

Überlegungen über die Möglichkeiten der Navigation
mit Rückstrahlortung

(bisherige Erfahrungen und Aufgaben für die Forschung).

von

Paul Kotowski

A. Navigationsmöglichkeiten.

Die Navigation in grossen Entfernungen, d.h. in Entfernungen, die grösser sind als jede mögliche Basis, bereitet erhebliche Schwierigkeiten. Ihre Genauigkeit ist begrenzt. Es ist wesentlich bequemer, sich auf Navigationsmöglichkeiten zu stützen, die das überflogene Gebiet bietet, dies sind z.B. bei unsichtigem Wetter Rundfunksender. Diese Sender sind aber im Kriegsfall nicht benutzbar. Man könnte daran denken, z.B. die erzeugten elektrischen Störungen der Elektrizitätsverbraucher als Kennzeichen zu benutzen, oder andere elektromagnetische Strahlungen, die von grossen Menschenansammlungen ausgehen. Alle diese Kennzeichen sind aber leicht zu stören und zu fälschen. Es ist besser, sich an die Konturen der Landschaft zu halten und aus diesen die Navigationspunkte zu bestimmen. Jedem Entwickler und Benutzer von Rückstrahlgeräten sind die Landmarken eine bekannte Erscheinung, das sind kräftige Rückstrahlungen von Zielen auf der Erdoberfläche. Diese Landmarken werden im allgemeinen nur als Störungen betrachtet. Sie im Panoramabild dargestellt und systematisch zur Navigation und zu anderen Zwecken benutzt zu haben, ist der Grundgedanke der Engländer bei der Entwicklung des Rotterdam-Gerätes. In folgendem wird zunächst eine Reihe von Eigenschaften der Bilder besprochen, die bei diesem Gerät erzielt werden und dabei auf die Möglichkeiten hingewiesen, die sich ergeben und die Aufgaben, die der Forschung und weiteren Entwicklung verbleiben.

B. Eigenschaften der Gegenstände, die das Bild beeinflussen.

Das Rotterdambild eines Gegenstandes hängt ab von

- 1.) seiner Grösse und Form, insb. der Höhe. Bei gleicher Grösse wächst die Helligkeit, d.h. die reflektierte Feldstärke für die hier interessierenden kleinen Höhen quadratisch mit der Höhe. Bekanntestes Beispiel dafür sind die

1 S.46
Brücken über den Kaiser-Wilhelm-Kanal bei Kiel (Abbr. 1)
bieten ein gutes Beispiel. (Aufnahme der E-Stelle Travemünde
Eine ähnliche Bedeutung wie die Höhe des Gegenstandes hat auch
die Höhe der fliegenden Maschine. Abb. 2 zeigt ein Bild der
Lübecker-Bucht aus einer Maschine in 1000 m Höhe aufgenommen.
Man sieht eine Reihe von Punkten im Innlande und die verhält-
nismässig verschwommenen Konturen der Bucht, die man auf dem
2 S.46
nächsten Bild vergleichen muss, das aus einer Höhe von nur
etwa 6 m aufgenommen wurde. Die Lübecker-Bucht gibt dadurch
ein besonders klares Bild, daß die Ostseeküste hier an vielen
Stellen mit Sanddünen eingefasst ist, die eine Höhe von mehre-
3 S.47
ren Metern haben. Man sieht auf den beiden Abb. 2 + 3 diese
hohen Ufer bei den Ostseebädern Scharbeutz und Timmendorfer-
Strand sowie die Travemünder Einfahrt zum Lübecker-Hafen.

Abb. 2 zeigt unter der Maschine den in allen Flugzeugbildern
auftretenden hellen Zentralfleck, dessen Grösse und Form von
Antennendiagrammen und dem Seegang abhängt. Er hat in diesem
Fall einen kleinen Durchmesser von 3 km und einen grossen
Durchmesser von 7 km.

2. von der Umgebung. Ist diese dunkel, so werden schon kleine
Gegenstände leicht erkannt wie z.B. ein Flugzeug am Himmel
oder ein U-Boot auf See (vgl. Bild 3) oder eine einzelne
Boje. Gegenstände dieser Grösse sind an Land in Gegenwart der
vielen hellen Erdziele weit entfernt von der Grenze der Beob-
achtbarkeit.
3. von dem Material, aus dem die Oberfläche besteht. Der Re-
flexionsfaktor von Eisen ist z.B. etwa 10 mal grösser als der
der üblichen Baumaterialien. Daher sind z.B. die Gasometer
in Schöneberg vom Bunker Erika her im Norden Berlins besser
zu sehen, als viele sogar grössere Objekte im gleichen Abstand

Dies waren alles Flächen, die senkrecht auf der Erdoberfläche
stehen und bei flacher Ausstrahlung viel reflektieren, d.h. für
Schiffsstationen, Tiefflieger und weit entfernte Hochflieger. Je
grösser die reflektierenden Flächen sind, um so mehr reflektieren
sie, wobei es allerdings auch um so wichtiger wird, sie frontal

anzustrahlen. Ein U-Boot wird z.B. von der Breitseite angestrahlt nach den Messungen des NVK von einem in 14 m Höhe aufgestellten Rotterdam-Gerät auf 100 hm \approx 10 km sicher gesehen, dagegen über Bug oder Heck nur auf 60 hm = 6 km mit der gleichen Sicherheit erkannt. Horizontal liegende grosse ebene Flächen sind Spiegel, die die auffallende Strahlung vom Sender weg reflektieren, so dass er keine reflektierte Leistung erhält. Sie erscheinen also als dunkle Flächen (vgl. Abb. 2), abgesehen von einem hellen Fleck unmittelbar unter dem Flugzeug, auf den das "Licht" so senkrecht auffällt, dass es doch zum sendenden Flugzeug zurückge-
langt. Schräg liegende Flächen z.B. Hausdächer und Hügel-Abhänge können für Flugzeuge in gewissen Lagen fast total reflektierende Spiegel abgeben und kurzzeitig hell aufleuchten. Sie ergeben ein " Glitzern " der Erdoberfläche, das beim Überfliegen rasch aufleuchten und verschwinden kann. Lange Geländewellen z.B. in hügeliger Landschaft oder auch lange Wasserwellen äussern sich als grosser Glitzerbereich ebenso wie bestimmte Bebauungsformen. Die ganzen bisher erörterten überwiegend geometrischen Abbildungsvorgänge ändern sich naturgemäss stark mit der Flughöhe. Da wir z.Zt. höchstens 1000 m hoch fliegen, im allgemeinen sogar nur 500 m hoch, müssen wir mit der Übertragung unserer Ergebnisse auf das von den hoch fliegenden Engländern gesehene Bild vorsichtig sein, da das aus grosser Höhe aufgenommene Bild in mancher Hinsicht anders sein wird. Manche Bildfeinheit wird in grosser Höhe verloren gehen, dafür wird die Reichweite wachsen, wodurch vor allem grosse Städte besser erkennbar und übersehbar werden.

Aus den bisher aufgenommenen Bildern wissen wir noch wenig über den Einfluss der Materialeigenschaften, d.h. der elektrischen " Farbe " der Dinge. Wird z.B. die Wellenlänge einer Aufrauung d.h. der gegenseitige Abstand zweier Vertiefungen kleiner, so dass die Einzelflächen nicht mehr als grosse Spiegel betrachtet werden können, so entsteht die Aufrauung, insbesondere bei der praktisch stets vorhandenen Unregelmässigkeit. Eine solche Rauigkeit ergibt eine diffuse Reflexion nach allen Seiten. Um eine solche diffuse Reflexion zu erzielen, wie man sie z.B. in

der Nähe von Funkmessgeräten am Boden zur Vermeidung des Spiegelbildes in der Erde manchmal braucht, genügt also nicht die blosse Angabe der Tiefe der Aufrauung z.B. 1λ , sondern auch die Forderung einer genügenden Schärfe der Querschnittskonturen ist notwendig. So erklärt sich vermutlich, dass Rauigkeiten von der Tiefe 1λ mitunter genügen, mitunter aber auch 3λ Tiefe hergestellt werden musste. In den Rotterdam-Bildern könnte sich das so äussern, dass glatt getretene Flächen wie z.B. das Tempelhofer Flugfeld in Berlin schwarz erscheinen, dass solche Flächen aber schon bei einer Aufrauung mit einer Tiefe von $\lambda/2$ zu besseren Rückstrahlwerten und damit geringerer Erkennbarkeit verändert werden könnten.

