Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

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

Band: 56 (1983)

Heft: 1

Artikel: Die Kurzwellen-Peilerfamilie PA 010/PA 510

Autor: Schmengler, Eckhard

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-560954

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: 20.07.2025

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

Eckhard Schmengler, c/o Rhode & Schwarz GmbH

Die Kurzwellen-Peilerfamilie PA 010/ PA 510

Mit dem PA 010 ist erstmalig ein Kurzwellenpeiler verfügbar, welcher nach dem Dopplerprinzip arbeitet. In Verbindung mit einem Antennensystem aus Kreuzrahmen ermöglicht das Dopplerverfahren weitgehend polarisationsfehlerfreie Peilungen von Raumwellen; die Resultate können auf einfachste Weise digital ausgewertet und angezeigt werden. Im weiteren vermag diese Anordnung steil einfallende Raumwellen zuverlässig auszuwerten, was für Kleinstaaten den Vorteil ergibt, auch Raumwellen-Funkverbindungen im eigenen Land zu erfassen. Der Elevationswinkel wird ebenfalls angezeigt. In diesem Artikel sollen vorwiegend die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten des PA 010 in Verbindung mit einer neuartigen Analoganzeige behandelt werden. Inzwischen gibt es auch eine mobile Ausführung, den PA 510.

Die Ausbreitung der Kurzwellen erfolgt vorwiegend über Reflexionen an der Ionosphäre. Dadurch bestehen äusserst ungünstige Voraussetzungen, die Einfallsrichtung einer Welle zu bestimmen, welche über diesen Umweg gelaufen ist. Bei schräg liegender Ionosphäre entstehen Grosskreisabweichungen. Mehrwegeausbreitung führt zu zeitlichen und räumlichen Interferenzen. Die Polarisation der am Empfangsort einfallenden Welle kann beliebig sein und ebenfalls zeitlich und räumlich schwanken.
Ein Peilverfahren, welches sich für Kurzwellen eignet, muss also einerseits eine grosse Basis der Peilantenne erlauben, damit räumliche Interferenzen ausgemittelt werden, und gleichzeitig auch unabhängig von der Polarisation der einfallenden Welle arbeiten.

Dopplerprinzip

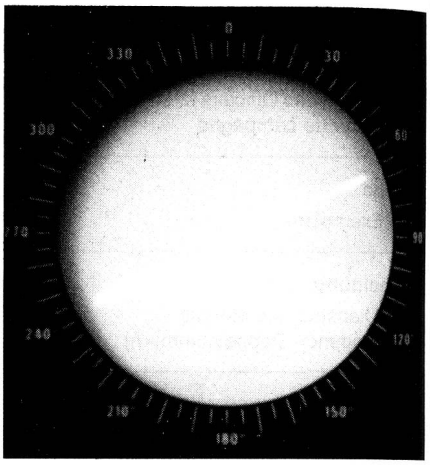
Die *Antennenanlage* eines Dopplerpeilers besteht im Prinzip nur aus einer auf einem Kreisumfang umlaufenden Einzelantenne. Der Dopplereffekt bewirkt unabhängig vom Polarisations- und Elevationswinkel der einfallenden Welle eine scheinbare Erhöhung der Empfangsfrequenz, wenn sich die Empfangsantenne auf die Quelle zu bewegt und umgekehrt ein entsprechendes Absinken, wenn sich die Empfangsantenne auf der gegenüberliegenden Seite des Antennenkreises wieder von der Quelle weg bewegt. Hieraus resultiert also eine Frequenzmodulation der Empfangsfrequenz, deren Phasenlage nur durch die Einfallsrichtung der Welle bestimmt wird.

Antennensystem für Steilstrahlpeilung

Bisher wurden für Peilzwecke im Kurzwellenbereich meist gegen Erde erregte Vertikalantennen eingesetzt. Bei Steilstrahlung und vorwiegend horizontaler Polarisation sind diese Antennen aufgrund ihrer vertikalen Nullstelle und Polarisation sehr unempfindlich. Damit keine Peilfehler entstehen, muss bei diesem Antennentyp für eine sehr hohe Polarisationsentkopplung gesorgt werden. Die Unterdrückung der Horizontalaufnahme bei Peilern mit vertikalen Monopolen ist daher ein kaum lösbares Problem.
Wesentlich günstigere Empfangseigenschaften weist dagegen die *Rahmenantenne* auf, deren Vertikaldiagramm bei vertikaler Polarisation unabhängig vom Elevationswinkel ist und die bei horizontaler Polarisation steil einfallende Wellen bevorzugt. Der HF-Peiler PA 010 arbeitet mit Kreuzrahmenantennen, welche unter 90 ° Phasenwinkel zusammengeschaltet sind und auch in der Horizontalebene Rundempfang gestatten. Durch eine Polarisationsanpassung ergibt sich nicht nur eine Empfindlichkeitssteigerung, sondern auch eine erhebliche Verbesserung der Peilgenauigkeit für steil einfallende Raumwellen, da der Einfluss unerwünschter Polarisation stark reduziert wird.

