

I. Die Metox-Affaire

Obwohl kein direkter Zusammenhang zwischen dem Einsatz des Metox-Empfängers einerseits und Huff-Duff und der Funkführung der U-Boote andererseits besteht, wollen wir hier doch kurz auf den Metox eingehen, da dieses Gerät in den meisten Publikationen über die "Schlacht im Atlantik" erwähnt wird, ohne daß dabei den technischen Hintergründen nachgegangen würde.

Bekanntlich befanden sich die wichtigsten U-Boot-Stützpunkte am Golf von Biskaya, von Brest im Norden über Lorient, Saint-Nazaire, La Pallice (bei La Rochelle) und Bordeaux im Süden [112], vgl. Karte 2. Nahezu alle U-Boote, die bis Mitte 1944 im Atlantik oder im Indischen Ozean operierten, hatten hier ihre Heimatbasis. Die Biskaya wurde demzufolge ständig sowohl von zum Einsatz auslaufenden als auch von zurückkehrenden U-Booten befahren. Die Engländer setzten alles daran, die U-Boote soweit wie möglich hier aufzuspüren und zu jagen, denn dieses Seegebiet lag in Reichweite der auf den Britischen Inseln stationierten Luftstreitkräfte.¹ Dagegen war bis Mitte 1943 die Überwachung im Luftraum über dem Atlantik noch sehr lückenhaft, und die U-Boote konnten unbehelligt über Wasser marschieren, solange sie sich von den Gebieten fernhielten, die von den Alliierten aus der Luft kontrolliert werden konnten. In den Zeitungen erschienen damals denn auch regelmäßig Fotos von im Meer badenden U-Boot-Besatzungen.

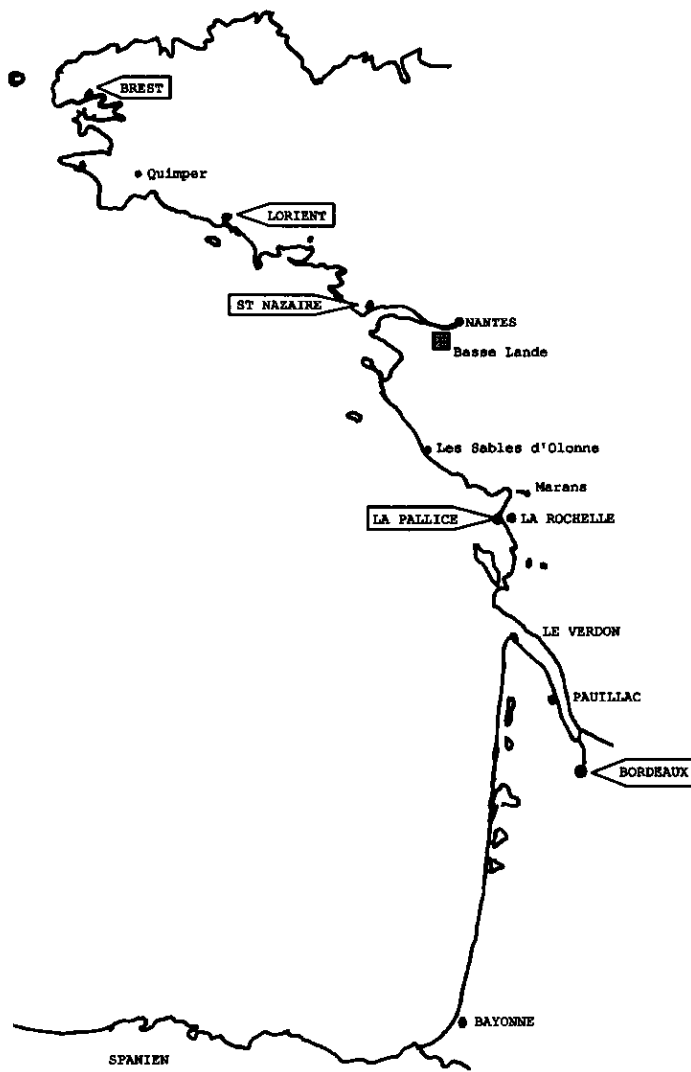
Im Lauf der Zeit nahmen die deutschen Verluste im Golf von Biskaya in besorgniserregender Weise zu. Seit Sommer 1942 mehrten sich vor allem Meldungen über nächtliche Angriffe durch Flugzeuge, die plötzlich und unerwartet anfliegen, über Wasser laufende U-Boote mit einem starken Scheinwerfer anleuchteten und das nun deutlich sichtbare Ziel attackierten,² ohne daß die Boote vor dem überraschenden Angriff noch wegtauchen konnten.³

1 Wolfgang Hirschfeld gibt in [103] eine anschauliche Beschreibung der damaligen Verhältnisse in diesem Seegebiet. Er war seinerzeit Funkmaat an Bord von U 109 mit Heimathafen Lorient und mußte die Biskaya mehrmals durchqueren. In seinem sehr lesenswerten Buch erwähnt er nichts von dem Einsatz eines Warnempfängers.

