

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 42 (1951)  
**Heft:** 7

**Artikel:** Die Ultrakurzwellen-Peilanlage PV-1B : (Peilanlage des Flughafens Kloten)  
**Autor:** Schoeberlein, W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1056851>

### **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:** 21.01.2026

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

Le Comité de l'ASE est autorisé à porter à fr. 3 000 000.— au maximum le montant de l'emprunt, au cas où les souscriptions seraient très nombreuses, ou à soumettre celles-ci à une réduction.

Les montants souscrits seront exigibles au fur et à mesure de l'avancement des travaux, probablement en 3 tranches durant les années 1951, 1952 et 1953, à moins que le souscripteur ne préfère libérer immédiatement le montant total.

L'Association s'engage à rembourser cet emprunt au pair dans 10 ans et à ne pas grever ses propriétés, durant cette période, d'une hypothèque en premier rang dépassant fr. 1 000 000.—, quand les constructions seront achevées.

La liquidation de cette dette est prévue par le dépôt d'amortissements annuels s'élevant, au bout de 10 ans, à environ la moitié du montant de l'emprunt, l'autre moitié étant obtenue en augmentant le montant de l'hypothèque en premier rang ou en procédant à un nouvel emprunt, au besoin auprès de la Confédération; d'autres ressources sont également possibles, par exemple des legs, des excédents de recettes provenant des comptes de l'Association ou des Institutions de contrôle.

Selon les expériences précédentes et les déclarations de certains membres, nous savons que de nombreux membres sont prêts à verser également des contributions à fonds perdu, afin de soutenir ainsi efficacement les efforts de notre Association et de ses divers organes. Il serait souhaitable qu'un tiers des sommes nécessaires puissent être obtenues de la sorte successivement durant la période des travaux. Théoriquement, chaque membre devrait verser, par voix, fr. 300.— à fonds perdu et souscrire pour fr. 1000.— à l'emprunt. Les sommes nécessaires pourraient d'ailleurs être également réunies (même sans avoir recours à l'aide de la Confédération, sous forme d'un prêt à des conditions favorables) si ces recommandations n'étaient observées que par 1 ou 2 % des membres individuels et par 20 à 50 % des membres des catégories 1 à 4, à la condition que les membres dont les capitaux investis dépassent sensiblement la valeur limite des catégories 6 à 10 contribuent pour plus de 100 % au financement.

Nous vous invitons vivement à remplir le bulletin de souscription ci-joint et à nous l'adresser sans retard.

## Die Ultrakurzwellen-Peilanlage PV-1B

(Peilanlage des Flughafens Kloten)

Von W. Schoeberlein, Wädenswil

621.396.933.2(494.34)

Das Prinzip eines UKW-Peilers mit Kathodenstrahlanzeige wird erläutert und der Fehler des Adcock-Antennensystems diskutiert.

Exposé du principe d'un radiogoniomètre à ondes ultra-courtes avec indicateur à rayon cathodique. Discussion de l'erreur du système d'antennes Adcock.

### 1. Die verschiedenen Antennensysteme

«Peilen» heisst, die Richtung feststellen, aus der ein Signal zum Empfänger gelangt. Man braucht

1. Man benützt eine Antenne, welche ein ausgesprochenes *Empfindlichkeitsmaximum* in einer Richtung aufweist. Die Peilung wird so durchgeführt, dass man diese Antenne mechanisch in die

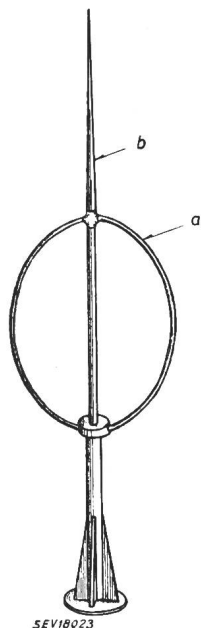


Fig. 1  
MF-Peilantenne  
(MF = Medium Frequency, meistens 333 kHz)  
(Diese Peilantenne besteht aus der Rahmenantenne a und der Stabantenne b)

dazu richtungsabhängige Empfangsantennen. Bis heute haben sich vor allem folgende drei Prinzipien durchgesetzt.

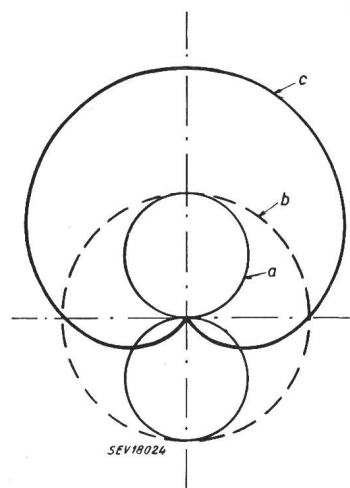


Fig. 2  
Richtcharakteristik der MF-Peilantenne  
a Richt-Charakteristik des Rahmens  
b Richt-Charakteristik des Stabes  
c Herzförmige Richtcharakteristik der Kombination

Richtung des stärksten Empfangs dreht. Dieses Prinzip wird in allen Radargeräten verwendet, weil eine scharfe Bündelung der Wellen infolge der klei-

nen Wellenlänge (z. B. 3 cm) möglich ist, ohne unvernünftig grosse Abmessungen des Antennengebilde zu bedingen.