Bestimmung des Elevationswinkels

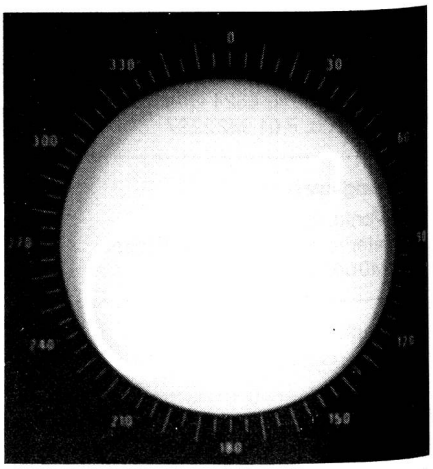
Das Doppler-Peilverfahren erlaubt auch die Bestimmung des *Elevationswinkels* von Raumwellen. Der wirksame Durchmesser des Kreises, auf dem die einzelnen Kreuzrahmenantennen angeordnet sind, wird bei Raumwellenpeilungen durch den vertikalen Einfallswinkel verkleinert.
Entsprechend verringert sich auch die Doppler-Frequenzverschiebung. Da Frequenz und Kreisdurchmesser bei einer Peilung bekannt sind, kann der Einfallswinkel aus der Grösse des Frequenzhubs der Peil-FM ermittelt werden.
Der Peiler PA 010 zeigt den Elevationswinkel auf einer Analogskala an. Er wird zwar nicht mit der Genauigkeit des Azimut bestimmt, jedoch liefert er eine nützliche Zusatzinformation, beispielsweise über die ungefähre *Entfernung* des gepeilten Senders.



Bei ungestörten Empfangssignalen entsteht auf der Analoganzeige ein gerader Strich.

Analoge Peilanzeige als Peilgütekriterium

Voraussetzung für eine genaue und zuverlässige Peilung ist eine *optimale und störfreie Einstellung* des gewünschten Senders am Empfänger EK 070. Das Peilgerät PP 010 zeigt den zugehörigen Peilwert dann automatisch als dreistellige Ziffer (± Streubreite) an. Die Schwankungsgrösse kann hierbei auch als Peilgütekriterium dienen, eine Bewertungsmethode, welche vorwiegend für eine Weiterverarbeitung in *rechnergesteuerten Systemen* geeignet ist.
Bei Handbedienung des PA 010 ist zusätzlich eine *Analoganzeige* wünschenswert, welche dem Operateur eine differenziertere *Beurteilung der Peilgüte* erlaubt, wie er es auch von den Sichtfunkpeilern her gewohnt ist. Für Dopplerpeiler eignen sich hierzu die demodulierten Peilsignale, welche exakt dem Verlauf des Frequenzhubs entsprechen, wie er durch den An-

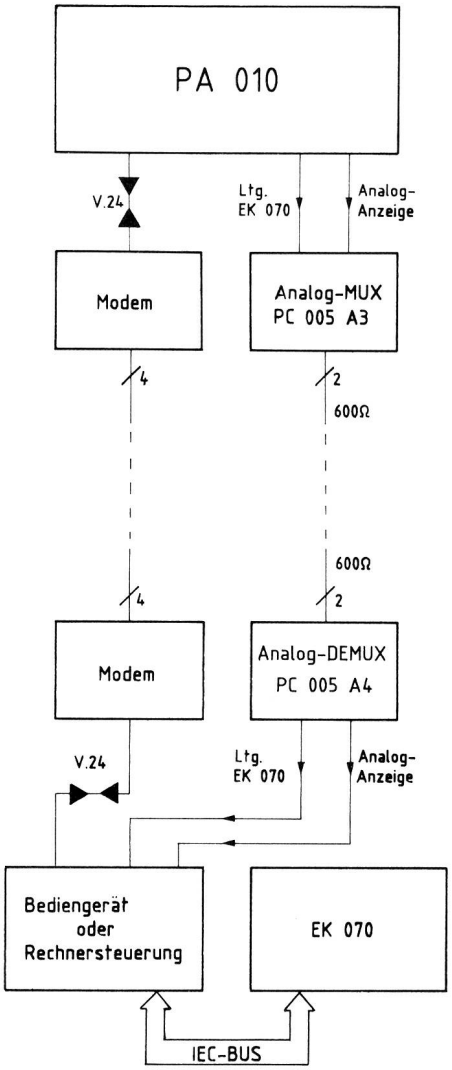


Gestörte Empfangssignale führen zu verzerrten Peilfiguren.

