



Brauser, Klaus: „Radarbeobachtungen und –Beobachtungsfehler“, in MUFON-CES-Bericht 6: *Ungewöhnliche Eigenschaften nichtidentifizierbarer Lichterscheinungen*, 1979, S. 131-162.

© MUFON-CES 1975-2002

## Radarbeobachtungen und Beobachtungsfehler

Dipl.-Phys. H. Brauser

### 1. Einführung

#### 1.1 Das Radarprinzip

Der Name 'Radar' ist eine Abkürzung für die englische Definition der Funkmeßtechnik: Radio Detection and Ranging (Erfassung und Entfernungsmessung von Objekten mittels Radiowellen).

Bei dieser Technik werden elektromagnetische Wellen einer festen Frequenz von einem Sender ausgesandt. Die von der Antenne gebündelte elektromagnetische Energie wird von Objekten, die mittels einer solchen "Strahlenkeule" angeleuchtet werden, zu einem kleinen Teil zur Antenne reflektiert und im Empfänger in Informationen über das Objekt umgewandelt. Solche Informationen sind je nach der Konstruktion der Radaranlage Ort, Größe, Entfernung, Höhe und Geschwindigkeit, neuerdings auch Kenndaten des Objekts.

Die Radaranlagen werden im Bereich hoher bis sehr hoher Frequenzen betrieben, etwa im Frequenzbereich 30 MHz bis 100 GHz, überwiegend am oberen Ende (Ku-Band, L-Band, X-Band).

#### 1.2 Verwendung des Radarprinzips

Die Erfassung und Messung von Orts- und Kenndaten von Objekten wird in mannigfaltiger Weise genutzt. Es können nur Objekte erfaßt werden, welche aufgrund der physikalischen Eigenschaften elektromagnetische Wellen reflektieren können. Hierbei ist jedoch auch die Umgebung des Objektes von entscheidender Bedeutung. So ist es zum Beispiel einfacher, metallische Objekte in der Luft zu erfassen, als kleine Schiffe, die von gutleitendem Wasser umgeben sind. Kleine Schiffe können von Schiffen aus besser geortet werden als von Flugzeugen, Unterwasserfahrzeuge dagegen können überhaupt nicht mittels Radar entdeckt werden.

Die physikalischen Eigenarten der zu ortenden Objekte und ihrer Umgebung (Luft, Wasseroberfläche, Erdoberfläche) bestimmen weitgehend, ob sie erfaßt werden können, und welche Radartechnik hierfür optimal ist. Ehe auf die Erfassung von vorwiegend metallischen Objekten (oder Objekten mit hoher Leitfähigkeit) in der Umgebung Luft eingegangen wird, seien kurz die Verwendungsarten des Radarprinzips aufgezählt:

- Ortung, Identifizierung und Zielverfolgung von fliegenden Objekten im zivilen Bereich (Flugsicherung),
- Ortung, Identifizierung und Zielverfolgung von fliegenden Objekten im militärischen Bereich (militärische Flugsicherung, Luftraumüberwachung, Flugabwehr),
- Beobachtung des Wettergeschehens (insbesondere Gewitter, Niederschlagsgebiete, Tornados),
- Flugbahnvermessung bei Versuchen,

- Waffensteuerung (Flugabwehr, Jagdabwehr, Schiffszielbekämpfung,
- Geschwindigkeitsmessung im Straßenverkehr,
- Objektschutz,
- Schiffsortung (Schiffahrtssicherung).

Jede Verwendungsart erfordert gemäß der oben zitierten Objekt-/Umweltsituation besondere konstruktive Eigenschaften, die also verwendungsspezifisch sind.

Im folgenden werden ausschließlich Konstruktionsmerkmale von Anlagen zur Ortung fliegender Objekte beschrieben, und auch diese können im Rahmen dieses Berichtes nur verallgemeinert dargestellt werden. Es muß vor allem hierbei auf die Probleme hingewiesen werden, die sich aus dem Stand der Technik und ihrer Weiterentwicklung ergeben in bezug auf die Erfassung und Erkennung von unidentifizierbaren Flugobjekten (UFOs).

## 2. Technische Konstruktionsmerkmale von Radaranlagen zur Luftraumbeobachtung

### 2.1 Primärradar

Primärradaranlagen sind solche, bei welchen das natürliche Echo-signal des Objektes vom Empfänger wieder aufgefangen und zur Anzeige gebracht wird. Es ist geeignet, vor allem große metallische Objekte in der Luft zu orten. Die Erfäßbarkeit ist begrenzt durch die Energie des reflektierten Echos, d.h. durch die Energiedissipation der ausgesandten Wellen, ihres vom Objekt reflektierten Bruchteils und der Dissipation dieser Echoenergie auf dem Weg zurück zum Empfänger (siehe Theorie, Kap. 3).

Primärradaranlagen werden in grundsätzlich zwei Betriebsarten verwendet: Pulsradar und Doppler-Radar.

#### 2.1.1 Pulsradar

Sender- und Empfangsgerät befinden sich an einem Ort und benutzen die gleiche Antenne. (Bild 1)

Der Sender erzeugt Hochfrequenzpulse mit einer definierten Taktfrequenz, die von der Antenne - weitgehend gebündelt - abgestrahlt werden (Condon 1969). Der Empfänger ist nur zwischen zwei aufeinanderfolgenden Sendepulsen empfangsbereit. Es wird die Laufzeit zwischen der abgestrahlten und der Echo-Impulsenergie gemessen, und damit die Entfernung des reflektierenden Objektes.

$$\left( \text{Laufzeit} = \frac{2 R}{300\,000} , \quad R = \text{Laufzeit} \cdot 150\,000 \right)$$

