

Aus: „Horstmann, B. (Hrsg.): Funkpeilen, gestern – heute – morgen. Maximilian Wächtler, 80 Jahre, Schrift der Dr. Wächtler GmbH, Hamburg, 1980“ pp. 109 - 117

Eugen Meinel

Dr.-Ing. Oberpostdirektor a. D. Geb. 1906 in Nürnberg

Dr.-Ing. Eugen Meinel war langjähriger Funkreferent im Fernmeldetechnischen Zentralamt Darmstadt und für die Technik, Planung und den Aufbau von Großsenderanlagen für Rundfunk- und kommerzielle Zwecke im Lang- Mittel- und Kurzwellenbereich. Seine letzte und größte Ingenieuraufgabe war die funktechnische Prellung der KW RfStt Wertachtal bei Buchloe, die mit ihnen neun Großleistungssendern von je 500 kW Trägerleistung die modernste Kurzwellen- Rundfunkstation von ganz Europa ist.

EINIGE SONDERFÄLLE DER DEUTSCHEN FUNKPEILTECHNIK IM RUNDFUNKKRIEG DES 2. WELTKRIEGES

Berufene Experten haben die erfolgreichen Forschungen und Entwicklungen auf dem Gebiet der Funkpeiltechnik (insbesondere die Entwicklung des sehr verbreiteten Sichtfunkpeilempfängers) sehr anschaulich dargelegt. Mein Beitrag zur Festschrift anlässlich des 80. Geburtstages von Dr. Maximilian Wächtler soll daher zur Ergänzung einige interessante Sonderentwicklungen der deutschen Funkpeiltechnik im 2. Weltkrieg behandeln. In erster Linie betrifft dies die Ausarbeitung von Richtlinien für den Bau und Betrieb von Rf-Störsendern im Lang-, Mittel- und Kurzwellenbereich sowie die Entwicklung eines Einsprechsenders, der nach dem Verfahren der trägerlosen Einseitenband-Modulation mit drahtloser Fernsteuerung durch den gewobbelten gegnerischen Träger arbeitete, auf den auch bei Wobbelung der gegnerischen Trägerfrequenz erfolgreich angesprochen werden sollte.

1) Richtlinien für den Bau und Betrieb von Rf-Störsendern im Lang-, Mittel- und Kurzwellenbereich

Bei der Planung und dem Aufbau von Rf-Störsendern in den vorgenannten Wellenbereichen waren folgende Hauptfaktoren zu berücksichtigen:

- 1) Standorte und Leistungen der gegnerischen Sendergruppe, die z. B. Im Gleichwellenbetrieb das gleiche Programm ausstrahlte,
- 2) Lage und Größe des Rf-Versorgungsgebietes, in dem der Empfang der gegnerischen Propagandasender restlos zugedeckt werden sollte,
- 3) die Ausbreitungsverhältnisse der in Frage kommenden Störwellen, was vor allem für die Kurzwellen besonders wichtig war.

Laborversuche im Reichspostzentralamt in Berlin-Tempelhof ergaben, daß eine 100%ige Störung und Zudeckung nur an den Empfangsorten erzielt werden konnte, an denen die Empfangsfeldstärken der auf gleicher Welle arbeitenden Störsender mindestens 1,5- bis 2,0 mal so groß waren wie die Empfangsfeldstärken der zu bekämpfenden gegnerischen Propagandasender. Damit der Empfang der feindlichen Propagandasender in einem bestimmten Rf-Versorgungsgebiet (z. B. Belgien und Nordfrankreich) so stark zugedeckt wurde, daß sie mit normalen Rf-Empfängern nicht mehr abgehört werden konnten, war es zweckmäßig, mehrere Störsender von etwa 1 bis 5 kW Trägerleistung schachbrettartig über das zuzudeckende Rf-Versorgungsgebiet zu verteilen. Anzustreben war natürlich ein so wirkungsvoller Störsendereinsatz, daß selbst ein Richtempfang der gegnerischen Propagandasendungen mit einem hochwertigen Peilempfänger nicht mehr möglich war. Zunächst sollen die wirksamsten Rf-Störverfahren erörtert werden.

