoberfläche reflektiert werden. Man hatte daher früher geglaubt, dass sich die ultrakurzen Wellen ähnlich Lichtstrahlen geradlinig im freien Raum ausbreiten und ihre Reichweite daher entsprechend auf die optische Sichtweite beschränkt ist. Dieser Ansicht zufolge wäre die erzielbare Reichweite D eines UKW-Senders gegeben durch die Formel

$$D = 3{,}56\,(\sqrt{H} + \sqrt{h})\ \text{(km)}$$

wobei H und h die Höhen der Sende- und Empfangsantennen über der Erdoberfläche (m) sind.

Die ersten UKW-Ausbreitungsversuche, die mit UKW-Sendern von verhältnismässig kleinen Sendeleistungen durchgeführt wurden, schienen die Richtigkeit dieser Reichweitenformel im Grossen und Ganzen zu bestätigen. Als man aber im Laufe der Zeit zu immer grösseren Sendeleistungen und empfindlicheren Empfangsgeräten überging, zeigte sich, dass die obige Beziehung die tatsächlich erzielbare Reichweite nur in grober Näherung wiedergibt, und dass in vielen Fällen sogar erheblich grössere Entfernungen mit ultrkurzen Wellen überbrückt werden konnten. Als Ursachen für die Ausbreitung der ultrakurzen Wellen in Gebieten jenseits des optischen Horizontes erkannte man im Laufe der Zeit die troposphärische Refraktion und Streuung, sowie in geringerem Masse eine Beugung der Wellen an der Erdkugel und in Sonderfällen an Bergrücken.

Die troposphärische Brechung der ultrakurzen Wellen hat ihre Ursache in der Abnahme von Feuchtigkeit, Temperatur und Luftdruck mit der Höhe über dem Erdboden. Dadurch nimmt der Brechungsindex der Luft entsprechend ab, was zur Folge hat, dass die Wellen zur Erdoberfläche hin gekrümmt werden. Unregelmässigkeiten in der Troposphäre, wie Temperaturinversionen und sprunghafte Änderungen der Luftfeuchte verstärken die Brechung. Unter Umständen kann es sogar zur Reflexion von UKW an Grenzschichten in der Troposphäre kommen. Unter solchen Voraussetzungen können sich ultrakurze Wellen über grössere Wegstrecken hinweg fortpflanzen.

Im Gegensatz hierzu ist die troposphärische Streuung ultrakurzer Wellen ein Vorgang, der zu grossen Reichweiten und konstanten Feldstärken am Empfangsort unabhängig von der Witterung Anlass gibt. Ursache der troposphärischen (Vorwärts-)Streuung sind die stets vorhandenen Irregularitäten in der Atmosphäre. Die UKW-Vorwärtsstreuung hat eine Analogie mit der Rayleighschen Streuung des Lichts, welcher Vorgang bekanntlich die Ursache des blau erscheinenden Himmels ist. Unter Ausnutzung dieses Ausbreitungsmechanismus lassen sich UKW-Reichweiten von mehr als 400 km mit einem einzigen Funkfeld erzielen. Allerdings bedarf es hierzu starker Sendeleistungen und einer wirksamen Richtstrahlung, da die Streustrahlung, die am Empfangsort in Erscheinung tritt, wesentlich schwächer als die in die Troposphäre einfallende Primärstrahlung ist. Alle bisherigen Versuche haben gezeigt, dass die Funkverbindungen unter Ausnutzung der Vorwärts-Streuung praktisch frei von Schwunderscheinungen und Interferenzen sind und auch zu Zeiten, in denen Kurzwellenverbindungen ausfielen, mit «scattering»-Strecken eine sichere Nachrichtenübertragung möglich war.

Neben der troposphärischen Refraktion und Vorwärts-Streuung kommt als weitere Ursache für die Ausbreitung von Ultrakurzwellen in Gebieten jenseits der optischen Sichtweite die Beugung der Wellen an der Erdoberfläche in Betracht. Dieser Einfluss ist jedoch weniger wirksam als die beiden zuvor erwähnten Mechanismen und wirkt sich hauptsächlich stabilisierend auf den UKW-Empfang dicht hinter dem optischen Horizont aus. Es können jedoch die ultrakurzen Wellen auch an Bergrücken gebeugt werden. In solchen Fällen ergeben sich Empfangsmöglichkeiten auch in Bergschneiden und Tälern, die normalerweise für die UKW nicht erreichbar sind. Desgleichen ist eine merkliche Vergrösserung der überbrückbaren Wegstrecken festzustellen, doch ist dies von den individuellen örtlichen Gegebenheiten abhängig.