2. Ein anderes Prinzip beruht auf dem Empfang mit einer Antenne, welche in einer Richtung ein ausgeprägtes *Minimum der Empfindlichkeit* aufweist (Fig. 1). Eine solche Richtcharakteristik entsteht beispielsweise durch Überlagern der Charakteristik eines Rahmens *a* (Fig. 1 und 2) mit der einer Stabantenne *b*. Dieses Prinzip wird in allen Langwellen- und Mittelwellen-Peilern sowie in etwas abgeänderter Form auch im Radiokompass verwendet.

Beiden Prinzipien gemeinsam ist die Verwendung von *mechanisch* bewegten Teilen, wobei im ersten Fall bei gewissen Anlagen nur die Elementarantennen mechanisch bewegt werden, im zweiten Fall aber das ganze Antennensystem von Hand oder automatisch um 360° gedreht wird.

3. Das im folgenden beschriebene Prinzip arbeitet mit einem *ruhenden* Antennensystem. Es wurde 1919 von Adcock eingeführt.

## 2. Das Adcock-Antennensystem

Das Grundprinzip des Adcock-Antennensystems ist äusserst einfach, die praktische Ausführung hat aber inzwischen viele Verbesserungen erfahren. Statt eines einzigen richtungsabhängigen Antennensystems verwendet man zwei gekreuzte Antennen-

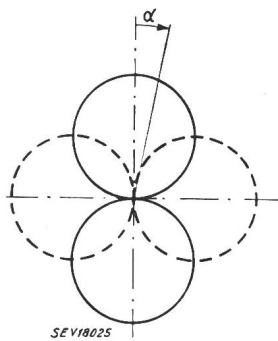


Fig. 3  
Ideale Richtcharakteristik  
einer Adcockantenne  
 $\alpha$  Signalwinkel

paare mit Richtcharakteristiken entsprechend Fig. 3. Falls das eine Antennensystem eine Ausgangsspannung

$$U_1 = k E \cos \alpha, \quad (1)$$

das andere

$$U_2 = k E \sin \alpha \quad (2)$$

liefert, wobei *E* die Feldstärke und *U* die Spannung an den Antennenklemmen bedeuten, ergibt die vektorielle Addition für alle Richtungen (Fig. 4) im-

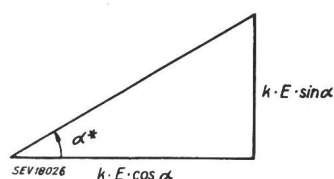


Fig. 4  
Vektorielle Addition der  
Spannungen  
der Antennenpaare  
 $\alpha^*$  angezeigter Winkel

mer eine Resultierende, die mit der Zählrichtung den angezeigten Winkel  $\alpha^*$  einschliesst, wobei in diesem Idealfall  $\alpha^*$  identisch mit dem Signalwinkel  $\alpha$  wird. Dieser Fall sollte bei der Dimensionierung

des Antennensystems angestrebt werden. Für Ultrakurzwellen erhält das Antennensystem eine charakteristische Form, die als *H-Adcockantenne* bekannt geworden ist. Eine einfache Überlegung soll zuerst ihre Arbeitsweise klarstellen.

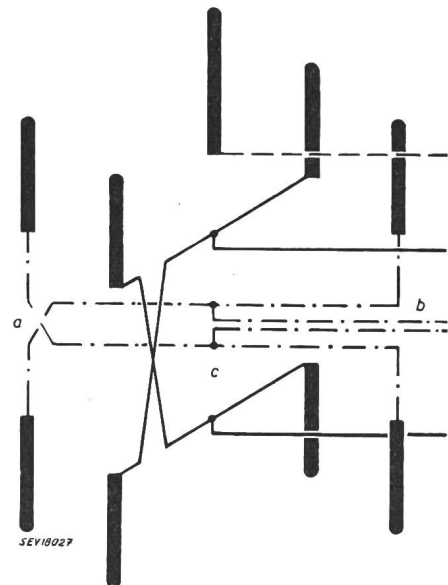


Fig. 5  
Anordnung der Antennen eines Adcocksystems  
(räumliche schematische Darstellung, von der Seite gesehen)  
Je zwei gegenüberliegende Dipole sind durch eine Parallel-  
drahtleitung verbunden. In deren Mitte zweigt die Leitung  
zum Modulator ab. Im Zentrum der Dipolanordnung befindet  
sich die Referenzantenne

Ein solches Antennenpaar (Fig. 5) liegt genau in Nord-Süd-, das andere in Ost-Westrichtung. In der Mitte befindet sich eine Antenne, die das Bezugssignal empfängt. Erreicht eine Wellenfront gleichzeitig die beiden Dipole *a* und *b*, d. h. kommt sie von vorn oder hinten, so wird das Signal im Punkt *c* ausgelöscht, da die Verbindung von *a* nach *c* bezüglich jener von *b* nach *c* umgepolt ist.