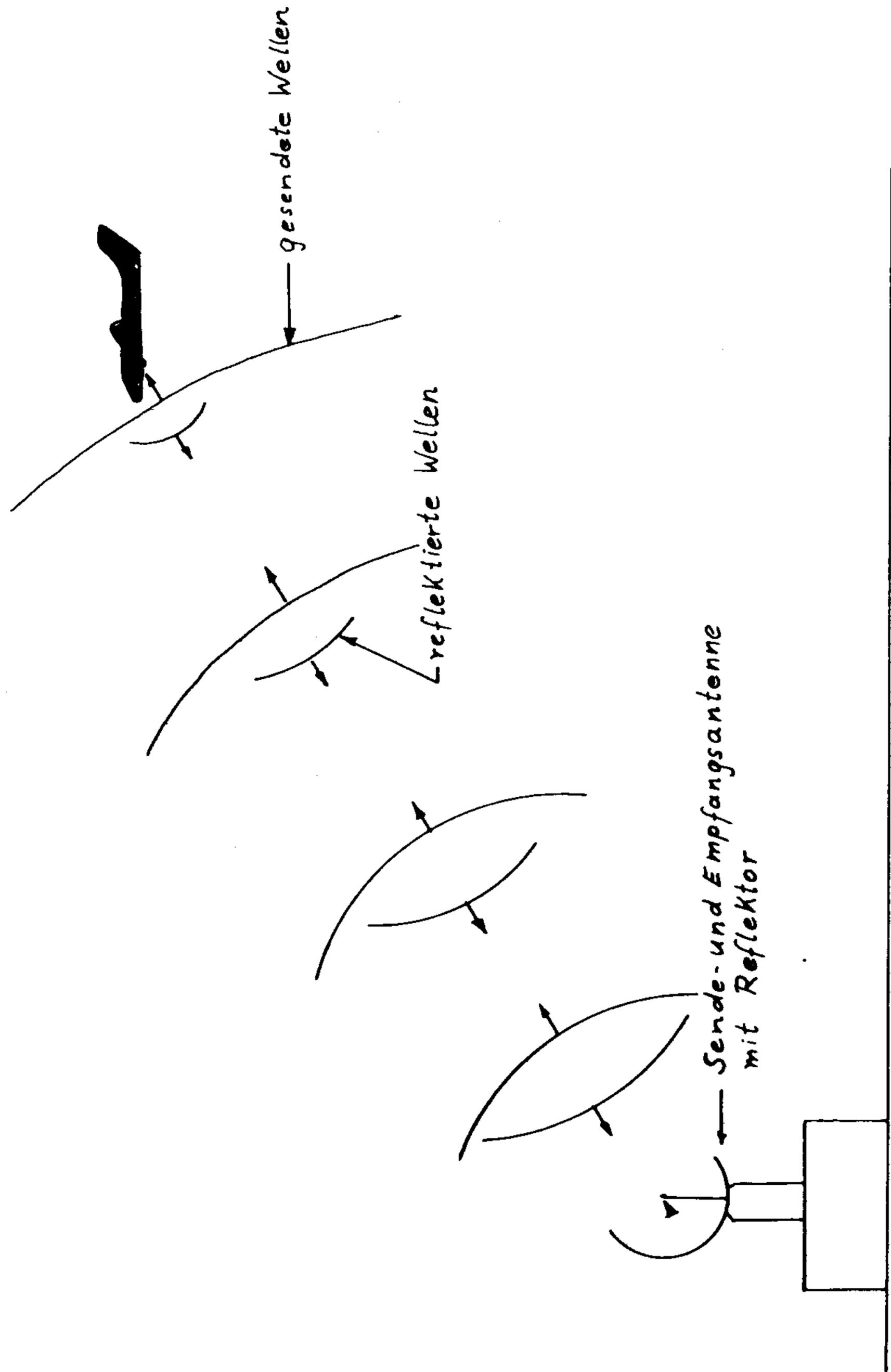


Bild 1: Prinzip der Radarerfassung eines Flugzeugs (Primär-Radar)

Die Sende-Empfangsanlage wird während des Meßvorgangs entweder langsam um volle 360° gedreht (Rundsicht-Suchradar) oder innerhalb eines Sektors hin- und hergeschwenkt (meist bei Präzisions-Landeanflugradar). Der Schwenkwinkel wird in jedem Falle auf einer Kathodenstrahlröhre angezeigt (vgl. Bild 2). Ein erfaßtes Objekt wird auf dieser durch den Azimut-Winkel und die Entfernung vom Sender dargestellt. Die Höhe des Objektes wird bei einer solchen Anlage meist durch ein auf ein einzelnes Flugobjekt ausgerichtetes zweites Radargerät mittels des Höhenwinkels der Antenne festgestellt (= "heightfinder" = Höhenfinder). Während die Entfernungsmessung mit hoher Genauigkeit erfolgt, sind die Winkelmessungen von der Bündelung durch die Antenne abhängig. Je schärfer die Bündelung ist, desto genauer ist die Winkelauflösung. Jedoch liegt die heute mögliche Genauigkeit bei ca. 5°. (Bild 2)

Die Eigenheiten der Bündelung werden in Kap. 3 kurz gestreift.

Die Geschwindigkeit des georteten Flugobjektes wird durch die Ortsversetzung des Echosignals auf der Kathodenstrahlröhre bei jedem nachfolgenden Antennenenumlauf ermittelt.

### 2.1.2 Doppler-Radar

Beim Doppler-Radar werden bewegte Objekte dadurch erfaßt, daß eine kontinuierlich abgestrahlte Welle eine Frequenzverschiebung bei der Reflexion am Objekt erfährt. Diese Doppler-Verschiebung ist ein Maß für die Relativgeschwindigkeit zwischen Objekt und Sender-Empfänger. Der Azimutwinkel wird durch die Lage des Reflexionsmaximums festgestellt. Die Entfernung kann aus der Phase der reflektierten Welle ermittelt werden.

Doppler-Radargeräte werden infolge dieser physikalischen Eigenheiten vorwiegend für die Ortung von Einzelobjekten verwendet. Die Reichweite ist wegen der feststellbaren Phasenlage zwischen Sende- und Echoenergie sowie der begrenzten Sendeenergie auf ca. 100 km begrenzt. Die Nachführung des Gerätes auf ein erfaßtes Objekt geschah früher manuell und wird heute bevorzugt automatisch durchgeführt.

### 2.1.3 Puls-Doppler-Radar

Die meisten heutigen Primärradargeräte arbeiten nach dem Puls-Doppler-Prinzip. Im wesentlichen ist dies eine Kombination der beiden oben beschriebenen Verfahren. Das Puls-Doppler-Gerät hat die gleichen Eigenschaften wie das Pulsradar. Die Ermittlung der Dopplerfrequenz führt zur sog. Festzielunterdrückung, d.h. feste Ziele am Boden werden unterdrückt, oder mit anderen Worten: Echos, deren Doppler-Frequenzverschiebung ein bestimmtes Maß unterschreiten, werden von der Darstellung auf dem Kathodenstrahl-Sichtgerät ausgeschlossen. Solche durch das MTI (moving target identification)-Prinzip von der Darstellung ausgeschlossenen Festziele sind z.B.