A) Wobbelung der Trägerfrequenz des Rf-Störsenders

Das einfachste und bekannteste Störverfahren bestand darin, daß der Störsender bei Oberstrich betrieben wurde, d. h. seine volle Leistung ausstrahlte, wobei seine Trägerfrequenz mit einem Frequenzhub von + 2000 bis + 3000 Hz im Rhythmus von 2 bis 10 Hz gewobbelte wurde. Hierbei traten am Empfangsort Interferenzstörungen zwischen der konstanten Trägerfrequenz und den beiden Seitenbändern des gegnerischen Propagandasenders einerseits und der veränderlichen Trägerfrequenz des Störsenders andererseits auf. Die variable Trägerfrequenz des Rf-Störsenders mußte hierbei die Frequenzbandbreite des gegnerischen Senders vollkommen überstreichen. Zur erfolgreichen Zudeckung der gegnerischen Sprache war ein Frequenzhub von +- 2000 bis +-3000 Hz erforderlich. Zur Vermeidung von Interferenzstörungen in den Nachbarkanälen durfte jedoch der Frequenzhub der Störträgerfrequenz das Hochfrequenzband des gegnerischen Senders nicht wesentlich überschreiten.

Das Wobbeln der Trägerfrequenz des Störsenders führte man am einfachsten mit Hilfe eines durch einen kleinen Motor angetriebenen Feindrehkondensators in der Steuerstufe des Störsenders durch. Ein zu kleiner Frequenzhub des gewobbelten Störsenders von z. B. nur ± 500 Hz war wegen der zu geringen Störwirkung zu vermeiden. Schaltete man bei den KW-Störsendern zwischen der Steuerstufe und den Leistungsverstärkerstufen Frequenzverdoppleroder -vervielfacherstufen zwischen, dann mußte der Frequenzhub in der Steuerstufe entsprechend niedriger gehalten werden.

B) Wobbelung und gleichzeitige Amplitudenmodulation des Rf-Störsenders

Laborversuche im Reichspostzentralamt ergaben, daß Störverfahren, die als Störmodulation z. B. die Störgeräusche von Motoren und Heilgeräten verwendeten, wegen der zu tiefen Frequenzen zur Sprachbekämpfung nicht geeignet waren. Die gegnerische Sprache ließ sich dagegen erfolgreich zudecken nur durch ein Störgeräusch, das die gleichen Niederfrequenzen mit der gleichen spektralen Energieverteilung enthielt wie die Sprache des Gegners. Man war daher auf den Gedanken gekommen, die

gegnerische Sprache ebenfalls durch eine Sprache zu bekämpfen. Eingehende Versuche zeigten jedoch, daß man bei gleichzeitigem Abhören von zwei Gesprächen gleicher Lautstärke sich jeweils auf das eine oder das andere Gespräch konzentrieren kann. Dies ist umso verständlicher, als in den Pausen des einen Gespräches das andere Gespräch völlig störungsfrei abgehört werden kann. Die damalige Reichsrundfunkgesellschaft hatte eine sehr wirkungsvolle Störgeräuschplatte entwickelt, die gleichzeitig mehrere pausenlose Gespräche mit niederfrequenten Heultönen gemischt wiedergab. Derartige Störgeräuschplatten wurden unter der Bezeichnung "Rhabarberplatte" bzw. "Volksgemurmplatte" bekannt.

Durch die Kombination des Wobbelstörverfahrens mit dem Verfahren der zusätzlichen Amplitudenmodulation des Störsenders mit diesen Störgeräuschplatten erzielte man äußerst wirksame Störungen. Der Rf-Störsender wurde hierbei als normaler Telefonesender mit Mittelstricheinstellung betrieben und seine Steuerstufe mit einem Feindrehkondensator gewobbelt. Da das Spektrum der Störgeräuschplatte bereits eine Frequenzbandbreite von etwa 2000 bis 3000 Hz hatte, stellte man bei diesem kombinierten Störsenderverfahren den Frequenzhub zweckmäßigerweise wesentlich kleiner als beim ersten Störverfahren ein, z. B. auf nur etwa + 1200 Hz, da sonst der Rf-Störsender wegen seiner zu großen Frequenzbandbreite den Empfang frequenzbenachbarter Rundfunksender beachtlich hätte stören können.