Kommt hingegen eine Welle von links, so gelangt jene Energie, welche vom Dipol *a* aufgenommen wurde, nach *c*, aber gleichzeitig legt die Welle im freien Raum auch den Weg von *a* nach *c* zurück. Von dort läuft die Welle nun weiter nach *b*, wird vom Dipol aufgenommen und gelangt jetzt auf der Leitung nach *c* zurück. Der Weg von *c* nach *b* *ausserhalb* und von dort auf der *Leitung* nach *c* zurück ist angenähert eine halbe Periode (Wellenlänge) länger, dafür ist aber die Leitung *a-c* umgepolt, was ebenfalls einer halben Periode entspricht, so dass sich schlussendlich die Wellen in *c*, von *a* und *b* herkommend, addieren. Ob das Signal von links oder von rechts auf das Antennensystem gelangte, lässt sich durch Phasenvergleich feststellen: Die Spannung an der Referenzantenne ist 90° vor- oder nachteilend, je nach der Fortpflanzungsrichtung des Signals.

Es wurde hier vorausgesetzt, dass der Abstand, den die zusammengehörenden Dipole aufweisen, eine halbe Wellenlänge betragen soll. Wie die folgenden Überlegungen zeigen werden, erhält man damit zwar die grösste Empfindlichkeit, aber auch gleichzeitig Fehler, da die eingangs erwähnten Be-

dingungen (1) und (2) nicht genügend erfüllt werden. Diese Fehler sind systembedingt, können aber, wie im folgenden gezeigt wird, durch geeignete Dimensionierung in erträglichen Grenzen gehalten werden.

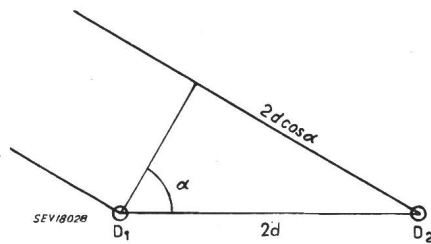


Fig. 6

Zeitunterschied des ankommenden Signals

$D_1, D_2$  Dipole eines Antennenpaares

Ein Signal erreiche z. B. zuerst den Dipol  $D_1$  (Fig. 6). Es erzeugt in Punkt  $c$  der Fig. 5 eine Spannung

$$U_1 = k E \cos \omega t$$

Dieselbe Wellenfront erreicht einen Augenblick später auch den Dipol  $D_2$  und diese Verzögerung beträgt

$$\frac{\text{Weg}}{\text{Geschwindigkeit}} = \frac{2d \cos \alpha}{v}$$

wobei  $2d$  der Abstand der beiden Dipole ist. Somit entsteht im Punkte  $c$  die Spannung:

$$U_2 = k E \cos \omega \left( t - \frac{2d \cos \alpha}{v} \right)$$

Die Summe beträgt mit Berücksichtigung der umgepolten Zuleitung des einen Dipoles:

$$U = U_2 - U_1 = k E \left[ \cos \left( \omega t - \frac{2d \omega \cos \alpha}{v} \right) - \cos \omega t \right]$$

oder nach Umformung

$$U = 2kE \sin \left( \omega t - \frac{d\omega}{v} \cos \alpha \right) \sin \left( \frac{d\omega}{v} \cos \alpha \right)$$

Der eine Faktor ist ein zeitlich variables Glied, welches eine variable Phasenverschiebung enthält und weiter nicht interessant ist. Der letzte Faktor ist zeitlich konstant und stellt die gesuchte Richtcharakteristik dar. Mit der Beziehung

$$\frac{\omega}{v} = \frac{2\pi}{\lambda}$$

kann er auch geschrieben werden als:

$$f(\alpha) = \sin \left( \pi \frac{2d}{\lambda} \cos \alpha \right)$$

Die Auswertung dieser Funktion zeigt die Fig. 7. Die Annäherung an einen Kreis ist um so besser, je kleiner der Abstand der Dipole im Vergleich zur Wellenlänge ist.

Jedes Antennenpaar hat eine Richtcharakteristik nach Fig. 8, die von der idealen Richtcharakteristik der Fig. 3 abweicht. Das Intensitätsverhältnis des

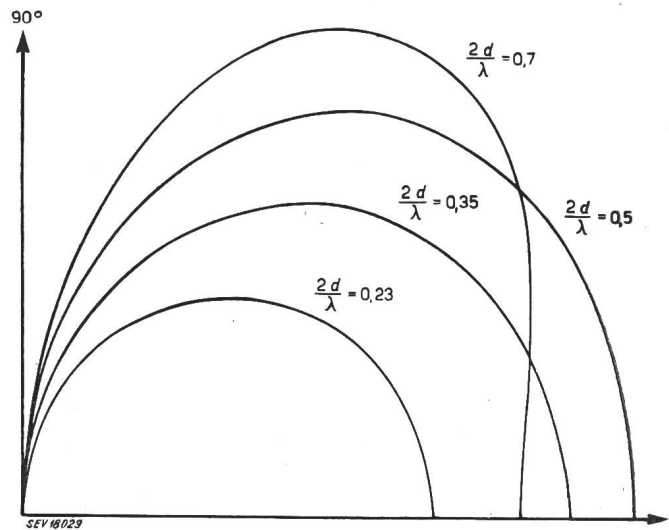


Fig. 7

Richtcharakteristik der H-Adcockantenne

$2d$  Abstand der Dipole eines Antennenpaares  
 $\lambda$  Wellenlänge

Nord-Süd- zum Ost-West-Paar ergibt den Tangens des angezeigten Winkels  $\alpha^*$  (Fig. 4). Wegen der Gleichheit der beiden Dipol-Paare braucht diese