Bodenerhebungen,  
Gebäude,  
Schiffe,  
Kraftfahrzeuge,

aber auch

Regengebiete,  
Vögel,  
Ballons,  
langsam fliegende Hubschrauber  
und Luftschiffe,  
Insektenschwärme.

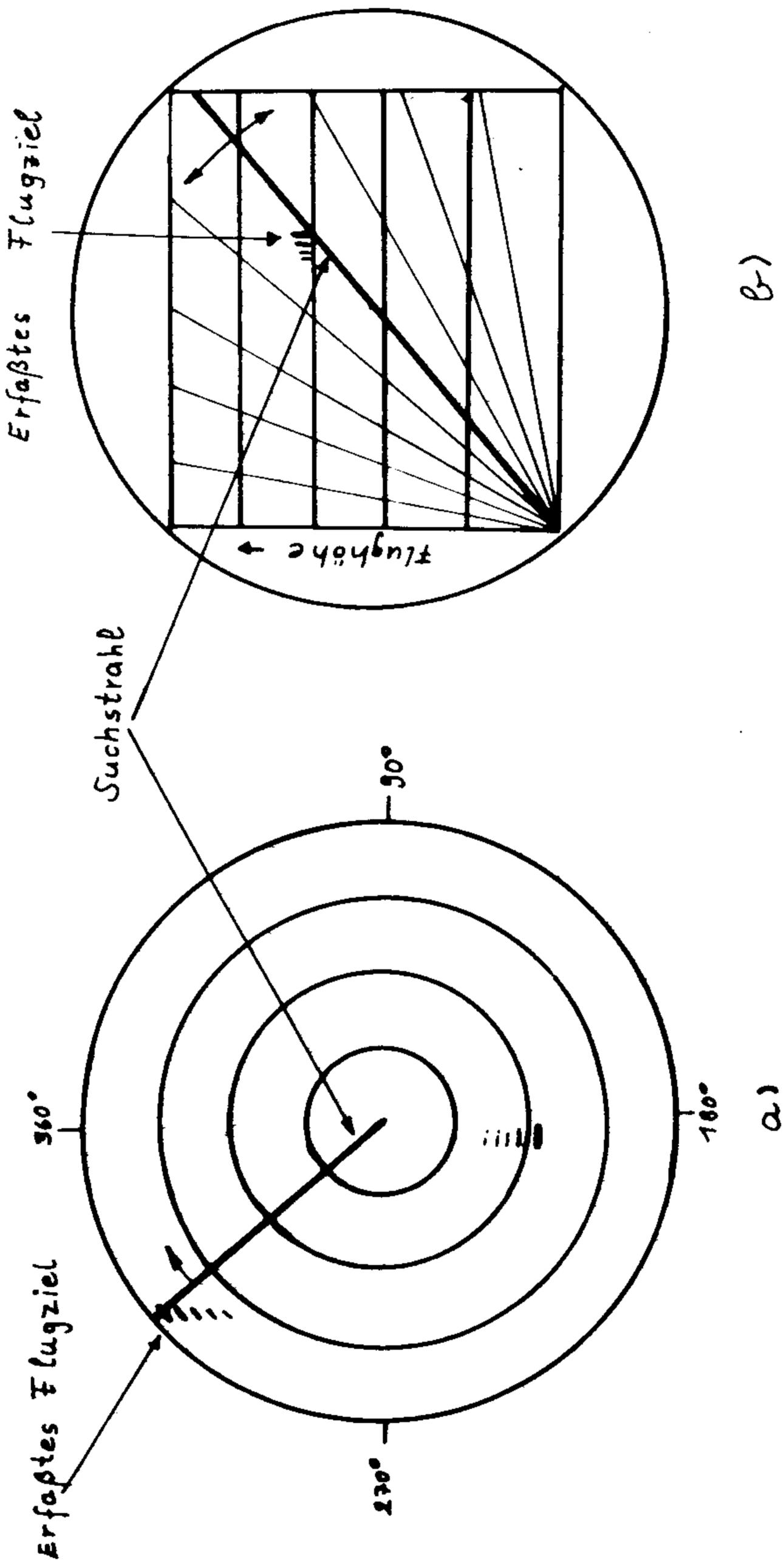


Bild 2: a) Rundstrahlradarbild b) Höhenfinder-Radarbild

In der modernen Flugsicherung sind solche Selektionsverfahren zur Unterdrückung von "Falschzielen" (d.h. von nicht zum Luftverkehr gehörenden Zielen) weit verbreitet.

Da dennoch Luftziele wie Hubschrauber und Luftschiffe häufig erfaßt und beobachtet werden müssen, werden diese, sofern sie sich auf festgelegten Luftstraßen befinden, durch eine weitere technische Variante wiederum erfaßbar gemacht: durch das "Sekundärradar".

## 2.2 Sekundärradar

Das sogenannte Sekundärradarprinzip beruht darauf, daß alle von der Flugsicherung erfaßten Flugzeuge einen kleinen Sender mitführen, der von den Radarpulsen der Rundsuchtradaranlage zur Abgabe von (sekundären) Impulsen der gleichen Folgefrequenz und Pulsdauer "getriggert" wird. Die abgestrahlte Energie ist einheitlich festgelegt und somit weder von der Größe des Rückstreuquerschnitts noch von seiner Änderung mit der relativen Lage zwischen Sender und reflektierendem Objekt abhängig (Bild 3). Das von der Radarbodenstation empfangene Echosignal ist nur noch von der Entfernung  $R$  des Flugobjekts zum Bodenempfänger wie  $1/R^2$  abhängig, und kann innerhalb einer Reichweite von 400 km immer gut detektiert werden (vgl. Radargleichung in Kap. 3).