2 Vgl. dazu [38, Kap.IV, S.25]. Dort heißt es aus der Feder eines ehemaligen U-Boot-Kommandanten (englischer Originaltext): "In June 1942 the first dark night attack was made in the Bay of Biscay when a U-Boat was caught in the beam of a searchlight which switched on suddenly 1,000 to 2,000 meters away. Before the fire could be opened an aircraft, with a powerful light in its nose, roared over the conning tower at low level..." - Diese Angriffstechnik wurde nach [113, S.157] ab März 1942 eingeführt. Nach derselben Quelle patrouillierten die Flugzeuge des Coastal Command in 2.000 Fuß, das sind etwa 600 m Höhe über dem Meeresspiegel. Es bedarf keiner besonderen Erklärung, daß der Einsatz von Bordwaffen und Wasserbomben aus geringer Höhe besonders effektiv war.

3 Bei Alarmtauchen dauerte es mindestens 30 bis 40 s, bis das U-Boot vollständig unter Wasser war. Die Fluggeschwindigkeit lag damals bei 100 bis 150 m/s. Selbst bei nur 100 m/s legt ein Flugzeug in 40 s 4.000 m zurück. Befand es sich also nicht zu weit von dem georteten Ziel, als es den Scheinwerfer einschaltete, hatte es hinreichend Zeit, seinen Angriff zu fliegen.

Viele Boote wurden so vernichtet oder zumindest beschädigt.⁴



Karte 2: Die U-Boot-Stützpunkte an der Biskaya

Der deutschen Führung war schnell klar, daß der Gegner Radar einsetzte und daß die U-Boote jetzt rund um die Uhr geortet und gejagt werden konnten. In der Tat waren die Flugzeuge des britischen Coastal Command mit dem ASV Mark II Bordradar⁵ ausgerüstet, einem Gerät, das auf der Frequenz von 200 ± 15 MHz (etwa 1,5 m) arbeitete; der gleichzeitig installierte, mit diesem gekoppelte Scheinwerfer war das sogenannte Leigh Light. Die deutsche Reaktion ließ nicht lange auf sich warten: Was war in dieser Situation logischer, als den Booten einen Warnempfänger - Funkmeßbeobachtungsgerät (Fu MB) genannt - mitzugeben, mit dessen Hilfe sie so rechtzeitig die britischen Radarimpulse auffangen konnten, daß sie sich der Gefahr durch Tauchen entziehen konnten?

4 abgesehen von Verlusten durch alliierte Unterseeboote und durch von diesen oder von Flugzeugen gelegte Minen

5 ASV = Anti Surface Vessel Radar = Schiffssuchgerät

Die angespannte Lage der überlasteten deutschen Industrie ließ es zu diesem Zeitpunkt nicht zu, kurzfristig einen solchen Warnempfänger in größeren Stückzahlen zu produzieren, weswegen zunächst die Industrie der besetzten Gebiete⁶ eingeschaltet wurde. Die französische Industrie lieferte als Übergangslösung den sogenannten Metox-Empfänger (R 600 A). Nach Fritz Trenkle ist nicht geklärt, ob das NVK der Kriegsmarine auf die Entwicklung dieses Empfängers durch Auflagen Einfluß nahm oder ob es sich dabei um einen eigenständigen französischen Entwurf handelt. Ein Studium des Schaltbilds läßt eher an die zweite Möglichkeit denken. Dieser Warnempfänger mit dem Frequenzbereich 113-484 MHz wurde unter der Bezeichnung Fu MB 1 im Sommer 1942 bei der Truppe eingeführt und den auslaufenden Booten an Bord gegeben (Bild 19).



Bild 19: Der Empfänger "Metox" (Fu MB 1)

Der Metox-Empfänger gewährte den Booten zunächst einen gewissen Schutz gegen feindliche Angriffe aus der Luft. Während dieser Atempause betrieb man auf deutscher Seite die Entwicklung einer Reihe von Warnempfängern mit unterschiedlichen Frequenzbereichen. Es handelt sich um die Empfänger Fu MB 4 "Samos" und Fu MB 5 "Fanö" der Firma Dr. Rohde & Dr. Schwarz in München und den Panoramaempfänger⁷ Fu MB 8 (WAnz g 1) "Zypern I"

6 Belgien, Dänemark, Frankreich, die Niederlande, Norwegen

7 Hier wird ein gewisser Frequenzbereich auf der horizontalen Achse einer Kathodenstrahlröhre dargestellt. Der Leuchtpunkt durchläuft die Anzeigebasis in schneller Folge von links (niedrigste Frequenz) nach rechts (höchste Frequenz). Wird ein Signal empfangen, dann wird dieses in Abhängigkeit von seiner Frequenz als vertikale Linie auf der Anzeigebasis dargestellt. Die Frequenz des Signals kann

der Firma Hagenuk in Kiel.⁸ Aus dem letztgenannten entstand später das verbesserte Fu MB 9 (Wanz g 2) "Zyperm II".⁹ Diese Empfänger waren von August 1943 an einsatzreif.