Die Erkennbarkeit hängt auch vom Reflexionskoeffizienten des Materials ab. Aus Messungen der PTR wissen wir z.B., dass eine etwa λ starke relativ lockere Schicht von Eisenspänen einen Reflexionskoeffizienten von nur $0,3\%$ - 3% hat und damit praktisch schwarz ist. Ähnliche, nicht ganz so gute Werte ergeben manche Tarnmaterialien der Schornsteinfegeruntersuchungen, trockenes Holz, trockener Schnee. Die üblichen Hausbaumaterialien dürften Reflexionskoeffizienten von $10 - 20\%$ haben, während feuchte Erde und Wasser 63% reflektieren. Die Kenntnis dieser Reflexionskoeffizienten, die leider noch nicht vollständig ist, macht zusammen mit der geometrischen Form der Gegenstände ihre Helligkeit im Rotterdam-Bild berechenbar. Die folgende Tabelle 1) gibt die Reflexionskoeffizienten verschiedener Stoffe nach Messungen der PTR wieder, die mir Herr Staatsrat Esau mitgeteilt hat. Diese Tabelle muss noch durch verschiedene weitere Messungen, die sich insbesondere auf die üblichen Materialien der Bautechnik erstrecken müssen, ergänzt werden. Auch die Rückstrahlwerte bestimmter Landschaftsformen wie Büsche, Wälder, Äcker in den verschiedenen Bebauungszuständen müssen noch in Abhängigkeit vom Einfluss der Jahreszeit gemessen werden.

Auf einem anderen Wege berechenbar wird die Helligkeit durch Messung der äquivalenten diffusen Rückstrahlflächen, die in der

Funkmesstechnik bei Flugzeugen heute bereits üblich ist. Aus den Messungen des Herrn Stepp wissen wir z.B., dass ein Flugzeug für Wellen unter 2 m etwa unabhängig von der Wellenlänge ersetzt werden kann durch eine alle Strahlung aufnehmende Fläche von etwa $0,7 \text{ m}^2$, die diese Strahlung diffus wieder aussendet. Dies sind z.B. etwa 25 Dipole bei 50 cm und etwa 500 Dipole bei 10 cm Wellenlänge. Aus den Vertripelungsarbeiten von Herrn Dr. Stüber und den Erprobungsflügen von Werneuchen wissen wir, dass die 8 qkm des Müggelsees mit 215 m^2 reflektierender Fläche ($\frac{1}{2}$ des ganzen Aufwandes) d.h. $0,27 \text{ m}^2$ je ha im umgebenden hügeligen Kiefernwald noch nicht verschwinden, sondern noch zu schwarz sind. Der Schwielowsee mit $0,55 \text{ m}^2$ je ha verschwindet fast. Man wird also für hügeligen Kiefernwald etwa $0,6 \text{ m}^2$ je ha als äquivalente Reflexionsfläche bezeichnen können. Für den ausreichend getarnten Fahrländersee mit landwirtschaftlich genutzter flacher Umgebung ergibt sich $0,52 \approx 0,5 \text{ m}^2$ je ha, sodass man bäuerlich genutztes Land wahrscheinlich mit $0,5 \text{ m}^2$ je ha anzusetzen hat. Derartige Werte müssen entweder aus Reichweitenergebnissen oder Vertripelungsversuchen für die wichtigsten Formen wie Städte usw. festgestellt werden, damit man die notwendigen Unterlagen für die Abschätzung der Sichtbarkeit und die Tarnung erhält. Neu gegenüber der Benutzung bei der Flugzeugbestimmung ist, dass es hier mehr auf die Unterschiede der Zahlen benachbarter Flächen als auf die Werte selbst ankommt und dass die Höhe etwa quadratisch eingeht. Bei der Beurteilung der Zahlen im Vergleich zu Flugzeugzahlen ist zu bedenken, dass das einzelne Flächenelement des Rotterdambildes wesentlich grösser ist als 1 ha und z.Zt. etwa 30 bis 50 ha beträgt, wofür sich äquivalente diffuse Rückstrahlflächen von etwa 20 m^2 ergeben. Daraus sieht man z.B., dass wenig Aussicht für die Entdeckung z.B. eines Panzerwagens in waldigem Gelände besteht, da er schwerlich wesentlich mehr Rückstrahlfläche als 1 bis 2 m^2 haben wird. Das kann erst bei kürzerer Wellenlänge und kürzerer Impulslänge erhofft werden. (z.B. 2 cm und 80 m). Grössere Panzeransammlungen auf engem Raum sind vielleicht auch heute schon bemerkbar.

Die Reichweite ohne Berücksichtigung des Spiegelbildes in der Erde d.h. im freien Raum beträgt

$$R \approx 0,5 \sqrt[4]{Z} \sqrt[4]{\frac{N_s}{N_e}} \cdot \sqrt{F_A} \approx 0,84 \sqrt[4]{\frac{F_R}{\lambda^2}} \sqrt[4]{\frac{N_s}{N_e}} \cdot \sqrt{F_A}$$

Z = äquivalente Dipolzahl.
 N_s = Senderleistung
 F_R = äquivalente reflektierende Fläche.

F_A = Absorptionsfläche d. Antenne
 N_e = Empfängerleistung
 (hier das vierfache einsetzen da höhere Nutzleistung erforderlich).

Setzt man hier die Rotterdam-Werte $N_s = 5 \text{ k-W}$ $N_e = 2000 \text{ kT}_0$, $F_A = 0,87 \cdot 0,4 = 0,35 \text{ m}^2$ ein, so wird nach obigen Unterlagen für hügeligen Kiefernwald $R = 9,1 \text{ km}$, wenn man 30 ha als übersehene Fläche einsetzt. Von dieser Reichweite muss man noch etwa 20 % abziehen, da für die Panoramadarstellung ein ausreichender Überschuss des Nutzsignals über das Störsignal vorhanden sein muss, damit das Bild nicht durch die Rauschpunkte gestört wird. So errechnet sich eine Reichweite von 7,3 km die mit der z.Zt. erreichten übereinstimmt.

C. Geräte-Eigenschaften.

Die jetzigen Rotterdam-Geräte haben eine Breite des wirksamen Antennendiagramms von etwa 8° und eine Impulslänge von etwa 200 bis 300 m. Wegen der verhältnismässig schlechten Bündelungseigenschaften der Antenne ist das Bildelement ein Kreissektor, dessen Winkelöffnung etwa das Doppelte des Antennenöffnungswinkels beträgt. In Abb. 4 ist ein Anflug auf die Nauener Funktürme nach Aufnahmen von Dr. Goos wiedergegeben. Man sieht die Funktürme ebenso wie Einzelziele in der Stadt Nauen alle als Kreissektoren von etwa 14° Breite und etwas weniger als 200 m Tiefe. Das Flächenelement hat damit eine Grösse von 2,5 km x 0,18 km in 10 km Abstand. Die absolute Breite nimmt mit dem Abstand zu, die Tiefenauflösung wird umgekehrt bei nahen Gegenständen schlecht. Da aber nur Gegenstände interessieren, die einige Kilometer vor dem Flugzeug liegen, so ist die schlechte Tiefenauflösung in der Mitte bisher nicht störend in Erscheinung getreten. Eine auffällige, und manchmal störende

aber selten entscheidend wichtige Rolle spielt die Laufzeitverzerrung in der Mitte des Bildes. Hat das Flugzeug die Höhe H und ein Bildpunkt den Abstand A vom Mittelpunkt, so ist der Abstand im Bild proportional der Länge

$$A' = \sqrt{H^2 + A^2} - H$$

Für kleine Abstände $A \ll H$ wird dies

$$A'' \approx H \frac{A}{2H}$$

und für grosse $A \gg H$

$$A'' \approx A \left(1 + \frac{H^2}{2A^2} \right) - H \approx A$$

Kleine Abstände erscheinen also im Bild viel zu klein und zwar umso kleiner, je geringer sie selbst sind. Eine gerade Linie, die dicht am Mittelpunkt vorbeiführt, wird vom Mittelpunkt "angezogen". Ein Beispiel dafür zeigt eine Werneuchener Aufnahme des Prenzlausersees in Abb. 5. ^{5.18} Die Maschine flog dicht am Seeufer entlang, so dass das Bild dadurch einen starken Knick zur Mitte erhielt. Dasselbe Bild zeigt den Einfluss der Helligkeitsreglung. Man muss z.Zt. den Helligkeitsregler entweder so stellen, dass die Seen als dunkle Flecken erscheinen; dann wird alles andere hell ohne Kontrastunterschiede z.B. zwischen Wald, Acker und Städten. Oder man will die Städte als helle Punkte sehen; dann muss man den Helligkeitsregler so einstellen, dass Seen, Äcker und Wälder usw. eine nicht aufgeteilte dunkle Fläche bilden. Dies erinnert an die erste Zeit der Fernsichttechnik, bei der man auch bei einem Gesellschaftsbild nur die weissen Damenkleider oder die dunklen Fräcke sehen konnte, aber nicht beides zugleich. Hier muss baldigst eine Besserung geschaffen werden. Abb. a zeigt die Einstellung auf den See, Abb. b als einzige von über 100 Abbildungen zeigt die am Nordland des Sees gelegene Stadt als Aufhellung in Halbtönen und Abb. c nur die Stadt als hellen Klecks gleichzeitig verbunden mit einer Masstabsänderung. Durch geschickte Bedienung des Helligkeitsreglers kann man auch die schlechte Antennenbündelung harmloser machen. ^{9.18} Abb. 6 zeigt noch einmal ein Bild vom Anflug auf Kiel, bei dem die Empfindlichkeit so eingeregelt war, dass nur die äusserste Spitze

des Antennendiagramms ausreichte, einen Punkt zu schreiben. Man sieht hier eine Einengung auf 1° , trotzdem bei den helleren Zielen die Bögen von über 10° Breite wieder auftreten. Eine der wichtigsten Aufgaben dafür ist eine radiale Helligkeitssteuerung des Bildfeldes derart, dass der Fleck in der Mitte der Röhre künstlich verdunkelt wird und nach aussen allmählich an Helligkeit zunimmt. Dies ist auch bei idealer Antennencharakteristik nötig, da auch bei konstanter Fleckhelligkeit die Gesamtbelichtung jedes Bildpunktes bei konstanter Gegenstandshelligkeit dem Radius umgekehrt proportional ist.

