

Seit Herbst 1980 ist bei der Funkkontrollmeßstelle Krefeld der Deutschen Bundespost ein Rohde & Schwarz-Doppler-Peiler PA 005 in Betrieb, mit dessen Hilfe störende Funkanlagen identifiziert werden sollen. Fernmeldeamtsrat Helmut Hucke berichtet über die Einsatzbedingungen und über seine betrieblichen Erfahrungen mit dem PA 005 im Frequenzbereich 20 bis 200 MHz.

Betriebliche Erfahrungen mit dem Doppler-Peiler PA 005 auf der Funkkontrollmeßstelle Krefeld

Die Anzahl der im VHF- und UHF-Bereich betriebenen Funkanlagen des beweglichen Landfunkdienstes ist in den vergangenen Jahren ständig gestiegen. Damit ist leider auch eine Zunahme der gegenseitigen Störungen verbunden. Zu den Aufgaben des Funkkontrollmeßdienstes gehört es, die durch Funkanlagen verursachten Störungen aufzuklären und nach Möglichkeit beizulegen. Darüber hinaus soll durch allgemeine und besondere Kontrollen erreicht werden, daß die Betreiber von Funkanlagen, welche die technischen oder betrieblichen Auflagen nicht einhalten, über diese Mängel unterrichtet wer-

den, bevor bei anderen Teilnehmern Funkstörungen auftreten. Ein wichtiges Hilfsmittel zur Identifizierung solcher Stationen sind Peiler, die sowohl ortsfest als auch beweglich eingesetzt werden. Die Erfahrung hat gezeigt, daß eine besonders schnelle und damit kostengünstige Bearbeitung gewährleistet ist, wenn Meßaufträge durch ausschließlich stationäre Tätigkeiten erledigt werden können. Hierzu müssen ortsfest eingesetzte Peiler entsprechende technische Eigenschaften aufweisen, die später noch näher erläutert werden.



BILD 1 Antennensystem 20 bis 200 MHz des Breitband-Doppler-Peilers PA 005 im Gelände der Funkkontrollmeßstelle Krefeld.

