

Empfangs- und Peillanlagen mit gebündelter Charakteristik (Sektorpeillanlagen).

von
Hermann Janssen

Inhalt:

Zusammenfassung.

I. Grundlegende Forderungen und Entwicklungslinien.

II. Langdrahtsektorpeillanlage "Guben".

- a) Antennenanlage
- b) Antennenverstärker
- c) Phasenmessgerät "Pharao"
- d) Kritik der bestehenden Anlage auf vorgesehene Weiterentwicklung

III. Anlage "Wullenwever".

- a) Eingetretene Verbesserungen gegenüber "Guben"
- b) Wullenweveranlage des ENK
 - 1) Antennenanlage
 - 2) Flachreusen
 - 3) Einkettenkompensator
- c) Wullenweveranlage von Telefunken
 - 1) Antennenanlage
 - 2) Breitbandreusen
 - 3) Sinuskettenkompensator nach Stenzel
- d) Sichtanzeigeverfahren "Süsel"

IV. Anlage "Brommy".

- a) Antennenanlage
- b) Sichtanzeigegerät nach dem Summe-Differenz-Verfahren.

Zusammenfassung:

Die bei der Kriegsmarine gestellte Forderung, nicht nur des Empfangs, sondern auch der Peilung schwächster Sender führt zur Entwicklung von Peilanlagen mit Richtantennensystemen. Diese Anlagen können wahlweise für hochempfindlichen Empfang oder zur Peilung schwächster Sender benutzt werden. Hierbei ist sowohl Maximum- als auch Minimumpeilung möglich. Die grosse Flankensteilheit der Peilnullstelle macht diese Anlagen hervorragend geeignet zur Ausblendung von Störsendern.

Nach kurzer Erläuterung der an die Anlagen zu stellenden Forderungen werden die verschiedenen möglichen Entwicklungswege aufgezeigt und im Anschluss daran Aufbau und Arbeitsweise verschiedener Typen dieser Anlagen erläutert.

I. Grundlegende Forderungen und Entwicklungslinien.

Im folgenden sollen Peilanlagen behandelt werden, mit denen es möglich ist, Sender sehr kleiner Leistung in grossen Entfernungen noch zu empfangen und zu peilen.

Da bei Rundumempfang diese Sender sich nicht mehr aus dem allgemeinen Störpegel herausheben, ist eine Peilung derselben mit Anlagen mit Doppelkreischarakteristik, also Rahmen- oder Adcock-peilern, nicht mehr möglich. Zur Standortbestimmung derart schwacher Sender muss zuvor mittels scharf bündelnder Richtantennen (Antennengruppen) das Nutzsignal genügend hoch aus dem Störpegel herausgehoben werden; die Peilung läuft dann auf die Bestimmung der Phasen- oder Laufzeitdifferenz, mit der die Wellenfront auf zwei im Abstand d voneinander aufgestellte Richtantennen (Antennengruppen) trifft, hinaus. Diese beträgt:

$$\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} \sin \alpha \cdot \sin \beta \quad (1)$$

(α = Azimut, β = Höhenwinkel. (siehe Abb. 1)). S. 112

Wie ersichtlich, lässt sich eine Eindeutigkeit der Peilung mit derartigen Anordnungen nur bei Verwendung von Richtantennen mit einseitiger Richtcharakteristik erzielen.

Die einfachste nach diesem Prinzip arbeitende Anlage, mit der eine Peilung nur in einem beschränkten Sektor möglich ist, besteht aus zwei geraden Gruppen oder Richtantennen (siehe "Guben").

Macht man den Abstand der beiden Antennengruppen grösser als $\lambda/2$, so dreht, wenn die Werte von -90° bis $+90^\circ$ durchlaufen, φ um mehr als 360° . Die Peilung wird also mehrdeutig, sofern nicht der ausnutzbare Winkelbereich durch die Strahlungscharakteristik der Richtantennen eingeengt wird.

Optimal dimensioniert ist das Antennensystem dann, wenn für die kürzeste verwendete Wellenlänge die Phase in dem durch das Strahlungsdiagramm einer Antennengruppe (Richtantenne) gegebenen Winkelbereich gerade um 360° dreht. Es gilt dann die Beziehung:

$$\alpha = \frac{\lambda}{2 \sin \alpha \text{ gr.}} \quad (2)$$

($\alpha \text{ gr.}$ = Azimut der ersten Nullstelle des Strahlungsdiagramms einer Richtantenne bei der kürzesten Wellenlänge).

Wie ausserdem aus Formel (1) ersichtlich, ändert sich die gemessene Phasendifferenz mit dem cosinus des Höhenwinkels β . Brauchbare Peilergesultate mit einer derartigen aus zwei Richtantennen bestehenden Anlage lassen sich also nur für Bodenwellen ($\cos \beta = 1$) erzielen.

Durch drei in den Eckpunkten eines Dreiecks aufgestellte gerade Gruppen oder Richtantennen kann man gleichzeitig Azimut und Höhe der Welleneinfallrichtung bestimmen und mithin auch die Raumwelle peilen.

Für die eingangs erwähnte aus zwei Antennengruppen bestehende Anlage ist der absolute Peilfehler, trotz Einfalls der Strahlung unter grösseren Höhenwinkeln, gering, wenn man sich bei der Peilung auf wenige Winkelgrade um die Symmetrieachse der Antennengruppen beschränkt.

Ordnet man also die Einzelstrahler der Antennengruppen auf einem Kreisbogen an, so dass jeweils nach Durchmessen weniger Winkelgrade am Ende der Antennengruppe ein Strahler ab- und dafür am Anfang der Gruppe einer zugeschaltet wird, wodurch elek-

trisch gesehen der Ausgangszustand wieder hergestellt ist, so kann man mit einer derartigen Anordnung auch über grosse Sektoren (bis zum Vollkreis) praktisch höhenwinkelunabhängig peilen.

Die phasenrichtige Zusammenfassung derartiger auf einem Kreisbogen angeordneter Einzelstrahler gelingt nur für kleine Winkelbereiche und die Symmetrielinie der zwei Antennenuntergruppen.

Abb. 2^{S. 113} zeigt die Maximums- und Minimumcharakteristik einer von Stenzel durchgerechneten Anordnung, die aus zwei Viertelkreisgruppen besteht. Man sieht, dass Nebenmaxima und -minima mit zunehmendem Winkelabstand von der Symmetrielinie der Anordnung mehr und mehr verschmieren. Dieses wirkt sich auf die Eindeutigkeit der Peilung nur günstig aus, da die Gefahr des Peilens auf einem Nebenmaximum bzw. -minimum hierdurch verringert wird.

Die Messung der Phasen- oder Laufzeitdifferenz zwischen den beiden Antennengruppen und damit die Bestimmung des Azimuts der einfallenden Welle kann nun entweder durch Phasenmessanordnungen oder durch Laufzeitketten erfolgen.

Die Phasenmessanordnungen haben den Nachteil einer frequenzabhängigen Eichung, während diese bei Laufzeitketten frequenzunabhängig ist.