Aber bereits Ende 1942/Anfang 1943 war man auf deutscher Seite, ohne es zu wissen, trotz aller Anstrengungen ins Hintertreffen geraten. Denn von Frühjahr 1943 an wurden die Flugzeuge des Coastal Command nach und nach auf den neuen ASV Mark III umgerüstet, der nicht mehr auf Meterwellen, sondern jetzt auf Zentimeterwellen arbeitete (≈ 3.000 MHz bzw. 3 GHz, entsprechend 10 cm).

Schon vorher wurde übrigens in einzelne Flugzeuge des Bomber Command der Vorgänger des ASV Mark III, der H₂S, eingebaut. Bis Jahresbeginn 1943 war es verboten, mit diesen Flugzeugen über deutsches oder von den Deutschen besetztes Gebiet zu fliegen, um das neue Zentimeterradar nicht in Feindeshand fallen zu lassen.¹⁰ Kaum war dieses Verbot aufgehoben, als aus dem Wrack eines in der Nacht vom 2. zum 3. Februar 1943 bei Rotterdam abgeschossenen englischen Flugzeugs ein solches Gerät geborgen werden konnte und den Deutschen seine Geheimnisse preisgab.¹¹ Über diesen Wechselfall des Kriegsglücks ist schon viel geschrieben worden.

Die Umrüstung auf den ASV Mark III verlief, wie gesagt, schrittweise. Während einer längeren Zeitspanne wurden beide Geräte, der ASV Mark II und der ASV Mark III, nebeneinander verwendet, so daß die verfügbaren Warnempfänger zunächst noch einen partiellen Schutz boten. Da diese Empfänger jedoch Zentimeterwellen nicht aufspüren und anzeigen konnten, stiegen die U-Boot-Verluste in dem Maß wieder an, wie die neuen Radargeräte die alten

dann abgelesen und seine Charakteristik (Impulsfolge) hörbar gemacht und analysiert werden.

8 Der Frequenzbereich des "Samos" betrug 90-470 MHz [114], der des "Fanö" 400-800 (mit Oberwellenmischung 800-1.600) MHz [115] und der des "Zyperm" 166-250 MHz [116].

9 Der Unterschied zum Vorgängermodell besteht vor allem in einer anderen HF-Eingangsschaltung.

10 Die Arbeitsfrequenz des H₂S lag bei 10 cm und darunter, je nach Modell. Den Engländern ging es vor allem darum, die Verwendung des Hochleistungsmagnetrons (cavity magnetron) und besonders seine Eignung für diese Wellenlängen geheimzuhalten [113].

11 Das H₂S-Radargerät aus dem abgeschossenen Stirling-Bomber ist unter der Bezeichnung "Rotterdam-Gerät" in die Geschichte eingegangen; selbst im englischen Sprachraum wird dieser deutsche Deckname gebraucht [113, S.233]. - Es war eine deutsche Praxis, Feindgeräte nach dem Fundort zu benennen. Ein anderes Beispiel ist der Deckname "Meddo-Gerät" für das amerikanische 3-cm-Radargerät vom Typ H2X, das in einem bei Meddo an der niederländisch-deutschen Grenze abgeschossenen Flugzeug gefunden wurde. In diesem Zusammenhang wäre auch die Bezeichnung "Rosendaal-Halbe" für das passive Zielsuchgerät FuG 221a zu erwähnen. Es sprach auf das aktive Rückwärts-Warngerät "Monica" an, das aus einem bei Rosendaal, ebenfalls in den Niederlanden, abgestürzten Flugzeug geborgen wurde.

ersetzen.¹² Es dauerte eine geraume Zeit, bis man bei der Kriegsmarine hinter diese Zusammenhänge kam.¹³ Und dann verhinderte es die bekannte Geheimniskrämerei, die aus derartigen Erkenntnissen ein Staatsgeheimnis machte, daß eine schnelle und umfassende Unterrichtung der Truppe erfolgte.

Wie dem auch sei, der Metox stand zunächst in dem Ruf, ein wirksames Hilfsmittel zur Warnung vor Luftangriffen zu sein. Man muß dazu wissen, daß das Aufspüren eines gegnerischen Meßimpulses nicht einfach war, da die genaue Frequenz des ASV-Radars vorher nicht bekannt war, so daß ständig ein gewisser Frequenzbereich abgesucht werden mußte. Das geschah beim Metox-Empfänger von Hand, wobei manchmal zusätzlich noch ein zweiter Bedienungsknopf betätigt werden mußte.

