

Aeropers Rundschau

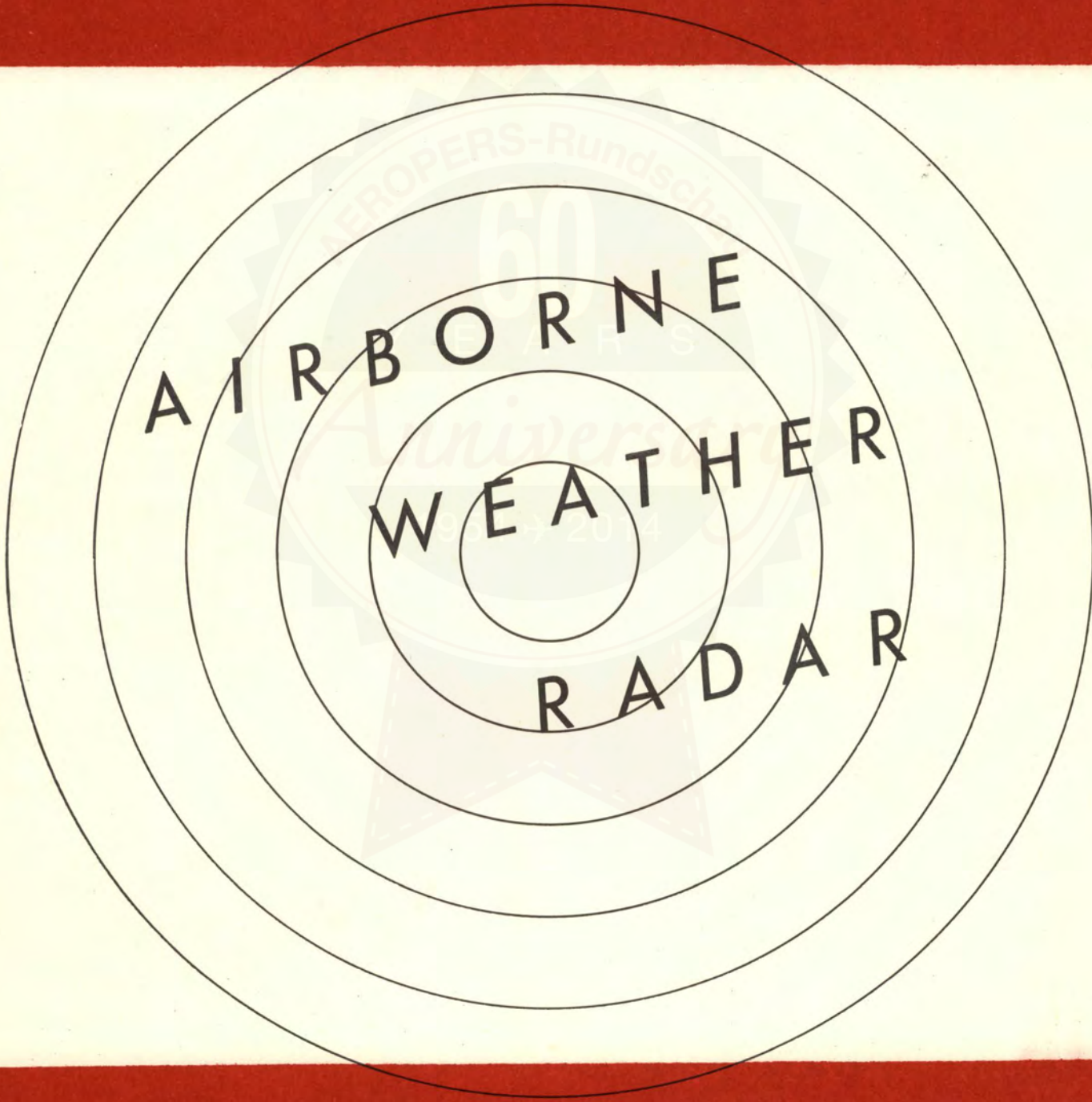
Liebe Mitglieder,

Wie wir alle aus der Tagespresse erfahren haben, werden sowohl unsere zukünftigen DC-Seven Seas, wie auch die CV-440, mit Bordradar ausgerüstet sein. Deshalb diese-für den November zählende-Sondernummer der RUNDSCHAU, die eine kurze, allgemeine Orientierung geben möchte, um den Einzelnen mit den Problemen und Möglichkeiten des Airborne Radar einigermaßen vertraut zu machen, ohne die zu erwartenden speziellen Betriebsvorschriften der SWISSAIR irgendwie tangieren zu wollen. Es soll damit auch bewirkt werden, dass wir in Diskussionen mit Kameraden anderer Gesellschaften nicht als allzu blutige Laien erscheinen, und dass wir diesbezügliche Artikel in der wirklichen und in der nur sogenannten "Fach"presse mit dem nötigen Verständnis, oder aber auch kritischer als bisher, zu lesen vermögen. In diesem Sinne hofft der Verfasser, allen etwas Positives zu bieten, weder den Zorn der Götter erregt, noch das Budget der AEROPERS in nicht zu rechtfertigender Weise belastet zu haben, und verbleibt