Bei beiden Anordnungen darf man, um eine störende Beeinflussung des Phasenmessgerätes bzw. Laufzeitkettenkompensators zu vermeiden, die Antennen nicht sehr fest ankoppeln. Der durch die lose Antennenankopplung hervorgerufene Empfindlichkeitsverlust lässt sich durch Einschalten phasen- und amplitudentreu verstärkender Antennenverstärker in die Antennenzuleitungen ausgleichen. Gleichzeitig ist hierdurch ein Mehrfachbetrieb möglich, man kann also an eine Antennenanlage mehrere Phasenmessgeräte oder Laufzeitkettenkompensatoren anschalten und damit gleichzeitig auf verschiedenen Wellen verschiedene Sender peilen und empfangen.

Die nach dem oben beschriebenen Prinzip arbeitenden Peilanlagen haben infolge ihrer scharf gebündelten Richtcharakteristik den Vorteil erhöhter Störfestigkeit gegenüber Rahmen- und Adcockpeilern, da sie nur durch Störsender, die in dem durch das Richt-

diagramm der Antennengruppen gegebenen Sektor liegen, beeinflusst werden können.

Die Anlagen sind, je nachdem, ob man die von den beiden Antennengruppen gelieferten Hochfrequenzspannungen gleich- oder gegenphasig zusammenschaltet, als Maximum- bzw. Minimumpeiler verwendbar.

Infolge der scharfen Peilnullstelle des Minimumdiagramms ist die bei der Peilung von Sendern, die auch noch mit Rahmen- oder Adcockpeilern gepeilt werden können, erhaltene Minimumbreite erheblich geringer als bei letzteren (siehe Abb. 3). S. 114

Gleichzeitig lässt sich die grosse Schärfe der Peilnullstelle mit Vorteil zum Empfang äusserst schwacher Sender, die durch starke Störsender gestört werden, ausnutzen, indem man den Störsender in die Peilnullstelle verlegt.

II. Langdrahtsektorpeilanlage "Guben".

Die erste der bei der Kriegsmarine gebauten Sektorpeilanlagen, die Langdrahtsektorpeilanlage "Guben", arbeitet nach dem Phasenschieberprinzip. Mit ihr ist eine Peilung in einem Sektor von $\pm 20^\circ$ möglich. Der Sektor ist, wie oben bereits erwähnt, durch die Breite der Richtcharakteristik einer Richtantenne festgelegt.

Die Anlage wurde für einen Wellenbereich von 100 bis 200 m gebaut. Es gelang mit ihr, Sender mit einer Feldstärke (gerechnet) von ca. 2×10^{-9} Volt/m bei einer Minimumbreite von 4° geographisch noch gut zu peilen.

Der Grenzwellenbereich von 100 bis 200 m ist bekanntlich am Tage sehr schlecht zu empfangen, da dann nur eine mit sehr geringer Intensität einfallende Bodenwelle existiert. Diese lässt sich infolge ihrer vertikalen Polarisationsrichtung sehr gut mit Langdrahtantennen aufnehmen, die gleichzeitig den Vorteil einseitiger Richtwirkung und guter Breitbandigkeit in sich vereinigen. Abb. 4 zeigt das Gesamtshaltbild der Anlage "Guben".

a) Antennenanlage.

Die Antennenanlage besteht aus zwei Langdrahtantennen von je 900 m Länge entsprechend 6 mittleren Wellenlängen, die in einem Abstand von 150 m entsprechend einer mittleren Wellenlänge parallel zueinander verspannt sind. Die Antennen sind über zwei phasen- und amplitudentreuen verstärkende Antennenverstärker und gleich lange Hochfrequenzkabel mit dem Phasenmessgerät "Pharao" verbunden.

b) Antennenverstärker.

Die phasen- und amplitudentreuen Antennenverstärker ähneln den seinerzeit bei der Kriegsmarine für B-Dienstzwecke entwickelten hochempfindlichen Antennenverstärkern Type Ha/NVK 41.

Ihre Empfindlichkeit beträgt ca. 3 bis 5 kT.

Über mehrere Monate sich erstreckende Beobachtungsreihen ergaben bei diesen Verstärkern ein maximales Auslaufen der Phase von ca. 1° . Dieses würde einen Peilfehler von ca. $0,2^{\circ}$ geogr. zur Folge haben, der ohne weiteres tragbar ist.

c) Phasenmessgerät "Pharao".

Das Phasenmessgerät "Pharao" wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Telefunken (Kümmich) entwickelt.

Abb. 5 zeigt das Prinzipschaltbild des Gerätes. Die beiden Eingänge, an die die von den Antennenverstärkern kommenden Hochfrequenzkabel angeschlossen sind, sind, um Unsymmetrien zu vermeiden, mit je einer Serienschaltung von Widerstand und Kapazität abgeschlossen. Die Kapazität ist variabel und wird jeweils so eingestellt, dass ihr Scheinwiderstand bei der Arbeitsfrequenz gleich dem Ohm'schen Widerstand ist. Man kann dann von Kapazität und Widerstand zwei gleiche um 90° phasenverschobene Spannungen abnehmen, die über Entkopplungstrimmer auf die Feldspulen eines Goniometers geschaltet werden. Durch Drehung der Suchspule des Goniometers um 360° können dann alle Phasenverschiebungen von 0 bis 360° zur Eingangsspannung hergestellt werden. Die Suchspule des Goniometers ist mit der Feldspule eines Variometers und einem Drehkondensator zu einem Schwingungskreis, der auf die zu empfangende Station abgestimmt wird, zusammengeschaltet. An

diesen Kreis ist der Eingang des Peilempfängers angeschlossen. Vom Widerstand der zweiten RC-Kombination wird über Entkopplungstrimmer eine Spannung abgenommen, die der zweiten Spule des Variometers zugeführt wird. Diese Spule ist so gepolt, dass bei Nullstellung des Goniometers für in Antennenrichtung einfallende Sender die über beide Wege eintreffenden Hochfrequenzspannungen sich gerade aufheben.

Durch Änderung der Kopplung der beiden Variometerspulen lassen sich durch kleine Unsymmetrien in der Anlage hervorgerufene Trübungen des Peilminimums ausgleichen. An die zweite Variometerspule kann über einen Entkopplungswiderstand ein zweiter Empfänger angeschlossen werden. Auf diese Weise ist es möglich, während der Peilung die Sendung der Station gleichzeitig ungestört aufzunehmen. Abb. 6 zeigt die Aussenansicht des Phasenmessgerätes "Pharao". Auf der linken Seitenwand befinden sich die beiden Anschlüsse für die von den Antennenverstärkern kommenden Hochfrequenzkabel. Links an der Vorderseite befindet sich der Abstimmknopf für die 90° -Schaltung, in der Mitte der Bedienungsknopf für das Goniometer, rechts oben liegt der Abstimmknopf für den Ausgangskreis des Phasenmessgerätes, darunter der Bedienungsknopf für das Enttrübungsvariometer. An der rechten Seitenwand liegen die Anschlüsse für Peil- und Horchempfänger.

d) Kritik der bestehenden Anlage und vorgesehene Weiterentwicklung.