Ausführliche Laborversuche zeigten, daß sehr regelmäßige Störgeräusche wie z. B. das Störspektrum eines Schnarrsummers oder sehr periodische Störgeräusche wie z. B. ein einziger NF-Heulton von (950 + 650) Hz relativ gering stören, da sich das Ohr an diese regelmäßigen und periodischen Störgeräusche mit der Zeit gewöhnt und sie weitgehend ausschaltet.

Im RPZ-Senderlabor wurde ein sehr wirksamer elektrischer Störgenerator entwickelt, der auf rein elektrischem Wege mit Hilfe von Kippschwingungen ein Niederfrequenzspektrum mit einer Bandbreite von 2000 bis 3000 Hz erzeugte. Durch Verlegung der Maximalamplituden in den Frequenzbereich größter Ohrempfindlichkeit und Vermeidung von Spannungsspitzen erzielte man eine Störwirkung, die wesentlich größer war als die der oben erwähnten RRG-Störgeräuschplatte. Während des 2. Weltkrieges wurden insgesamt 60 derartige Störgeneratoren im RPZ gebaut und auf allen von der DRP betriebenen Rf-Störsendern sehr erfolgreich eingesetzt. Auch das Oberkommando der Wehrmacht hatte damals nach unserem Schaltplan etwa 80 Störgeräte in Brüssel nachbauen lassen und auf ihren Rf-Störsenderstationen betrieben. Ferner benutzte unsere Luftwaffe unsere Störgeneratoren, um den Funksprechverkehr der gegnerischen Flieger von Bord zu Bord erfolgreich zuzudecken.

C) Trägerlose Zweiseitenbandmodulation des Rf-Störsenders

Bei einem sehr wirkungsvollen Rf-Störverfahren kommt es darauf an, die beiden Seitenbänder der zu bekämpfenden gegnerischen Sendungen restlos zuzudecken. Es liegt daher nahe, die gesamte Strahlungsleistung des Rf-Störsenders in seine beiden Seitenbänder restlos hineinzupumpen und somit trägerlose Zweiseitenband-Störsendungen durchzuführen. Folgender Amplitudenvergleich zeigt den beachtlichen Vorteil des trägerlosen Rf-Störsenderverfahrens gegenüber der normalen Zweiseitenband-Störsendung mit Trägerausstrahlung und ohne Wobbelung der Störträgerfrequenz. Wir vergleichen die Empfangsfeldstärken von zwei Rf-Störsendern gleicher Gesamtstrahlungsleistung, von denen der eine die Trägeramplitude 1 hat und der Einfachheit halber mit einem einzigen Störmodulationston 100%ig ausgesteuert ist. Die gesamte Hochfrequenzleistung beträgt hierbei 1,5, die beim 2. Störsenderverfahren in die beiden Seitenfrequenzen hineingepumpt wird. Die Leistung der beiden Störseitenfrequenzen ist dreimal so groß wie beim Störsender mit Trägerausstrahlung. Somit sind die Amplituden der trägerlosen beiden Störseitenfrequenzen um den Faktor $\sqrt{3} = 1,73$ größer als beim Störsenderverfahren mit Trägerausstrahlung und gleicher Gesamtstrahlungsleistung. Hierbei wird die unerwünschte Trägeramplitude in einer Gegentaktmodulationsschaltung unterdrückt, z. B. in der bekannten Ringmodulatorschaltung oder in einer Röhrengentaktmodulationsschaltung. Das trägerlose Rf-Störsenderverfahren wird man nur in besonders gelagerten Fällen anwenden, da das Rf-Störsenderverfahren mit Trägerausstrahlung einen wesentlich geringeren technischen Aufwand erfordert.

Zur Sicherstellung eines erfolgreichen Störsendereinsatzes müssen die Störwirkungen in den zuzudeckenden Rf-Versorgungsgebieten laufend überwacht werden, damit die Rf-Störsender auch genau auf den Frequenzbändern der gegnerischen Sender liegen. Hierbei hat es sich als sehr zweckmäßig erwiesen, wenn die Rundfunküberwachungsstellen mit den Rf-Störsendern telefonisch in Verbindung stehen und die Störwirkungen am Ausgang der Abhörempfänger über die Telefonleitungen zu den Rf-Störsendern weiterleiten, damit das Senderpersonal die Trägerfrequenz des Störsenders auf die Trägerfrequenz des gegnerischen Senders genau einschweben kann.