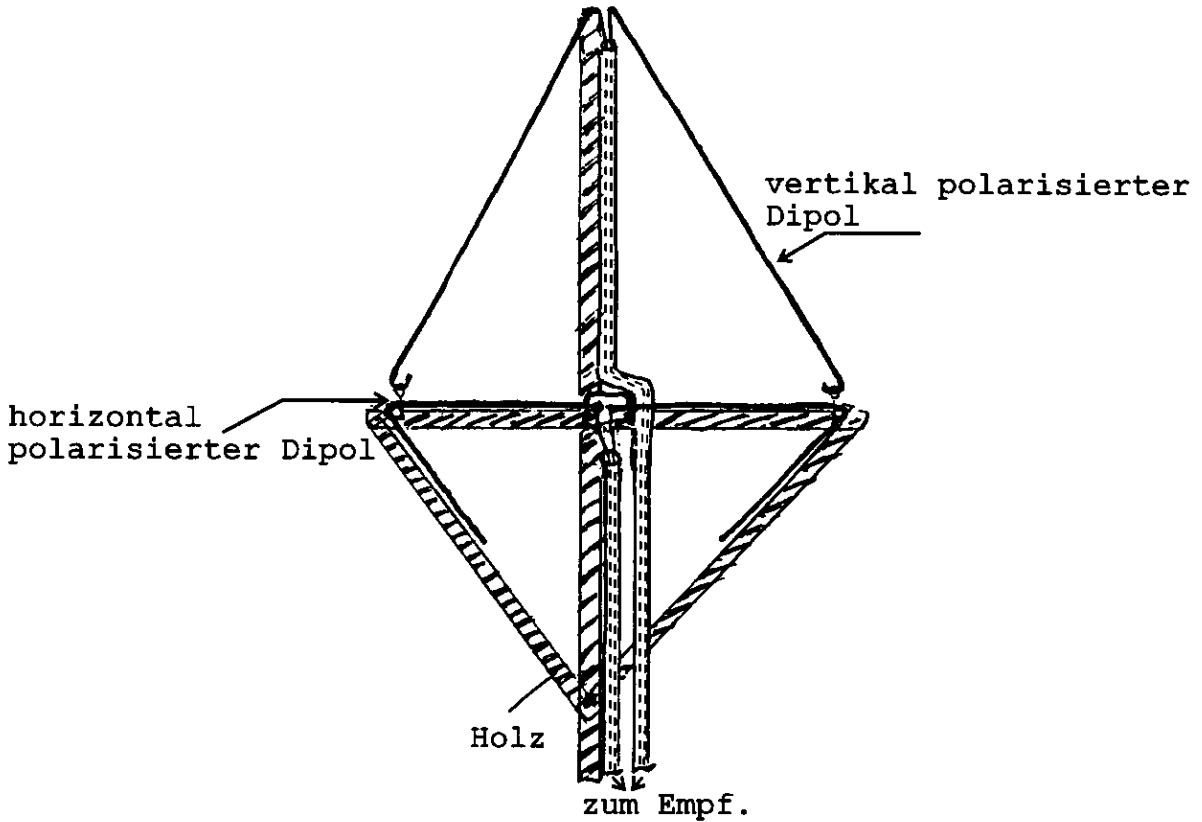


Abb.36: Biskaya-Kreuz (Zeichnung)

12 Die zunächst wenigen mit dem ASV Mark III ausgerüsteten Patrouillenflugzeuge veränderten die strategische Situation innerhalb von einigen Wochen so, daß im Mai 1943 jedes U-Boot, das die Biskaya durchquerte, im Durchschnitt einmal angegriffen wurde [113, S.162]. Vereinzelt kamen auch amerikanische 10-cm-Radargeräte vom Typ DMS-1000 zum Einsatz.

13 Nach [38, Kap.VII, S.4] vermutete man auf deutscher Seite den Einsatz von Radargeräten auf Zentimeterwellen, erhielt aber eine Bestätigung dafür erst im Januar 1944. Es muß erlaubt sein, hinter diese Darstellung ein Fragezeichen zu machen. Tatsache ist, daß das H₂S-Gerät seine Geheimnisse im Frühjahr 1943 preisgegeben hat und die Luftwaffe schon gegen Ende 1943 den Naxos-Empfänger als passives Zielsuchgerät gegen die Zentimeterwellen des H₂S eingesetzt hat.