Abb. 7^{S. 116} zeigt die Richtcharakteristik einer Langdrahtantenne von 6λ Länge sowie die Peilcharakteristiken für die Phasenverschiebungen $\varphi = 60^\circ$, $\varphi = 120^\circ$ und $\varphi = 180^\circ$ (Goniometerstellung 0°). Die Nebenzipfel sind der Übersichtlichkeit halber fortgelassen. Wie ersichtlich, ist mit einer derartigen Anlage eine Peilung in einem Sektor von $\pm 20^\circ$ möglich. Die Mehrdeutigkeit der Peilung, hervorgerufen durch Peilungen auf dem Nebenzipfel, stört nicht, da einerseits bekannt ist, dass die zu beobachtenden Sender nur aus einem bestimmten Sektor einfallen, andererseits die Empfindlichkeit der Anlage auf dem Nebenzipfel so gering ist, dass nur die starken Sender, die auch mit ande-

ren Peillanlagen (Adcock) festgestellt werden können, dort peilbar sind.

Ein Nachteil bei dieser Anlage ist die starke Unsymmetrie der Minimumcharakteristik bei Phasenverschiebungen, die stark von 180° abweichen. Hierdurch tritt eine Beschneidung des ausnutzbaren Peilsektors ein.

Die Langdrahtsektorpeillanlage "Guben" in ihrer vorliegenden Form gestattet, wie bereits erwähnt, nur die einwandfreie Peilung der Bodenwelle. Bei Eintreffen der Wellen unter einem bestimmten Erhebungswinkel tritt ein Peilfehler auf, dessen Grösse mit dem cosinus des Erhebungswinkels anwächst. Die Weiterentwicklung der Gubenanlage auch für Raumwellen in der oben angedeuteten Weise ist bereits eingeleitet.

Tabelle 1 ^{S. 112} zeigt Peilergebnisse von 4 Stationen, die mit der ersten Gubenanlage erhalten wurden. Die Stationen lagen in einer Entfernung von 1000 bis 2000 km vom Empfangsort. Die angegebenen Kontrollpeilungen wurden innerhalb eines Zeitraumes von 2 Wochen an verschiedenen Tagen aufgenommen.

III. Anlage "Wullenwever".

a) Eingetretene Verbesserungen gegenüber "Guben".

Die bei der Anlage "Guben", dem Vorläufer des "Wullenwever", aufgetretenen Nachteile der Unsymmetrie der Peilcharakteristik und des Höhenfehlers sind beim letzteren durch Verwendung einer kreisförmigen Antennengruppe praktisch vermieden. Die Anlage besitzt ein gleichmässig schwenkbares symmetrisches Richtdiagramm, wie es mechanisch schwenkbaren geraden Gruppen eigen ist.

Der Höhenfehler liegt innerhalb einiger Zehntelgrade, stört also nicht, da die durch Störungen in der Ionosphäre hervorgerufenen Peilfehler wesentlich grösser sind. Der bestreichbare Peilsektor kann bis auf 360° ausgedehnt werden. Die Anlage ist für einen Wellenbereich von 20 bis 40 m gebaut, die ersten Versuchsergebnisse zeigten jedoch, dass ohne Bedenken ein Arbeiten in einem Wellenbereich von 15 bis 50 m mit der Anlage möglich ist.

Von der Wullenwever-Anlage existieren zwei Typen. Eine vom Entwicklungsinstitut für Nachrichtennittel Konstanz bei Frickingen errichtete Anlage mit Einkettenkompensator und eine von der Firma Telefunken gebaute Anlage mit einem Sinuskompensator nach Stenzel.

b) Wullenweveranlage des ENK.

1) Antennenanlage.

Die vom ENK in Frickingen errichtete Wullenweveranlage besitzt einen Antennenkreis aus 34 Flachreusen, die auf dem Umfang eines Kreises von 90 m Durchmesser angeordnet sind.

Abb. 8 zeigt eine Aufnahme dieser Antennenanlage.

S. 117

2) Flachreusen.

S. 118

Die mit Maschendraht bespannten Flachreusen der Abb. 9 besitzen für den benutzten Wellenbereich eine genügende Breitbandigkeit. Ihr Eingangswiderstand schwankt in diesem Bereich bei einer im Verband gemessenen Reuse zwischen 50 und 300 Ohm.

3) Einkettenkompensator.

Die 34 Reusen sind über gleich lange Hochfrequenzkabel mittels eines Einkettenkompensators, wie er aus der Unterwasserschalltechnik bekannt ist, zusammengefasst. Die seitlichen Antennen sind hierbei zur Verkleinerung der Nebenmaxima des Strahlungsdiagramms lose angekoppelt.

Der Kompensator besteht aus einem quadratischen Tisch mit parallelen Schienen, die in der Mitte geteilt sind, um die Antennen in zwei Gruppen zusammenfassen zu können, die wahlweise gleich- oder gegenphasig zusammengeschaltet werden, zur Erzeugung eines Maximum- bzw. Minimumdiagramms.

Die Enden der Schienen sind jeweils mit einem Glied einer Verzögerungskette verbunden, die in bekannter Weise aus Längsinduktivitäten und Querkapazitäten besteht. Die Laufzeit pro Glied beträgt $\tau = \sqrt{LC}$. Die Gesamtlaufzeit der Kette ist gleich der Laufzeit der Phase über das Antennensystem, in diesem Falle 3×10^{-7} sec.

Um eine genügende Stetigkeit der Diagrammschwenkung zu erreichen, wurde die Kette in 180 Einzelglieder aufgeteilt. Der Schienentisch mit der Laufzeitkette ist drehbar angeordnet, auf ihm schleifen Elektroden, die die Hochfrequenzströme von den einzelnen Antennen der Laufzeitkette zuführen. Die Übertragung erfolgt kapazitiv.

Die Ausgänge der beiden symmetrischen Kettenhälften werden über einen zur Erzeugung des Maximum- bzw. Minimumdiagramms umschaltbaren Übertrager zum Peilempfänger geführt.

Abb. 10 ^{S. 118} zeigt den Bedienungsstand der Anlage. In der Mitte erhöht sieht man den Kompensator, rechts den Peilempfänger. Ganz links steht ein Peiloszillograph, mit dem eine fotografische Registrierung des Peildiagramms möglich ist.

c) Wullenweveranlage von Telefunken.

1) Antennenanlage.

Der Antennenkreis der von der Fa. Telefunken (Rothe-Kotowski) gebauten Wullenweveranlage besteht aus 40 Breitbandreusen, die auf dem Umfang eines Kreises von 120 m Durchmesser angeordnet sind. Der Abstand der Reusen untereinander beträgt ca. $1/2$ der kürzesten verwendeten Wellenlänge. Hinter den Reusen liegt eine zylindrische Reflektorwand in einem Abstand von ca. $1/4$ der kürzesten Wellenlänge. Hierdurch wird die (bei normalen Kreisgruppen ohne Reflektor vorhandene starke Aufspaltung des Vertikaldiagramms vermieden und die) Eindeutigkeit der Peilung gewährleistet.