II) Einsprechen in die Propagandasendungen des Gegners nach dem Verfahren der trägerlosen Einseitenbandübertragung mit drahtloser Fernsteuerung des Einsprechsenders durch die gewobbelte gegnerische Trägerfrequenz

A) Allgemeine Gesichtspunkte

Der Rundfunk hatte im 2. Weltkrieg besondere Aufgaben als scharfe Kriegswaffe zu erfüllen. In erster Linie sollten die Propagandasendungen die eigene Bevölkerung ermutigen und die gegnerische Bevölkerung demoralisieren zur Brechung ihrer Widerstandskraft. Da bei Ausbruch des 2. Weltkrieges am 1. September 1939 der Rundfunk in den meisten kriegführenden Ländern bereits weitgehend ausgebaut war, konnte ein sehr großer Teil der gegnerischen Bevölkerung durch derartige Propagandasendungen angesprochen werden. Wegen der großen Bedeutung des Rundfunks in der modernen Kriegführung wurden diese Sendungen unmittelbar von den Propaganda- oder Informationsministerien gesteuert. Außerdem wurde der eigene Rundfunk zur Durchgabe von getarnten Nachrichten an im Hinterland des Gegners tätige Agentengruppen herangezogen. Hierbei wurden z. B. bestimmte Zahlengruppen durchgegeben. Die folgenden funktechnischen Angriffswaffen des Rundfunks im Lang-, Mittel- und Kurzwellenbereich wurden mit bestem Erfolg eingesetzt:

1) für den Gegner bestimmte Nachrichtensendungen auf den eigenen Trägerfrequenzen,

2) Einsprechen in die Sendungen des Gegners auf seinen Trägerfrequenzen nach dem Verfahren der trägerlosen Einseitenbandübertragung,

3) Einsprechen in die gegnerischen Sendungen nach dem unter 2) genannten Verfahren, jedoch mit drahtloser Fernsteuerung des Einsprechsenders durch die gewobbelte gegnerische Trägerfrequenz.

Die von der Deutschen Reichspost im 2. Weltkrieg angewandten Gegenmaßnahmen zur sehr wirksamen Bekämpfung der obigen Angriffswaffen des Rundfunkkrieges sollen jetzt ausführlich mitgeteilt werden.

B) Maßnahmen gegen das feindliche Einsprechverfahren

Im Herbst 1941 hat die Sowjetunion das Einsprechen auf die Trägerfrequenzen des Gegners nach dem Verfahren der trägerlosen Einseitenbandübertragung zum ersten Mal gegen Deutschland auf der Trägerfrequenz 191 kHz des Deutschlandsenders angewandt. Später sprachen die Russen auch auf der deutschen Gleichwelle 950 kHz (die Großrundfunksender Breslau, Heilsberg, Gleiwitz) und auf mehrere deutsche Kurzwellensender ein. Hierbei streuten die Russen in die kurzen Sprechpausen des deutschen Nachrichtendienstes schlagfertige Zwischenrufe ein, mit denen sie die deutsche Bevölkerung zu demoralisieren versuchten. Das Einsprechen nach dem Verfahren der trägerlosen Einseitenbandübertragung hatte hierbei folgende Vorteile:

1) Die Maximalleistung des Einsprechsenders wird restlos in das zu übertragende Seitenband hineingepumpt.

2) Am jeweiligen Empfangsort spielt die Phasenlage zwischen dem trägerlosen Einseitenband des Einsprechsenders und der gegnerischen Trägerfrequenz und ihren beiden Seitenbändern überhaupt keine Rolle, so daß bei richtiger Frequenzlage des Einsprechsenders das Eingesprochene vollkommen verzerrungsfrei abgehört werden kann. Hierbei sind Frequenzabweichungen der am Einsprechsender unterdrückten Trägerfrequenz und der gegnerischen Trägerfrequenz bis zu ± 100 Hz noch zulässig, wie ausführliche Verständlichkeitsversuche im Zentrallaboratorium der Firma Siemens & Halske damals bewiesen haben. Die erste deutsche Abwehr gegen dieses russische Einsprechen bestand in der pausenlosen Durchsage der deutschen Nachrichten, damit die Russen ihre Zwischenrufe nicht mehr einstreuen konnten. Diese behelfsmäßige Sofortmaßnahme wurde schnell durch die folgenden sehr wirksamen Funkgegenmaßnahmen abgelöst.