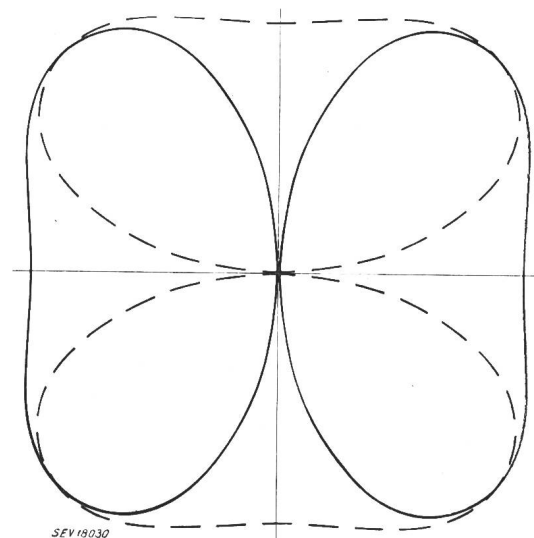


Fig. 8

Richtcharakteristik der beiden Antennenpaare

Schematische Darstellung (In Wirklichkeit ist jede Richtcharakteristik annähernd kreisförmig)

Rechnung nur zwischen  $0^\circ$  und  $45^\circ$  ausgeführt zu werden. Die Differenz  $\alpha^* - \alpha = \Delta\alpha$  nennt man Oktantenfehler (Fig. 9). Wie aus der Figur ersichtlich ist, wird der Fehler Null für die Richtungen  $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ \dots 315^\circ$ . Für eine bestimmte Wellenlänge kann die Ableseskala entsprechend geteilt werden, und Fehler bei anderen Wellenlängen treten dann nur noch als Differenz auf. Für ein gegebenes Antennensystem ist der Oktantenfehler fre-

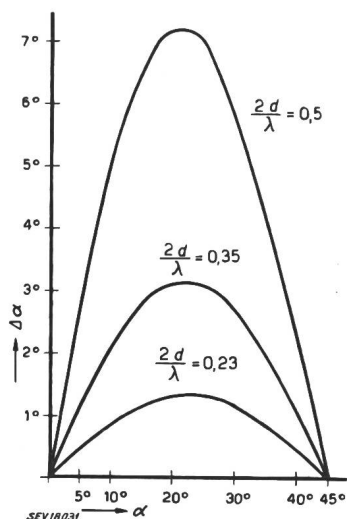


Fig. 9  
Oktantenfehler in Funktion des Richtwinkels  
 $\alpha$  Richtwinkel  
 $\Delta\alpha$  Oktantenfehler

quenzabhängig. Fig. 10 zeigt den Fehlerverlauf für  $\alpha = 20^\circ$ . Die Figur kann zur Dimensionierung eines Antennensystems benutzt werden.

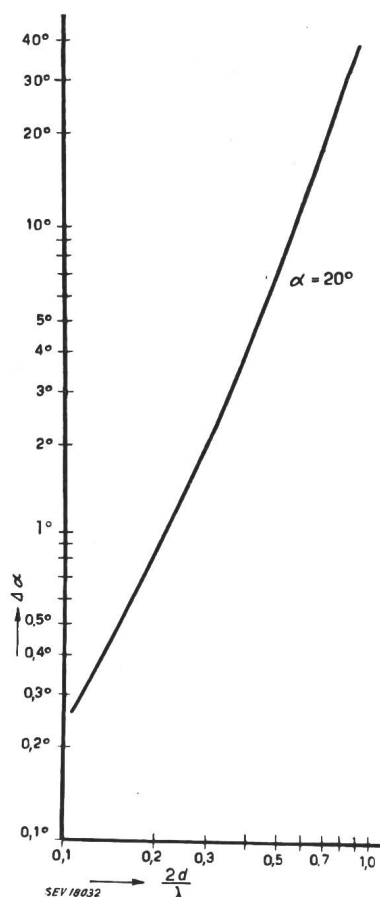


Fig. 10  
Oktantenfehler in Funktion der Frequenz  
für  $\alpha = 20^\circ$

### 3. Der Anzeigemechanismus des Peilers Typ PV-1B

Zur Auswertung werden die entsprechend verstärkten und gleichgerichteten Spannungen auf die