Die zugehörige Antenne war das "Biskaya-Kreuz", eine eher rudimentäre Holzkonstruktion, die von einem auf der Brücke postierten Seemann in der Hand gehalten und laufend um 180° hin- und hergedreht werden mußte.¹⁴ Das Biskaya-Kreuz hatte etwa die Form eines auf den Kopf gestellten Drachens und war an einem Stock angebracht. Abb.36, die auf Angaben von Trenkle basiert, vermittelt eine Vorstellung von diesem Gebilde. Was auf den ersten Blick wie eine einfache Rahmenantenne erscheinen mag (obwohl der Umfang des Rahmens für die Wellenlänge von 1,5 m zu groß wäre), war in Wirklichkeit eine Kombination zweier offener Dipole für den Empfang von horizontal bzw. vertikal polarisierten Signalen. Da der obere Dipol trotz seiner vertikalen Ausrichtung auch eine gewisse Empfindlichkeit für horizontal polarisierte Signale besaß, dürfte er wohl am häufigsten gebraucht worden sein.

Es ist leicht einzusehen, daß das Aufspüren eines gegnerischen Radarsignals mit dieser primitiven Anlage eine geschärfte Aufmerksamkeit erforderte und für das Bedienungspersonal vor allem in angespannten Situation keine leichte Aufgabe war. Erschwert wurde sie noch dadurch, daß ein Signal nur empfangen werden konnte, wenn die Radarantenne, die bei den Flugzeugen meist starr und in Flugrichtung angebracht war, genau auf das Boot "zielte". Auf dem U-Boot hatte man darum auch keine Übersicht, wo und wieviel gegnerische Flugzeuge sich im umgebenden Luftraum befanden.

Radarpulse waren im Kopfhörer erkennbar, wobei die Tonhöhe abhängig von der benutzten Impulswiederholungsfrequenz (pulse recurrence frequency, PRF)¹⁵ war.¹⁶ Auf Vorschlag eines Funkers von U 124 wurde in den Metox später als Abstimmanzeige ein Magisches Auge eingebaut, wodurch Signale sichtbar gemacht werden sollten, die am Empfänger ankamen, aber oberhalb des Hörbereichs der Kopfhörer lagen und sonst nicht wahrgenommen worden wären.¹⁷

Auf deutscher Seite hat man versucht, mit allen zu Gebot stehenden Mitteln gegen die Gefahr, die von den ASV-Radargeräten ausging, vorzugehen. Eigens zu diesem Zweck wurde der Störsender B 400 UK 43 (Bild 20) entwickelt.¹⁸ Es ist anzunehmen, daß Störsender generell

14 Die Antenne mußte bei jedem Tauchmanöver durch das enge Turmluk befördert werden, was bei Alarmtauchen oft zu Beschädigungen von Antenne und Zuleitungskabeln führte.

15 Man findet auch den Ausdruck puls repetition frequency, PRF.

16 Jedes Radarsignal besitzt seine charakteristische "Signatur", bedingt durch Impulswiederholungsfrequenz, Impulslänge und die Art, wie die Endstufe des Senders hochgetastet wird.

17 Das beruht auf einem Mißverständnis und zeigt, daß es an (theoretischen) Kenntnissen der Radartechnik mangelte. Der zeitliche Abstand zwischen aufeinanderfolgenden Radarpulsen ist abhängig von der Laufzeit des Impulses zum Ziel und zurück und somit von der Entfernung zwischen Radargerät und Ziel. Wird die Impulswiederholungsfrequenz zu hoch - und das würde im Kopfhörer unhörbare Töne erzeugen - , verringert sich der Meßbereich so sehr, daß das Radargerät praktisch nutzlos ist.

18 Auf die Gerätebezeichnungen der Kriegsmarine sind wir bereits eingegangen. In diesem Fall steht B für Blaupunkt, 400 ist die Sendeleistung in Watt, UK bedeutet Ultrakurzwelle (=VHF) und 1943 das Jahr der Einführung. Als Senderöhre

nur auf Überwasserschiffen installiert wurden und dort u.a. zum Schutz beschädigter U-Boote eingesetzt wurden, die tauchunklar und dadurch besonders verwundbar waren.