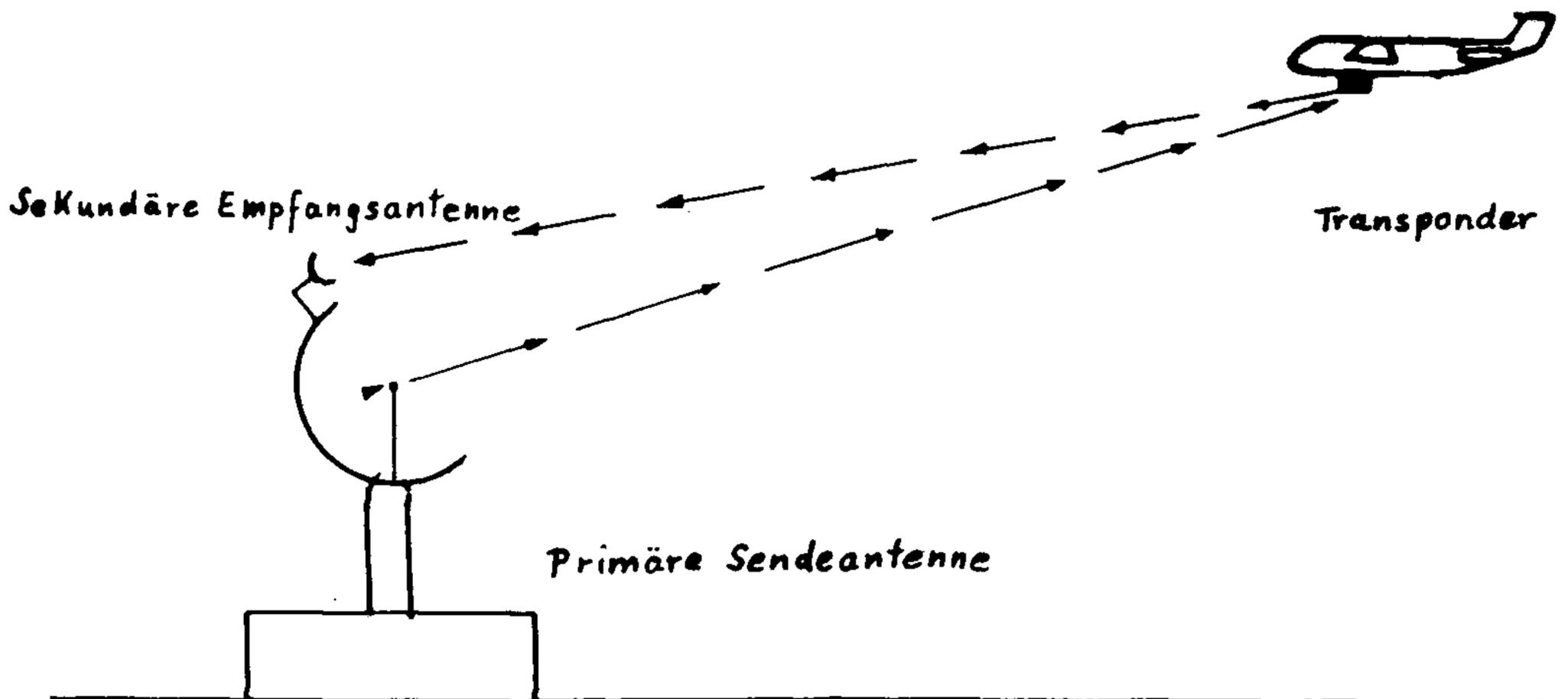
Die von dem an Bord der Flugzeuge befindlichen Sendeempfänger (sog. "transponder") ausgesandten synchronisierten Impulse (Sekundärimpulse) können mit Datenmodulation versehen werden. Üblicherweise werden folgende Daten auf den Trägerimpuls aufmoduliert:

|   |      |   |        |
|---|------|---|--------|
| Kennzeichen des Flugzeugs und Höhenangabe | oder | } | Mode C |
| Gruppencode und Höhenangabe               | }    |   |        |

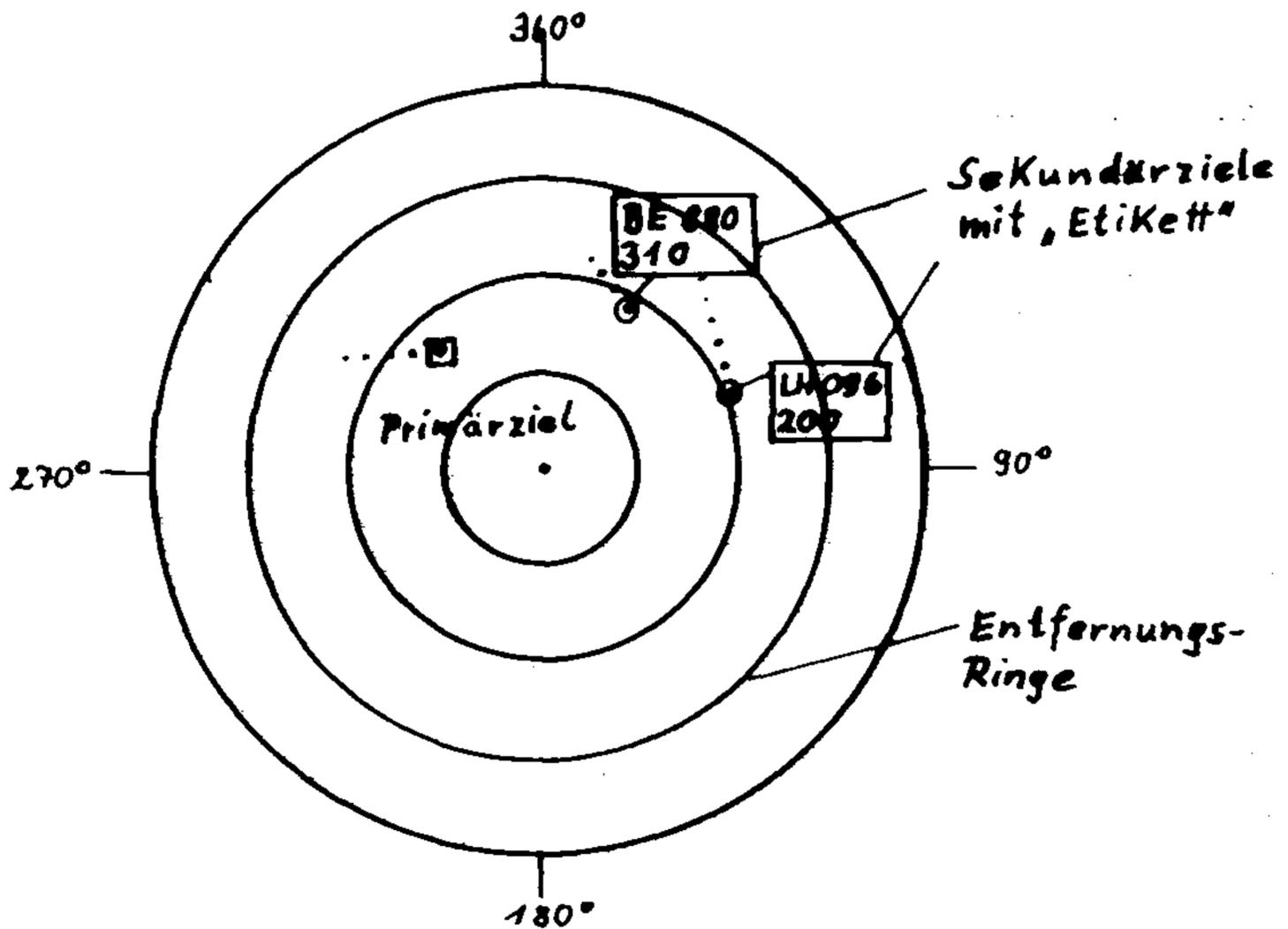
Die Kennung des Flugzeugs (der sog. Individualcode) wird von der Flugsicherung bei sogenannten kontrollierten Flügen festgelegt. Der Gruppencode gibt an, von welcher Flugsicherungsarbeitsposition das Flugzeug kontrolliert wird. Die Höhenangabe wird vom bordseitig vorhandenen Höhenmesser abgenommen, in einen Pulscode umgesetzt und zur Bodenstation übertragen.

