Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

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

Band: 27 (1954)

Heft: 2

Artikel: Die Bedeutung der Funkmesstechnik im letzten Kriege

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-560288

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: 13.07.2025

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

Pionier

FEBRUAR 1954 NUMMER 2

Erscheint am Anfang des Monats — Redaktionsschluss am 15. des Vormonats
Redaktion: Albert Häusermann, Postfach 113, Zürich 47, Tel.: Privat (051) 52 06 53
Postcheckkonto VIII 15666 Geschäft (051) 23 77 44
Jahresabonnement für Mitglieder Fr. 4.—, für Nichtmitglieder Fr. 5.—
Preis der Einzelnummer 50 Rappen. Auslandsabonnement Fr. 7.50 (inkl. Porto)
Adressänderungen sind an die Redaktion zu richten
Administration: Stauffacherquai 36-38, Zürich, Telephon 237744, Postcheck VIII 889
Druck: AG. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zürich

Die Bedeutung der Funkmesstechnik im letzten Kriege

Radar ist heute zu einem nicht mehr wegzudenkenden Baustein, nicht nur der Fliegerei, sondern der modernen Zivilisation geworden. Die Sicherheit zur See und in der Luft hängt entscheidend von diesem neuen Zweig der Elektrotechnik, nun neuerdings Funkmesstechnik genannt, ab. Selbst der Verkehr im Binnenland — auf Eisenbahnen, mit Kraftfahrzeugen oder bei der Fluss- und Kanalschifffahrt — kann ohne dieses Hilfsmittel auf die Dauer nicht mehr auskommen. Die Funkmesstechnik erweitert die Möglichkeit des Erkennens und bietet höchste, von der Entfernung unabhängige Messgenauigkeit und Rundumsicht. Sie arbeitet bei Tag und Nacht und Nebel und schliesst sogar die Möglichkeit des Erkennens der Umrisse von Objekten ein.

Die Funkmesstechnik ist, etwa ein Jahrzehnt vor dem Zweiten Weltkrieg beginnend, während des Krieges auf beiden Seiten für vielseitige Aufgaben entwickelt und in gewaltigem Ausmass zum Einsatz gebracht worden.

Der Bodenfunkmessgeräteeinsatz für die Luftlage-Übersicht.

Am Anfang der dreissiger Jahre wurden zwei Funkmessgerätetypen entwickelt, das «Freya-Gerät» auf 2,40 m Wellenlänge, das bereits im Juli 1938 eine Reichweite von 120 km gegen eine Ju 52 erbrachte, und ein kleineres Gerät, das geeignet war zur Aufstellung von Schiffen, zunächst mit der Wellenlänge von 50 und später von 80 cm. Für den gleichen Anwendungszweck wurden Versuche mit einem Gerät mit einer Wellenlänge von 14 cm gemacht, das bereits Entfernungsmessergebnisse gegen ein Schiff bis zu 3 km ergab. Das Freya-Gerät, dessen damals hervorragende Eigenschaften für die Zwecke des Flugmeldedienstes frühzeitig erkannt wurden und bis zum verstärkten Störeinsatz der Alliierten durch Störsender und den Abwurf von Papierstreifen, «Düppel» genannt, die Grundlage für die Luftlageübersicht bot, war Ende 1939 als fahrbares Gerät und Anfang 1940 als zerlegbares und im Flugzeug transportables Gerät an der ganzen deutschen Westfront bereits im Einsatz. Neben ihm wurden dann während des Krieges feste Grossanlagen mit Reichweiten bis rund 300 km eingesetzt.

Im Jahre 1937, als die Verantwortung für den Flugmeldedienst von der Flakartillerie auf den Chef des Nachrichtenverbindungswesens überging, wurde der Firma Telefunken der Auftrag auf Entwicklung eines Flugmeldefunkmessgerätes mit Entfernungsseiten- und Höhenmessung und einer Reichweite von 25 bis 35 km erteilt.