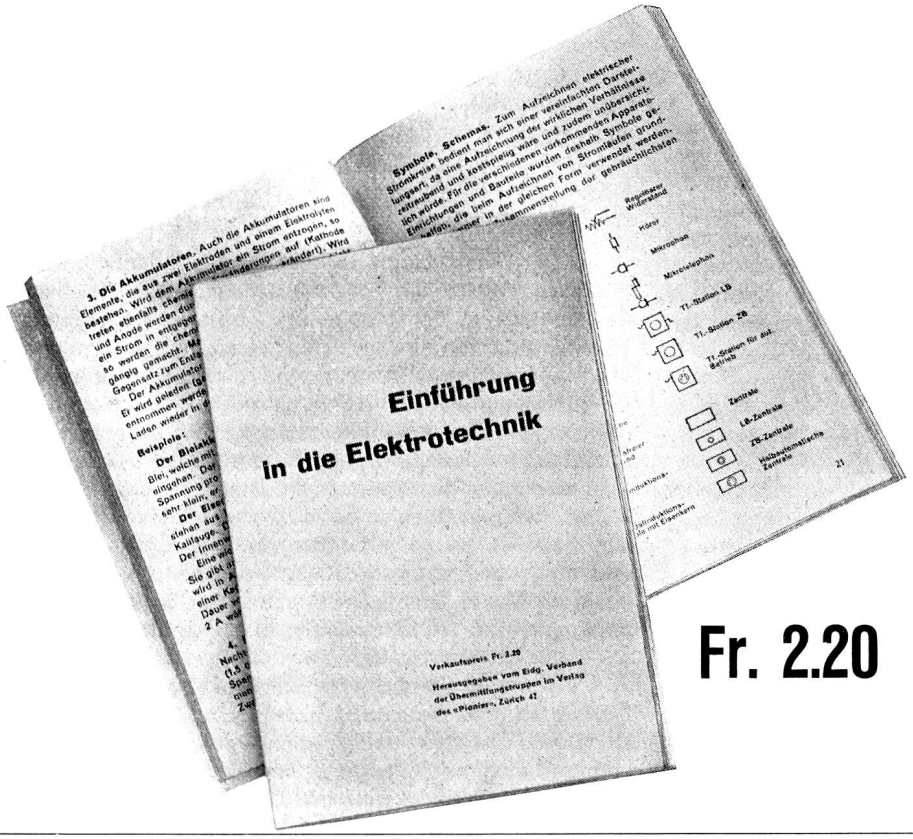
Die Sender für ultrakurze Wellen ähneln im elektrischen Aufbau denjenigen der Kurzwellensender. Die erste, meistens durch einen Quarz stabilisierte Stufe arbeitet auf einer Frequenz, die in einem einfachen Teilverhältnis zu derjenigen der Senderendstufe steht; auf diese folgen eine Anzahl von Vervielfacherstufen und schliesslich die Endstufe. Abweichungen vom Aufbau der Kurzwellensender ergeben sich im wesentlichen erst bei der UKW-Endstufe. Bedingt durch die hohe Betriebsfrequenz und hohe Leistung sind die frequenzbestimmenden Schwingkreise als abstimmbare zylindrische Topfkreise ausgebildet, die sich durch Strahlungsfreiheit und hohe elektrische Gütefaktoren auszeichnen. Als Leistungsröhren werden in den Endstufen von UKW-Sendern in der Regel Trioden in Gitterbasisschaltung verwendet. Sie zeichnen sich durch hohe Kathodenemission, grosse Steilheit, niedere Kapazitäten sowie koaxialen Aufbau mit ring- oder scheibenförmigen Elektrodenanschlüssen aus.

Die vom Sender erzeugten Hochfrequenzschwingungen werden durch Sendeantennen ausgestrahlt. Je nachdem, ob die Ausstrahlung gebündelt in einer bestimmten Richtung oder innerhalb eines mehr oder weniger grossen räumlichen Winkels erfolgt, werden Richt- und Rundstrahlantennen unterschieden. Im Bereich der ultrakurzen Wellen haben sich zum Aufbau von Sendeantennen sogenannte Einheitsfelder zweckmässig erwiesen, mit denen sich sowohl Richtantennen mit hohem Leistungsgewinn als auch Rundstrahlantennen aufbauen lassen.