Individualcode oder Gruppencode sowie die Höhenangabe werden bei der BFS (Bundesanstalt für Flugsicherung) heute überall zur Identifikation von genehmigten oder angemeldeten Flügen verwendet. Die Höhenangabe dient zusätzlich zur Überwachung der zugewiesenen Flughöhe und damit zur Vermeidung von Konflikten im Luftverkehr.

Die Voraussetzung für Identifikation und Überwachung ist die entsprechende Darstellung auf dem Radarschirmbild. War bei Primärradaranlagen die sog. analoge Zieldarstellung vorherrschend, so ist es jetzt die Darstellung digitaler extrahierter Radardaten (DERD). Die Flugziele werden dabei als Punkte (kleine Kreissymbole) mit der rechnerisch ermittelten Angabe der Flugrichtung (Flugvektor) dargestellt.



**Bild 3:** Prinzip des Sekundärradars. Der Transponder empfängt die ausgesandten Radarpulse, und sendet mit codierten Daten versehene Antwortpulse zurück.



**Bild 4:** Vereinfachte Darstellung eines digitalisierten Radarbildes auf der Basis von Sekundärradar. (Flugrichtung ist  $\dots \odot$ )

|       |   |   |      |
|-------|---|---|------|
| LH096 | ← | Rufzeichen des Flugzeugs (hier Lufthansa-Flug | 096) |
| 200   | ← | Flughöhe (hier 20000 ft $\approx$ 6000 m)     |      |

Diesen Zielpunkten werden Datenetiketten angehängt, in welchen die Kennung (Flug-Nummer) und die Höhe in Form der zwei- bis dreiziffrigen Flugflächenangabe angegeben sind (siehe Bild 4). Das Primärechosymbol dagegen enthält nur die Ortsangabe des Radarechos mit allen Fehlern. In der DERD-Form werden Primärechos ebenfalls dargestellt: als kleine Vierecke mit dem Flugvektor. (Bild 4)

Moderne Sekundärradaranlagen wie das System SRELL-11 der BFS arbeiten stets nach dem Puls-Doppler-Prinzip, d.h. Festzielunterdrückung wird auch hier trotz der Selektion mittels Transponder weiterhin betrieben. Die von der Anlage erfaßten Wetterstörungen können auf Wunsch des Fluglotsen ebenfalls sichtbar gemacht werden.

Die Erfassung von Primärzielen ist aber auch bei diesen Anlagen den bisher bekannten Störeinflüssen ausgesetzt und deshalb schwierig. Es ist wichtig, hierauf hinzuweisen, da die Radarfluglotsen heute ihre Aufmerksamkeit mehr den identifizierbaren Sekundärzielen zuwenden und nur bei ganz eindeutig erkannten Primärzielen den kontrollierten Luftverkehr auf diese Ziele aufmerksam machen.

Das bedeutet, daß es heute in der zivilen Flugsicherung weit schwieriger ist, unbekannte Flugobjekte zu erfassen als zu der Zeit, als noch alle Flugzeuge als nicht besonders gekennzeichnete Primärziele dargestellt wurden.

### 2.3 Bistatisches Radarprinzip

Die bisher beschriebenen Radaranlagen arbeiten nach dem "monostatischen" Prinzip: Der bodenseitige Sender ist gleichzeitig auch Empfänger.

Beim bistatischen Prinzip dagegen sind Sender und Empfänger getrennt (Bild 5). Der Sender arbeitet kontinuierlich (CW). Das System arbeitet sozusagen nach dem Interferometerprinzip: Der Empfänger empfängt neben dem Primärstrahl des Senders auch ein vom Flugzeug reflektiertes Echo. Der Streckenunterschied zwischen  $D_p$  (Entfernung Sender-Empfänger) und  $D_t + D_r$  (Sender-Flugzeug-Empfänger) äußert sich in einer Phasendifferenz. Die Frequenz  $f_R$  des reflektierten Strahls ist außerdem um die Doppler-Frequenzverschiebung gegenüber der Frequenz des direkten Strahls  $f_t$  geändert, weil sich das Flugzeug bewegt. Aus der sog. Doppler-Schwebung ergeben sich die Lagedaten und die Geschwindigkeit des Flugzeugs.

Eine solche Anlage wird i.a. nur bei sehr speziellen Problemen eingesetzt, z.B. an festen Meßstrecken.

Einen unfreiwilligen Effekt dieser Art liefert jedes System UKW-Sender + ortsfester Empfänger + Flugzeug: Das bei Vorbeiflug eines Flugzeugs auftretende periodische Fading ist in erster Linie die Interferenzerscheinung (Phasenverschiebung). Die Doppler-Schwebung geht beim UKW-Empfang infolge der hier üblichen Frequenzmodulation völlig unter. Eventuell ließe sich aber dieses Prinzip auf die Erfassung von fliegenden Objekten in einem bestimmten Gebiet anwenden. Interessenten werden auf die theoretische Ableitung und die detaillierte Darstellung bei Skolnik (1962) verwiesen.