Ablenkplatten einer Kathodenstrahlröhre gegeben. Die Schwierigkeiten beginnen nun erst bei der «entsprechenden» Verstärkung und Gleichrichtung. Es werden Verstärkungen in der Grössenordnung von  $10^8$  benötigt, die unter sich nicht mehr als 2 % ändern dürfen, soll der Anzeigefehler in der Grössenordnung der Ablesegenauigkeit bleiben. Diese Forderung kann betriebssicher nur erfüllt werden, wenn der grösste Teil der Verstärkung im selben Verstärker erfolgt. Dazu müssen die drei hochfrequenten Spannungen, welche vom Nord-Süd-Antennenpaar, vom Ost-West-Antennenpaar und von der Referenzantenne erhalten werden, vor der gemeinsamen Verstärkung noch gekennzeichnet, d. h. moduliert werden. Es genügt, wenn zwei dieser Signale in einem Gegentaktmodulator moduliert werden. Bei dieser Modulationsart wird nämlich der Träger eliminiert, was die Modulation des Referenzsignals überflüssig macht. Die Modulationsfrequenzen dürfen nicht im Sprachband liegen, weshalb bei der besprochenen Anlage 5 und 6 kHz gewählt wurden. Das Signalgemisch (Träger, 5-kHz-Seitenbänder, 6-kHz-Seitenbänder und Sprachseitenbänder) erscheint am Ausgang eines Empfängers als 5-kHz-, 6-kHz-Komponente und als Sprachfrequenz.

Einerseits gelangen die Sprachfrequenzen nach Ausfilterung der 5- und 6-kHz-Komponente auf Lautsprecher, während sich andererseits das Problem der Umwandlung der 5- und 6-kHz-Spannungen zu einer Richtungsanzeige stellt. Eine gewöhnliche Gleichrichtung berücksichtigt die Phasenlage nicht, indem die Polarität der Ausgangsspannung nicht ändert, ob das Signal z. B. von Norden oder von Süden kommt. Die Anzeige müsste 4deutig werden, weil sie für jedes Ablenkensystem 2deutig ist. Eine 10°-Ablesung könnte Empfangsrichtungen von 10°, 170°, 190° und 350° entsprechen.

Der Lösung liegt folgender Gedanke zu Grunde. Schon anfangs wurde auseinandergesetzt, dass die Phase eines Adcockpaares 90° vor- oder nachteilig ist bezüglich des Referenzsignales, je nachdem aus welcher Richtung das Signal ankommt. Etwas anders ausgedrückt: Es entsteht beim richtungsabhängigen Signal ein Phasensprung von 180°, wenn das Signal aus der entgegengesetzten Richtung kommt.

Am Ausgang des Nord-Süd-Modulators entstehen Seitenbänder, die unter Vernachlässigung des Richtwinkels das zeitlich variable Glied

$$m \sin \omega t \cdot \sin(\Omega t + \varphi)$$

enthalten, wobei  $\omega$  die Modulationskreisfrequenz,  $\Omega$  die Kreisfrequenz des Signals und  $m$  den Modulationsgrad darstellen. Ein Trägeranteil entsteht im Gegentaktmodulator bekanntlich nicht. Zu diesem Modulationsprodukt kommt noch das Referenzsignal  $\sin \Omega t$  hinzu. Angenommen, das Antennensystem sei so angeordnet, dass für ein Signal von Norden  $\varphi = 0^\circ$  und für ein Signal von Süden  $\varphi = 180^\circ$  ist, erhält man für

$$\varphi = 0^\circ: \quad \sin \Omega t (1 + m \sin \omega t)$$

und für  $\varphi = 180^\circ$ :

$$\begin{aligned}
 & \sin \Omega t + m \sin \omega t \cdot \sin (\Omega t + 180^\circ) \\
 &= \sin \Omega t + m \sin (\omega t + 180^\circ) \cdot \sin \Omega t \\
 &= \sin \Omega t [1 + m \sin (\omega t + 180^\circ)]
 \end{aligned}$$

Am Empfängeranfang entsteht nur noch die Umhüllende des HF-Signals ohne Gleichstromkomponente, also als Ausgangsspannung

entweder  $U_1 = K m \sin \omega t$

oder  $U_1 = K m \sin (\omega t + 180^\circ)$   
 $= -K m \sin \omega t$

Der Phasenvorgang der Hochfrequenzspannung überträgt sich also auf das Demodulationsprodukt.

An Stelle der gewöhnlichen Gleichrichtung wird jetzt nochmals ein Gegentakt-Demodulator verwendet. Die Demodulationsspannung ist synchron zur Eingangsspannung, und es ist klar, dass das untere Seitenband dieses neuen Modulationsproduktes als Differenzfrequenz eine Gleichspannung ergibt. Über  $R_1$  (Fig. 11) entsteht je nach Phasenlage eine Spannung proportional zu  $\pm \frac{1}{2} U_1 + U_0$  und über  $R_2$  eine Spannung proportional zu  $\pm \frac{1}{2} U_1 - U_0$ .