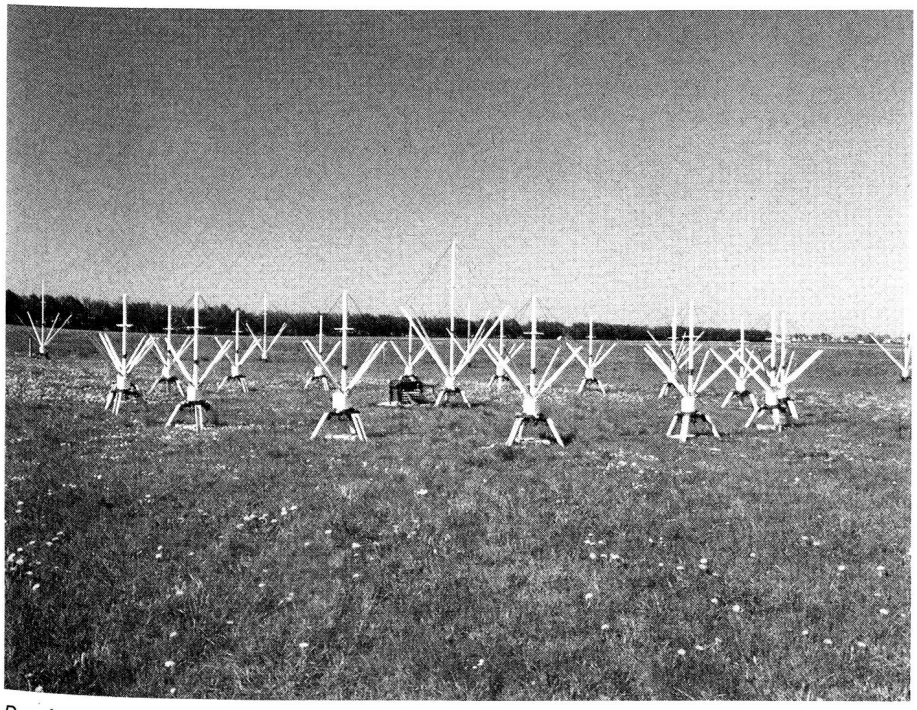
tennenumlauf hervorgerufen wird. Bei Einfall einer ebenen, also ungestörten Welle ist dieser Verlauf exakt *sinusförmig.* Ist die einfallende Wellenfront jedoch durch Mehrwegeausbreitung, Reflexionen oder dergleichen gestört, macht sich dies durch *Verzerrungen* auf den demodulierten Peilsignalen bemerkbar.
Durch die gegenläufige Peilantennenabtastung entstehen im Peiler PA 010 zwei gegenläufige demodulierte Peilsignale, aus deren Phasendifferenz in Verbindung mit einem synchronen Bezugssignal der *Peilwert* ermittelt wird. Diese Peilwertermittlung kann auch analog erfolgen und die *Peilfigur auf einem Oszillographen* dargestellt werden. Sind die Peilsignale ungestört, d.h. exakt sinusförmig, erfolgt die Peilanzeige durch einen *geraden Strich,* dessen Winkel gegen die Senkrechte wie beim Sichtfunkpeiler dem Einfallswinkel entspricht. Da diese Anzeige doppeldeutig ist, kann die «falsche Seite» mit Hilfe des synchronen Bezugssignals ausgeblendet werden. Ist die hingegen einfallende Welle gestört, macht sich dies sehr deutlich durch *Verzerrungen der Peilfigur* bemerkbar.
Diese Art der Peilfigur ist natürlich nicht unmittelbar mit der Peilanzeige des Sichtfunkpeilers vergleichbar, da das Dopplerverfahren ein Umlaufpeilverfahren ist. Jedoch wird diese Form der Anzeige, sobald eine gewisse Betriebserfahrung damit vorliegt, eine wertvolle Hilfe für die Beurteilung der Peilgüte sein. Sie bietet die Möglichkeit, die Peilung im *richtigen Moment* abzulesen, da durch die Mehrwegeausbreitung bei Kurzwelle die einfallende Wellenfront starken Schwankungen unterliegt. Dazu dient auch die *START/STOP-Tastenkombination* auf dem Peilgerät PP 010. Sobald die Peilfigur ihre optimale Form (nämlich eine möglichst gerade Linie) annimmt, kann die STOP-Taste gedrückt werden. Dadurch werden die letzten Anzeigewerte des Peilgeräts wie *Azimut und Elevation gespeichert* (auch die Peilfigur wird auf dem Bildschirm der Analoganzeige für einige zehn Sekunden festgehalten). Der optimale Peilwert kann nun zusammen mit dem Elevationswinkel abgelesen oder in gewünschter Form ausgedruckt werden. Nach Drücken der START-Taste wird die alte Peilinformation gelöscht und eine neue Peilung kann beginnen.
Ein Anzeigemodul für die beschriebene Analoganzeige ist in Vorbereitung und kann in das vorhandene Peilgerät PP 010 integriert werden.