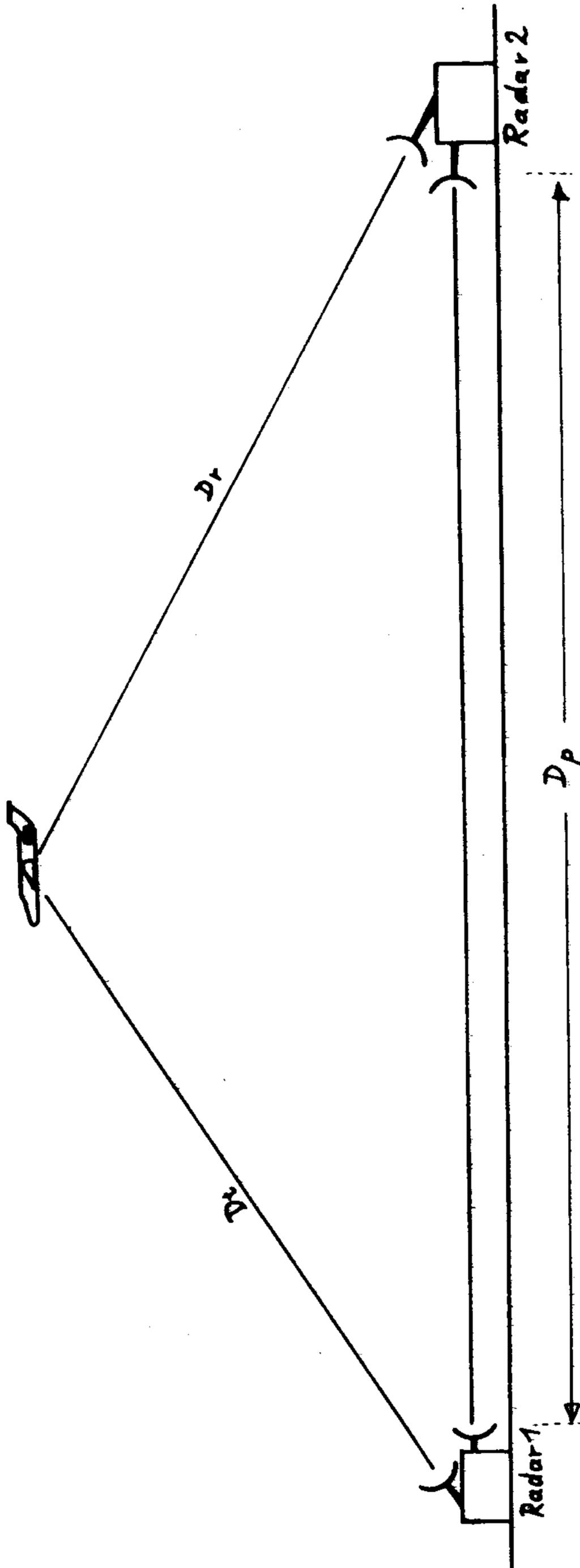


Bild 5: Das bistatische Radarsystem als eine Art Radarinterferometer.

### 3. Theorie der Radarbeobachtung

#### 3.1 Die Radargleichung

Die Radargleichung (Gl.(1)) gibt die an der Empfangsantenne meßbare Echoleistung  $P_r$  an in Abhängigkeit von der Senderleistung  $P_t$ , der Entfernung  $R$ , dem Antennenverstärkungsfaktor ("Gewinn")  $G_t$ , der Empfängerfläche  $A_r$  und dem Reflexionsquerschnitt  $\sigma$  :

$$(1) \quad P_r = \frac{P_t \cdot G_t \cdot A_r \cdot \sigma}{(4 \pi R^2)^2}$$

für Primärechos.

Bei monostatischen Anlagen ist

$$G_t = \frac{4 \pi A_t}{\lambda^2} \quad \text{Antennengewinn des Senders}$$

$$(2) \quad G_r = \frac{4 A_r}{\lambda^2} \quad \text{Antennengewinn des Empfängers}$$

$$G_t = G_r = G \quad \text{Gewinn der Sende-Empfangsantenne}$$

$$(3) \quad A_t = A_r = A \quad \text{Fläche der Sende-Empfangsantenne}$$

Aus (1), (2) und (3) folgt

$$(4) \quad P_r = \frac{P_t A^2 \sigma}{4 \pi \lambda^2 \cdot R^4} \quad \text{für Punktziele.}$$

Und schließlich (nach [2])

$$(5) \quad P_r = \frac{P_t \cdot G^2 \cdot \lambda^2 \cdot \sigma}{(4 \pi)^3 \cdot R^4} \quad \text{für Punktziele}$$

$$(6) \quad P_r = \frac{1}{2} \frac{P_t \cdot G^2 \cdot \lambda^2 \cdot \theta \cdot C \cdot T \cdot \sigma}{(4 \pi)^3 \cdot R^3} \quad \text{für ebene Ziele}$$

$$(7) \quad P_r = \frac{1}{2} \frac{P_t \cdot G^2 \cdot \lambda^2 \cdot \theta \cdot \phi \cdot C \cdot T \cdot \eta}{(4 \pi)^3 \cdot R^2} \quad \text{für reflektierende Volumina (Regen)}$$

mit der Zusammenfassung:

- A = Empfängerfläche
- $P_r$  = Empfangsleistung
- $P_t$  = Sendeleistung
- G = Antennengewinn
- $\lambda$  = Wellenlänge
- $\sigma$  = Reflexionsquerschnitt
- R = Entfernung
- $\theta$  = horizontale Strahlbreite der Antenne ("Keulen"-Breite)
- c = Lichtgeschwindigkeit
- T = Länge der ausgesandten Pulse
- $\phi$  = vertikale Strahlbreite der Antenne
- $\eta$  = Volumenreflexionsgrad

Die Erläuterung der Ableitung von Gl. (6) und (7) aus (5) erfolgt anhand von Bild 6 (nach Condon 1969, Kap.5).