Telefunken wählte die kürzeste, aus dem damaligen Stand der Röhrenentwicklung sich ergebende Welle von 50 cm, die sich aus den Entwicklungen für die Dezimeterstrecken (als Kabelersatz) für diese Rückstrahlaufgabe zwanglos anbot. Ein Hohlspiegel von 3 m Durchmesser war für die notwendige Bündelung ausreichend. Die gemeinsame Sende- und Empfangsantenne war als Voraussetzung für den Hohlspiegelbetrieb erkannt. Als wichtige Neuerung wurde die Leitstrahlbildung und damit die automatische Funkmesspeilung durch eine defokussierte, rotierende Antenne geschaffen. Mitte 1939 wurde plötzlich seitens des technischen Amtes des Luftfahrtministeriums die Forderung auf ein Nahflugmeldegerät ohne flakartilleristischen Spezialzusatz, insbesondere ohne Leitstrahlpeilung, in den Vordergrund gestellt. Ein solches Gerät wurde Ende 1939 jedoch nicht für den Flugmeldedienst, sondern unter damals begreiflicher Bevorzugung der aktiven Luftabwehr als Flakschiessgerät in Essen-Frintrop eingesetzt. Trotzdem ihm die eigentlichen flakartilleristischen Organe fehlten, zeigte es eine hohe Brauchbarkeit des Prinzips. Die Leitstrahlpeilung wurde zunächst durch eine von Hand betätigte Maximumpeilung ersetzt. Eine 3-Mann-Bedienung für Höhe, Seite und Entfernung gab die Werte durch ein Mikrophon an das Kommandogerät.

Die auf diesem Prinzip beruhende vollendetste Entwicklung stellte der «Würzburg-Riese» mit einem 7-m-Spiegel und einer Reichweite von 70 km dar, der insbesondere für die Jägerführung in der Nacht- und Tagjagd und auch bei der Flakartillerie Verwendung fand. Etwa 1500 «Würzburg-Riesen» waren am Ende des Krieges aufgebaut worden.

Die Frage nach einer Rundumübersicht über den Luftraum und die Sorge der Störsendereinwirkung, insbesondere aber der Verdüppelung, führte zu der Entwicklung von Panorama-Anlagen, deren erste von der GEMA erstellt wurde. Die endgültige Ausführung von der Firma Siemens erhielt die Bezeichnung «Jagdschloss», bei dem die Aufzeichnung der Echos auf dem sogenannten Sternschreiber auf einen Panoramaschirm vorgenommen wurde. Mit diesen Anlagen war eine Rundumsicht bis zu 300 km möglich; etwa 15 Anlagen dieser Art waren eingesetzt. Bei den Störsender- und Düppelstörungen ist zu erwähnen, dass nach Angaben der Amerikaner gegen die deutschen Funkmessgeräte allein 10 verschiedene Breitbandstörsender entwickelt und 20 000 t Staniolstreifen hergestellt wurden. Letztere beanspruchten drei Viertel der gesamten Aluminiumfolien-Erzeugung der USA.

In England wurden zunächst mit Stationen auf der Wellenlänge von etwa 13 m die Arbeiten zur Erfassung von Flugzielen begonnen. Die ersten für taktische Ortungsaufgaben geplanten Funkmessanlagen wurden zum Schutze der Küste errichtet. Man begann im Jahre 1936 mit fünf Stellungen. Bei Kriegsausbruch war bereits der grösste Teil der englischen Süd- und Ostküste ausgebaut. Ende des Krieges wurden die gleichen Geräte zur Ortung der deutschen V-1-Waffe eingesetzt. Die Geräte waren noch nicht

geeignet, über Land zu arbeiten, da sie feste Antennenflächen besassen. Da tieffliegende Flugzeuge mit diesen Geräten nicht erfasst werden konnten, wurden als Ergänzung Geräte ähnlich dem deutschen Freya-Gerät entwickelt und eingesetzt.

Funkmessgeräteeinsatz bei der Flakartillerie

Schon frühzeitig hatte die Flakartillerie über das damals zuständige Heereswaffenamt einen Auftrag zur Vorentwicklung eines Flakschiessgerätes an die Fa. C. Lorenz AG. gegeben. Sie bediente sich dann jedoch zunächst des Würzburg-A- und später des Würzburg-C-Gerätes; gefordert wurde jedoch die Entwicklung eines besonderen Flakschiessgerätes. Es erhielt den Namen «Mannheim» und zeichnete sich durch bedienungstechnische Feinheiten, z. B. Weg- und Geschwindigkeitsgetriebe, Peilung nach Instrumenten, Weitergabe der Werte durch elektrische Geber usw., aus. Dafür benötigte es jedoch etwa 100 Röhren mehr als das Würzburg-Gerät. Der umfangreiche Einsatz an Entwicklungskapazität brachte für die Gesamtlage keinen entscheidenden Fortschritt.