Zur Unverständlichmachung des von den Russen Eingesprochenen wurde die deutsche Trägerfrequenz 191 kHz mit einem Frequenzhub von etwa $+ 500$ bis $+ 800$ Hz im Takte von etwa 2 bis 10 Hz gewobbelt. Der Frequenzhub durfte jedoch nicht wesentlich kleiner sein, da sonst das Eingesprochene noch verständlich geblieben wäre. Andererseits durfte man den Frequenzhub nicht wesentlich größer machen, da sonst das Abhören der deutschen Nachrichten durch Verstimmungseffekte im Empfänger stark beeinträchtigt wurde.

Die Abwehrmaßnahmen gegen das russische Einsprechen auf der deutschen Gleichwelle 950 kHz erforderten dagegen einen wesentlich größeren technischen Aufwand. Hierbei konnte das sehr einfache Verfahren der unabhängigen Wobbelung der deutschen Gleichwellensender nicht in Frage kommen, da sonst die Verwirrungsgebiete des deutschen Gleichwellen-Sendernetzes zu stark vergrößert worden wären, Außerdem hätte ein synchrones Wobbelverfahren der deutschen Gleichwellensender einen sehr großen technischen Aufwand mit einer längeren Entwicklungszeit erfordert. Statt dessen wandte man das sogenannte "Umspringverfahren" an, bei dem von der zentralen Überwachungsstelle in Berlin aus das Senderpersonal angewiesen wurde, die Quarzsteuerstufen der Gleichwellensender von dem Betriebsquarz auf einen um 500 Hz höheren oder niedrigeren Ausweichquarz umzuschalten. Sobald jedoch die Russen ihre am Einsprechsender unterdrückte Trägerfrequenz nachgezogen hatten, mußte man auf den normalen Betriebsquarz oder auf den entgegengesetzten Ausweichquarz schnellstens umschalten, damit das Eingesprochene unverständlich blieb, ein richtiges Katz- und Mausspiel.

C) Das Prinzip der drahtlosen Fernsteuerung des Einsprechsenders durch den gewobbelten gegnerischen Träger

Das russische Einseitenband-Einsprechverfahren wurde vom Autor dieses Beitrages und seinen Mitarbeitern im Senderlabor des Reichspostzentralamtes in Berlin-Tempelhof weiterentwickelt. Der Verfasser stellte sich die funktechnische Aufgabe, daß das von deutscher Seite z. B. gegen England Eingesprochene auch dann noch verständlich bleiben sollte, wenn der Gegner von der Abwehrmaßnahme des Wobbelns seiner Trägerfrequenz Gebrauch machen würde. Dieses funktechnisch komplizierte Problem kann man durch drahtlose Fernsteuerung mit dem gewobbelten gegnerischen Träger erfolgreich lösen. Mein drahtloses Fernsteuerverfahren hatte ich damals zum Geheimpatent angemeldet. Seine Hauptschwierigkeit bestand darin, den amplituden- und zur Abwehr gleichzeitig frequenzmodulierten gegnerischen Träger von seiner Amplitudenmodulation zu befreien und nur seine Frequenzmodulation zur drahtlosen Fernsteuerung des deutschen Einseitenband-Einsprechsenders auszunutzen. Der wesentliche Vorteil war hierbei, daß der Gegner beim synchronen Mitwobbeln des Einsprechsenders das von deutscher Seite Eingesprochene nicht unverständlich machen konnte.