Die UKW-Empfangstechnik hat in den letzten Jahren grosse Fortschritte gemacht. Alle UKW-Empfänger arbeiten heute nach dem Überlagerungsprinzip. Zur Verminderung der Rauschstörungen benutzt man in den Eingangsstufen Trioden in Kaskode-Schaltung. Dem Aufbau des Zwischenfrequenzverstärkers, der die Hauptverstärkung und Selektion des Empfängers zu bewirken hat, wird grösste Sorgfalt gewidmet. Trotz Verwendung modernster Pentoden werden die Verstärkerstufen wegen der schädlichen Röhrenkapazitäten individuell neutralisiert. Neueste Erkenntnisse führen zu einer wohlabgewogenen Wahl der Bandbreiten in den einzelnen Stufen des FM-Empfängers.

Damit dem Empfänger die volle Empfangsspannung zugeführt wird, muss die zwischen Antenne und Empfänger befindliche Zuleitung — meist eine symmetrische Doppelleitung — reflexionsfrei an die Antenne angepasst sein.

Einführung in die Elektrotechnik – die Grundlage für den Fachtechnischen Kurs



Fr. 2.20

Der in der fachtechnischen Beilage des «Pioniers» erschienene elektrotechnische Kurs — ohne den Teil «Apparatekenntnis» — ist als Separatdruck erschienen. Diese Broschüre im Format 12 × 17 cm umfasst 144 Seiten und enthält 157 Abbildungen. Diese Publikation, die im Buchhandel nicht erhältlich ist, wird bei **Voreinzahlung auf unser Postcheckkonto zum Preis von Fr. 2.20** (inkl. Porto und Versand) abgegeben. Mengenrabatte für Sektionen und Vorunterrichtskurse können infolge dieses niederen Preises keine gewährt werden. **Gegen Nachnahme ist die Broschüre nicht erhältlich.** Bestellungen können mit einem Einzahlungsschein an die Redaktion des «Pioniers», Postcheckkonto VIII 15666, gerichtet werden.

Fortsetzung von Seite 242

den notwendigen Aufwand für Sender und Antenne etwa gleichmässig auf. Durch Richtantennen strahlt man die Sendeenergie nur in die gewünschte Richtung. Solche Richtantennen haben grosse Abmessungen, für Raketen kommen sie also nicht in Frage. Damit entfällt auf der Senderseite der «Gewinn» an Strahlungsenergie. Ähnlich verhält es sich mit der Lampe eines Autoscheinwerfers: wenn man den Scheinwerfer entfernen würde und nur die nackte Lampe (Sender) die Umgebung beleuchten liesse, sähe man nicht weit.

Eine dritte Einschränkung für die Senderleistung ist die Stromversorgung. Die Einzelteile des Senders würden bei Vergrösserung der Leistung gar nicht einmal so schnell wachsen. Bei der Batterie, die den Sender mit dem notwendigen Betriebsstrom versorgt, ist das leider nicht der Fall. Bei Sendern auf der Erde kann die Energie für die Stromversorgung ständig durch Zufuhr von Wasserkraft, Kohle oder Öl nachgeliefert werden, in einer Rakete jedoch kann sie nur in begrenzter Menge gespeichert werden. Zwar verwendet man Silber-Zink oder Quecksilberbatterien, die bei geringstem Eigengewicht möglichst viel Strom oder eine gewisse Stromstärke über möglichst lange Zeit hergeben, doch ist diese «Kapazität» leider begrenzt. Eine Energiequelle von unbegrenzter Lebensdauer steht zwar in der Sonnenstrahlung zur Verfügung, jedoch sind «Sonnenbatterien» genügender Leistung eben auch nicht klein. Sie beruhen darauf, dass Silizium- oder Selenzellen einen Strom abgeben, wenn sie von Licht getroffen werden. Eine der bekanntesten Anwendungen dürfte wohl der elektrische Belichtungsmesser sein. Von den amerikanischen Satelliten wurde bisher nur «1958 Beta» (Vanguard I, Start am 17. 3. 58) mit einer Silizium-Sonnenbatterie für den 5 mW-Sender ausgerüstet. Der zweite, stärkere Sender wurde aus einer Quecksilberbatterie gespeist.