Zur Überwindung der augenblicklich vorhandenen Kontrastarmut, die nur hell und dunkel kennt, muss eine Art automatischer Helligkeitssteuerung möglichst nach einem logarithmischen Gesetz versucht werden, so dass man Städte, Ackerflächen und Seen zugleich auf einem Bild sieht. Dies erfordert eine andere als die heutige Dimensionierung der Kontrastdiode. Vielleicht genügt die Umdimensionierung eines einzigen Widerstandes.

Zur Verfeinerung des heute möglichen Bildes ist eine Verbesserung der Antennenbündelung nötig. Dies wird durch Verkürzung der Welle bei konstanten Antennendimensionen erreicht werden.

An Abb. 7 ^{5.49} ist eine schematische Landschaft dargestellt, die einen aus einfachen geometrischen Konturen gebildeten See mit 2 Kanälen und 2 Landzungen enthält. In diesen See ist ausserdem ein Feld von Tripelspiegeln verankert, wie sie zur Tarnung von Seen gegen Rotterdam heute benutzt werden. Auf dem Bild sind ausserdem 3 Funktürme und eine Stadt schematisch angedeutet. Die Kantenlänge des Bildes ist zu 20 km angenommen, das Flugzeug ist auf der Mitte der unteren Bildkante angenommen. Es ist weiter angenommen, dass die Ufer des Sees mit stark reflektierenden Hügeln eingefasst sind, ebenso, dass die kleine Insel im See gut reflektiert. Die Abbildung zeigt dann, wie die ständig verbesserte Bündelung mit fallender Wellenlänge das Bild verbessert. Dabei müssen nach den Kettel'schen Untersuchungen Drehzahl, Bündelung und Impulszahl bei fallender Wellenlänge so aufeinander abgestimmt werden, dass noch auf jeden Bildpunkt eine ausreichende Zahl von

Impulsen entfällt. Die Zahl der möglichen Bildpunkte, die sich aus Reichweite, Bündelung und Impulslänge ergibt, muss stets ausreichend kleiner bleiben, als die Impulszahl je Umdrehung. Bei fallender Wellenlänge und kürzer werdendem Impuls wird daher auch die Drehzahl fallen müssen. Die Möglichkeiten grundsätzlich anderer Optiken z.B. die Möglichkeit einer Pinselabtastung wie beim Fernsehen darf schon deswegen nicht ununtersucht bleiben, weil sie wesentlich störfester gegen Störsender und Düppel sein kann, als die jetzigen Geräte. Sollten dabei dielektrische Linsen oder ähnliches nötig werden, so bereiten diese um so geringere Schwierigkeiten, je kürzer die Welle wird. Die heute bekannten Materialien hoher Dielektrizitätskonstante würden nach Untersuchungen von Herrn Staatsrat Prof. Esau und seinen Mitarbeitern relativ dünne Linsen gestatten. Solange die Bilder aber die heute vorhandenen Mängel haben, muss entweder durch ausreichende Schulung und Gewöhnung dagegen angegangen werden oder durch nachträgliche Entzerrungsmassnahmen. Für reine Navigationszwecke über seenreichem Gebiet wird das kaum nötig sein, dagegen wird der Bombenabwurf durch eine brauchbare Entzerrung der Abstandsfehler und die Navigation über einem seenarmen Gebiet wie England durch eine Kontrastentzerrung sicher gewinnen. Die Verzerrungen in der Mitte des Bildes lassen sich entweder durch Auflegen eines verzerrten Landkartennetzes oder für den Bombenabwurf durch die von den Engländern eingeführte mitlaufende Entfernungstrommel unschädlicher machen. Die von der heutigen Landkartendarstellung abweichenden Kontraste der Rotterdam-Bilder können dadurch unschädlich gemacht werden, dass man kontrastrichtige Landkarten herstellt, auch wenn die erforderlichen Kontraststufen nur durch entsprechende Bedienung des Helligkeitsknopfes nacheinander, nicht zugleich am Braunschen-Rohr abgelesen werden können, wie es die Engländer für Berlin und andere Städte getan haben. Die Hauptschwierigkeiten sind dabei die, dass die Helligkeitswerte der verschiedenen Gegenstände wie Türme, Gasometer, Städte, Hügel, Wälder, Äcker und Wasserflächen sich an Hand der heute üblichen Karten nicht ohne weiteres abschätzen lassen und dass zweitens die Überstrahlerscheinungen, die z.B. eine kleine Insel in einem See merklich vergrössert und diesen See verkleinern von einem Kartographen schwer abzuschätzen

sind, da sie zu sehr von Antennenbündelung, Impulslänge und tangentialer oder radialer Lage im Bild ^{abhängen} abhängen. Abb. 8 zeigt als Beispiel der Randüberstrahlung den oberen Ueckersee, in dem eine kleine Insel liegt. Das Verhältnis von Seegrösse zu Inselgrösse wird durch die gleichzeitige Verkleinerung des Seas und die Vergrösserung der Insel grotesk verändert, wie ein Vergleich mit der Karte zeigt.

D. Bilder - Atlas.

Nachdem so die wichtigsten Erklärungen für die besondere Form der Bilder gegeben sind, sollten im folgenden verschiedene Bilder in weniger systematischer Folge gezeigt werden.

Schiffsbilder wurden vom NVK in Pelzerhaken mit den Aufstellungshöhen 14 m und 3 m aufgenommen, von denen Abb. 9 eines zeigt. Untersucht wurden vor allem zwei U-Boote, von denen Boot 1 senkrechte, Boot 2 um 9° schief gestellte Turmweärde hat. Boot 2 zeigt bei ruhiger See einen schwächeren Rückstrahl. Vorbeifliegende Flugzeuge konnten bis zu 10 km Entfernung kurzzeitig beobachtet werden. Die starke Auffliederung des Diagramms infolge der in Wellenlängen gemessenen hohen Aufstellung der Anlage bewirkt ein starkes "Pumpen" der Ziele. Im Bilde sieht man auch verschiedene Schiffsziele, wobei die Formunterschiede nicht etwa Bilder der Schiffsförmung sondern anders dargestellte Antennendiagramme sind. Es handelt sich hier um einen ähnlichen Vorgang wie bei der Sektorverbreiterung, die an Hand der Nauener Funktürme gezeigt war. Darauf folgt ein Bild ^{der} Eckernförder Bucht, worauf die Stadt Eckernförde und der ostwärts von ihr gelegene Berg als Ziele angedeutet sind. Diese Aufnahme ist aber eine Wasseraufnahme und nicht auf die Erzielung eines Stadtbildes abgestellt. Einen See, den Werbellin-See bei Berlin, zeigt auch Abb. 11. S. 51

Städtebilder in der Form leuchtender weisser Flecke erzielt man am besten bei stark zurückgeregelter Empfindlichkeit, wie schon früher am Bild der Stadt Prenzlau gezeigt war. Das folgende Bild (Abb. 12) zeigt die Stadt Wriezen. S. 52

sind, da sie zu sehr von Antennenbündelung, Impulslänge und tangentialer oder radialer Lage im Bild ^{abhängen} abhängen. Abb. 8 zeigt als Beispiel der Randüberstrahlung den oberen Ueckersee, in dem eine kleine Insel liegt. Das Verhältnis von Seegrösse zu Inselgrösse wird durch die gleichzeitige Verkleinerung des Seas und die Vergrösserung der Insel grotesk verändert, wie ein Vergleich mit der Karte zeigt.