Mit Hilfe des von Telefunken im Jahre 1941 entwickelten Zusatzgerätes «Emil», das sich organisch jedem Würzburg-Gerät angliedern liess, konnte eine Entfernungsmessgenauigkeit von etwa ± 30 m erreicht werden. Die Entfernungswerte brauchten nicht mehr vom Anzeigerohr abgelesen und dem Kommandogerät zugesprochen zu werden, sondern konnten direkt mittels eines Drehfeldgeber-Übertragungssystems weitergeleitet werden.

Das Problem der Kenngeräte

Die Notwendigkeit der Verwendung eines Flugzeug-Kenngerätes wurde zu Beginn des Krieges auf beiden Seiten erkannt. In Deutschland war bereits 1939 ein Impuls-Kenngerät mit Entfernungszuordnung «Erstling» für die Zusammenarbeit mit dem Freya-Gerät fertiggestellt. Ein weiteres Muster für das im Nahbereich arbeitende Würzburg-Gerät, aufgebaut auf dem gleichen Verfahren, stand Mitte 1940 für den Einsatz zur Verfügung. Unverständlicherweise wurde aber, weil man die Bedeutung der Entfernungszuordnung nicht richtig wertete und ein möglichst einfaches Gerät forderte, auf Anordnung des technischen Amtes das Kenngerät «Zwilling» eingeführt, das keine Entfernungszuordnung bot, sondern bei Anstrahlung durch das Würzburg-Gerät einen tonmodulierten Sender auslöste, der dann beim Würzburg-Gerät geortet werden konnte. Dieses Gerät, das in grossen Stückzahlen in Auftrag gegeben worden war, erwies sich als völlig unbrauchbar.

Das Problem der Kenngeräte wurde während des Krieges auf beiden Seiten nicht mehr vollkommen gelöst.

Führungsverfahren für Tag- und Nachtjagd und ihre Ergänzung durch den Einsatz von Bordfunkmessgeräten

Bereits in den ersten Kriegsmonaten wurde bei der Versuchsgruppe für Funkmessgeräte in Wangerooge die direkte Führungsmöglichkeit nach der Anzeige des Braunschen Rohres des Freya-Gerätes erkannt. Es wurden hier, insbesondere nach dem Erfolg der Luftschlacht in der Deutschen Bucht am 22. Dezember 1939, Führungsverfahren für Tag- und Nachtjagd in Angriff genommen. Das 1940 bekanntgewordene AN-Verfahren ermöglichte es, den Nachtjäger auf Sichtentfernung an den Gegner heranzuführen.

Durch den Einsatz der «Würzburg-Riesen» wurde in Verbindung mit dem Seeburg-Auswerteverfahren eine weitere, auf der Funkmessgrundlage basierende Führungsmöglichkeit geschaffen.

In der Nachtjagd wurde sehr bald erkannt, dass nach Heranführung des Nachtjägers an den Gegner ein Bordfunkmessgerät zur Sicherung der laufenden Feindberührung notwendig ist. Ein eigenes Bordsuchgerät war daher die notwendige Ergänzung. Zunächst wurde ein Laboratoriumsgerät «Lichtenstein BC» eingeführt, das eine Reichweite von 4 km hatte und eine brauchbare Vergleichspeilung der Höhe und Seite ermöglichte. Dieses nur bedingt zureichende Gerät wurde durch das Gerät «Lichtenstein SN 2» auf 2 m Wellenlänge ergänzt, bzw. ersetzt. Damit war zunächst ein allen damaligen Anforderungen vollauf entsprechendes Nachtjagdgerät vorhanden, das den Nachtjäger von der Führung vom Boden aus in der letzten Phase unabhängiger machte.

Zur Schiffssuche war von der Firma Lorenz in grossen Stückzahlen das Gerät «Hohentwiel» herausgebracht worden, das im 50-cm-Band arbeitete.