Fernbedienung und abgesetzter Betrieb

Die *Antennenkreise für Peiler* im Kurzwellenbereich haben Durchmesser bis zu 50 m und benötigen grosse Flächen. Ausserdem sollen in der Umgebung keine reflektierenden Hindernisse vorhanden sein. Derartige Gelände sind noch am ehesten in ländlichen Gebieten zu finden, liegen aber oft weitab von den Standorten, welche aus organisatorischen Gründen für die Überwachungsstation wünschenswert sind. Die günstigste Lösung ist hier der abgesetzte Betrieb einer unbemannten Peilstation. Da alle Bedienfunktionen des PA 010 über die gemeinsame V24-Schnittstelle fernbedienbar sind, kann der Peiler über ein geeignetes Bediengerät ferngesteuert werden. Als Horchempfänger eignet sich hervorragend der EK 070, da er auch im PA 010 verwendet wird. Sein Empfängerstatus muss lediglich über die IEC-Schnittstelle abgefragt und an den abgesetzten Peiler weitergegeben werden. Auf diese Weise ist auch eine *quasikontinuierliche Fernbedienung* möglich.
Zusätzlich zur Fernübertragung der Peilwerte (Azimut und Elevation) über die V24-Schnittstelle kann auch die *Peilfigur der Analoganzeige* über eine zusätzliche Zweidrahtleitung mitübertragen werden. Da meist auch der NF-Leitungsausgang des Peilempfängers zu Kontrollzwecken verfügbar sein soll, ist es zweckmässig, beide NF-Signale auf der gleichen Leitung zu übertragen. Dazu dienen der Analog-Multiplexer PC 005 A3 auf der Peilerseite und der Analog-Demultiplexer PC 005 A4 auf der Bedienungsseite. Für den abgesetzten Betrieb des PA 010 steht damit der gleiche Bedienkomfort zur Verfügung wie bei Ortsbetrieb.



Die Peilanlage PA 010 kann über insgesamt 6 Adernpaare (inklusive Peilbildübertragung) beliebig weit ferngesteuert werden.

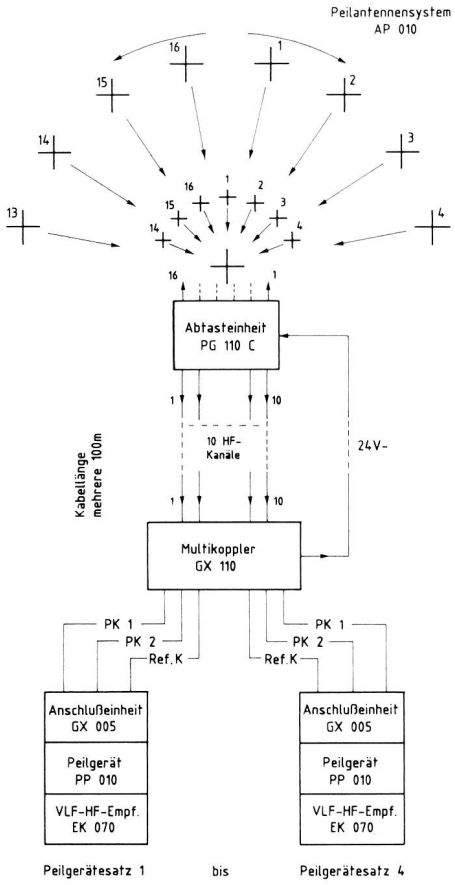


Das Antennensystem AP 010 besteht aus transportablen Rahmenantennen, welche kreisförmig aufgestellt werden.