mit freundlichen Grüßen

sig. A.Muser

Aeropers Rundschau



AIRBORNE
WEATHER
RADAR

Spezialnummer
Oktober / 1955

A I R B O R N E R A D A R

=====

AUS DER ENTWICKLUNGSGESCHICHTE

Airborne Radar wurde ursprünglich entwickelt und in (Militär-) Flugzeuge eingebaut, nicht etwa, um diesen zu ermöglichen, Gewitterstürmen etc. auszuweichen, sondern um ein absolut selbständiges und unabhängiges Navigationsmittel an Bord zu haben. Der erste Zweck der Bordradareinrichtung war somit Terrainerkennung.

Die Tatsache, dass Regentropfen und Eiskristalle ebenfalls, je nach Konzentration, als mehr oder weniger starke Radarechos auf dem Bildschirm erscheinen, wurde lange Zeit sicher nur als äusserst störend empfunden, erstmals aber voll ausgenützt bei dem berühmten "Thunderstorm-Project", das die US Air Force bereits Ende 1945, zusammen mit Navy, NACA und US Weather Bureau aufstellte. Bei den auf Grund dieses Projektes im Jahre 1947 durchgeführten Versuchsflügen, die zur Gewitterforschung dienten und vielfach mitten durch Gewitter hindurch geflogen wurden, spielten Boden- und Bordradar eine wichtige Rolle. Die Resultate dieses Grossversuches wurden 1949 veröffentlicht und im Anschlusse daran unternahmen die American Airlines mit Unterstützung der US Navy spezielle Versuchsflüge, um die Brauchbarkeit des Bordradar speziell zur Vermeidung gefährlicher Wetterfronten, Gewitter und gefährlicher Vereisungszonen zu prüfen. Verwendet wurde das zum Zwecke der Terrainerkennung entwickelte und damals wohl allein erhältliche Bendix-Gerät, das im sogenannten X-Band auf einer Wellenlänge von 3,2 cm arbeitete.

Dieses Gerät wurde mit einer Spezialeinrichtung, der "Iso-Echo Contour Presentation" ausgerüstet, die noch einiger erklärender Worte bedarf:

Auf dem Schirm eines normalen Radargerätes wird eine Sturmfront oder ein Gewitter, dank dem damit verbundenen intensiven Niederschlag, als heller Fleck sichtbar. Wie man nun herausfand, stehen die Zonen grösster Turbulenz in direktem Zusammenhang mit den Zonen des schnellsten Wechsels in der Niederschlagsmenge, d.h. des grössten Niederschlagsgradienten.

Durch die besondere Einrichtung der "Iso-Echo Contour Presentation" ist es nun möglich, Echos, die eine vorbestimmte Intensität übersteigen, auszuschalten, sodass die Sturmzentren als dunkle Flecken inmitten eines mehr oder weniger dicken hellen Randes erscheinen. Dort, wo dieser Rand sich besonders scharf und schmal abzeichnet, ist der grösste Niederschlagsgradient und somit auch die grösste Turbulenz (siehe Bilderanhang).

Die Ergebnisse dieser Versuchsserie wurden in einer Anzahl von "Lehrsätzen" zusammengefasst, die hier wiederzugeben jedoch zu weit führen würde. Weitere Versuche wurden in der Folge auch von der BOAC und der BEA mit einem britischen Gerät, allerdings ohne Iso-Echo, durchgeführt, und auch hier mit sehr befriedigenden Resultaten.

In der Zwischenzeit hatte sich auch die amerikanische Air Transport Association dieser Sache angenommen und einen Ausschuss mit der Spezifizierung der Anforderungen an ein besonderes, in erster Linie zur Wetterwarnung dienendes Gerät beauftragt. Daraufhin wurde es der McGill University übertragen, genaue und ausführliche Berechnungen hinsichtlich Reichweite und Durchdringungsvermögen anzustellen. Der diesbezügliche Bericht erschien anfangs 1953 und kam zum Ergebnis, dass die theoretisch optimale Wellenlänge für Bord-Wetterradar 5,7 cm beträgt (=C-Band).

Fachleute hatten schon vorher darauf hingewiesen, dass die günstigste Frequenz irgendwo zwischen 3,2 und 10 cm liegen müsse, und so hatten die United Air Lines bereits Ende 1952 bei der Radio Corporation of America (RCA) ein Versuchsgerät mit 5,5 cm Wellenlänge in Auftrag gegeben. Eine DC-3 der NAL wurde umgebaut, "Sir Echo" getauft und mit einer vierköpfigen Spezialequipe im Sommer 1953 auf jedes auftauchende Gewitter losgelassen. In 40 Flügen von total 133 Stunden Dauer wurde dabei umfangreiches und wertvolles Material gesammelt, inkl. Farbenfilme der Wolkenentwicklung, Photoaufnahmen des Radarbildschirmes, usw.