Beobachtungs- und Störgeräte

Die Luftraumüberwachung durch Funkmessgeräte musste ergänzt werden durch Beobachtungs- und Warngeräte, mit deren Hilfe es möglich war, vom Boden und vom Flugzeug aus eine lückenlose Funkmessbeobachtung zu betreiben. Diese Art Geräte können gleichzeitig als Peiler ausgebildet werden zur Feststellung der Richtung, bzw. durch Kreuzpeilung des Ortes des gegnerischen Gerätes. Hierzu ist es erforderlich, die Beobachtungs- und Warnstationen durch ein geschlossenes Nachrichtennetz lückenlos miteinander zu verbinden und es an Auswertezentralen anzuschliessen.

Im gleichen Umfang wie der Einsatz der Beobachtungsempfänger war parallel der Einsatz von Störsendern erforderlich, die zum Teil unmittelbar mechanisch und elektrisch mit den Beobachtungsempfängern gekoppelt waren, um so jedes gegnerische Funkmessgerät zu erfassen und in seiner Wirksamkeit lahmzulegen, wobei durch die Kombination von Beobachtungsempfängern und Störsendern und durch automatischen Nachlauf auf die Welle des gegnerischen Funkmessgerätes sichergestellt sein musste, dass die Störung auch bei der Frequenzausweiche des gegnerischen Gerätes jederzeit aufrechterhalten blieb.

In Erkenntnis dieser Notwendigkeit war bereits im Sommer 1940 durch Sondertrupps der Reichspost und der Luftnachrichtentruppe ein Netz leistungsfähiger Funkmessbeobachtungsstellen sowie von Täuschungs- und Störstellen — zum Teil in Flugzeugen — mit Zentralen bei den taktischen Führungsstellen der Luftwaffe am Kanal aufgebaut worden. Sie haben entscheidend zum Durchbruch der deutschen Schlachtschiffe im Kanal beigetragen.

Besonders wirkungsvoll bewährte sich auch die sogenannte Korfu-Organisation, die die gegnerischen Rotterdam-Bordgeräte laufend ortete und damit bei stärkster Störung des Gegners durch Störsender und Düppel immer noch eine gut auswertbare Luftlageübersicht bot. Auch wurden mit einem ähnlichen Gerät, dem «Naxos-Z», die Nachtjäger ausgerüstet, die damit die Rotterdam-Maschinen direkt anfliegen konnten.

Die Luftraumüberwachung, der Warn- und Stördienst sind als Mittel des reinen Funkkrieges anzusprechen. Hier wird ohne Waffen, nur mit Hilfe der Funk- und Funkmesstechnik gekämpft. Es wird die allgemeine Luftlage erfasst, der gegnerische Einsatz von Navigations- und Funkmessgeräten aufgeklärt und gegebenenfalls durch Störsender lahmgelegt; es wird jedoch nicht unmittelbar und direkt mit scharfen Waffen Krieg geführt.

Die Zentimeterwelle in der Funkmesstechnik

Die entscheidende technische Wandlung in der gesamten Funkmesstechnik erfolgte durch den Einsatz der Zenti-

meterwelle in England. Wie bereits erwähnt, hatte man dort mit sehr langen Wellen — etwa 12 m — begonnen und war dann auf 1,50 m (für Schiffssuchgeräte) heruntergegangen. Dann wurde der revolutionäre Entschluss gefasst, auf die kurze Welle von 10 cm in Verbindung mit der rotierenden Antenne (für Panoramazwecke) zu gehen. Das «Rotterdam-Gerät», das ursprünglich zur U-Boot-Suche mit einer Reichweite von 70 km entwickelt worden war, hatte als entscheidenden Verfahrensgedanken die rotierende Antenne und damit das Panoramagerät. Über Land eingesetzt, hatte dieses Gerät Eigenschaften, die noch überraschender waren als über See: es zeigten sich nämlich die Umrisse von Seen und Flüssen.

In England erkannte man die ungeheure Bedeutung dieses Gerätes für den Angriff auf Berlin und Ostdeutschland, da die normalen Navigationsmittel nur bis zum Ruhrgebiet reichten. Es erhoben sich zwar auch warnende Stimmen, das Gerät, das für diesen Zweck «H 2 S» genannt wurde, nicht zu früh über Land einzusetzen, damit es nicht in deutsche Hände fiele; sie wurden aber nicht gehört. Tatsächlich wurde das Muster «Experimental 6» (Abnahmestempel 24. Dezember 1942) bei Rotterdam gefunden und damit diese Technik in allen Einzelheiten sehr frühzeitig in Deutschland bekannt.