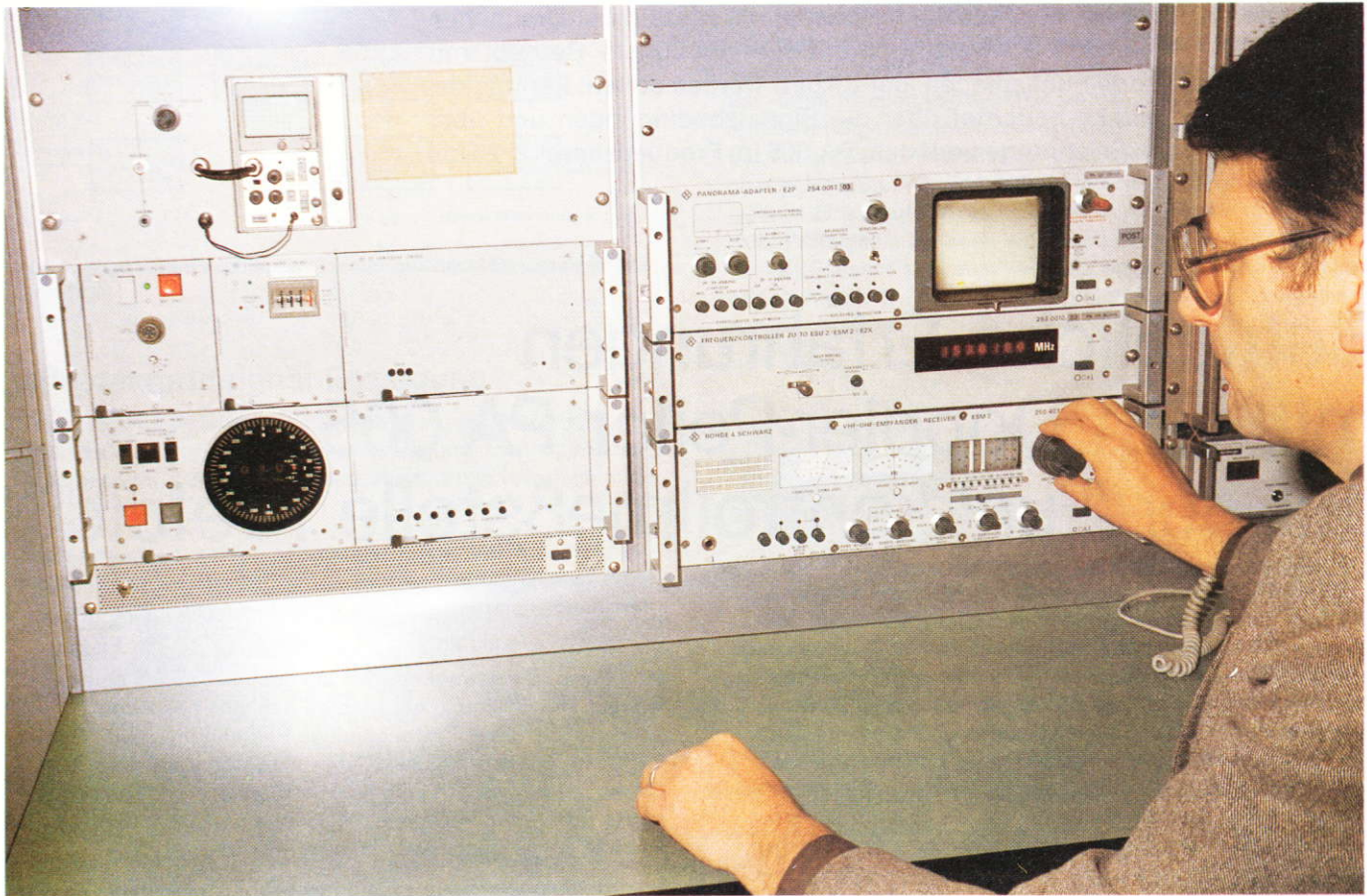


BILD 2 Gerätesatz des Doppler-Peilers PA 005 installiert im Meßplatz.

Fotos: Verfasser

Aufstellungsort des Doppler-Peilers PA 005

Die Funkkontrollmeßstelle Krefeld ist eine der sechs Funkkontrollmeßstellen auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland und Berlin-West. Sie liegt am Rande des Nordrhein-Westfälischen Industriegebietes. In diesem Raum herrscht eine besonders große Dichte der Funkstellen des beweglichen Landfunkdienstes. Berücksichtigt man außerdem den Vorzug einer ortsfesten Bearbeitung von Meßaufträgen, so ergibt sich hieraus der Hauptgrund, weshalb die Funkkontrollmeßstelle Krefeld als erste Dienststelle dieser Art mit dem Breitband-Doppler-Peiler PA 005 [1] ausgerüstet wurde.

Das Gelände der Funkkontrollmeßstelle befindet sich auf dem Windberg am Ortsrand der Gemeinde Rheurdt (etwa 20 km westlich von Duisburg). Die Höhe beträgt rund 70 m über NN. Für das Antennensystem des Peilers wurde ein Schleuderbetonmast errichtet, der 18 m Höhe über Boden aufweist. Damit Beeinflussungen des Antennensystems gering bleiben, wurde ein größtmöglicher Abstand zu anderen Antennenanlagen eingehalten (BILD 1). Eventuell störende fremde Gebäude und sonstige Anlagen sind in einem größeren Umkreis nicht vorhanden. Insgesamt kann der Aufstellungsort der Peilantenne als günstig bezeichnet werden. Obwohl die Gesamthöhe nur etwa 90 m über NN beträgt, ist von der Lage her eine große „Versorgungsreichweite“ zu erwarten, da sich in der weiteren Umgebung keine größeren Erhebungen befinden, die Abschattungen hervorrufen können. Vom Antennensystem führen die erforderlichen Koaxialkabel zum Betriebsraum. Die Empfangs- und Auswerteeinrichtungen sind in einem Meßplatz zusammen mit weiteren Geräten installiert (BILD 2).

Die Anlage wurde am 30. 10. 1980 in Betrieb genommen. Zur Zeit sind auf Grund des vorhandenen Antennensystems Peilungen im Frequenzbereich 20 bis 200 MHz möglich. Die gesammelten Erfahrungen beziehen sich dementsprechend nur auf diesen Frequenzbereich. Es ist geplant, durch Aufsetzen eines zusätzlichen Antennensystems den Frequenzbereich bis 1 GHz zu erweitern.

Eigenschaften des Peilers

Da sich die Funkkontrollmeßstelle Krefeld am Rande des großräumigen Ballungsgebietes befindet, ist es wünschenswert, auch die aus größerer Entfernung oder aus ungünstigen Ortslagen herrührenden schwachen Signale peiltechnisch zu erfassen. Mit örtlichen Empfangsschwierigkeiten ist kaum zu rechnen, da auf Grund des abgelegenen Standortes der Dienststelle Störungen durch elektrische Einrichtungen so gut wie ausgeschlossen sind. Daraus resultiert, daß der ortsfest eingesetzte Peiler eine möglichst **große Empfindlichkeit** haben sollte. Naturgemäß besteht eine gewisse Skepsis gegenüber einer Peileinrichtung, die wegen der erforderlichen Breitbandigkeit nur mit kurzen Antennen ausgerüstet ist und wobei darüber hinaus die Antennen im Gegensatz zu denen bei Maximumpeilern (z. B. VHF-UHF-Umlaufpeiler NP 12 von Rohde & Schwarz) keinen Gewinn aufweisen. Dank der im Antennensystem integrierten Vorverstärker und eines besonderen Filters im Auswerteteil ist jedoch die Empfindlichkeit überraschend gut. Es wurde eine Reihe von Frequenzen getestet; für genaue und stabile Peilwertanzeigen reichen Feldstärkewerte aus, die je nach Frequenzbereich um 0 dB über