Als Resultat wurde u.a. bekanntgegeben, dass 5,5 cm Radar den 3,2 cm Geräten als Wetterwarnung überlegen sei. Bendix bestritt diese Behauptung, gab jedoch bekannt, dass auch sie neben dem 3,2 cm ein 5,5 cm Gerät herstellen, "nicht aus Ueberzeugung, sondern der Nachfrage wegen." In der Folge bestellten jedoch die United Air Lines die RCA-Geräte (Typ AVQ-10) für ihre gesamte Flotte (ca.180 Einheiten), und andere grosse Gesellschaften (PAA, TWA und schliesslich auch die SWISSAIR) sind in jüngster Zeit diesem Beispiel gefolgt.

Der Streit um die Wellenlänge scheint also im zivilen Bereich zu Gunsten des C-Band-Radar entschieden. Was die beiden Lager zu ihren Gunsten vor allem anführten:

C-Band: - Bessere Durchdringung starker Regenzone
- Bessere Detailzeichnung
- Unterscheidbarkeit von schwachen und starken Regenzone

X-Band: - Zehnjährige Erfahrung (Grosszahl der US-Navy-Schiffe sowie sämtliche Flugzeuge des MATS mit 3,2 cm Radar ausgerüstet)
- Bei gleicher Antennengrösse bessere Leistung
- Kleinerer Strombedarf
- Verwendbarkeit als Navigationshilfe, im Zusammenhang mit den Racon-Beacons der USAF.

Interessant ist in diesem Zusammenhang die Begründung des Entschlusses der TWA, C-Band Radar anzuschaffen:

Weder 3,2 noch 5,6 cm (=Wellenlänge des AVQ-10 Gerätes) Radar ist dem anderen in jeder Hinsicht überlegen. Jede Luftverkehrsgesellschaft muss das Problem der Wellenlänge selbständig lösen, indem die Vor- und Nachteile der beiden Systeme mit den eigenen operativen Anforderungen abgewogen werden. Die TWA tat dies und kam zu folgenden Schlüssen:

1. Die TWA glaubt, dass die Radar-Angabe den Piloten nicht nur in den Stand setzen soll, ganze Sturmgebiete zu umfliegen, speziell weil beim heutigen Airway-System grosse seitliche Abweichungen oft nicht möglich sind. Mehr als zwanzig Jahre Erfahrung zeigen, dass zwei Flugzeuge in geringem Abstand voneinander das gleiche Gewitter durchfliegen können, wobei das eine nur wenig, das andere hingegen schwerste Turbulenz antrifft. Deshalb ist es unserer Meinung nach ein Hauptfordernis an das Gerät, dem Piloten den besten Weg durch eine Sturmzone weisen zu können, und zwar trotzdem oder während sich das Flugzeug bereits in einer Zone starken Niederschlages befindet. Diese Anforderung verlangt maximales Durchdringungsvermögen und kleinste Verzerrung in der Darstellung zufolge Regeneinwirkung, was zwangsläufig zur grösseren Wellenlänge führt.
2. Die existierenden Racon-Beacons sind ihrer Standorte wegen für die TWA-Routen nur von beschränkter Bedeutung.

3. 3,2 cm Radar scheint dem 5,6 cm Radar in Bezug auf Terrain-Darstellung überlegen zu sein. Die Differenz ist jedoch nicht so, dass wir sie zu einem Hauptfaktor in der Wahl der Wellenlänge machen könnten, besonders auch, da wir kein Bedürfnis zum Gebrauch genauer Terrain-Darstellung als Hauptnavigationshilfe haben.
4. Die Nase der Super-Constellation gestattet den Einbau einer 34"-Antenne (DC-7 nur 22"). Diese grosse Antenne gleicht das ganze Reichweitenminus der grösseren Wellenlänge bei gleichem Strombedarf aus.
5. Die Versuchsflüge der UAL vom Sommer 1953 scheinen die Resultate der Untersuchungen der McGill University, wonach C-Band für diesen speziellen Zweck besser ist, zu bestätigen..

Aus diesen Gründen zieht die TWA C-Band Radar vor. Da aber der Streit unter den Spezialisten weiter geht, hat das "Airlines Electronic Engineering Committee" die Spezifikationen zum Einbau von Airborne Radar so gehalten, dass ein Austausch der C-Band- gegen X-Band-Geräte jederzeit ohne Aenderung der Verdrahtung möglich ist.

ANWENDUNGSBEREICH UND MOEGLICHKEITEN

I. ALS WARNUNG VOR GEFAEHRLICHEN WETTERLAGEN

1. Turbulenz. Wie schon erwähnt, lassen sich mittels der normalen Anzeige auf dem Radarschirm die allgemeine Lage von Cu-Nimben, starken Niederschlagsgebieten usw. feststellen und mittels der "Iso-Echo Contour Presentation" die Zonen der grössten Niederschlagsgradienten - die zugleich die Zonen grösster Turbulenz sind - lokalisieren. Eine vorerst zusammenhängend erscheinende Sturm- oder Gewitterfront zeigt sich dank Iso-Echo plötzlich als eine Reihe einzelner Sturmzellen, die man mittels minimier Kursänderungen sicher und einfach umfliegen kann. Gewitter, oder überhaupt aktive Cu-Nimbs, können mit Sicherheit festgestellt und somit vermieden werden.