Nach dem gleichen Prinzip können natürlich auch *mehrere abgesetzte Peilstationen* zur Standortermittlung von einer Zentrale aus fernbedient werden. Die betrieblichen Vorteile eines Peilnetzes, bei dem nur eine Zentrale Bedienungspersonal erfordert, sind beträchtlich. Neben der Kosteneinsparung zählt hier vor allem der wesentlich einfachere und flexiblere Betriebsablauf.

Mehrere Peilgerätesätze an einer Antennenanlage

Oft soll in einer Funküberwachungsstelle an mehreren Arbeitsplätzen gleichzeitig gearbeitet werden. Zu diesem Zweck müssen entsprechend viele Peilgerätesätze an eine Antennenanlage anschliessbar sein. Diese Möglichkeit bietet der *Multikoppler GX 110* in Verbindung mit der *Abtasteinheit PG 110 C* für vier Peilgerätesätze.
Die Umschaltung des Frequenzbereichs (zwei Antennenkreise) und der Polarisation erfolgt beim Standard-PA 010 in der Abtasteinheit PG 110. Diese Funktion übernimmt nun der Multikoppler GX 110. Damit jeder Peilgerätesatz unabhängig vom anderen den Frequenzbereich und die Polarisation auswählen kann, sind zehn HF-Kanäle von der Antennenanlage zum Multikoppler zu führen, nämlich für die zwei gegen-



An eine Antennenanlage können bis zu 10 Peilanlagen angeschlossen werden.

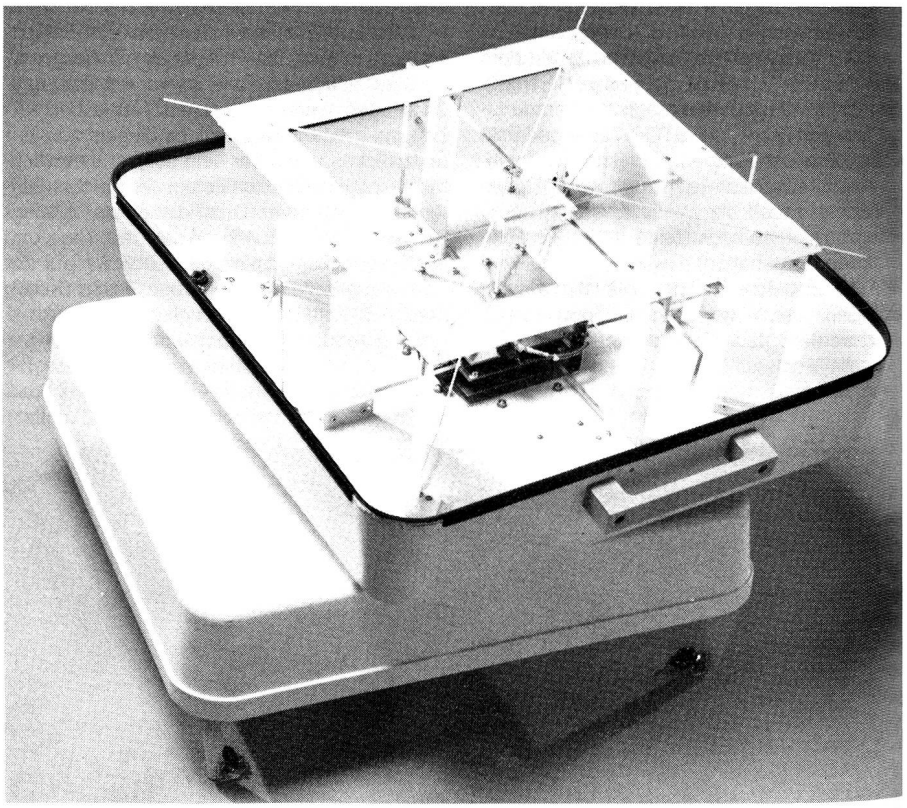
läufigen Peilkanäle jeweils zwei Frequenzbereiche und zwei Polarisationsarten und zusätzlich für den Referenzkanal nur die zwei Polarisationsarten, da die Mittelantenne den Gesamtfrequenzbereich überdeckt. Für diese HF-Kanäle enthält der Multikoppler zehn Trennverstärker mit je vier Ausgängen, an die sich die vier Peilgerätesätze je nach Frequenzbereich und Polarisationsart unabhängig voneinander anschalten können.
Da für die zehn HF-Kanäle beim Dopplerverfahren kein Amplituden- und Phasengleichlauf gefordert wird, bleibt der Aufwand in Grenzen. Derartige Anlagen dürften jedoch vorwiegend stationär aufgebaut werden.