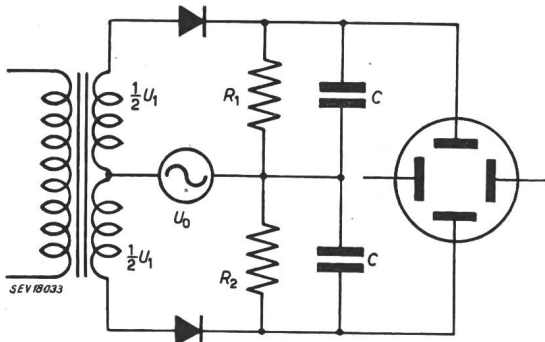


Fig. 11  
Demodulator

Die entstehenden Gleichspannungen werden den Ablenkplatten einer Kathodenstrahlröhre zugeführt

Als Ablenkung entsteht als Summe davon eine Spannung proportional zu  $\pm U_1$ , d. h. auch die Polarität der Anzeigespannung entspricht dem Richtungssinn. So konnte tatsächlich eine Anzeige erhalten werden, die frei ist von der  $180^\circ$ -Unsicherheit, die anderen Systemen anhaftet. Durch Wahl der Kondensatoren  $C$  (Fig. 11) lassen sich entsprechende Bandbreiten von 10, 1 und 0,3 Hz einstellen. Bei grosser Bandbreite wird die Anzeigegeschwindigkeit gross, dafür aber wird die Anzeige durch den grösseren Rauschanteil bei kleinen Signalen entsprechend unstabil. Ein Signal von  $10 \mu\text{V/m}$  ergibt Schwankungen von  $\pm 9^\circ$ ,  $\pm 3^\circ$  und  $\pm 1^\circ$ , je nach gewählter Zeitkonstante. Die genannte Feldstärke ergibt in hindernisfreiem Gelände bei 5 W Sendeleistung und 3000 m Flughöhe eine Reichweite von 200 km. Das soeben geschilderte Verfahren liefert Gleichspannungen für jedes Plattenpaar der Kathodenstrahlröhren. Wenn also ein Signal ankommt, wird der Leuchtpunkt aus der Mitte der Kathodenstrahlröhre unter dem Einfluss beider Plattenpaare in die entsprechende Richtung ausgelenkt. Eine Zusatzeinrichtung ermöglicht eine sehr

wertvolle Vervollkommenung der Anzeige. Aus dem Punkt wird ein *leuchtender Zeiger* erzeugt, indem die Ablenkspannungen periodisch kurzgeschlossen werden.

#### 4. Die technische Ausführung

Antennensystem und Modulatoren sind zu einer Einheit zusammengebaut, die zur Bestimmung der Instrumentenfehler um  $360^\circ$  drehbar ist. Auf diese Weise lassen sich die Instrumentenfehler von den Ausbreitungsfehlern unabhängig erfassen. Da im Betrieb das Antennensystem natürlich nicht gedreht werden muss, bringt dieses System zusammen mit der Kathodenstrahlanzeige (Fig. 12) den überlege-



Fig. 12

Die Kathodenstrahlröhre mit einem Peilresultat  
 Länge des Strahls 7,5 cm. Ein drehbarer Zeiger dient zum Festhalten des Resultates

nen Vorteil mit sich, dass auch Signale von nur wenigen Zehntelssekunden Dauer noch gepeilt werden können. Einige Messwerte (Tab. I) geben Aufschluss über die erreichten Instrumentenfehler. Die

Gemessene Instrumentenfehler der Peilanlage PV-1B

Tabelle I

Sollwert	Abweichungen $f \approx 116 \text{ MHz}$	Abweichungen $f \approx 120 \text{ MHz}$	Abweichungen $f \approx 135 \text{ MHz}$
$0^\circ$	$0^\circ$	$+1/2^\circ$	$0^\circ$
22,5	0	0	+1
45	0	0	$+1/3$
67,5	$+1/2$	$+1/2$	+1
90	$+1/2$	+1	$+1 1/2$
112,5	0	+1	+2
135	0	0	$+1 1/3$
157,5	0	$+1/2$	$+1 1/2$
180	$+1/2$	+1	+1
202,5	$-1/2$	+1	+1
225	$-1/2$	+1	+1
247,5	0	$+1/2$	$+1/2$
270	0	0	0
292,5	$-1 1/3$	$-1/2$	0
315	$-1 1/2$	-1	0
337,5	$-1/2$	$-1/2$	0
Wahrscheinlicher Fehler . . . .	$1/4^\circ$	$< 1/2^\circ$	$< 1^\circ$
Maximaler Fehler	$1 1/2^\circ$	$1^\circ$	$2^\circ$



Genauigkeit der Anlage kann durch einen, in genau nordöstlicher Richtung aufgestellten Prüfsender überwacht werden.

Die Anlage gestattet aber nicht nur, die Richtung der ankommenden Signale anzuzeigen, sondern es können auch die *magnetischen Kurse* direkt abgelesen werden, welche die Piloten zu fliegen haben, um zur Peilstation zu gelangen.

Zwei quarzgesteuerte Empfänger ermöglichen gleichzeitigen Empfang des Telephonieverkehrs auf zwei Frequenzen im Band von 100...150MHz und die wahlweise Anzeige der Richtung der Signale eines der beiden Kanäle. Einer der beiden Kanäle muss bevorzugt werden, da der Fehlerausgleich nur für einen von beiden gleichzeitig möglich ist.



Fig. 13  
Peilanlage

Zur Bestimmung des reinen Instrumentenfehlers ist das Antennensystem um 360° drehbar

Die nähere Umgebung der Peilanlage muss frei sein von Sekundärstrahlern, reflektierenden Objekten und sonstigen elektrischen Störern. Der Kontrollturm ist dafür nie der geeignete Ort, weshalb die Peilanlage auf ein freies Feld, vorteilhafterweise auf die Achse der Blindlandepiste gestellt wird (Fig. 13 und 14). Eine Fernanzeige an einer Auswerte- und Kommandostelle (Kontrollturm) bringt die Vorteile der momentanen Anzeige erst völlig zur Geltung (Fig. 15). Die Anlage ist in diesem Fall unbewacht und ferngesteuert. Die Fernanzeige ergibt eine Verschlechterung der Peilung von höchstens 1°.