Abb. 11 ^{S. 119} zeigt eine Aufnahme des Antennenkreises einer im Bau befindlichen Anlage dieser Art.

2.) Breitbandreuse.

Aus Abb. 12 ^{S. 119} ist die Konstruktion der Breitbandreuse zu entnehmen. Sie besteht aus einer an den Enden kegelförmig zugespitzten zylindrischen Reuse aus 32 Drähten von 3 mm $\varnothing$, die mit einem Dach von 16 untereinander verbundenen Drähten über einen Widerstand von 160 Ohm abgeschlossen ist. Der Eingangswiderstand der Reuse schwankt im verwendeten Frequenzbereich zwischen 50 und 65 Ohm. Sie ist also praktisch ohmisch und ihr Widerstand gleich dem Wellenwiderstand des verwendeten Hochfrequenzkabels.

3) Sinuskettenkompensator nach Stenzel.

Der Aufbau des Sinuskettenkompensators ist im Gegensatz zum Einkettenkompensator auf einem Zylindermantel vorgenommen worden. Die 40 Reusen des Antennenkreises sind wieder über gleich lange Hochfrequenzkabel und genau abgegliche Antennenübertrager zu Abnehmer~~elektroden~~elektroden, die auf der Innenfläche eines Zylindermantels liegen, geführt. Die Glieder der Laufzeitkette liegen in einem zylindrischen Rotor, an dessen äusserer Mantelfläche kapazitive Abnehmer~~elektroden~~elektroden angebracht sind, die in Anordnung und Grösse den an der Wand des Stators befindlichen Elektroden entsprechen. Abb. 13 ^{S. 120} zeigt ein Schaltschema des Kompensators. Durch ihn werden zwei Gruppen zu je 4 Antennen zusammengefasst. Die Laufzeiten der einzelnen Glieder nehmen entsprechend der Kreisform der Antennengruppen nach einem Sinusgesetz derart zu, dass die Eingangsspannungen aller erfassten Antennen für Sender, die in der Symmetrielinie der beiden Gruppen einfallen, die gleich Phase besitzen.

Um eine grössere Stetigkeit der Diagrammschwängung zu erhalten, ist jedes Laufzeitintervall zwischen je 2 Antennen nochmals in je 3 Glieder unterteilt.

Durch gleich- oder gegenphasige Zusammenschaltung der beiden gleichen Kettenhälften ist es wieder möglich, mit einer Maximum- bzw. Minimumcharakteristik zu peilen.

d) Sichtanzeigeverfahren "Süsel".

Um auch Peilungen geringer Qualität, die auf akustischem Wege zu keinem Ergebnis mehr führen, auswerten zu können, ist bei der Weiterentwicklung des Wullenwever ein nach dem Summe-Differenzverfahren arbeitendes Sichtanzeigergerät vorgesehen.

Dieses Gerät dient jedoch hier im Gegensatz zum "Brommy" (siehe weiter unten) nur als Nullinstrument. Mit ihm wird die Peilung von Sendern bei Auftreten von Mehrfachwegen oder Vorhandensein mehrerer Störsender auf der gleichen Frequenz noch ermöglicht. Zum Anschluss des Gerätes wird die Maximum-Minimumschaltung mit ihren Koppelgliedern aus dem Kompensator herausverlegt.

IV. Anlage "Brommy".

a) Antennenanlage.

Die Anlage "Brommy" arbeitet mit demselben Antennenkreis wie die Wullenweveranlage. Während jedoch bei der Wullenweveranlage ein durch eine Gruppe von 2 x 4 Antennen erzeugtes Strahlungsdiagramm gleichmässig geschwenkt wird, besitzt der Brommy ein durch Zusammenfassung von 2 x 6 Antennen gebildetes feststehendes Strahlungsdiagramm bei einer ruhenden Anzeige des Peilwinkels auf einem Sichtanzeigegerät. Die geplante Ausführung ist schematisch in Abb. 14 ^{S. 120} dargestellt.

Die Empfangsspannungen der einzelnen Antennen werden zunächst wieder durch phasen- und amplitudentreu verstärkende Antennenverstärker verstärkt. Für die Peilung in einem gewissen Sektor wird eine Gruppe von nebeneinanderliegenden Antennen in zwei Untergruppen zu je 6 Antennen zusammengefasst. Die Richtcharakteristik der Antennenuntergruppen wird durch Zusammenfassungsgeräte mit festen Laufzeitpulsen in den einzelnen Antennenzuleitungen so geformt, dass beide Untergruppen gleichartige Strahlungsdiagramme in der gleichen Richtung ergeben. Durch den Abstand der Antennengruppen entstehen bei seitlich einfallender Strahlung Phasenunterschiede, die eine Bestimmung des Einfallswinkels ermöglichen. Zur Sichtanzeige dieses Winkels wird ein nach dem Summe-Differenz-Verfahren arbeitendes Gerät benutzt.

b) Sichtanzeigegerät nach dem Summe-Differenz-Verfahren.

Das Summe-Differenz-Verfahren zur Anzeige des Peilwinkels wurde 1930 von Kühnhold angegeben. Es wird seit längerer Zeit in grösserem Umfang bei der Kriegsmarine eingesetzt.

Abb. 15 ^{S. 121} zeigt eine schematische Darstellung des Anzeigeverfahrens. Trifft eine Welle unter dem Winkel α zur Symmetrielinie der beiden Antennengruppen ein, so erhält man von diesen zwei gleich-grosse Spannungsvektoren mit dem Phasenunterschied:

$$\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda} \cdot \sin \alpha$$

Von diesen Spannungen wird einmal die Summe, andererseits die Differenz gebildet. Summe- und Differenzspannung stehen phasenmässig senkrecht aufeinander. Die verstärkten Spannungen werden über RC-Glieder geführt, die eine Drehung der Phase um $+ 45^\circ$ bzw. $- 45^\circ$ vornehmen. Die jetzt gleichphasigen Spannungen werden nach nochmaliger Verstärkung den beiden Plattenpaaren einer Braunschen Röhre zugeführt, auf deren Schirm dann ein Strich entsteht, dessen Neigungswinkel gegen die Vertikale gleich $\frac{\pi}{4}$ ist.

Die Eichung der Anzeige ist, wie ersichtlich, wie bei der Gubenanlage frequenzabhängig. Das Auflösungsvermögen derselben hängt vom Faktor $\frac{1}{\pi d}$, also vom Abstand der beiden Antennengruppen untereinander ab.

In der gleichen Weise wie für diesen Sektor lässt sich das Verfahren für alle anderen Sektoren durchführen, so dass mit einer grösseren Anzahl derartiger Geräte alle Richtungen überwacht werden können.