Das «Rotterdam-Gerät» wurde in beschleunigtem Tempo in Zehlendorf wiederhergestellt und nachgebaut, wobei allerdings ein Bombenangriff das fertiggestellte Gerät im März 1943 zerstörte und dadurch eine längere Verzögerung eintrat. Eine Arbeitsgemeinschaft «Rotterdam» machte sich zur Aufgabe, die nunmehr so markant unterstrichene Bedeutung der Zentimeterwellen zu untersuchen und die neue Technik auf allen Gebieten einzuführen. Im Laufe des Jahres 1944 wurde auch ein sehr verfeinertes amerikanisches Gerät (auf 3-cm-Welle) gefunden und nach seinem Fundort «Meddo» benannt; es bot jedoch keine grundsätzlichen Überraschungen mehr.

Bodenbetrachtungsgeräte für Bomber, die, dem «Rotterdam» ähnlich, unter der Bezeichnung «Berlin» entwikkelt wurden, hatten für Deutschland im Jahre 1944 kein praktisches Interesse mehr, da deutsche Bomber für Fernflüge kaum noch eingesetzt wurden. Von um so grösserer Bedeutung war der Ersatz des «Lichtenstein SN 2» durch ein Zentimeter-Bordgerät, das «Berlin N» genannt wurde. Dieses wurde in zehn Exemplaren in der Nachtjagd eingesetzt und erzielte mehrere Erfolge. Es hatte einen durch Knüppelsteuerung fernbedienten Hohlspiegel von 0,8 m Durchmesser als Antenne. Das erforderliche Suchen wurde nicht als unangenehm empfunden, da es seitliches Abdrehen des Gegners besonders deutlich zu verfolgen erlaubte. Verdüppelung störte das Gerät praktisch nicht. Automatisch suchende Antennen, die die Knüppelsteuerung überflüssig machen sollten, waren in Entwicklung.

Die Marine war durch den englischen Fortschritt auf dem Radargebiet mit Zentimeterwellen am meisten betroffen. Um so mehr begrüsste sie Geräte dieser Art. Ein Schnellboot «Berlin S» ermöglichte dem Führerboot einer Flottille bei völliger Dunkelheit, eine Gruppe von etwa 100 Booten (mit 20 000 Flüchtlingen) durch eine sehr enge Minengasse zu schleusen; die Begrenzungsbojen waren im Panoramabild deutlich erkennbar. — Zwei U-Boote waren, in Ergänzung zum Periskop, mit «Berlin-U» ausgerüstet und gaben bei Fahrten in der Lübecker Bucht den Umriss der Bucht, jede Boje, jedes Schiff und einen Geleitzug auf etwa 20 km Entfernung wieder. Die grössere Antenne eines ähnlichen Gerätes war auf dem Schweren Kreuzer «Prinz Eugen» aufgebaut.

Auch für die Landstationen der Marine erwiesen sich Zentimetergeräte als besonders brauchbar. Sie wurden im 7-m-Spiegel des «Würzburg-Riesen» eingebaut, hatten von der Küste aus Reichweiten von 70 km gegen Schiffe und sollten der Sperrung des Skagerrak zwischen Norwegen und Jütland dienen. Die ungedeckten Stellen in der Mitte wurden durch ein Jägerleitschiff «Togo» überwacht.

Zwei im Anfangsstadium abgebrochene Verfahren interessierten die Marine besonders: das Artillerie-Schiessverfahren «Barb» und das Verfahren «Funksehen». Beim ersteren wurde die Ablage der Wassersäulen der einschlagenden Granaten vom Ziel angegeben, und so leichte Korrektionsmöglichkeit geschaffen. Das «Funkseh»-Verfahren gestattete zum erstenmal das Abtasten eines Schiffes in der Lübecker Bucht. Mit 9-cm-Wellen im 7-m-Spiegel konnte deutlich das Auf- und Niederlassen eines Beibootes an dem grossen Schiffskörper beobachtet werden. Bei Einbau eines 1,5-cm-Gerätes hoffte man, die Auflösung bis zum Erkennen der Schiffsumrisse, Masten und Schornsteine zu steigern.