Capt. Henderson, der UAL-Pilot der "Sir Echo", berichtet vom Durchfliegen absolut "verboten" aussehender Fronten mit Reiseleistung und Kursänderungen in der Grössenordnung von 10^0 , ohne dass einmal für die (allerdings nicht vorhandenen) Passagiere das "Seat Belt" notwendig gewesen wäre. Im Bericht der UAL wird von notwendigen Abweichungen vom geplanten Flugweg von maximal 5 Meilen gesprochen. Nicht feststellbar ist "trockene" Böigkeit (über Gebirgen usw.), die jedoch in der Regel keine direkte Gefährdung für das Flugzeug darstellt.

Trotzdem Tornados auf dem Radarbild nicht mit Sicherheit lokalisiert werden konnten, gibt es genügend indirekte Anzeichen, die dem Piloten gestatten, diese gefährlichen Stürme zu vermeiden. Dies vor allem durch Umfliegen aller scharf geränderten Echos (ca. drei Meilen Sicherheitsdistanz) und - was möglicherweise noch wichtiger ist - absolutes Vermeiden aller fingerähnlichen Formen, die von solchen Echos ausgehen.

2. Starker Niederschlag und Hagel. C-Band Radar ist imstande, starken Niederschlag (60 mm/Std. oder mehr) auf 15 Meilen oder mehr zu durchdringen und verhindert somit, dass der Pilot blindlings in ein Sturmzentrum hineinfliegt. Hagel kann nicht eindeutig von Regen unterschieden werden. Durch die UAL-Equipe wurde jedoch festgestellt, dass Hagel (wie Tornados) beinahe immer im Zusammenhang mit bestimmten Echoformen, nämlich "Haken" und "Finger", auftrat.
3. Vereisungs-Zonen. Keine Möglichkeit, mittels Radar speziell zu erkennen.

II. AIRBORNE RADAR FUER TERRAIN-ERKENNUNG

1. Vermeidung von Zusammenstoss mit Terrainerhebungen.
Sehr gut verwendbar.

Die sogenannte "Safety Circle Technique" bildet eine einfache und zuverlässige Methode, um Terrainerhebungen auszuweichen. Dabei wird die Antenne um einen bestimmten Betrag nach unten gerichtet und der Bildschirm auf eventuell auftauchende Terrain-Echos beobachtet. Durch Kurs- oder Höhenänderung wird nun verhindert, dass sich das Flugzeug einem solchen Echo mehr als auf eine vorbestimmte Distanz (z.B. 10 oder 5 NM) annähert.

2. Kartenartige Terrairndarstellung. Ursprünglicher Zweck des Airborne Radar. Sehr gut brauchbar, vor allem zur Feststellung grosser Küstenlinien, Seen, grosser Flussläufe und Städte. Sehr nützliche Navigationshilfe.
3. Racon Beacons. Es besteht ein Netz von 117 Racon Beacons (wovon 85 in den USA), für die USAF. Deren genaue Position (Distanz vom Flugzeug + QDM od. QTE) kann auf dem 3,2 cm Radarindicator mit Leichtigkeit direkt abgelesen werden. Somit äusserst gutes Navigationsmittel. Einer Kombination von VOR und DME an Genauigkeit überlegen. (Mit RCA C-Band Radar nicht verwendbar).

III. AIRBORNE RADAR ALS WARNUNG VOR ZUSAMMENSTOSSGEFAHR MIT ANDEREN FLUGZEUGEN

Unter Beachtung grösster Vorsicht und Sorgfalt eventuell verwendbar, um z.B. über dem Atlantik einen Höhenwechsel vornehmen zu können. Im Prinzip aber unbrauchbar. Eine vollständige Zusammenstosswarnung würde eine Radaranlage benötigen, die ungefähr die Ladekapazität eines Stratocruisers für sich allein beanspruchte.

IV. AIRBORNE RADAR ALS LANDEHILFE

Mit Racon Beacon verwendbar zur Distanz- und Azimutmessung (d.h. 3,2 cm Radar). Um als direkte, selbständige Landehilfe verwendet werden zu können (z.B. mittels reflektierenden Pisten, oder Reflektoren am Pistenrand, etc.) sind vielleicht noch etwa zehn Jahre Entwicklungsarbeit nötig.

BILDSCHIRMANORDNUNG UND ABLESUNG

Die Leuchtstärke der gegenwärtig erhältlichen Kathodenstrahlröhren ist leider so schwach, dass sie nur nachts genügt. Für Gebrauch bei Tageslicht ist eine spezielle Abschirmung notwendig. Tageslichtröhren sollten bis Mitte/Ende 1956 erhältlich sein.