Unter diesen einschränkenden Bedingungen wählt man die Senderleistung und die Frequenz so, dass die vom Raketensender auf der Erdoberfläche erzeugte Feldstärke gerade noch so hoch über der an der Erdoberfläche herrschenden Störfeldstärke liegt, dass das Funksignal in diesem Störspiegel auswertbar zu erkennen ist. Der Störspiegel, der von allen möglichen Entladungsvorgängen in der Atmosphäre und aus dem interstellaren Raum herrührt, nimmt mit kürzer werdender Wellenlänge ab. Auch die Bauteile und damit die Geräte sowie die Antennen werden kleiner. Es ist zwar auch der Nachteil damit verbunden, dass sehr kurze Wellen sich nur wie Lichtstrahlen ausbreiten, der Sender also nur so lange zu hören ist, wie er bei seinem Weg um die Erde über dem Horizont «zu sehen» ist. Man hat durch internationale Vereinbarung die Senderfrequenz der Satelliten auf 108,0 und 108,03 Megahertz festgelegt, also etwas oberhalb unseres UKW-Rundfunkbandes. Die Russen betreiben ihre Satellitensender dagegen auf Frequenzen des oberen Kurzwellenbereiches, nämlich auf 20 und 40 Megahertz. Vielleicht war der Wunsch der Russen ausschlaggebend, bei der Beobachtung möglichst wenig auf andere angewiesen zu sein. Die erforderliche Leistung ist dabei zwar grösser, dafür ist aber die Beobachtung «unter dem Horizont» möglich. Das rührt daher, dass elektromagnetische Wellen zwischen der Erdoberfläche und einer die Erde umgebenden reflektierenden Schicht, der sogenannten Heavyside-Schicht, wie in einem Hohlleiter geführt werden. Unter genügend steilen Winkeln dringen die Strahlen des Satellitensenders von aussen in den Hohlleiter ein.

In allen Fällen kann man auf der Empfängerseite durch beliebig grossen Aufwand vieles wieder wettmachen, was uns durch die Einschränkungen beim Sender versagt war. Wir können die empfindlichsten Empfänger verwenden und die empfangene Energie bündeln. Man schaltet die sonst aus allen Richtungen einfallenden Störungen mehr und mehr aus, das Verhältnis Signal zu Störungen wird verbessert. Scharf bündelnde Antennen müssen auf den Sender ausgerichtet, während der Beobachtung also nachgeführt werden. Die Bündelung ist bei kürzeren Wellen leichter, weil die Antennen kleiner sind.

Die Art der Beobachtungsergebnisse, die ein Satellit zur Erde funkt, sei hier nicht näher diskutiert. Es werden von den eingebauten Instrumenten Messungen gemacht über Temperatur, kosmische Strahlung, Grösse und Zahl der durch den Weltraum fliegenden Meteoriten, das Magnetfeld der Erde und anderes mehr. Die Übertragungsart dieser Meldungen ist auf verschiedene Weise durchführbar: sie werden durch Amplituden-, Phasen-, Impulsdauer- oder Impulslagenmodulation übertragen. Ihr Empfang erfordert einen ausreichenden Störabstand. Aber auch dort, wo diese Bedingung nicht erfüllt ist, kann durch die Feststellung der einfallenden Senderstrahlung nach ihrer zeitlich wechselnden Grösse (Fading) und Richtung (Peilung) sowie durch die Beobachtung der Frequenzänderung («Dopplereffekt», der wohl allgemein als die Änderung der Tonhöhe eines vorbeifahrenden und hupenden Autos bekannt ist) wertvolles Beobachtungsmaterial gesammelt werden, dessen Auswertung dem Physiker eine Reihe von Erkenntnissen über die Beschaffenheit der Umgebung unserer Erde vermittelt. So wurde der erste amerikanische Satellit «1958 Alpha» von Telefunken-Ingenieuren mit einem serienmässigen kommerziellen UKW-Empfänger der Type E149 und einer Antenne aufgenommen, die nicht über den Aufwand einer mittleren Fernseh-Antenne hinausging. Bei der Beobachtung der russischen Satelliten «Sputnik I» und «Sputnik III» lieferte der automatische Sichtpeiler von Telefunken eine Fülle von Beobachtungsmaterial, dessen Auswertung durch das Max-Planck-Institut in Weissenau bei Ravensburg bereits wertvolle Ergebnisse gebracht hat.

Die Entwicklung geht weiter. Eines Tages werden die Erdbewohner am Fernsehschirm in einer «live-Sendung» die Direktübertragung der in einem Satelliten oder in einer Weltraumstation eingebauten Fernsehkamera erleben, wie sie unsere Erde als Kugel im Weltraum zeigt. Dann werden auch Reichweitensorgen keine Rolle mehr spielen und die Funktechnik wird mit den Raketen wieder Schritt halten.

Wissen Sie

dass Sie den «Pionier» nur dann regelmässig erhalten werden, wenn Ihre Adresse stimmt? Denken Sie vor dem Wohnungswechsel daran, uns zu benachrichtigen. Besonders dankbar sind wir Ihnen, wenn Sie uns neben der alten und der neuen Adresse auch mitteilen, welcher Sektion des EVU Sie angehören. Adressänderungen sind an die Redaktion des «Pionier», Postfach 113, Zürich 47, zu richten.