Für die 9-cm-Funkmessgeräte, deren Erzeugung auf breiter Basis lief, war schliesslich ausser dem Hochfrequenzkopf für 10 kW Leistung auch ein solcher für 100 kW Leistung fertiggestellt. Ein 3-cm-Hochfrequenzkopf für verschiedene Zwecke war ebenfalls fertig. Ausserdem erwies ein Flugzeugbordgerät auf 1,5-cm-Welle («Eule») einwandfreie Rückstrahlweiten bis 2 km gegen Flugzeuge. Bei sehr kleinem Antennenaufwand sollte dieses Gerät der entfernungsrichtigen Auslösung von Jägerraketen beim Angriff auf Bomber dienen.

Funkmessgeräteeinsatz zur Steuerung von Raketen

Die Entwicklung der V 2 führte frühzeitig zur Funksteuerung. Zunächst wurde ein Leitebenen-Verfahren geschaffen und die Leitebene durch zwei 7-m-Sender gebildet, die auf einen Bordempfänger («Victoria») so einwirkten, dass er ständig in gleicher Entfernung zu beiden Sendern blieb. — Als Ersatz dieses Verfahrens, das sehr leicht hätte gestört werden können, wurde die Entwicklung einer sogenannten «Funk-Kanone» gefordert. Hierzu bot sich die Leitstrahlbildung durch die defokussierte Antenne des Würzburg-Gerätes an, wobei ein geeigneter Empfänger dafür zu sorgen hatte, dass bei Abweichung von der Achse des Leitstrahles die Ruder (nach dem Minimumprinzip) wieder in den Leitstrahl hineinsteuerten. Vorversuche wurden mit einem «Würzburg-Riesen» in Peenemünde mit Erfolg durchgeführt. Eine endgültige Ausführung wurde auf 20-cm-Welle entwickelt, kam jedoch nicht mehr zum Einsatz. Die Bodenstation war ein fahrbares Gerät mit 4-m-Spiegel;

ihre Wirksamkeit sollte einsetzen, sobald die V 2 aus der senkrechten Lage durch eine Programmsteuerung in die Flugbahn eingefädelt war. Dann übernahm das «drahtlose Kanonenrohr» die Führung bis zum Kommando «Brennschluss», das auf Grund der Entfernungsmessung automatisch gegeben wurde.

Schwieriger war die Aufgabe, Flakraketen, wie «Wasserfall», «Enzian», «Schmetterling» und «Rheintochter», zu steuern. Nur wenige vollständige Flakraketenbatterien mit Fernsteuereinrichtungen (zu vier Abschußstellen) sind geliefert worden. Ein normales Funkmessgerät diente der Erfassung des Zieles in einem Sichtgerät mit Fadenkreuzanordnung und wurde ständig so auf das Ziel gerichtet, dass dieses in der Mitte des Fadenkreuzes erschien. Ein Funklenkgerät, gleichfalls dem «Würzburg» ähnlich, gestattete die Steuerung der Flakrakete nach Höhe und Seite mit Hilfe einer Knüppelsteuerung, wobei ein Empfängersender die Lage der Rakete auf dem Fadenkreuz-Sichtgerät vermerkte. Mit Hilfe der Knüppelsteuerung konnte der Leuchtpunkt der Flakrakete mit dem Leuchtpunkt des fremden Zieles in Deckung gehalten werden. Für die letzten Kilometer bis zum Ziel war in der Rakete ein zielsuchendes Funkmessgerät («Schnüffel») vorgesehen, das bis zur Wirkung des Abstandzünders die Führung übernehmen sollte.

Ähnliche Aufgaben bestanden für die Führung von Jägerraketen bei Tag und Nacht gegen Bomber. Zunächst erfolgte die Steuerung der Jagdrakete durch einen Draht, der sich aus der Rakete heraus abspulte. Wegen der Gefährdung des eigenen Gebietes, insbesondere der Hochspannungsleitungen, wurde auf eine Funkentwicklung umgeschaltet. Die Grundlage dazu gab die für gelenkte Bomben entwickelte Knüppelsteuerung. Der Bordsender (auf 7-m-Welle) hatte die Bezeichnung «Kehl», der Empfänger hiess «Strassburg». Dieses Verfahren brachte grosse Treffgenauigkeit und wurde Ende des Krieges auf 25 cm umgestellt.

Die Arbeiten auf dem Radargebiet sind zurzeit noch in Deutschland verboten. Die Radaraugen der modernen Navigation auf See und in der Luft sind in den Bereich des friedlichen Verkehrs hinübergewechselt. Dicht nebeneinander liegt auf den Gebieten der modernen Naturwissenschaften die Verwendung für Krieg und Frieden.