D. Bilder - Atlas.

Nachdem so die wichtigsten Erklärungen für die besondere Form der Bilder gegeben sind, sollten im folgenden verschiedene Bilder in weniger systematischer Folge gezeigt werden.

Schiffsbilder wurden vom NVK in Pelzerhaken mit den Aufstellungshöhen 14 m und 3 m aufgenommen, von denen Abb. 9 eines zeigt. Untersucht wurden vor allem zwei U-Boote, von denen Boot 1 senkrechte, Boot 2 um 9° schief gestellte Turmweärde hat. Boot 2 zeigt bei ruhiger See einen schwächeren Rückstrahl. Vorbeifliegende Flugzeuge konnten bis zu 10 km Entfernung kurzzeitig beobachtet werden. Die starke Auffliederung des Diagramms infolge der in Wellenlängen gemessenen hohen Aufstellung der Anlage bewirkt ein starkes "Pumpen" der Ziele. Im Bilde sieht man auch verschiedene Schiffsziele, wobei die Formunterschiede nicht etwa Bilder der Schiffsförmung sondern anders dargestellte Antennendiagramme sind. Es handelt sich hier um einen ähnlichen Vorgang wie bei der Sektorverbreiterung, die an Hand der Nauener Funktürme gezeigt war. Darauf folgt ein Bild ^{der} Eckernförder Bucht, worauf die Stadt Eckernförde und der ostwärts von ihr gelegene Berg als Ziele angedeutet sind. Diese Aufnahme ist aber eine Wasseraufnahme und nicht auf die Erzielung eines Stadtbildes abgestellt. Einen See, den Werbellin-See bei Berlin, zeigt auch Abb. 11. S. 51

Städtebilder in der Form leuchtender weisser Flecke erzielt man am besten bei stark zurückgeregelter Empfindlichkeit, wie schon früher am Bild der Stadt Prenzlau gezeigt war. Das folgende Bild (Abb. 12) zeigt die Stadt Wriezen. S. 52

E. Tarnung.

Die Aufgabe der Tarnung besteht entweder darin vorhandene Ziele und Navigationspunkte in der Umgebung verschwinden zu lassen oder falsche Ziele vorzutäuschen. Um z.B. einen See in umgebenden Acker oder Wald verschwinden zu lassen, muss man die äquivalente Rückstrahlfläche auf den Wert der Umgebung heben. Dazu eignen sich vor allem die Tripelspiegel, deren Rückstrahlfläche in jeder Richtung wahrscheinlich $\frac{1}{2}$ des gesamten aufgewandten Bleches ist. Aus den geglückten Vertripelungen von Seen kann man den Rückstrahlwert der Umgebung abschätzen.

- 13 Abb. 13^{S. 53} zeigt den vertripelten Müggelsee, der, wie schon besprochen, unzureichend mit Tripelspiegeln belegt würde. Von dieser bereits nur etwa 40% der erforderlichen Menge betragenden Tarnung sind ausserdem im Laufe der Zeit eine ganze Menge von Spiegeln durch die Witterung zerstört worden.
- 14 Abb. 14^{S. 53} zeigt die vertripelten Havelseen westlich Berlin, in denen eine ausreichende Fahrrinne für die Schifffahrt übrig gelassen werden musste. Diese Fahrrinne hatte zunächst eine Breite von 300 m, ist dann aber durch Witterungs- und andere Einflüsse offenbar noch verbreitert worden.

Auf dem Lande genügt vermutlich in vielen Fällen eine Aufrauhung der Erdoberfläche z.B. Pflügen, um ihren Rückstrahlwert bedeutend zu vergrössern. Schwierig dürfte das bei Flugplätzen sein, wo schon eine Rauigkeit von wenigen Zentimetern Tiefe kaum erträglich sein dürfte. Da diese Plätze aber häufig in der Nähe wichtiger Städte sich befinden, muss ein horizontaler Teppichbelag gefunden werden, der ausreichend rückstrahlt oder es muss eine leicht bewegliche Tripelung eingeführt werden.

Die Schornsteinfegermaterialien sind Tarnstoffe mit kleinem Reflexionskoeffizienten, vorwiegend Schaumkeramiken oder Buntstoffe mit Eisen- oder Rußgehalt. Sie können auch in Lackform geliefert werden und würden sich als Anstreichfarben z.B. für Gasometer oder ähnliches eignen.

Düppel sind Leiterstreifen, die in der Luft benutzt gut re-

reflektieren müssen. Auf gut reflektierendem Untergrund müssten Stoffe in wesentlich grösserer Menge benutzt werden, die wenig reflektieren. Sie geben dann Sprünge in den Reflexionseigenschaften der Oberfläche und erzeugen eine diffuse Rückstrahlung. Auf grossen Freiflächen in Städten könnten sie erforderlich sein. Auf dem Lande können Täuschenanlagen erforderlich werden, die entweder aus Tripelspiegeln oder ähnlichen Kunstbauten bestehen können oder aus einer kräftigen Aufrauhung des Erdbodens. Eine wahrscheinlich sehr wirksame Täuschenanlage stellen die Ruinen der zerstörten Häuser dar, die vermutlich von ganzen Häusern nur wenig verschieden sind.

F. Folgerungen für die weitere Entwicklung.

Aus den bisherigen Betrachtungen ergab sich bereits eine grosse Zahl neuer wichtiger Aufgaben, deren wichtigste die Aufklärung der Helligkeitswerte und hellen Flecke ist. Zusätzlich ergibt sich als noch nicht erwähnte Aufgabe, die Berechnung und Herstellung günstiger Antennen, die das Bildfeld optimal ausleuchten. Ihr Diagramm müsste die Form einer langen schmalen Niere haben. Mit Rücksicht auf die Naxis-Gefahren muss ausserdem das Bild und das Gerät so verbessert werden, dass man z.B. in grösseren Zeitabständen jeweils nur für eine Umdrehung Betrieb zu machen braucht. Eine wichtige Grundlage der weiteren Entwicklung ist die Reichweite elektromagnetischer Strahlung in Nebeln und Wolken. Es ist nach verschiedenen Betrachtungen, insbesondere von Dr. Fränz und Staatsrat Esau als sicher anzusehen, dass wahrscheinlich bis zum Wellengebiet von etwa 1 cm hinter, vielleicht auch noch bis in das Gebiet der Millimeterwelle hin-ein, ständig mit Verbesserungen zu rechnen ist. Die Dämpfung in den häufig auftretenden Nebeln und Wolken bleibt noch so klein, dass man mit Reichweiten von 30 km und mehr noch sicher rechnen kann. Die Bündelung steigt dabei umgekehrt proportional der Wellenlänge an, sodass die Feinheit des Bildes ständig wächst. Nach Reichweitemessungen die Herr Stepp an der Ostseeküste durchgeführt hat wissen wir auch, dass die Reichweite gegen Flugziele mit kürzerwerden der Wellenlänge bei etwa gleichen Geräteigenschaften ständig zunimmt. Für Hochflieger ist sie zwar fast konstant, steigt aber für Tiefflieger etwa umgekehrt proportional der Wurzel aus der Wellenlänge, Das gilt natürlich auch für tieffliegende Flugzeuge gegen Landmarken, die zur

Navigation benutzt werden. Die Reichweite von 10 m Höhe ist z.B. bei den heutigen Geräten bei 9 cm Wellenlänge bereits etwa 3 x so gross wie bei 50 cm Wellenlänge, trotzdem die neuen Zentimetergeräte noch nicht den Entwicklungsstand der 50 cm Geräte erreicht haben.

Anwendungsmöglichkeiten.

Von den Anwendungsmöglichkeiten sollen nur einige bisher nicht erwähnte genannt werden. Von diesen Möglichkeiten dürfte die Anwendung als Bordwarngerät die wichtigste sein. Der Dunkelkreis, der sonst absichtlich geschlossen wird, muss zu diesem Zweck geöffnet werden. Dann wird bei entsprechend eingestellter Empfindlichkeit jedes Flugzeug angezeigt, das sich in geringerer Entfernung als der Flughöhe befindet. Die Blindlandung könnte durch elektromagnetische getastete Tripelspiegel an der Platzumrandung ermöglicht werden, bei denen z.B. Blechjalousien im Morserythmus eines Kernbuchstabens getastet werden.