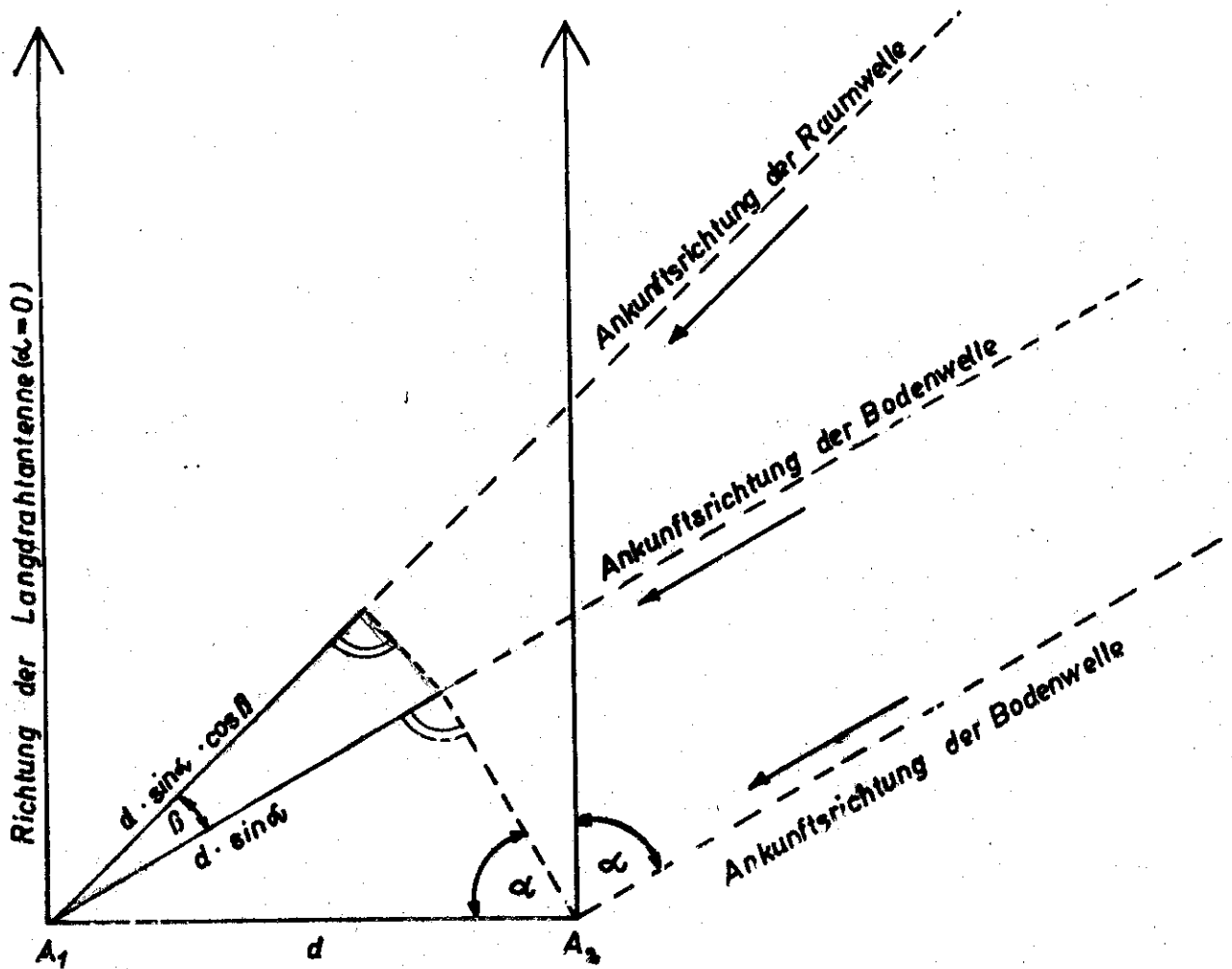
Die Anlage ist besonders geeignet zur Peilung von Kurzsendungen und zur Blitzortung bei FUMB-Landanlagen.

Die Entwicklung wurde zusammen mit der Fa. Telefunken, bei der ähnliche Entwicklungsgedanken vorlagen, durchgeführt.

Anmerkung:

Die vorstehend beschriebenen Anlagen haben gegenüber Adcocks den bei allen Grossbasisanlagen bestehenden Vorteil der Verringerung des Peilfehlers, der durch Interferenz bei Auftreten mehrerer Ausbreitungswege entsteht.

Vergleiche einer Wullenweveranlage mit einem Adcock ergaben, dass die auf obiger Ursache beruhende Wanderung des Peilminimums beim letzteren bei der Wellenweveranlage in sehr viel geringerem Masse zum Teil sogar nicht vorhanden war.



Zur Ableitung der Formel $\varphi = \frac{360}{\lambda} d \sin \alpha \cdot \cos \beta$

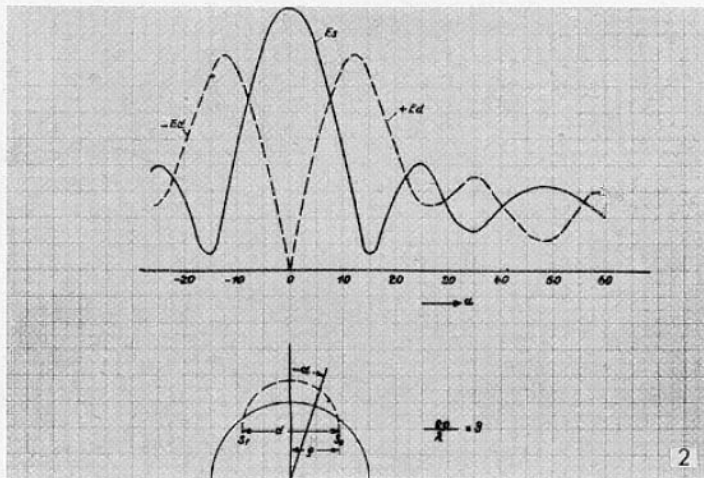
A_1, A_2 : End- und Bezugspunkte der Langdrahtantennen.

d : Abstand der Antennen (Peilbasis)

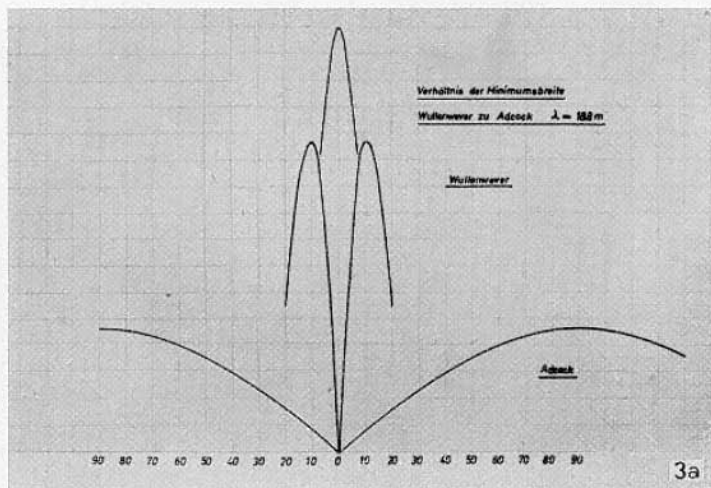
α : Seitenwinkel
 β : Höhenwinkel
 }
 der ankommenden Welle.