Das funktechnische Problem des Herausfischens der gegnerischen Frequenzmodulation wurde durch folgenden Kunstgriff sehr elegant gelöst: Durch Vorversuche an einem Telefunken-Superhetempfänger mit automatischer Scharfabstimmung wurde experimentell nachgewiesen, daß eine um etwa 1700 Hz von der Sollfrequenz abweichende Zwischenfrequenz durch selbsttätige Nachregelung der Oszillatorfrequenz bis auf etwa 100 Hz mit der Sollfrequenz in Einklang gebracht werden kann. Es wurden daher Frequenzschwankungen von $+ 500$ Hz der mit einem sehr trennscharfen Peilempfänger empfangenen gegnerischen Trägerfrequenz durch die automatische Scharfabstimmung des Peilempfängers bis auf Frequenzschwankungen von etwa $+ 30$ Hz in der Zwischenfrequenz ausgeregelt. Durch den Regelvorgang der automatischen Scharfabstimmung wurde die Frequenzmodulation des gegnerischen Trägers nahezu hubgetreu und vollständig synchron auf die Oszillatorfrequenz des deutschen Peilempfängers übertragen, wobei die ankommende gegnerische Trägerfrequenz mit der Oszillatorfrequenz des Peilempfängers auch beim Wobbelvorgang eine nahezu frequenzkonstante Zwischenfrequenz bildete. Durch Überlagerung der

gewobbelten Oszillatorfrequenz mit einer Quarzfrequenz von der Größe der Zwischenfrequenz ließ sich dann eine Trägerfrequenz ableiten, die bei gleichem Wobbelhub mit der amplituden- und frequenzmodulierten gegnerischen Trägerfrequenz synchron lief, jedoch frei von der für unsere Steuerungszwecke unerwünschten gegnerischen Amplitudenmodulation war. Lediglich durch die Zeitkonstante der automatischen Scharfabstimmung trat eine sehr geringe Abweichung der abgeleiteten Trägerfrequenz von der gegnerischen Trägerfrequenz auf, die vernachlässigt werden konnte, solange die gegnerische Wobbelgeschwindigkeit nicht mehr als 2 bis 10 Hz betrug. Die auf diese Weise abgeleitete frequenzmodulierte Trägerfrequenz wurde schließlich zur Steuerung des deutschen Einsprechsenders herangezogen.

Das mit drahtloser Fernsteuerung arbeitende deutsche trägerlose Einseitenband-Einsprechverfahren sollte auf den englischen Trägerfrequenzen 668, 767, 804, 877, 1050 und 1149 kHz eingesetzt werden. Es wurde am 100-kW Mittelwellen-Rundfunksender Osterloog bei Norddeich erfolgreich erprobt. Der praktische Einsatz unseres Einsprechverfahrens sollte vom deutschen Propagandaministerium befohlen werden. Mir ist leider nicht bekannt, ob es während des 2. Weltkrieges zum Einsatz gelangte, um z. B. die Reden englischer Politiker empfindlich zu stören. In dem sehr interessanten Aufsatz "Rundfunkkrieg" meines RPZ-Kollegen Dr. Emil Wolf, der ebenfalls bis zum Kriegsende Anfang Mai 1945 als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Reichspostzentralamt in Berlin-Tempelhof tätig war, ist mein drahtloses Fernsteuerungsverfahren mit der Überschrift "Seitenbandeinsprechen mit Schleppträger" beschrieben worden. Sein aufschlußreicher Aufsatz erschien in den Technischen Mitteilungen der PTT, 1947, Heft 2, S. 64-72.

Für den Einsatz meines trägerlosen und mit drahtloser Fernsteuerung arbeitenden Einseitenband-Einsprechverfahrens war der 100-kW-Mittelwellen-Rundfunksender Osterloog deshalb besonders geeignet, weil er eine Richtstrahl-Sendeantenne mit der Hauptstrahlrichtung nach England besaß. Sie bestand aus zwei gespeisten und acht strahlungsgekoppelten Rohrmasten von je 120 m Höhe. Bei dieser scharf gebündelten Richtstrahlantenne konnte die eigene Einsprechsendung im abgesetzten Peilempfänger sehr gut ausgeblendet werden.

Literatur:

- 1) Technischer Bericht Nr. 711 des R RPZ: "Richtlinien für den Bau und Betrieb von Rf-Störsendern" vom 5. Februar 1942.
Verfasser: Dr.-Ing. Eugen Meinel.
- 2) Technischer Bericht Nr. 730 des RPZ: "Ein neuer Störgenerator" vom 28. August 1942.
Verfasser: Ingenieur Ernst Twardawa
- 3) Emil Wolf (Wien): "Rundfunkkrieg". Technische Mitteilungen der PTT, (1947), Heft 2, S. 64-72