Nach einem UAL-Bericht muss, bei der Leuchtstärke (bezw. Schwäche) der vorläufig erhältlichen Röhren, einer der Piloten sich sozusagen ausschliesslich der Beobachtung des Radarschirmes widmen, sobald Gewitterkorridore etc. durchflogen werden. Eine hellere Echowiedergabe dürfte später einmal eine kleinere Konzentration notwendig machen. Die Versuchsequipe der UAL kam zum Schluss, dass beim Durchfliegen einer Sturmfront, speziell in engen Korridoren, ein Besatzungsmitglied sich ausschliesslich mit der Beobachtung des Radarschirmes beschäftigen und dem anderen Anweisungen bezüglich Flugweg geben soll. Bei Benützung eines Autopiloten ist es möglich, gleichzeitig das Radarbild zu beobachten und zu steuern (but by all means turn off the altitude control!!).

Da die meisten Sturmfronten nicht sehr tief sind, sofern man sie rechtwinklig durchquert, ist die effektive Zeit, während welcher sich ein Besatzungsmitglied ausschliesslich auf die Radar-Beobachtung konzentrieren muss, relativ kurz. UAL halten deshalb ein drittes Besatzungsmitglied als speziellen Radarbeobachter für unnötig. Der Radarschirm ist so anzuordnen, dass er durch einen, oder noch besser durch beide Piloten beobachtet werden kann. Für Langstreckenflugzeuge kommt eventuell ein zweiter Indicator für den Navigator in Frage.

BEDEUTUNG

Die Frage "Was kann ein Pilot mit Hilfe dieser Bordradar-Einrichtung tun, wozu er ohne nicht imstande ist?" beantwortet Edgar A. Post, Supt. of Nav. Aids UAL, wie folgt:

- Er kann eine ~~Sturm~~zone auf eine Distanz von 75 Meilen und mehr erkennen und hat somit die Möglichkeit, den notwendigen Umweg so frühzeitig anzusetzen, dass die Totalflugzeit nur unwesentlich erhöht wird.
- Sofern das Durchfliegen einer Sturmzone wünschbar oder notwendig ist, kann er einen Korridor mit schwacher Aktivität und geringer Turbulenz wählen. Normalerweise kann ein geeigneter Korridor gefunden werden, ohne mehr als 5 Meilen vom geplanten Flugweg abzuweichen.
- Er kann vor dem Start oder vor der Landung die Umgebung eines Flugplatzes absuchen, um den bestmöglichen Flugweg für den An- bzw. Wegflug zu bestimmen.

- Er kann seine Position in Bezug auf Berge oder markantes Gelände feststellen.
- Er kann andern Flugzeugen, die nicht mit Bordradar ausgestattet sind, wertvolle Informationen übermitteln.

Diese fünf Möglichkeiten, die bewirken, dass Hagelschäden vermieden werden und Passagiere in einem relativ ruhigen Flug durch Gewitterfronten geflogen werden können, rechtfertigen nach E.A.Post den Einbau von Bordradar in Linienflugzeuge, besonders im Hinblick auf den Umfang der jährlichen Gewittertätigkeit. Beim Abwägen der Kosten für Bordradar sind direkt erfassbare und nicht erfassbare Einsparungen zu berücksichtigen. Als erfassbare Einsparungen gelten:

1. Kleinere Umwege und kürzere Perioden reduzierter Geschwindigkeit in Gewitterzonen
2. Weniger Holding
3. Weniger Blitzeinschläge
4. Weniger Hagelschäden
5. Verhütung von Strukturschäden an Flugzeugen infolge Gewitterturbulenz.

Die UAL rechnen, dass schon allein diese Einsparungen den gesamten Aufwand für Anschaffung und Unterhalt des Bordradar in zehn bis zwölf Jahren bezahlt machen würden. Als nicht erfassbare Gewinnquellen werden genannt:

1. Der "Goodwill" der Kundschaft
2. Ueberlegenheit anderen, nicht mit Bordradar ausgerüsteten Gesellschaften gegenüber
3. Weniger verpasste Passagieranschlüsse
4. Weniger abgesagte Flüge
5. Weniger nicht planmässig zu Ende geführte Flüge.

Mr.E.A.Post glaubt, dass die Verwendung von Bordradar nicht nur einen enormen Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit, Passagierkomfort und Pünktlichkeit bedeutet, sondern beim Auftauchen schwarzer Gewitterwolken auch eine neue "Tranquility of spirit" in den Cockpit bringt.

Die ausserordentliche Bedeutung als Propagandafaktor - speziell solange Konkurrenzunternehmen nicht damit ausgerüstet sind - liegt auf der Hand.

TRAINING

Capt.Henderson behauptet, dass nur ein sehr kurzes Spezialtraining notwendig ist, um Bord-Wetterradar mit Erfolg zu benützen.