Rechter Winkel.

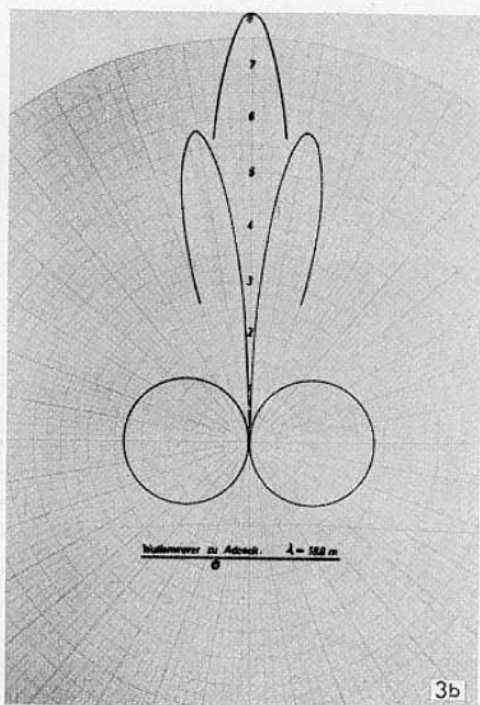
Das rot eingezeichnete Dreieck steht senkrecht auf der Bildebene

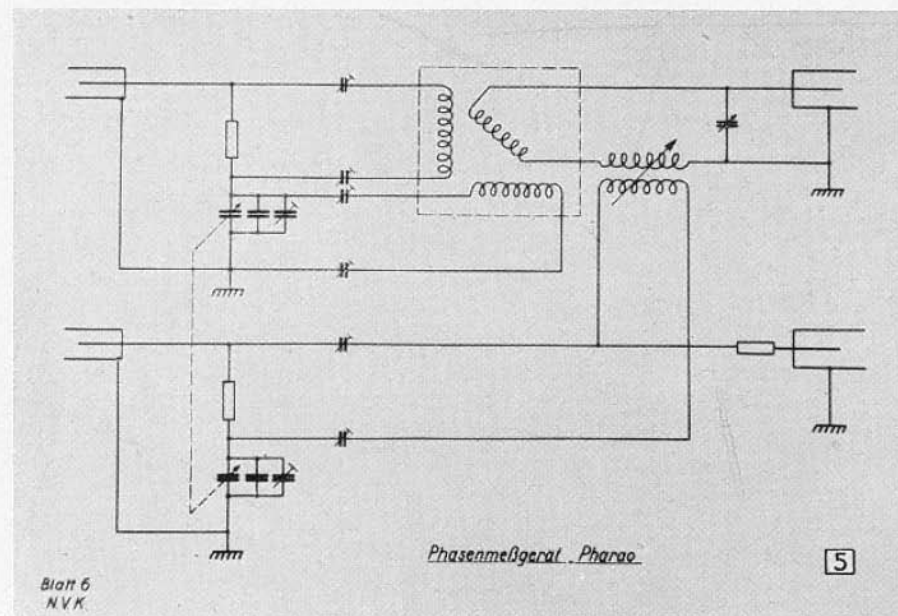
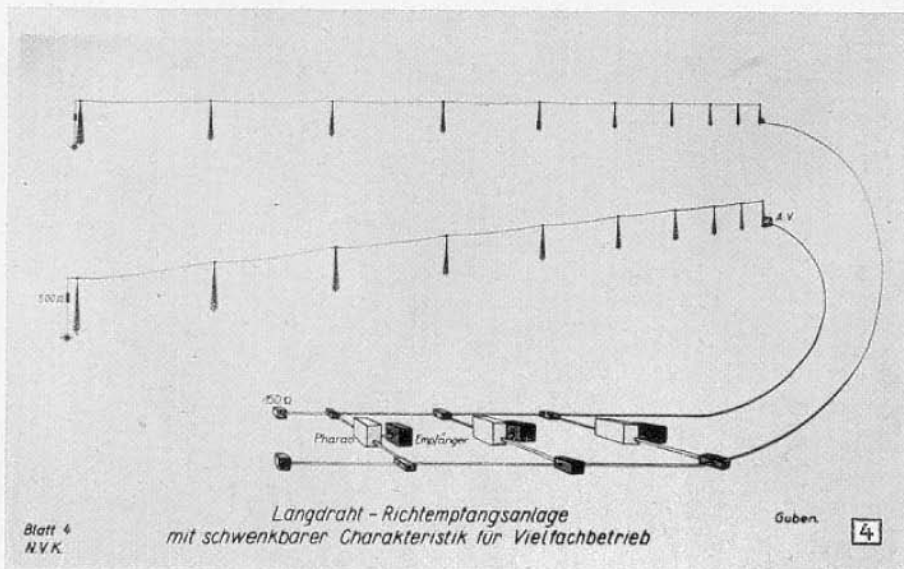