Tabelle 1

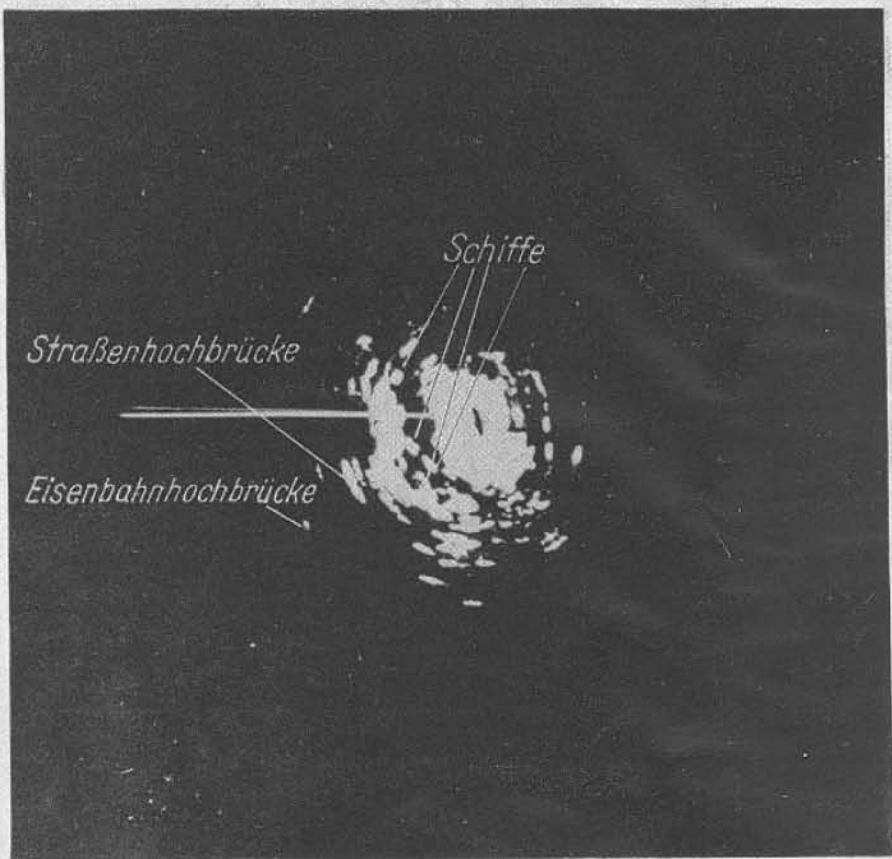
Reflexionswerte für verschiedene Stoffe.

Proletur	R =	3%
Calit		20%
Hartgunmi		9%
Porzellan		16%
Glas		19%
Pertinax		15%
Öl		4%
trockenes Fichtenholz		5%
feuchtes Fichtenholz		10-20%
trockene Pappe		8-12%
trockener Schnee		
bis $-5^{\circ}3$	-	8%
je nach Dichte		
nasser Schnee bis		63%
angetaut		
Wasser mit versch.		
Leitfähigkeit		63%

Flußsand mit verschiedenem Wassergehalt

Wasser in Gewichtsprozenten

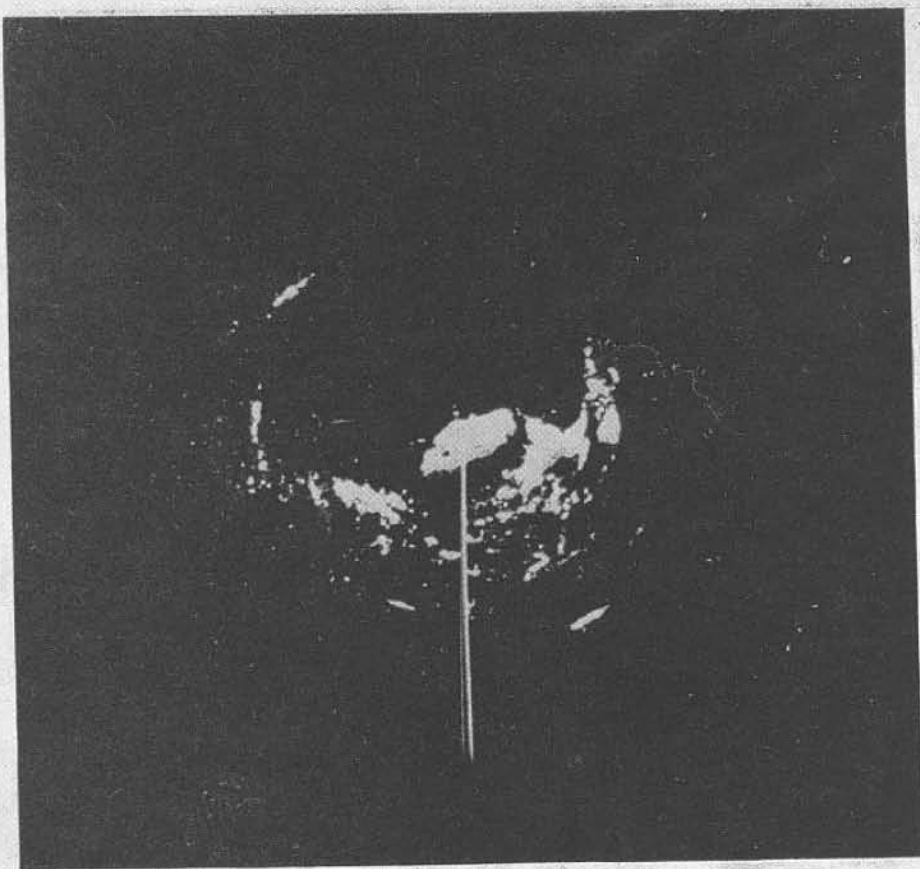
	R
0	12%
2,5	16%
5	18%
7,5	21%
10	25%
12,5	32%
15 u. mehr	63%



Telefunken

*Kieler Förde
von Osten 200m Flughöhe*

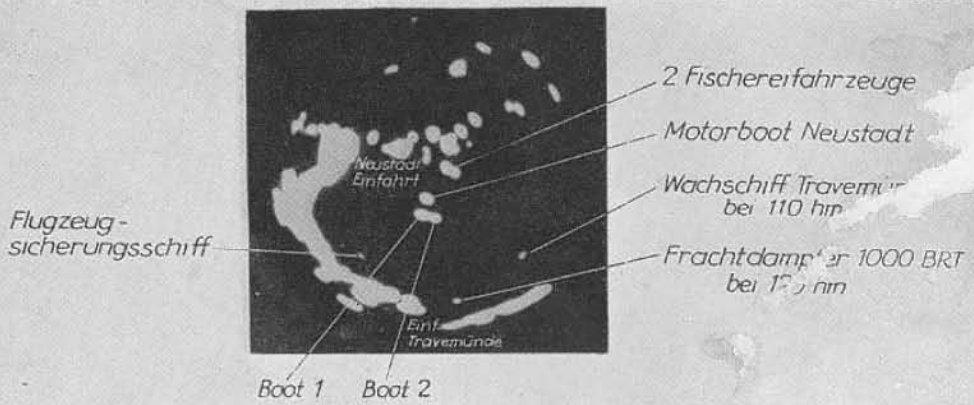
LH1
zu S. 33



Telefunken

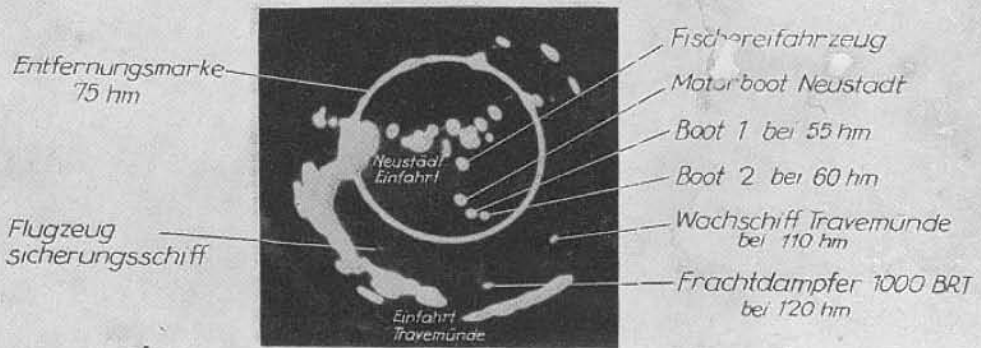
*Lübecker Bucht
vom Flugzeug 1000m Höhe*