Aus Grundsätzen der Verstärkertechnik ergibt sich mit dem Ansatz des kleinsten, noch meßbaren Echsignals  $S_{min}$  mit

$$(8) \quad S_{min} = k \cdot T_o \cdot B_n \cdot F_n \cdot \left( \frac{S_o}{N_o} \right)_{min}$$

$k T_o$  = thermische Rauschzahl

$B_n$  = Bandbreite

$F_n$  = Verhältnis Eingangs- zu Ausgangsrauschen

$N_o$  = Ausgangsrauschspannung

und

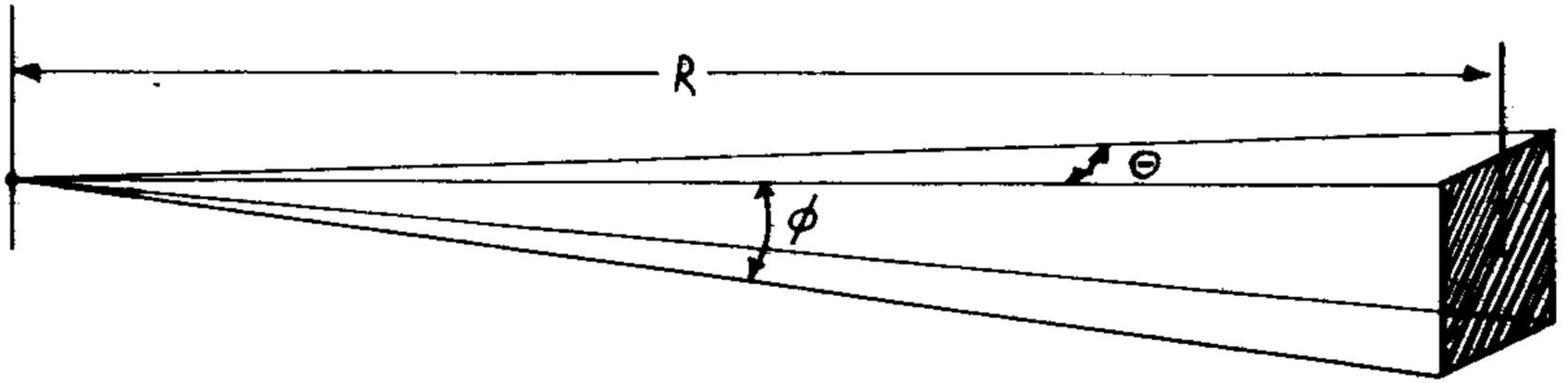
$$(9) \quad F_n = \frac{N_o}{k \cdot T_o \cdot B_n \cdot G_a}$$

$G_a$  = maximal erreichbare Verstärkung

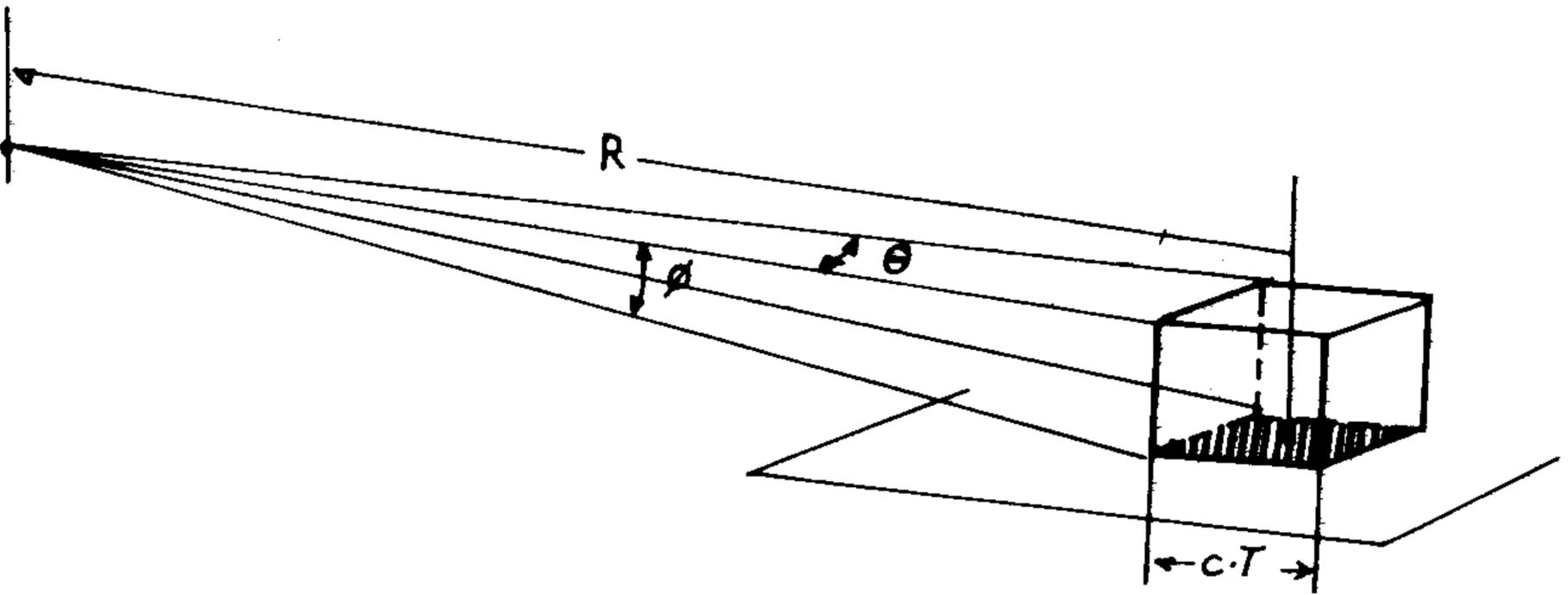
durch Gleichsetzen  $P_r = S_{min}$  ergibt sich die Reichweite aus (5).

$$(10) \quad R_{max}^4 = \frac{P_t \cdot A^2 \cdot \sigma}{4 \pi \lambda^2 \cdot S_{min}}$$