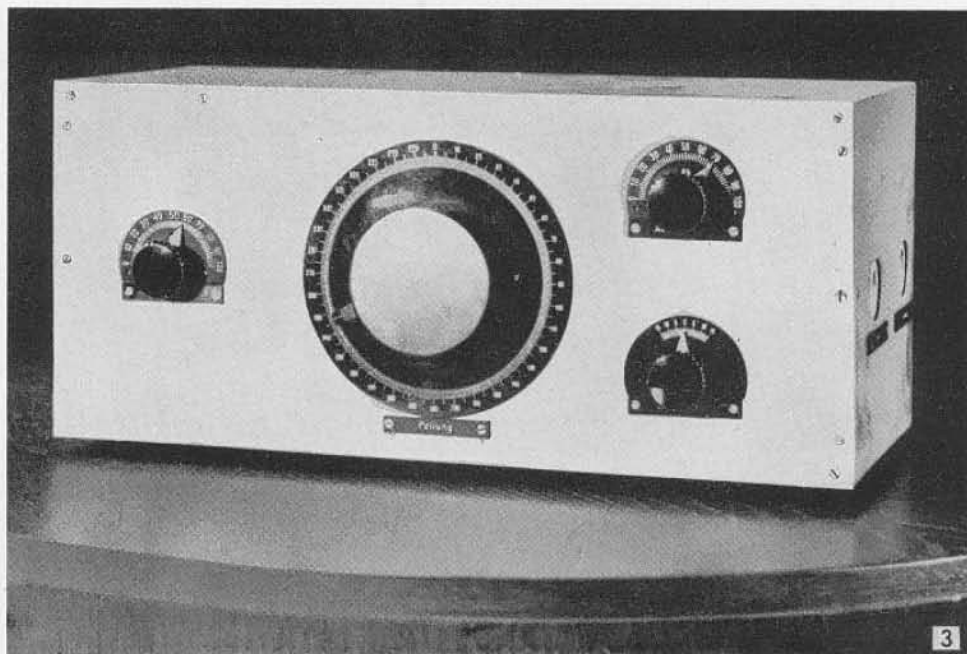
zu S.102



zu S. 103

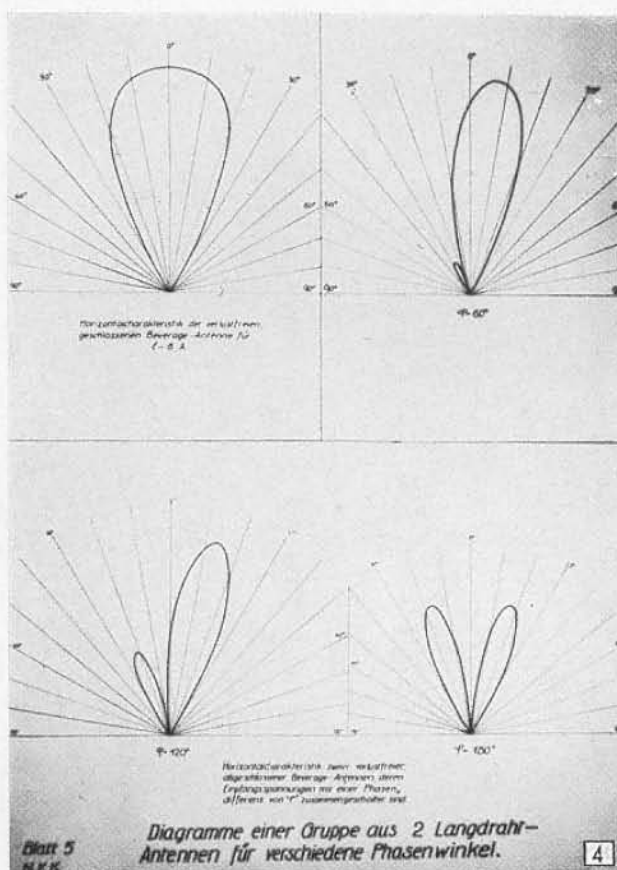






3

(6)
zu S. 105



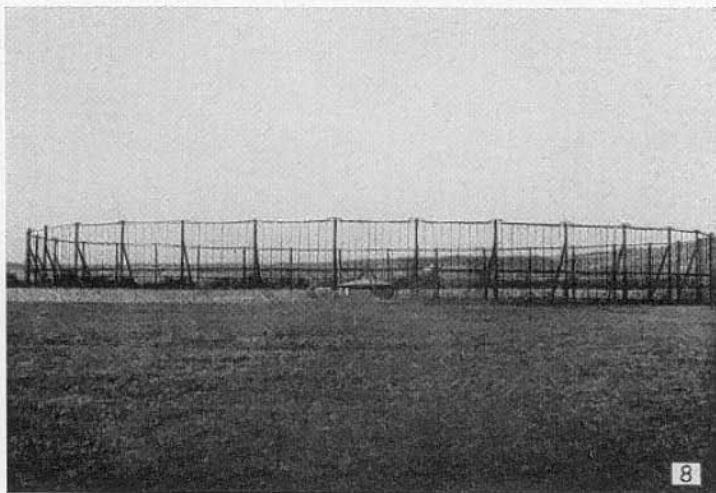
(7)
zu S. 105

Tabelle 1.

Station	Minimumsbreite	Peilung	Mittelwert d. Peilung
a	0,4°	289,2°	288,8°
	0,9°	289,0°	
	0,6°	288,2°	
b	0,6°	303,8°	303,8°
	0,9°	303,9°	
c	0,4°	301,6°	301,8°
	0,4°	301,8°	
	0,6°	302,0°	
d	0,4°	309,2°	308,7°
	0,5°	308,3°	
	0,4°	308,7°	