LH2
zu S. 33



Boot 1: normales VII, C Boot

Boot 2: mit Netzhemd verkleidetes VII, C Boot mit schräg stehenden Turmwänden

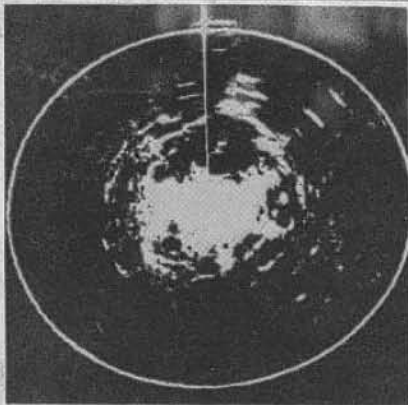


Telefunken

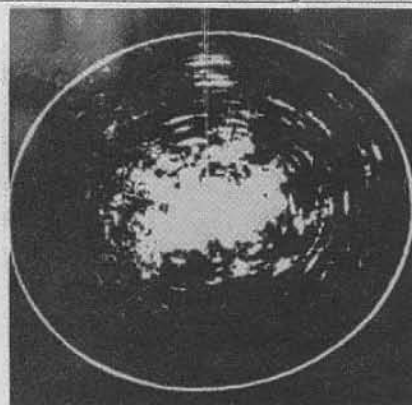
2 auslaufende U-Boote

LH 3

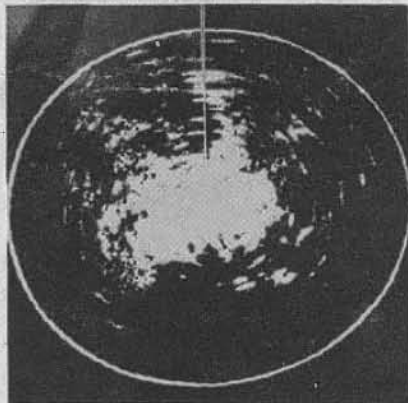
24 S. 33



10km



8km



5km

Entfernung

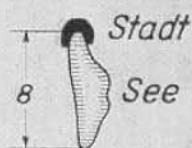
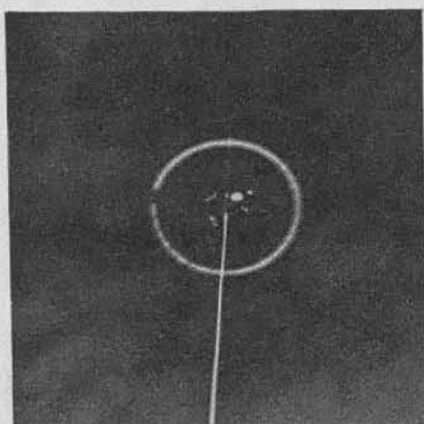
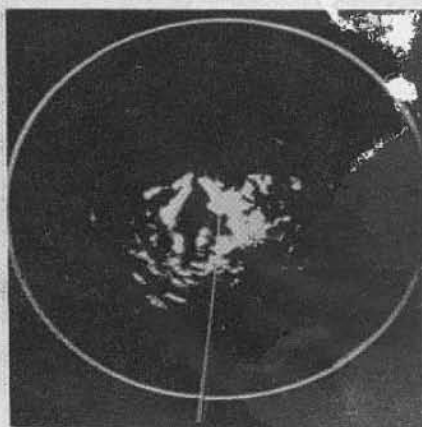
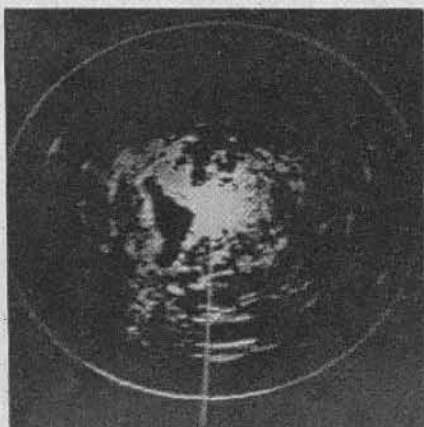
5km

Telefunken

Nauener Funktürme
800m Flughöhe

LH 4

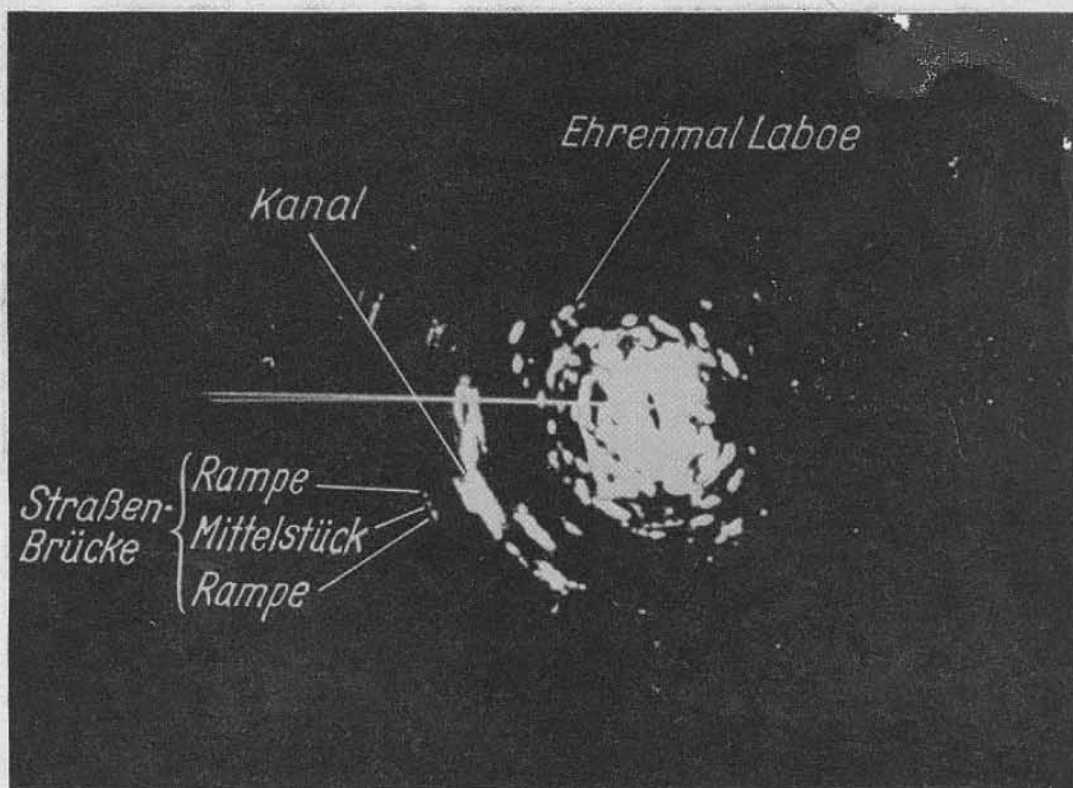
24 S. 37



Telefunken

Prenzlauer See
in verschiedenen Helligkeitsstufen

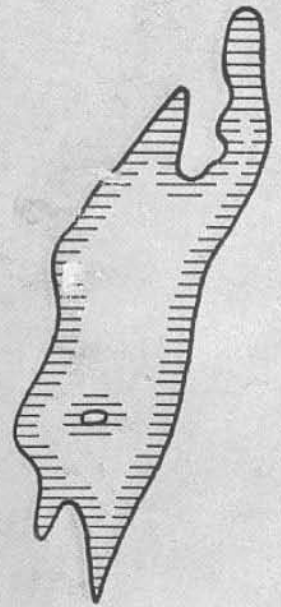
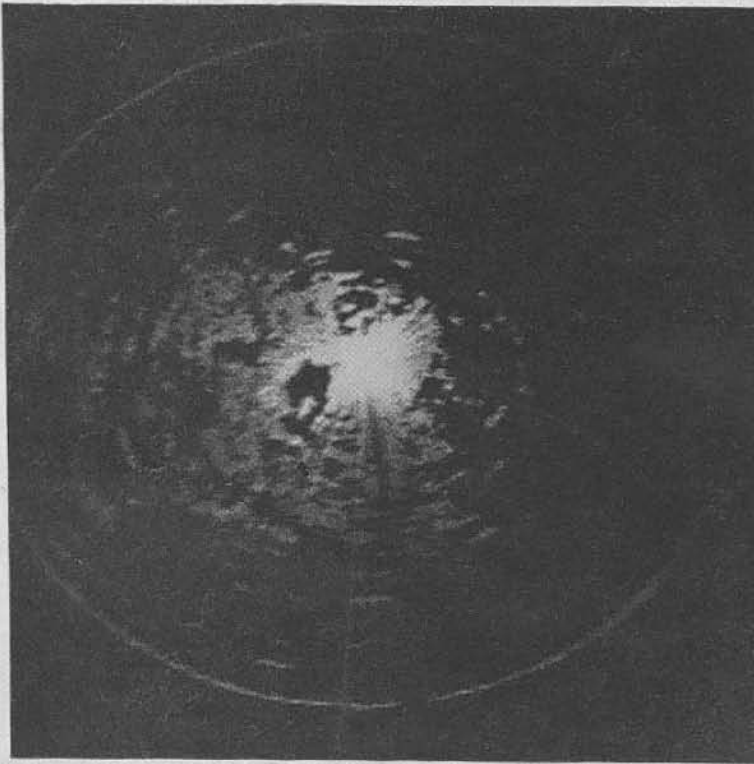
LH5
zu S. 38