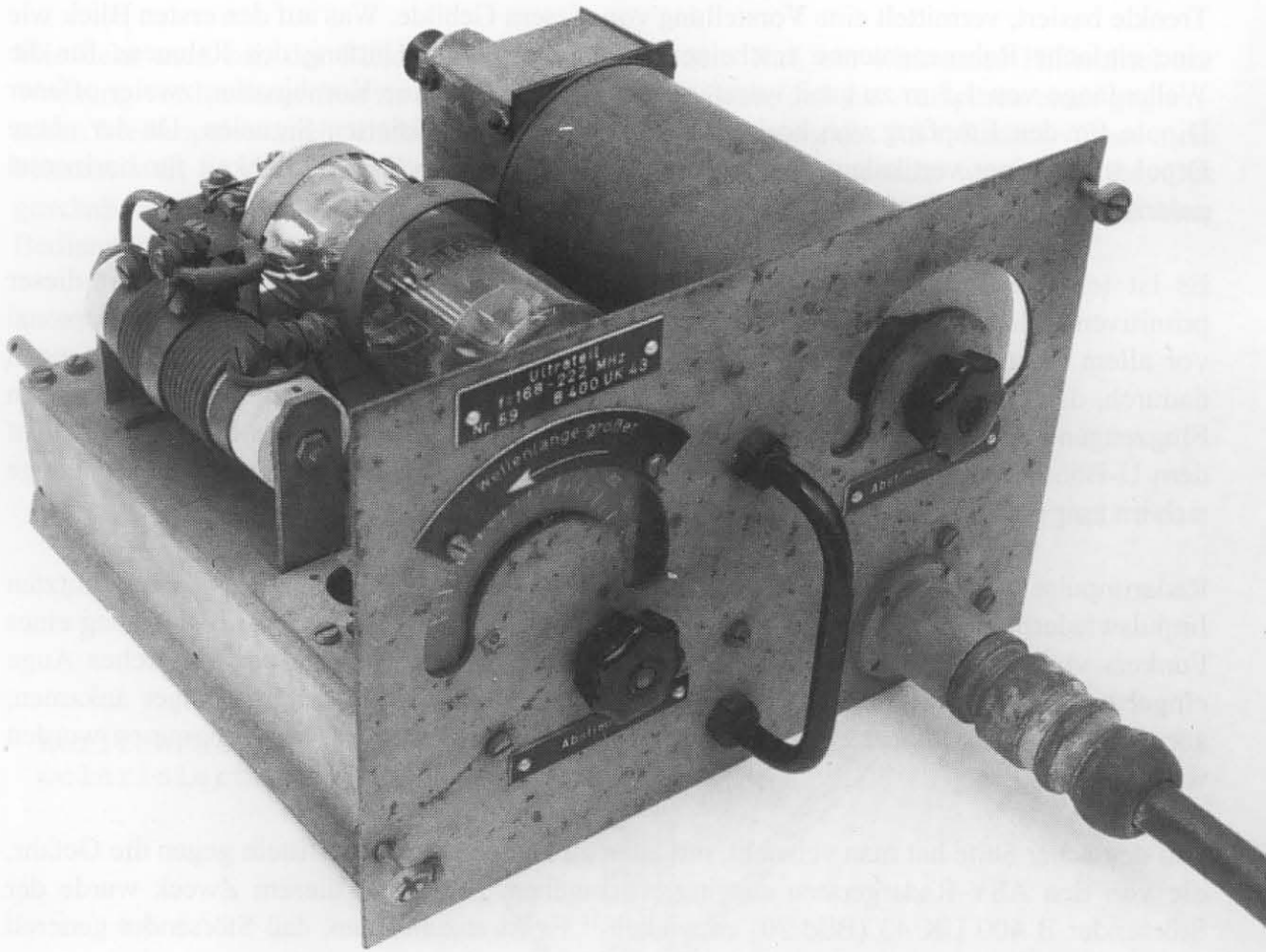


Bild 20: *Störsender B 400 UK 43 ("Olga II")*

Trotz aller Anstrengungen nahmen die Verluste bei den U-Booten wieder zu und erreichten im Mai 1943 ein dramatisches Ausmaß. Statt der naheliegenden Idee nachzugehen, daß der Gegner andere Radarfrequenzen gebrauchte, kam man bei der Kriegsmarine auf die - wie wir heute wissen abwegige - Idee, daß der Metox selbst eine tödliche Gefahr für die Boote darstellte. Man nahm an, daß seine Oszillatorstrahlung über die Antenne von den Flugzeugen des Coastal Command als Anflugbake genutzt wurde und daß die Flugzeuge mit einer entsprechenden Zielflugeinrichtung ausgerüstet waren.

Um Klarheit zu gewinnen, hat man damals einen Metox an Land aufgebaut und seine quantitative und qualitative Ausstrahlung mit einem an Bord eines Flugzeugs mitgeführten Empfänger in

wurde eine LS 180 verwendet, die eigentlich für die Funkmeßgeräte Würzburg und Mannheim bestimmt war. Der Aufbau dieses Störsenders war äußerst einfach, um Material und Arbeitszeit zu sparen. Er war allerdings bei seiner Einführung bereits überholt.

verschiedenen Entfernungen gemessen. Nach [38, Kap.VII, S.21] ergaben sich dabei folgende Reichweiten:

in 500 m Flughöhe 12 sm \approx 22 km
in 1.000 m Flughöhe 18 sm \approx 33 km 1 sm = 1.852 m
in 2.000 m Flughöhe 25 sm \approx 46 km

Das hatte das sofortige Verbot zur Folge, den Metox weiter zu benutzen.