Betrieb an wechselnden Standorten

Die Rahmenantennen des PA 010 sind symmetrisch gespeist und haben dadurch relativ *standortunabhängige Eigenschaften.* Sie benötigen kein Erdnetz und eignen sich daher auch für einen Betrieb an wechselnden Standorten ausgezeichnet. Bei der Standortwahl ist lediglich darauf zu achten, dass das Gelände einigermassen homogen und frei von grösseren Reflektoren in der näheren Umgebung ist.
Besondere Aufmerksamkeit wurde dem einfachen Transport der Antennenanlage gewidmet. Die Einzelantenne des PA 010 ist leicht zusammenlegbar und wiegt nur etwa 15 kg. Die Dreibein-Antennenständer sind für den Transport stapelbar. Für die Antennenelemente steht ein spezielles Packmagazin zur Verfügung. Die verschiedenen Kabel, die Erdnägel sowie das Anlagezubehör sind in einer Transportbox untergebracht. Damit kann das gesamte Antennensystem auf einem normalen Lastwagen transportiert werden. Der Peilgerätesatz wird zweckmässigerweise in einem speziell ausgerüsteten Fahrzeug oder Shelter untergebracht. Die Stromversorgung kann mit 24 V Gleichspannung erfolgen, ebenso jedoch auch mit den üblichen Netz-Wechselspannungen.
Mit einer geübten Mannschaft lässt sich die Antennenanlage innerhalb 3–4 Stunden aufbauen.

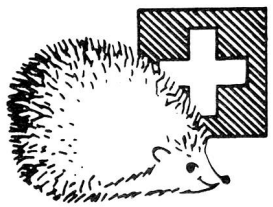
Mobiler HF-Peiler PA 510

Für mobile Einsätze sollen Peiler in Fahrzeuge eingebaut werden. Da grundsätzlich die gleichen Signale gepeilt werden sollen wie mit den stationären Anlagen, sind auch die Anforderungen an die Peilereigenschaften entsprechend hoch. Der mobilen Ausführung des HF-Peilers wurde daher der Peilgerätesatz des PA 010 zugrunde gelegt. Er unterscheidet sich nur in Einzelheiten, welche für den mobilen Einsatz wichtig sind.
Für die *Peilantenne* musste jedoch eine neuartige Lösung gefunden werden. Die mobile Ausführung sollte einerseits so klein sein, dass sie auch getarnt in das Fahrzeug eingebaut werden kann, und andererseits ein zum Dopplerpeilverfahren kompatibles Ausgangssignal liefern.
Die Lösung wurde in einer Modifikation des Verfahrens gefunden, welches schon bei dem automatischen Peiler NAP 1 angewendet wurde. Für diesen Peiler wurde eine Antenne mit umlaufender Kardioide eingesetzt; es handelte sich dabei um ein AM-Verfahren. Die umlaufende AM-Charakteristik erhält man durch Kombination einer rotierenden Antenne mit Doppelkreisdiagramm mit einer feststehenden Rundstrahlantenne, deren Ausgangsspannungen unter 0 ° oder 180 ° Phasenwinkel addiert werden. Erfolgt diese Addition jedoch unter einem Phasenwinkel von 90 °, wird aus der Amplituden- eine Phasen- oder Frequenzmodulation. Man erhält auf diese Weise die zur Dopplerpeilantenne kompatible umlaufende PM- bzw. FM-Charakteristik.
Die mobile HF-Peilantenne AP 510 benötigt daher nur 2 gekreuzte Rahmen und im Zentrum eine Rundstrahlantenne. Sie ist daher sehr klein und auch für einen getarnten Einbau geeignet. Es soll in diesem Zusammenhang jedoch nicht verschwiegen werden, dass mit einer Peilantenne dieses Typs aus physikalischen Gründen nur *vertikal polarisierte Raumwellen* gepeilt werden können. Das gilt grundsätzlich für alle Peilverfahren. Die Ortungsgenauigkeit mit den stationären Peilern ist jedoch meist so gut, dass der mobile Einsatz dann im Bereich der Bodenwelle erfolgen kann. •



Die Peilantenne AP 510 ist für den mobilen Einsatz konzipiert.

ALLE REDEN VOM FRIEDEN



UNSERE ARMEE SCHÜTZT IHN!