Telefunken

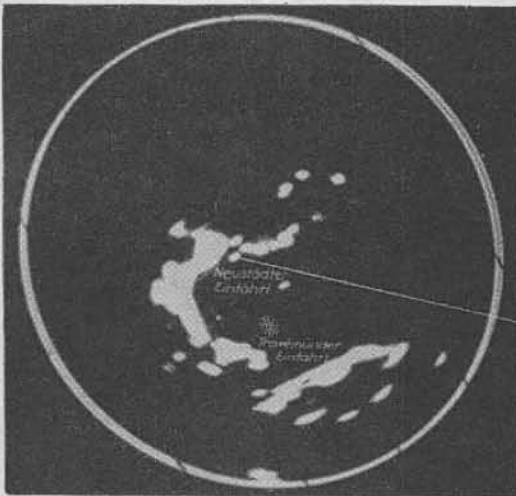
Kieler Förde mit Auflösung
der Holtenauer Straßenhochbrücke

LH6
zu S. 38

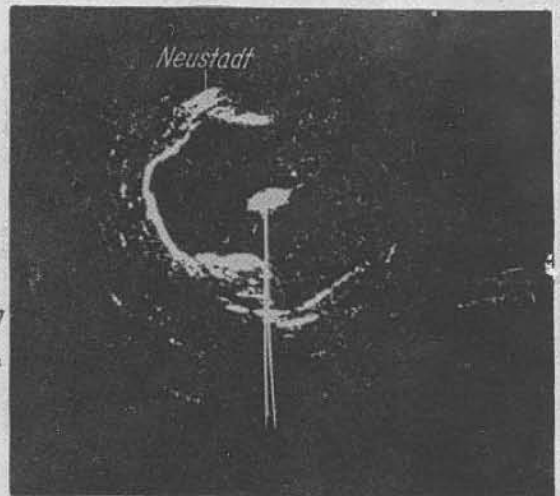


Telefunken | Oberer Ückersee mit kleiner Insel

LH 7
zu S. 39

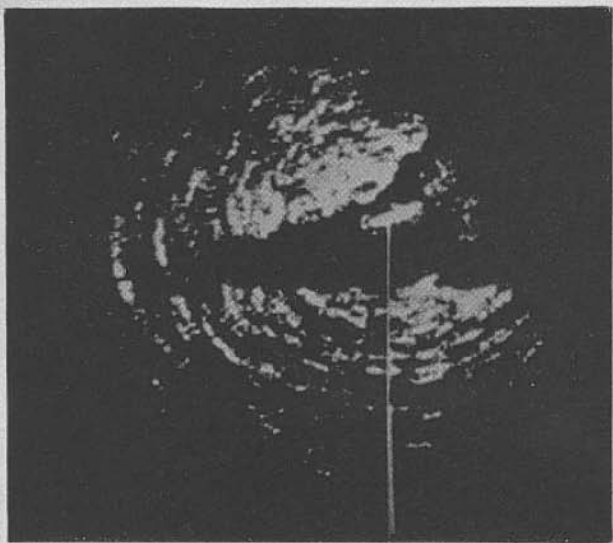


Fahrzeug vor der Einfahrt

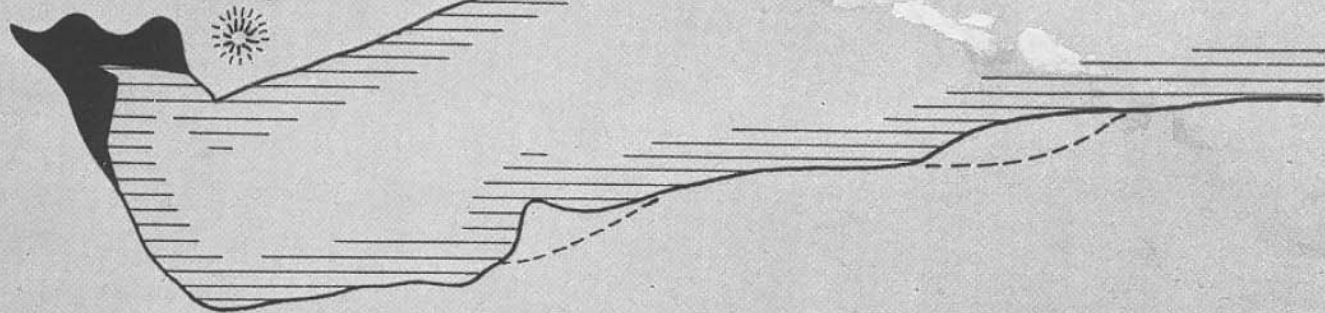


Telefunken | Lübecker Bucht als Schiffspanorama, Flugzeugpanorama (1000 m Höhe) u. Landkarte