1 $\mu\text{V}/\text{m}$ lagen. Damit wird die vom Hersteller angegebene Empfindlichkeit voll erreicht. Trotz der großen Empfindlichkeit des Peilers sind bislang am Standort der Funkkontrollmeßstelle Krefeld **keine** störenden **Intermodulationserscheinungen** festgestellt worden, wobei jedoch ausdrücklich anzumerken ist, daß sich die Funkkontrollmeßstelle weitab von Funkanlagen größerer Leistung befindet.

Die **Genauigkeit** des ermittelten Peilwertes ist ein wesentliches Kriterium für die Beurteilung der Güte eines Peilers. Bei der Abnahme auf der Funkkontrollmeßstelle wurden in dieser Hinsicht verschiedene Frequenzen und Einfallsrichtungen geprüft. Nur in einem Fall wurde eine Abweichung von mehr als 3° festgestellt. Eine Aussage, ob sie system- oder geländebedingt ist, dürfte schwierig sein. Im praktischen Betrieb hat sich herausgestellt, daß auf Grund der guten Peilgenauigkeit keine Funkbeschickungswerte berücksichtigt werden müssen. Es ist nicht bekannt, daß Abweichungen aufgetreten sind, die einen Fehlschluß über den Ursprung einer Aussendung zur Folge gehabt hätten. Die genannte Maximalabweichung wird in der Praxis offensichtlich nie überschritten; nach unseren bisherigen Erkenntnissen ist die Peilgenauigkeit im allgemeinen erheblich besser.

An dieser Stelle sei noch erwähnt, daß sich Schwankungen der Feldstärke nicht auf die Peilung auswirken. Hierdurch lassen sich auch bewegliche Stationen, die Flatterfading aufweisen, einwandfrei peilen, was bei Maximumpeilern mit rotierender Antenne (z. B. NP 12) unter Umständen schwierig ist. Hervorzuheben wäre noch, daß die exakte Ablesemöglichkeit des digital angezeigten Peilwertes einen nicht zu unterschätzenden Komfort darstellt.

Die **Polarisations- und Reflexionsfestigkeit** entspricht ebenfalls voll den Erwartungen. Versuche haben ergeben, daß sogar noch bei Abweichungen von mehr als 70° gegenüber vertikaler Polarisation ein brauchbarer Peilwert zu erzielen ist, dessen Genauigkeit in den meisten Fällen den Anforderungen entspricht. In der Praxis sind solche Extremfälle „schiefliegender“ Polarisation kaum bekannt. Peilungen von eindeutig horizontal polarisierten Aussendungen sind nicht möglich. Entweder fehlt die Anzeige ganz oder aber der signalisierte Peilwert ist falsch. Durch eine integrierte oszilloskopische Kontrolle ist jedoch die Zuverlässigkeit der Peilung jederzeit feststellbar. Eine Aussage darüber, wie sich die Peileinrichtung in Gebieten mit Hochhausbebauung verhalten würde, wo Polarisationsdrehungen in Verbindung mit Reflexionen denkbar sind, ist von der Funkkontrollmeßstelle Krefeld nicht möglich (Anmerkung der Redaktion: siehe hierzu [2]). Dem Verfasser ist jedoch keine Peilerkonstruktion bekannt, die hinsichtlich Polarisations- und Reflexionsfestigkeit eine größere Sicherheit bieten würde.

Bei der Funkkontrolle besteht die Forderung, daß auch kurzzeitige Aussendungen (z. B. absichtliche „Trägerdrücker“) peilbar sind. Der Hersteller nennt für den PA 005 eine minimale **Ansprechzeit** von 0,1 s, ohne weitere Angaben über die Voraussetzungen zu machen. Versuche der Funkkontrollmeßstelle Krefeld haben ergeben, daß bei einem Signal mittlerer Feldstärke in der üblichen Squelch-Schaltung des Empfängers und Automatik-Einstellung des Peilers eine Aussendungsdauer von etwa 0,4 s benötigt wird, bis die Peilwertanzeige aufleuchtet. In der Praxis ist bislang allerdings nicht bekannt geworden, daß die Länge der Auswertzeit zu Schwierigkeiten geführt hätte. Erwähnt sei noch, daß bei entsprechender Einstellung des Peilers auch kürzere Aussendimpulse „gesammelt“ werden können und schließlich eine brauchbare Anzeige liefern. Voraussetzung ist nur, daß der Abstand zwischen diesen Kurzzeitaussendungen nicht zu groß ist und zwischenzeitlich keine anderen Stationen auftreten.