Zwar sehen die Ergebnisse der Meßreihe auf den ersten Blick realistisch aus, es ist jedoch höchst unwahrscheinlich, daß sich dahinter ein Tatbestand verbirgt, den sich die Engländer zunutze gemacht haben können. Wie wir gerade gesehen haben, mußte laufend an der Abstimmung des Metox-Empfängers gedreht werden, um einen gewissen Frequenzbereich abzusuchen. Hätte sich wirklich ein entsprechender Empfänger an Bord der Flugzeuge des Coastal Command befunden, wären Peilungen schon aus diesem Grund Zufallsergebnisse gewesen.

Denn wie sollte man ein Signal einpeilen, das laufend seine Frequenz verändert, und das nicht maschinell und systematisch, sondern willkürlichen Bewegungen der Hand folgend? Dabei sehen wir einmal davon ab, daß das gleiche sinngemäß für die Drehung des Biskaya-Kreuzes gilt. Zudem werden das Absuchen des Frequenzbereichs und das Drehen der Antenne kaum synchron verlaufen sein, wodurch sich ein weiteres Zufallselement ergibt.

Und noch ein anderes Moment spricht gegen die These, daß der Metox der Übeltäter war. Wie gleich gezeigt wird, war die abgestrahlte Energie konstruktionsbedingt so gering, daß ein Einpeilen des Oszillatorsignals bei dem damaligen Stand der Technik gar nicht oder nur sehr schwer möglich gewesen wäre.¹⁹

Dazu wäre übrigens eine Peilantenne erforderlich gewesen. Da das Anbringen einer weiteren Antenne am Flugzeug wegen des erhöhten Luftwiderstands nicht sinnvoll gewesen wäre - ganz abgesehen von der Beeinflussung der beiden Antennensysteme untereinander, was das Richtungsdiagramm der Radarantenne möglicherweise stark verformt hätte - , wäre dafür nur die ASV-Antenne in Frage gekommen. In diesem Fall müßte das Handbuch des ASV Mark II unbedingt eine entsprechende Anweisung enthalten, aber dort findet sich nicht der geringste Hinweis auf eine Rolle der ASV-Anlage als eventueller Metoxpeiler [117]. Das ist für mich Beweis genug, daß es sich bei der "Peilbarkeit" des Metox-Empfängers um ein Gerücht handeln muß.

Auch hier nahm das Verhängnis seinen Lauf, denn die Aussage eines gefangengenommenen englischen Fliegers, man würde gezielt die Oszillatorstrahlung des Metox anfliegen, schien

19 Um die Deutschen irrezuführen, hatten die Engländer seinerzeit erwogen, die Leistung des ASV-Senders um so mehr zu reduzieren, je näher das Flugzeug an das U-Boot heranflog, um auf diese Weise den Eindruck zu erwecken, daß sich das Flugzeug entfernt.

die deutschen Befürchtungen zu bestätigen.²⁰ Nach allem, was wir heute wissen, handelte es sich dabei um eine gezielte Desinformation, die ihren Zweck offensichtlich auch erfüllte.

In einem von vielen Gesprächen mit Zeitzeugen fiel die Bemerkung, daß die Briten den Metox sehr wohl als Anflugbaken gebraucht haben können, denn die Oszillatorröhre hätte eine Leistung von 5 Watt abgegeben.²¹ Nach meiner Kenntnis dieses Empfängers schien mir das zumindest sehr unwahrscheinlich, wenn nicht unmöglich, und ich beschloß, der Angelegenheit nachzugehen. Hierin liegt auch der Grund, warum ich diese Betrachtung, die eigentlich nicht zum Thema gehört, in diese Schrift aufgenommen habe.

Mein Landsmann Jan Wolthuis war so freundlich, mir seinen Metox für längere Zeit zur Verfügung zu stellen, um mir die Messung der unerwünschten Ausstrahlungen zu ermöglichen. Als Vergleichsgerät wurde bei identischer Versuchsanordnung ein Samos-Empfänger herangezogen.

Selbst wenn man einen Meßfehler nicht ganz ausschließen kann, geben die Diagramme in Abb.37 doch für ≈ 200 MHz eine gute Vorstellung von der Größenordnung der HF-Energie, die über die Antennenbuchse an die Antenne gelangt. Aus beiden Diagrammen ist ersichtlich, daß bei etwa 200 MHz nicht viel mehr als 100 mW, also ein Zehntel Watt, an das Biskaya-Kreuz abgegeben wird, normalerweise liegt dieser Wert niedriger.²² Das alles deutet doch darauf hin, daß es unrealistisch wäre, ein Einpeilen der Oszillatorstrahlung durch gegnerische Flugzeuge anzunehmen.