La cryptographie

De tous temps, les princes, les conspirateurs, les banquiers, les prisonniers et les soldats ont eu recours aux écritures secrètes pour empêcher leurs concurrents ou leurs adversaires de connaître leurs projets. Le secret des messages consiste parfois à les dissimuler dans une cachette, à les écrire à l'encre sympathique, à semer des signes convenus dans un texte d'apparence anodine, etc....

Ces procédés offrent une sécurité limitée et leur rendement est faible. C'est pourquoi on renonce parfois à dissimuler le caractère secret du message, et on le transforme en une suite, incohérente en apparence, de chiffres ou de lettres suivant une convention qui n'est théoriquement connue que du destinataire. Le cryptogramme ou message chiffré peut être expédié par n'importe quel mode de transmission: par la poste, ou, après découpage en tranche de 5 lettres, par télégraphe ou radio. A l'arrivée, le message subit entre les mains d'un déchiffreur le traitement inverse de celui qui l'a rendu incompréhensible. Le déchiffrement est une opération mécanique, qui demande seulement de la méthode. Mais un message chiffré est certainement très important et l'ennemi s'efforcera d'en pénétrer le sens. L'opération est infiniment plus délicate pour lui, puisqu'il lui faut deviner simultanément le texte clair et la convention qui a servi à le transformer, c'est le travail de spécialistes avertis appelés décrypteurs.

L'histoire du déchiffrement est une longue compétition toujours indécise entre chiffreurs et décrypteurs. Elle est fertile en anecdotes amusantes ou tragiques. Chiffreurs et décrypteurs ont, tour à tour, remporté des succès spectaculaires et l'aspect presque miraculeux de ces succès a plusieurs fois inspiré les écrivains et en particulier les auteurs de romans policiers. Les inventeurs aussi ont attaqué souvent, avec plus de confiance que de savoir, le problème du chiffrement et cru découvrir des méthodes « nouvelles » et « infaillibles », que le cryptologue rangeait immédiatement parmi les plus élémentaires des procédés connus.

Les procédés de chiffrement sont en nombre théoriquement infini, mais on peut les classer en systèmes auxquels le décrypteur sait appliquer les traitements convenables. Retenons donc qu'on n'a pas encore trouvé — même en utilisant les machines à chiffrer les plus perfectionnées — ni de système de chiffrement qui donne une sécurité absolue, ni de méthode de décryptement infaillible.

Systèmes élémentaires de chiffrement

Le chiffrement utilise deux opérations fondamentales qui peuvent être employées isolément où combinées:

— La **transposition** consiste à changer l'ordre des éléments, par exemple les lettres d'un texte clair de façon à le rendre incohérent en apparence;

— La **substitution** consiste à remplacer les éléments du texte — lettres, mots ou syllabes — par d'autres éléments qui peuvent être des lettres, des mots, des chiffres ou des signes quelconques, puisés dans des répertoires (codes ou dictionnaires) ou formés en appliquant certaines règles.

L'un des plus anciens procédés de chiffrement comme la scytale des Grecs était une machine à chiffrer consistant en une règle de bois sur laquelle on enroulait un ruban. On écrivait alors le message suivant les faces de la règle, et le ruban déroulé portait alors un texte dont les lettres avaient été transposées. Pour le lire, il suffisait au destinataire d'enrouler le ruban sur une règle identique à celle de l'envoyeur, et à lire suivant les faces. Un décrypteur moderne se contenterait de lire le texte en sautant à chaque fois le même nombre de lettres, ou d'écrire le texte par groupe de deux, trois, quatre... lettres pour former des tableaux rectangulaires où le texte apparaîtrait finalement en clair suivant les colonnes du tableau.

Le procédé de substitution le plus simple est dû à Jules César, il consistait à remplacer chaque lettre du texte par une lettre décalée d'un nombre constant de rangs dans l'alphabet: par exemple A par I, B par J, C par K, etc... Pour faciliter le chiffrement et le déchiffrement, on peut employer un dispositif un peu analogue à une règle à calcul, dans lequel deux réglettes coulissent l'une en face de l'autre. Chacune d'elles porte un alphabet prolongé de part et d'autre pour qu'on ait un recouvrement partiel. Si on change le décalage, il suffit de faire glisser une réglette le long de