Grenzen und Vorzüge

Wenn eine Frequenz gleichzeitig mit mehreren Aussendungen aus unterschiedlichen Richtungen belegt ist, zeigt der Peiler die Richtung zum stärksten Sender an. Dies kann unter Umständen zur Folge haben, daß auf stark belegten Frequenzen des beweglichen Landfunkdienstes abgewartet werden muß, bis sich eine zu peilende, aber schwach einfallende Station allein auf der Frequenz befindet. In der Praxis haben diese „Wartezeiten“ bei der Funkkontrollmeßstelle Krefeld bislang jedoch kaum Peilungen von gewünschten Aussendungen verhindern können.

Exakt horizontal polarisierte Aussendungen führen, wie bereits erwähnt, zu keiner verwertbaren Peilanzeige. Dieser Punkt trifft zwar bei Stationen des beweglichen Landfunkdienstes im allgemeinen nicht zu, kann aber deshalb nicht übergangen werden, da der Funkkontrollmeßdienst Arbeitsaufträge zu erledigen hat, die alle Aussendungen des Funkpektrums betreffen. Auf eine zusätzliche Peileinrichtung für horizontal polarisierte Aussendungen kann deshalb nicht verzichtet werden; hierfür steht in Krefeld der VHF-UHF-Umlaufpeiler NP 12 zur Verfügung.

Da der PA 005 auch im unteren Frequenzbereich (ab 20 MHz) noch ausgezeichnete Empfindlichkeit aufweist, wurden hier ebenfalls Peilversuche durchgeführt. Dabei scheint die Anlage selbst bei Sendarten wie A1A und J3E (frühere Bezeichnung A3J) noch exakte Ergebnisse zu bringen. Leider ergeben sich in diesem Frequenzbereich Schwierigkeiten, deren Ursache im wesentlichen in der zu großen ZF-Bandbreite des Empfängers ET 001 [3] liegt (minimal 15 kHz), so daß der Einsatz nur in bestimmten Fällen möglich ist.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß der Breitband-Doppler-Peiler PA 005 eine Reihe von Vorzügen aufweist, die bei den bislang bekannten Peileinrichtungen nur teilweise zu finden sind. Hier seien besonders hervorgehoben:

- großer Frequenzbereich,
- sehr gute Empfindlichkeit,
- große Peilgenauigkeit,
- geringe Ansprechzeit,
- problemlose Bedienung (keine Eichung erforderlich),
- einfache Ablesung des Peilwertes.

Da die angesprochenen Kriterien durchweg positiv beurteilt worden sind, kann festgestellt werden, daß der Doppler-Peiler PA 005 die an ihn gestellten Erwartungen bisher weitestgehend erfüllt hat.

Helmut Hucke

LITERATUR

- [1] Ernst, B.: Breitband-Doppler-Peiler PA 005 für die Funckerfassung. Neues von Rohde & Schwarz (1978) Nr. 80, S. 10-13.
- [2] Ernst, B.: Ortung in der Stadt mit VHF-UHF-Doppler-Peilern. Neues von Rohde & Schwarz (1980) Nr. 91, S. 26-30.
- [3] Knirsch, H.; Danzeisen K.; Zirwick, K.; Fritze, B.: VHF-UHF-Empfangseinrichtung ET 001. Neues von Rohde & Schwarz (1975) Nr. 69, S. 8-12.

KURZDATEN BREITBAND-DOPPLER-PEILER PA 005

Frequenzbereich	20...200...1000 MHz (zwei Antennensysteme)
Systemfehler	1° (1σ)
Grenzeempfindlichkeit	5 $\mu\text{V}/\text{m}$ (bei 20 MHz)
für $\pm 2^\circ$ Peilanzweigung	2 $\mu\text{V}/\text{m}$ (bei 200 MHz)
bei Außenrauschtemperatur	
$T_A = 300\text{ K}$	
Erforderliche Signaldauer	$\geq 0,1\text{ s}$
Stromversorgung	
Netz	220 V/45...60 Hz, 350 VA
Batterie	21,5...28 V, 450 VA

NÄHERES LESERDIENST KENNZIFFER 99/7