LH 8
zu S. 41



Berg



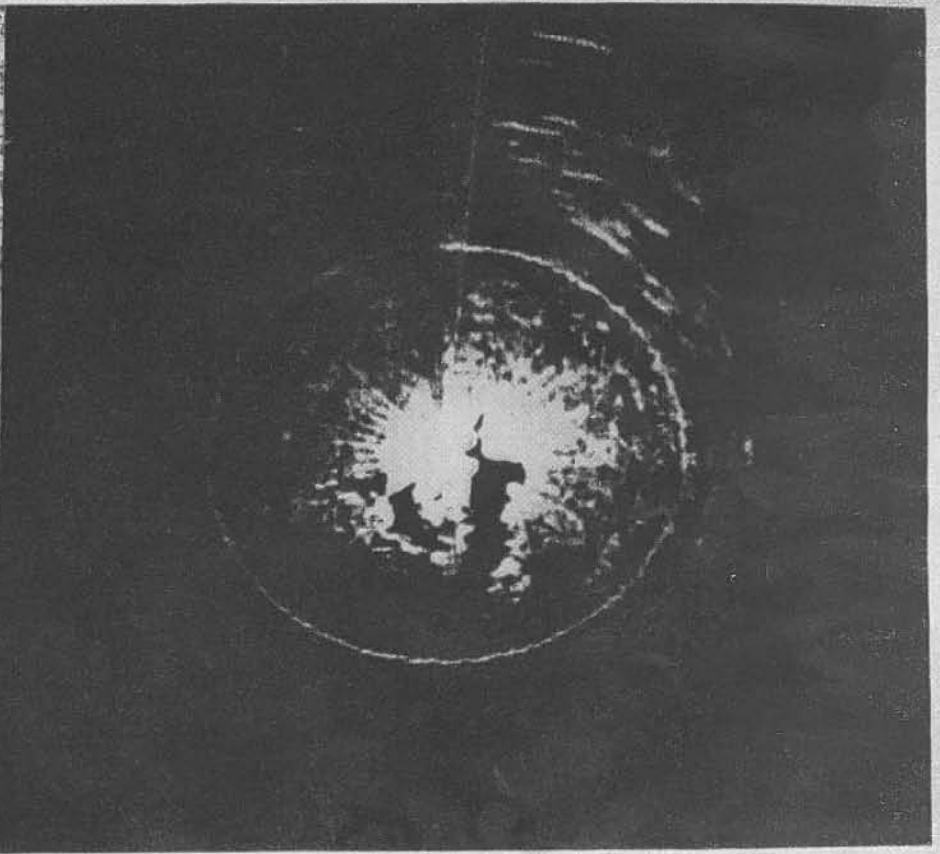
Telefunken

Eckernförder Bucht

LH 16

9

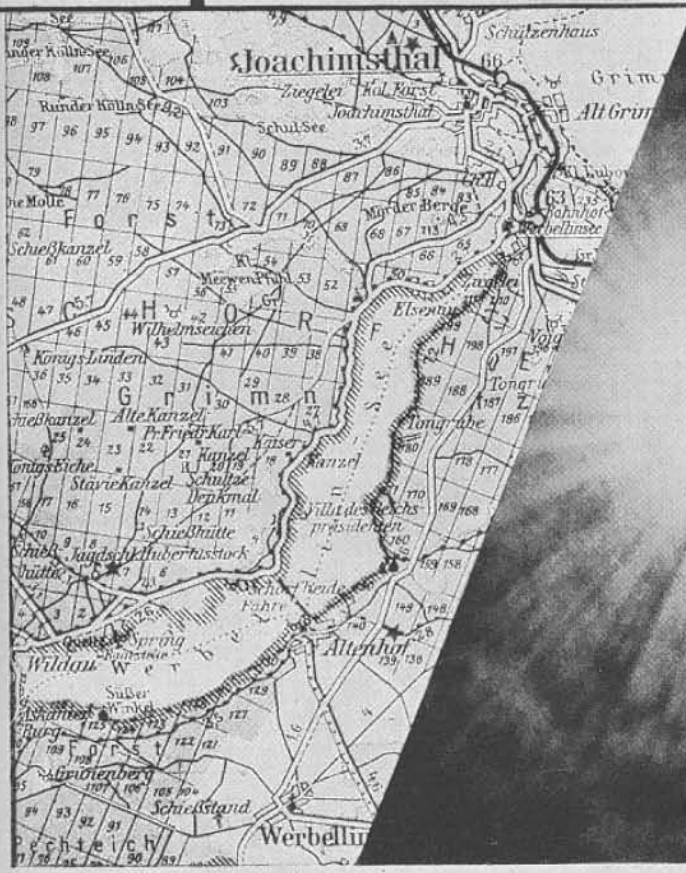
Zu S 41



Telefunken

Scharmützel-See

LH 21

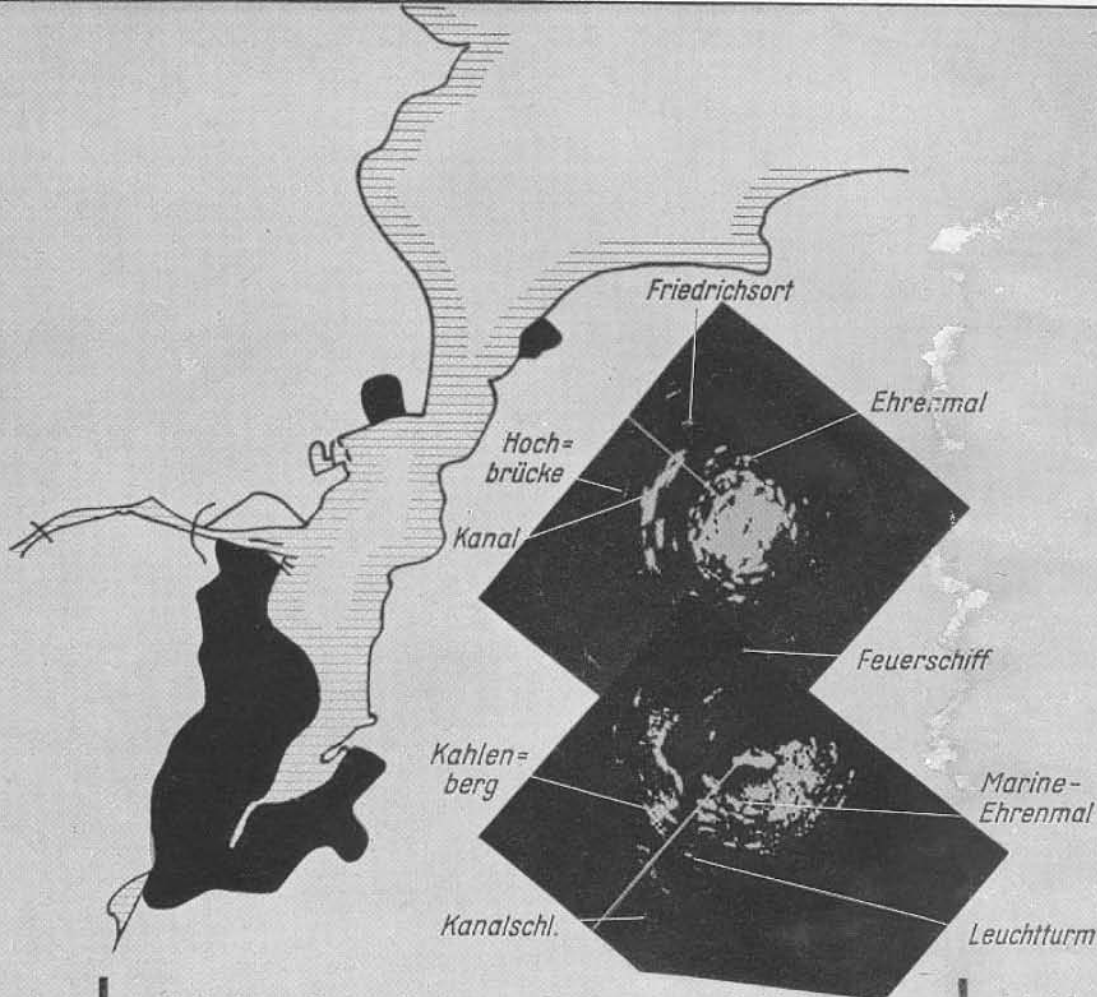


Telefunken

Werbellin-See

(11)
zu S. 41

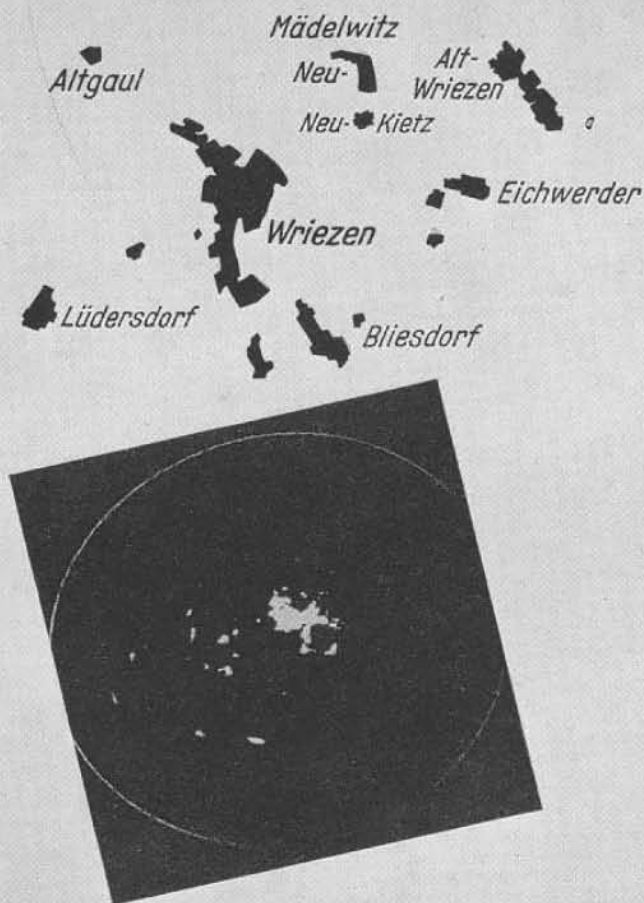
LH 24



Telefunken

Kieler Förde von Osten und Norden

LH 15



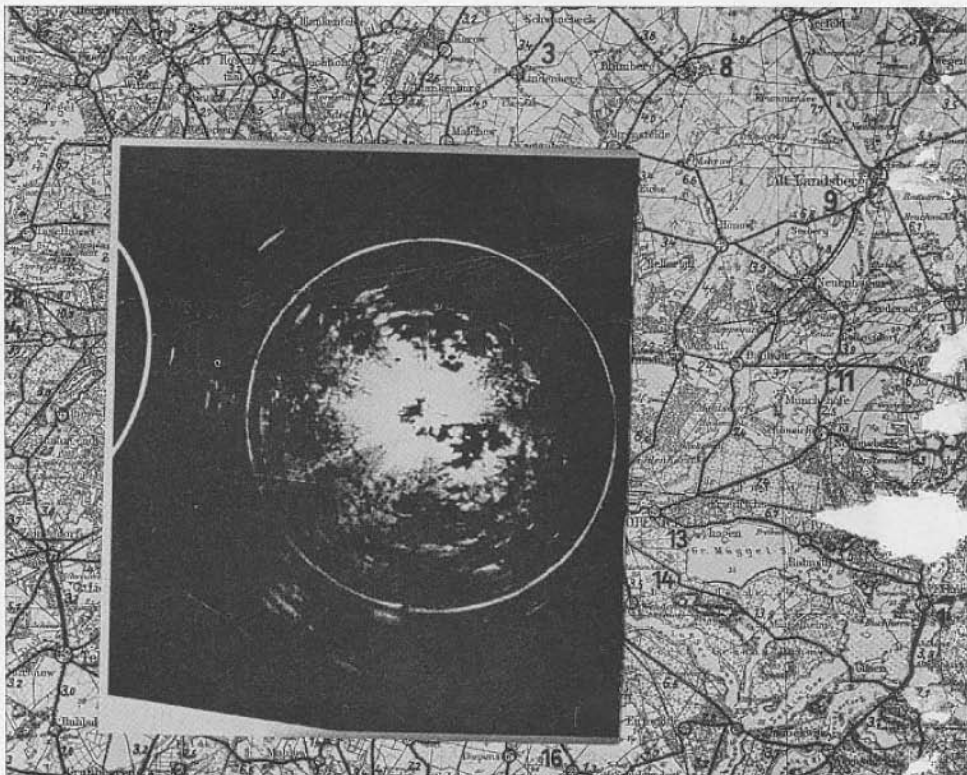
12

zu S. 41

Telefunken

Stadt Wriezen

LH 18



13
24 S. 42



14
24 S. 42