EINIGE SPEZIFIKATIONEN DES AVQ-10-GERÄTES DER RCA

- 360° Plan Position Indication, d.h. die in der Rumpfnase montierte Antenne dreht sich mit 15 RPM um 360°, wobei je nach Flugzeugtyp ein mehr oder weniger grosser Teil der Anzeige durch Flügel und Rumpf abgedeckt wird (ca. 100°).
- Einstellbare Reichweitzenskalen; 20 - 50 - 150 NM
- Maximal 2 Anzeigegeräte
- Der nachträgliche Einbau von Tageslichtröhren (Direct View Storage Tubes) kann mit einem Minimum von notwendigen Abänderungen vorgenommen werden.
- Antennendurchmesser: 22"
- Antennenstabilisierung (gegen Stampf- und Rollbewegungen des Flugzeuges) via Auto-Pilot (wobei man bei dieser Gelegenheit erfährt, dass die zukünftigen CV-440 der Swissair mit Sperry A12 Auto-Piloten ausgerüstet sein werden).
- Verstellbarkeit der Antenne nach oben 10°, nach unten 15°.
- Strombedarf 1000 VA 115 V AC
30 WA27.5 V DC
- Gesamtgewicht ca. 120 lbs.

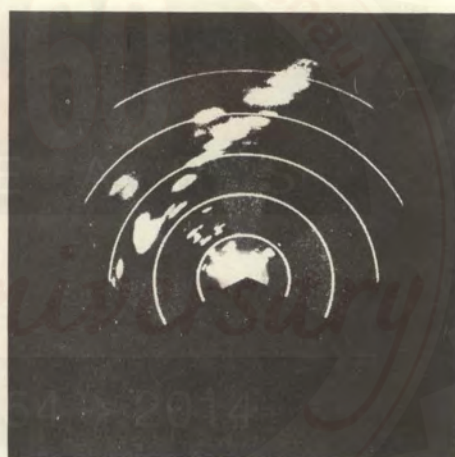
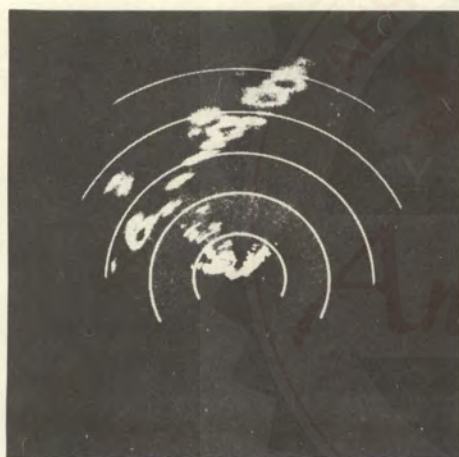
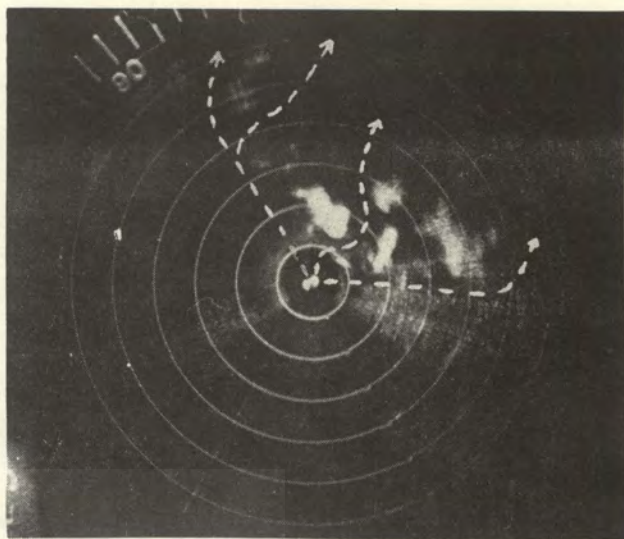
1954 → 2014

Kloten, Oktober 1955
A.Muser

Quellenangaben:

- "New Airborne Radar Systems for Weather Mapping and Navigation"
by G.W.Church, Bendix
- "The Operational Applications of Airborne Radar"
by Edgar A.Post, United Air Lines
- "Airborne Radar & Airline Operations"
Skyways Jan.1955
- "TWA installs Weather Radar"
Skyways May 1955
- "Little Sir Echo"
The Canadian Air Line Pilot, October 1954
- "C-Band Weather Radar"
Electronic Engineering Januar 1955
- "AVQ-10 Weather Radar"
Prospekt der RCA
- Protokoll des Aeropers-Vertreters vom Technischen Meeting der IFALPA vom 10.12.54 in London.