Über die Brauchbarkeit einer Peilanlage an einem gegebenen Platz gibt schlussendlich eine Funk-

*beschickung* Auskunft: Ein Flugzeug umfliegt mit bekannter Geschwindigkeit die Peilstation in einem Polygonzug. Positionsmeldungen ergeben Eich-

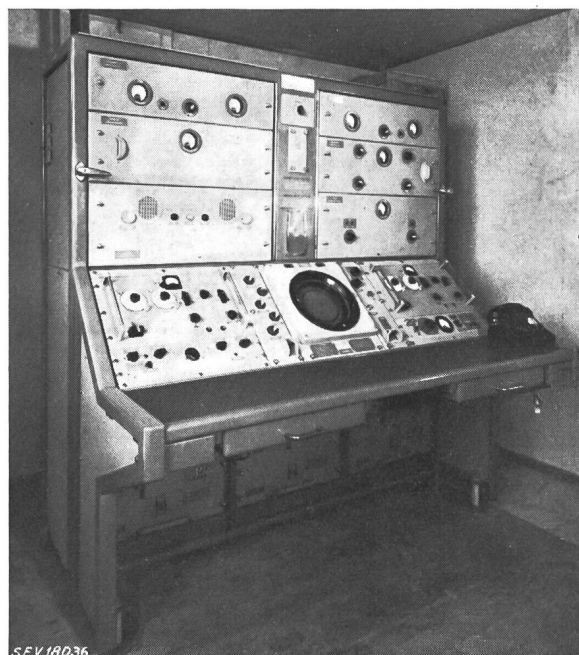


Fig. 14  
Auswertegerät

Man erkennt den Schirm der Kathodenstrahlröhre, links und rechts davon je einen Empfänger. Die übrigen Hilfsgeräte umfassen 5- und 6-kHz-Oszillatoren, Verstärker, Demodulatoren, Lautsprecher, Prüfgeräte, Netzgeräte usw.

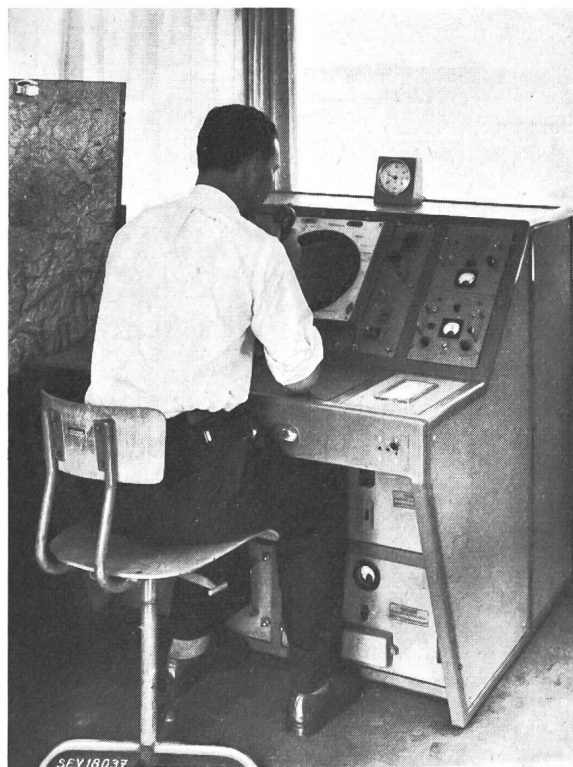


Fig. 15  
Fernanzeigegerät im Kontrollturm

Der Kontrollbeamte verkehrt mit dem Piloten mit Hilfe von Mikrophon und Lautsprecher

punkte für ein Zeit-Azimuthdiagramm. Die Zwischenwerte werden daraus interpoliert. So viele Peil-Ablesungen als überhaupt niedergeschrieben werden können, werden in dieses Zeit-Azimuthdiagramm eingetragen, wobei bei der Ablesung nicht etwa Mittelwerte gebildet, sondern auch Extremwerte berücksichtigt werden, damit daraus ein Bild über den *wahrscheinlichen Fehler* in Abhängigkeit des Azimutes entsteht. Es kann sich beim praktischen Gebrauch aber nicht darum handeln, aus einer Funkbeschiebung Korrekturen zu ermitteln, die zur Ablesung angebracht werden müssen, da die Korrekturen für eine gegebene Richtung auch von der Distanz und Flughöhe abhängen (Reflexionen!). Die Funkbeschiebung von Kloten hat in jeder Beziehung befriedigende Resultate ergeben.