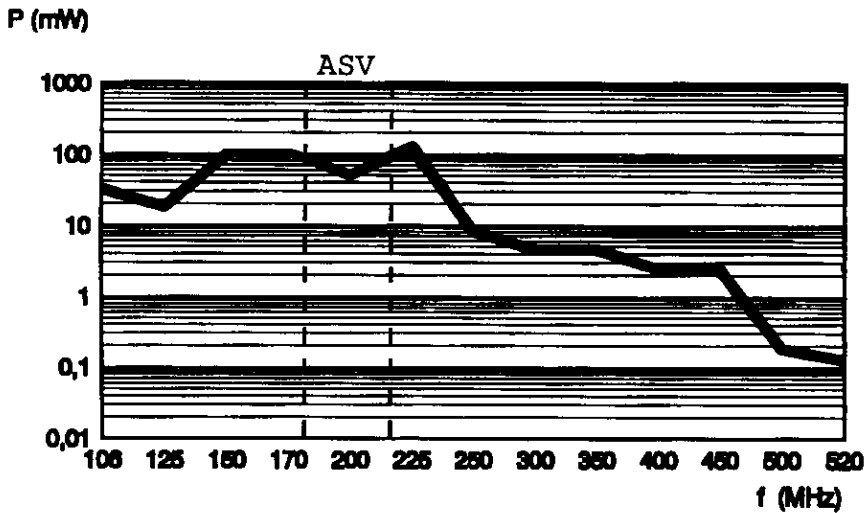
Die letzten Zweifel sind damit freilich nicht ausgeräumt. Vielleicht können diese Darlegungen aber in eine spätere wissenschaftliche Untersuchung eingehen und so zur Aufklärung des Sachverhalts beitragen.

20 Im Verhör behauptete der Flieger, daß das ASV kaum mehr gebraucht würde. Die Flugzeuge seien in der Lage, die Strahlung des Metox bei einer Flughöhe von 250 bis 1.000 m in einer Entfernung von 90 meilen (≈ 167 km) aufzufassen, und das ASV würde nur mehr eingeschaltet, um das Ziel anzufliegen [38, Kap.VII, S.22] und [113, S.166].

21 Es handelt sich um eine 4671 von Philips, die der 955 von RCA entspricht [118], eine Triode von 0,5 W Leistung [119]. Röhren dieses Typs werden Acorn- oder Eichelröhren genannt.

22 Da der Impedanzverlauf des Biskaya-Kreuzes nicht bekannt ist, bin ich von der Annahme ausgegangen, daß bei etwa 200 MHz - also im Bereich der ASV-Frequenzen, für die die Antenne ausgelegt war - eine optimale Anpassung bestanden hat. Das heißt, daß hier der Strahlungswiderstand im Fußpunkt der Antenne dem rein ohmschen Widerstand entsprach und keine komplexe Komponenten (Reaktanzen) aufwies. Eine optimale Übertragung von Energie setzt bekanntlich voraus, daß die Impedanzen von Generator und Empfänger übereinstimmen. - Heute weiß ich, daß meine Annahme nicht zutraf und die Antenne nicht optimal angepaßt war (Auskunft von Fritz Trenkle im Februar 1996, kurz vor seinem Tod). Das bedeutet, daß die Oszillatorstrahlung über den ganzen Bereich noch geringer gewesen sein muß, als die Messungen das vermuten lassen.

R 600A Nr. 609 Messdatum 05-04-1993



RS 1/5 UD 42a Nr. 18170 Messdatum 05-04-1993

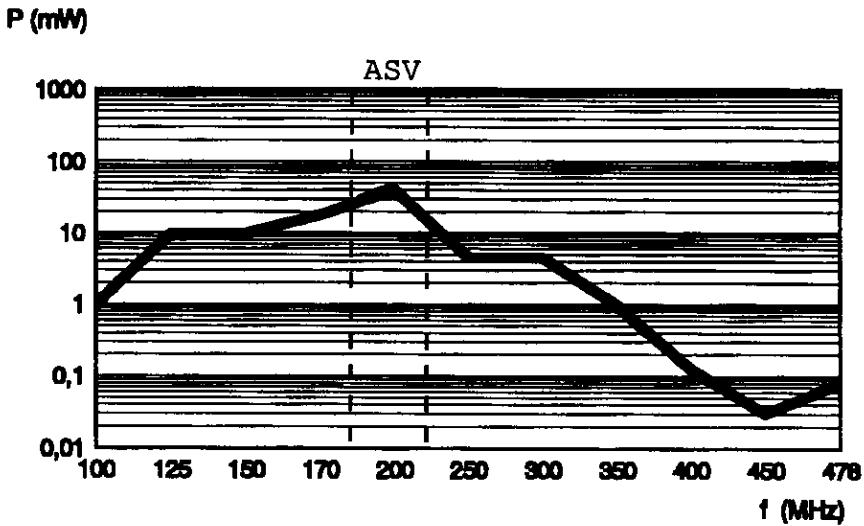


Abb.37: An die Antenne abgegebene HF-Energie bei den Empfängern "Metox" (oben) und "Samos" (unten). Die Leistung ist auf der y-Achse logarithmisch dargestellt.