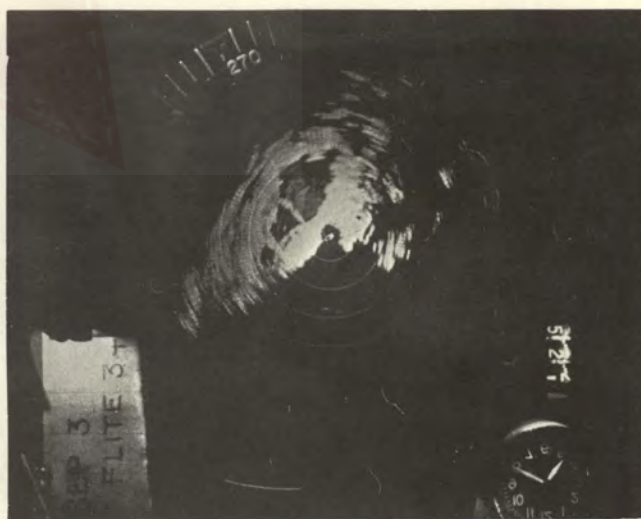
Beispiel vom Wählen verschiedener Flugwege,
um oder durch eine Sturmzone.



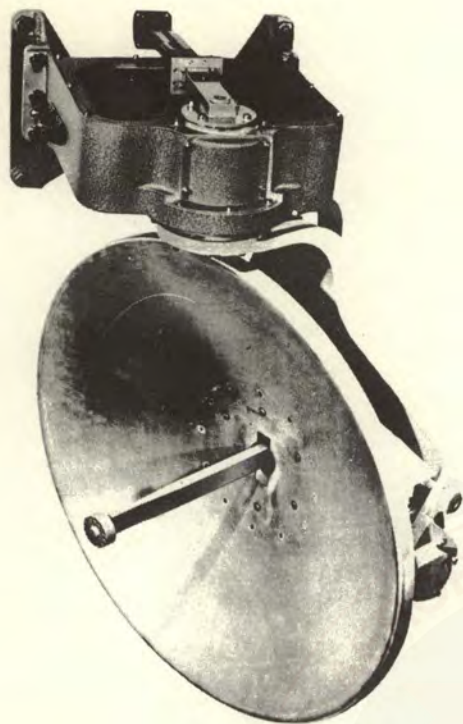
Wirkungsweise der "Iso-Echo contour presentation". Links mit, rechts ohne Iso-Echo.



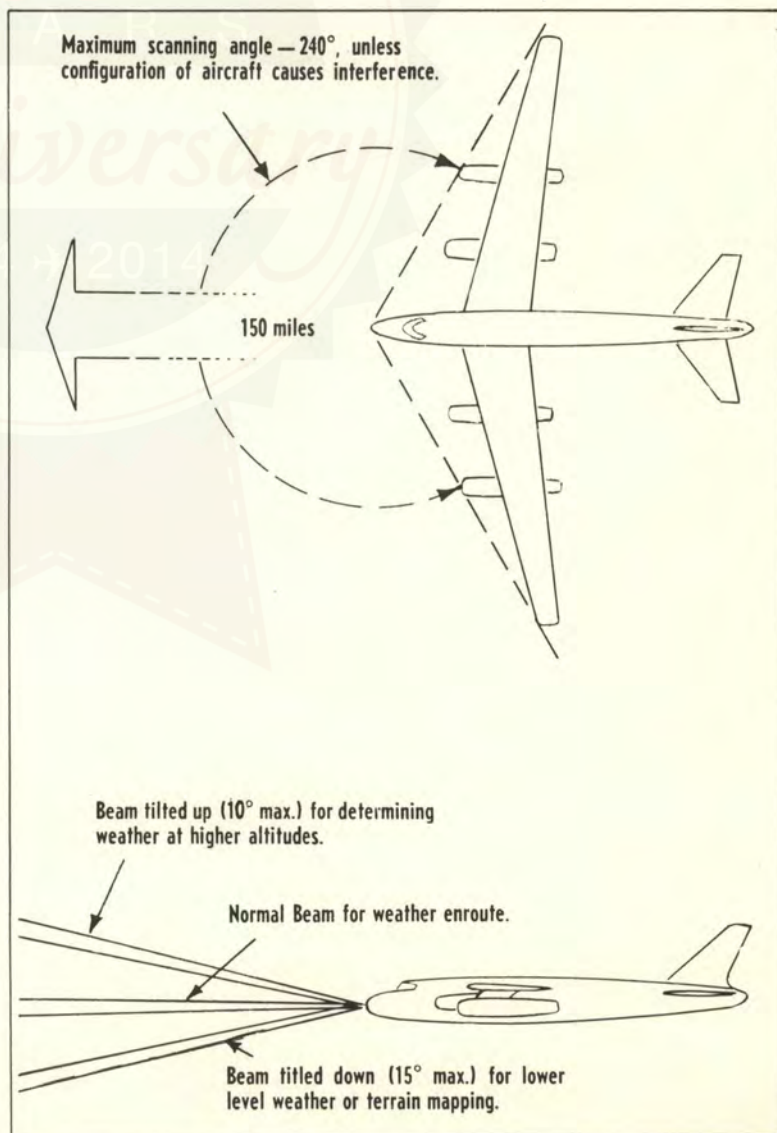
Beispiel einer haken- oder finger-
ähnlichen Echoform, die in diesem
Falle zusammen mit starkem Hagel
auftrat.