### 5. Weiterentwicklungen

In England wird durch die Standard Telephones & Cables Ltd. an der Entwicklung von Zusatzgeräten für den PV-1B-Peiler gearbeitet, welche die Übertragung der Peilresultate über beliebige Entfernungen mit beliebigen Übertragungsmitteln ermöglichen werden. Dieses System wird sich zu einem vollautomatischen, verzögerungsfreien Triangulationsnetz erweitern lassen, das mit besonderen Projektions-Kathodenstrahlröhren arbeiten wird. Dieses UKW-Navigationssystem wird künftige Radarnetze ergänzen und sie bei Störungen ersetzen. Ferner besteht die Möglichkeit, die Empfänger durch ein Zusatzgerät auf 5 fernwählbare Frequenzen zu erweitern, so dass in Zukunft total 10 Frequenzen zur Verfügung stehen werden.

### 6. Einsatzmöglichkeiten der UKW-Peiler

Mit UKW-Peilern lassen sich einerseits Einzelaufgaben des praktischen Flugsicherungsdienstes lösen, wie z. B. die Führung von Flugzeugen bei Anflug oder Wegflug, die Überprüfung der Positionsmeldungen der Flugzeugbesatzungen, die Überwachung des Fortschrittes eines Fluges durch Seitenpeilung. In Europa bestehen heute gegen 50 UKW-Peiler verschiedener Typen, unter denen das beschriebene PV-1B-Gerät die modernste Variante darstellt.

Der Internationale Verband ICAO (International Civil Aviation Organization) empfiehlt den weiteren Ausbau des UKW-Peilnetzes für die meisten Zonen. Selbst nach Einführung des VOR/DME (Visual Omni Range/Distance Measuring Equipment) Navigationssystems wird das UKW-Peilnetz die Bedeutung eines Überwachungs- und Ersatz-Navigationsmittels beibehalten, vor allem weil keine zusätzlichen Bordausrüstungen benötigt werden (Militär- und Sportaviatik!). Im Überwachungsradar erleichtert es ausserdem die Identifizierung wesentlich.

Die beschriebene Anlage steht seit November 1949 in Kloten in Betrieb.

#### Literatur

*Cleaver, R. F.*: Development of Single-Receiver Automatic Adcock Direction-Finders for Use in the Frequency Band 100...150 Megacycles per Second. Electrical Communication (Technical Journal of the International Telephone and Telegraph Corporation) Bd. 25(1948), Nr. 4, S. 337...362.

#### Adresse des Autors:

W. Schoeberlein, Dipl. Ing., Standard Telephon & Radio A.-G., Seestrasse 395, Postfach Zürich 38.

## Zur Frage des Leitungsschutzes in neuzeitlichen Installationen

Von U. Hartlieb, St. Pölten (Österreich)

621.316.923

*Die ständig steigenden Ansprüche an die Betriebssicherheit von Industrie-Verteilnetzen lassen es wünschenswert erscheinen, ungewollte Abschaltungen weitgehend zu vermeiden. Es werden die Bedingungen zur Kurzschlussabsicherung der Stromkreise von Leitungen und Kabeln, statt der üblichen Querschnittabsicherung, untersucht.*

*Afin d'augmenter la sécurité d'exploitation des réseaux de distribution industriels, il y a lieu d'éviter autant que possible des déclenchements inopinés. L'auteur envisage une protection des circuits de lignes aériennes et de câbles contre les courts-circuits, au lieu d'une protection basée sur les sections des conducteurs.*

Allen üblichen Ausführungsformen von Niederspannungs-Verteilnetzen für Kraft- und Lichtversorgung liegt die Annahme zu Grunde, dass die verwendeten Leitungen (worunter man sinngemäss auch die Kabel zu verstehen hat) überlastbar sind und daher jeder Leiter durch Sicherungen (Schmelzsicherungen oder Selbstschalter) geschützt werden muss, um gefahrbringenden Überlastungen, Bränden und dergleichen vorzubeugen. Solange die Anlagen räumlich und leistungsmässig nur klein waren, mag es erwünscht gewesen sein, auf diese Weise eine gewisse Sicherheit zu erhalten gegen die Auswirkungen von mangelhaftem Leitungsmaterial und unsachgemässer Montage. Gänzlich anders sind die Verhältnisse, wenn man moderne Installationen in Industrieanlagen, in Grossbetrieben oder in Kranken- und Warenhäusern, auf Schiffen usw. betrachtet. Für Installationen dieser Art ist in

erster Linie die Forderung nach unbedingter Betriebssicherheit, d. h. nach ungestörter Energieversorgung des Betriebes massgebend.

Vom Standpunkt der Betriebssicherheit sind Leitungen die zuverlässigsten Betriebsmittel, die in Installationen verwendet werden. Man muss sich bewusst sein, dass der Gesamtsicherheitsgrad des Netzes nicht dadurch erhöht werden kann, dass man in die Leitung zusätzliche Schutzgeräte einbaut, deren eigener Sicherheitsgrad geringer ist als jener der Leitungen. Hingegen sind Schmelzsicherungen in der üblichen Anordnung unsichere Betriebsmittel, weil ihre Wirkungsweise durch unkontrollierbare Zufälligkeiten, gegenseitige Aufheizung, Alterung, Fabrikationsabweichungen usw. beeinflusst wird. Zudem ist ihr Schmelzleiter bei Strömen in der Nähe des Nennstromes so vorbelastet, dass Veränderungen in seiner Struktur eintreten können, die