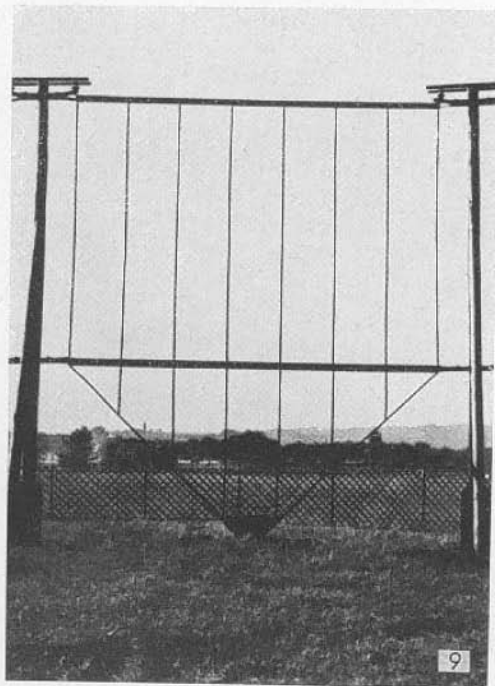
1

zu S.106

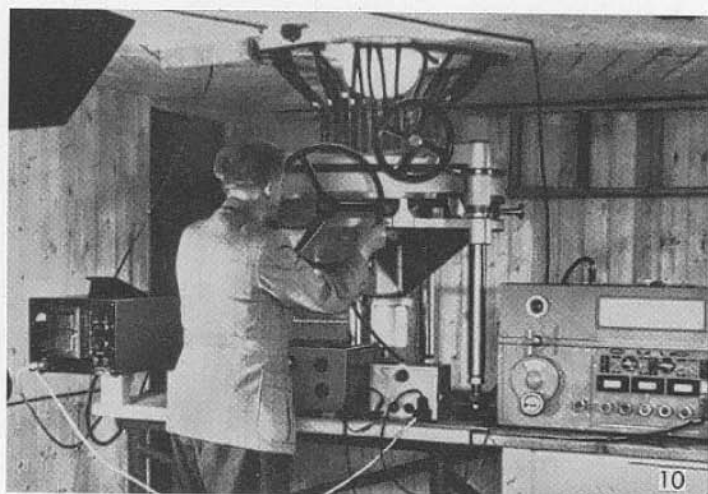


8

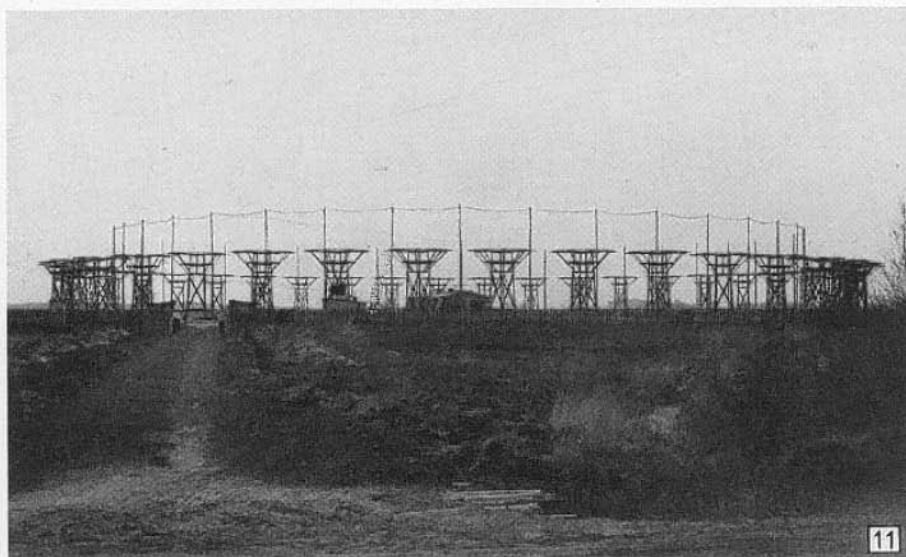
zu S.107



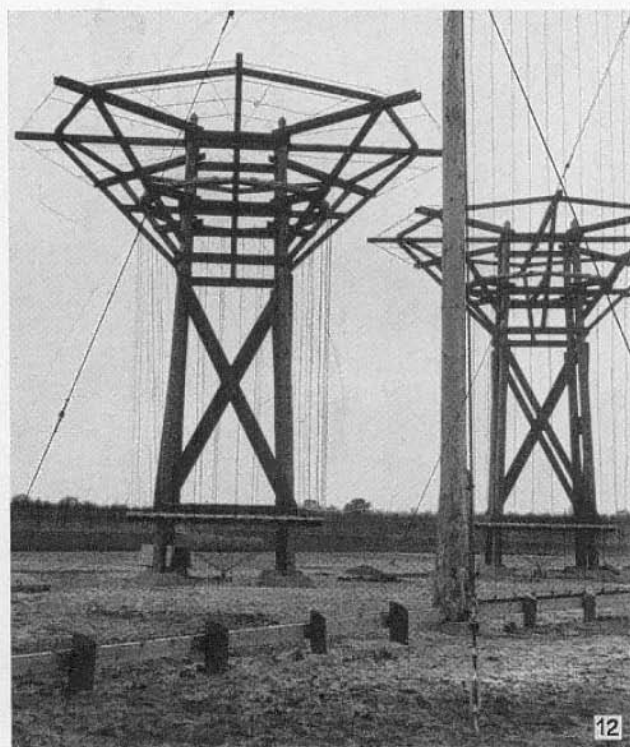
zu S. 107



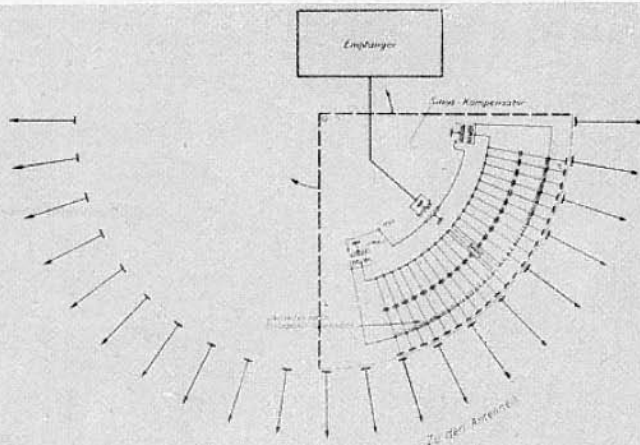
zu S. 108



zu S. 108



zu S. 108

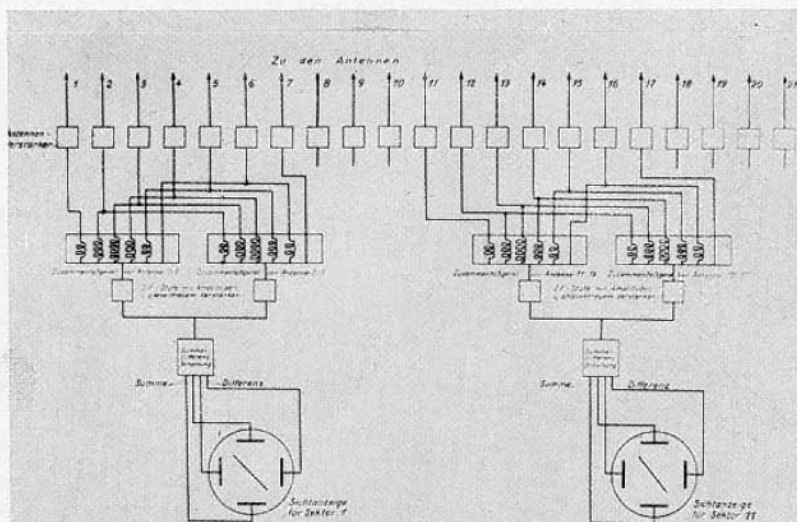


Blockschema der Wellenleiteranlage

13

zu S.109

Empl. Ant. Blatt 8 NVK	Breitband-Kreisgruppe mit Vielfachausnutzung Brommy bzw. Wellenleiter	Type	Wellenbereich 20-40 m	Verwendungszweck Auswertung: Schwachere gebaute Charakteristika für Richtentwurf und Peilung Brommy: Richtentwurf und Schaltung aus allen Richtungen
------------------------------	---	------	--------------------------	--

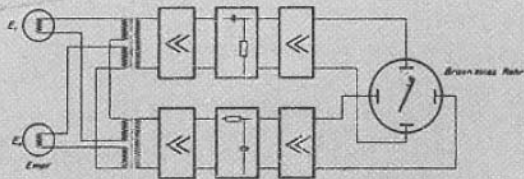


Blockschema der Brommyanlage

14

zu S.110

Empl. Ant. Blatt 8a NVK	Breitband-Kreisgruppe mit Vielfachausnutzung Brommy bzw. Wellenleiter	Type	Wellenbereich 20-40 m	Verwendungszweck Auswertung: Schwachere gebaute Charakteristika für Richtentwurf und Peilung Brommy: Richtentwurf und Schaltung aus allen Richtungen
-------------------------------	---	------	--------------------------	--

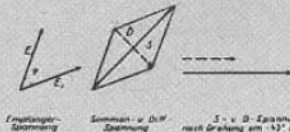


Summen- u.
Dif.-Bildung Verstärker 45° Drehung Endverstärker

$$\psi = \frac{\pi}{2} \sin \gamma$$

$$\psi = \frac{\pi}{2}$$

- γ: Räumlicher Winkel des Schalteinfalls
- ψ: Phasenwinkel zwischen E_1 u. E_2
- γ: Neigungswinkel auf dem Braun'schen Rohr



Empfänger-
Spannung

Summen- u. Dif.-
Spannung

S = u. D-Spannung
nach Drehung um 45° bzw. 45°



NVK
1943

Summen- und Differenzschaltung
mit Braun'schem Rohr

7DS51

15

zu S. 110