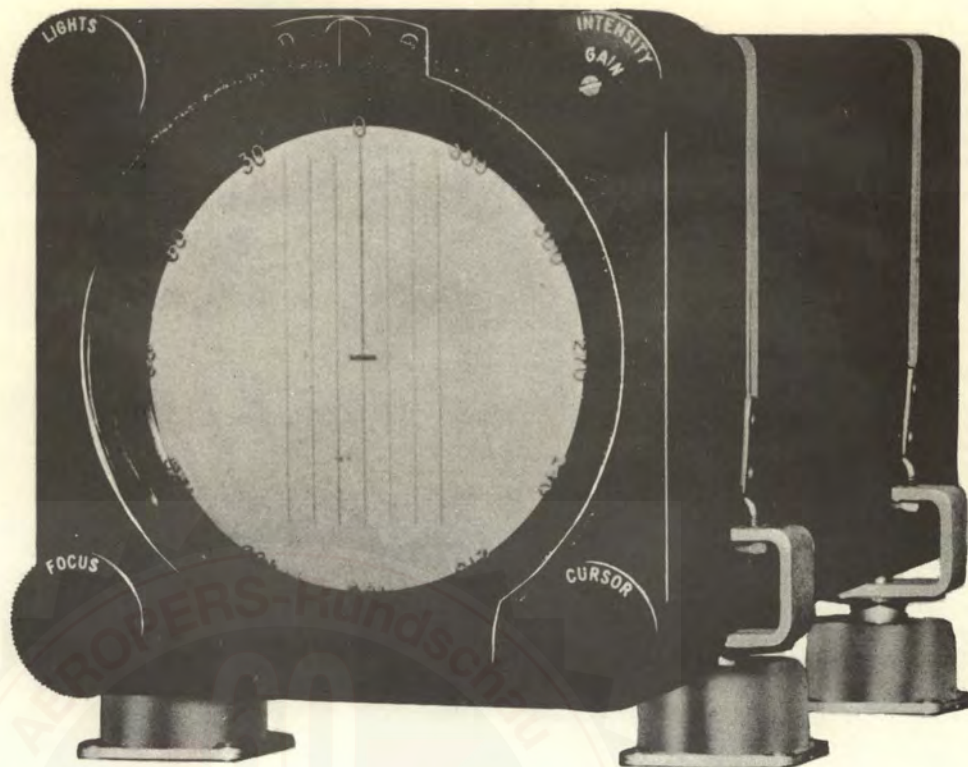


Beispiel einer Terrain-Darstellung
(über Oakland).

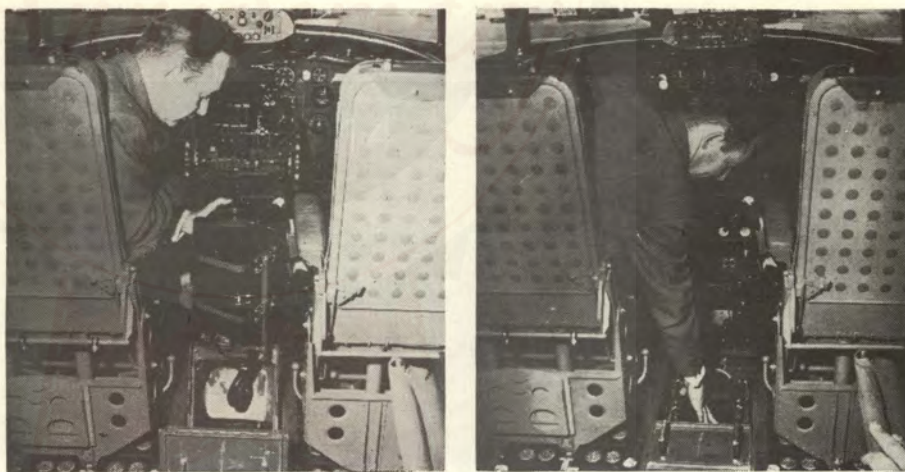


Bordradar-Antenne, untergebracht hinter dem Radome, im Rumpfbug des Flugzeuges. Diese Antenne dreht sich mit 15 RPM um 360° und ist (beim RCA Gerät) um 10° nach oben und um 15° nach unten schwenkbar. (Bild: Bendix-Antenne).





Der Indicator (PPI Screen) des AVQ-10 Gerätes. Ausgerüstet mit 4 Bedienungsknöpfen, wozu noch 3 Kontroll-Lämpchen kommen, die anzeigen, mit welchem "Range" der Radar arbeitet.



Installation des Indicators in einer Super-Connie der TWA. Angeordnet zwischen den beiden Pilotensitzen, links in der normalen Arbeitsstellung, rechts im Boden versenkt.

Bedienungspanel des AVQ-10 Gerätes in einer Super-Connie der TWA.