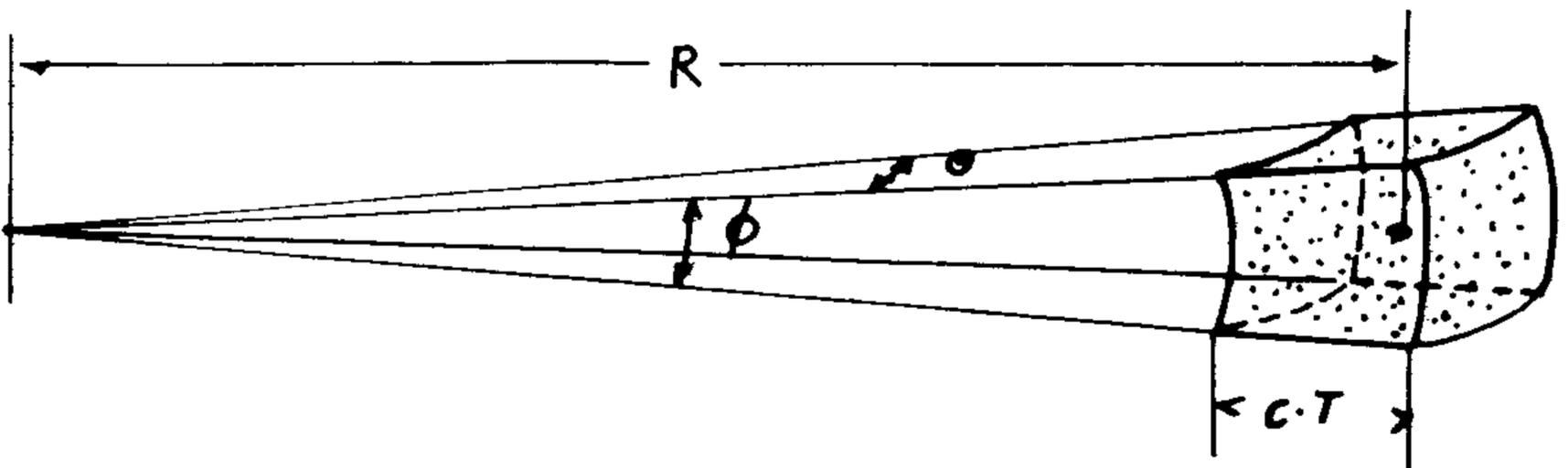
$$R_{max} = \left( \frac{P_t \cdot A^2 \cdot \sigma}{4 \pi \lambda^2 \cdot S_{min}} \right)^{\frac{1}{4}}$$



a) Punktziele: Radarquerschnitt  $\sigma_p$



b) Flächenziele: Radarquerschnitt  $R \cdot \theta \cdot \frac{c \cdot T}{2} \cdot \sigma_F$



c) Volumenziele: Radarquerschnitt  $R \theta \sigma_\phi \cdot \frac{c \cdot T}{2} \cdot \eta$

Bild 6: Zur Berechnung der Echoenergie.  
(Nach [Condon 1969, Kap. 5])

Mit der Berechnung von  $S_{\min}$  beginnt die eigentliche Verstärker-technik. Wir müssen sie hier außer acht lassen.

Die drei Radargleichungen (5), (6) und (7) beschreiben die überhaupt möglichen Formen mit Radar erfaßbarer Objekte.

Die punktförmigen Objekte sind kompakte Gegenstände, meist metallischer Natur, die jedoch nach der typischen Form und Anleuchtungsrichtung einen bestimmten "Radarquerschnitt"  $\sigma$  aufweisen. Diese Objekte sind meist fliegende Objekte, die vom Boden aus erfaßt werden.

Flächenförmige Objekte sind in der Regel solche von vielen  $\text{km}^2$  Ausdehnung, z.B. Erdoberflächen, die z.B. von fliegenden Radarstationen erfaßt werden. Die in dieser Fläche verteilten Objekte haben alle einen unterschiedlichen Reflexionsquerschnitt je nach Form, Größe und physikalischer Beschaffenheit. Das Schirmbild einer solchen Fläche ähnelt häufig einer groben Landkarte der erfaßten Fläche.

Raumziele bestehen in der Regel aus sehr vielen punktförmigen Objekten, die in einem Luftvolumen verteilt sind (z.B. Regen, Hagel, Vogel- und Insektenschwärme, auch ionisierte Gase, einschließlich freier Elektronen oder Protonen).

Alle diese Objekte können eine Radarbeobachtung eines größeren Punktobjektes beeinflussen (z.B. dieses verdecken, aber auch vortäuschen). Darauf wird in Kap. 3.4 genauer eingegangen.

### 3.2 Der Reflexionsquerschnitt

Nach der Radargleichung (5) bis (7) ist der Reflexionsquerschnitt  $\sigma$  des erfaßten Objektes ein wesentliches Kriterium für die Erfafbarkeit des Objekts. Er kann die Größenordnung von einigen  $\text{mm}^2$  bis zu etwa  $100 \text{ m}^2$  aufweisen. Wenn auch das absolute Maß des Querschnitts  $\sigma$  in unterschiedlicher Weise von der Form des Gegenstands abhängig ist, so ist für die Beobachtbarkeit immer die Stärke des Echos entscheidend. Aus dieser allein kann jedoch kaum auf die Form des Objekts geschlossen werden.

So hat ein Flugzeug infolge seiner komplizierten Form einen stark vom Beobachtungswinkel abhängigen Radarquerschnitt, der sogar verschwindend klein werden kann, obgleich er unter günstigen Bedingungen bis zu  $100 \text{ m}^2$  betragen kann. Eine einheitliche Gleichung für das  $\sigma$  von Flugzeugen existiert nicht. (Für intensiveres Studium wird Skolnik [1962] empfohlen.)

### 3.3 Beobachtungsgenauigkeit

In Bild 6 wird der räumliche Winkel des ausgesandten Radarstrahls ( $\Theta, \phi$ ) angegeben. Die Azimutbreite des Strahls,  $\Theta$ , ist das entscheidende Maß für die Ortungsgenauigkeit, und wird daher möglichst kleingehalten. Bei Überwachungsanlagen wird dagegen der Vertikalwinkel  $\phi$  auf  $90^\circ$  ausgedehnt, um möglichst alle Höhenbereiche des zu überwachenden Luftraums erfassen zu können. Lediglich bei Anlagen zur Vermessung und Verfolgung einzelner Objekte wird auch dieser Winkel kleingehalten. Dies ist ein wesentliches Problem der Senderantennengestaltung. Eine Strahlbreite von  $2^\circ$  wird kaum unterschritten, infolgedessen wird ein Punktziel immer als Flächenziel (Bild 6a, schraffierte Fläche) erfaßt.

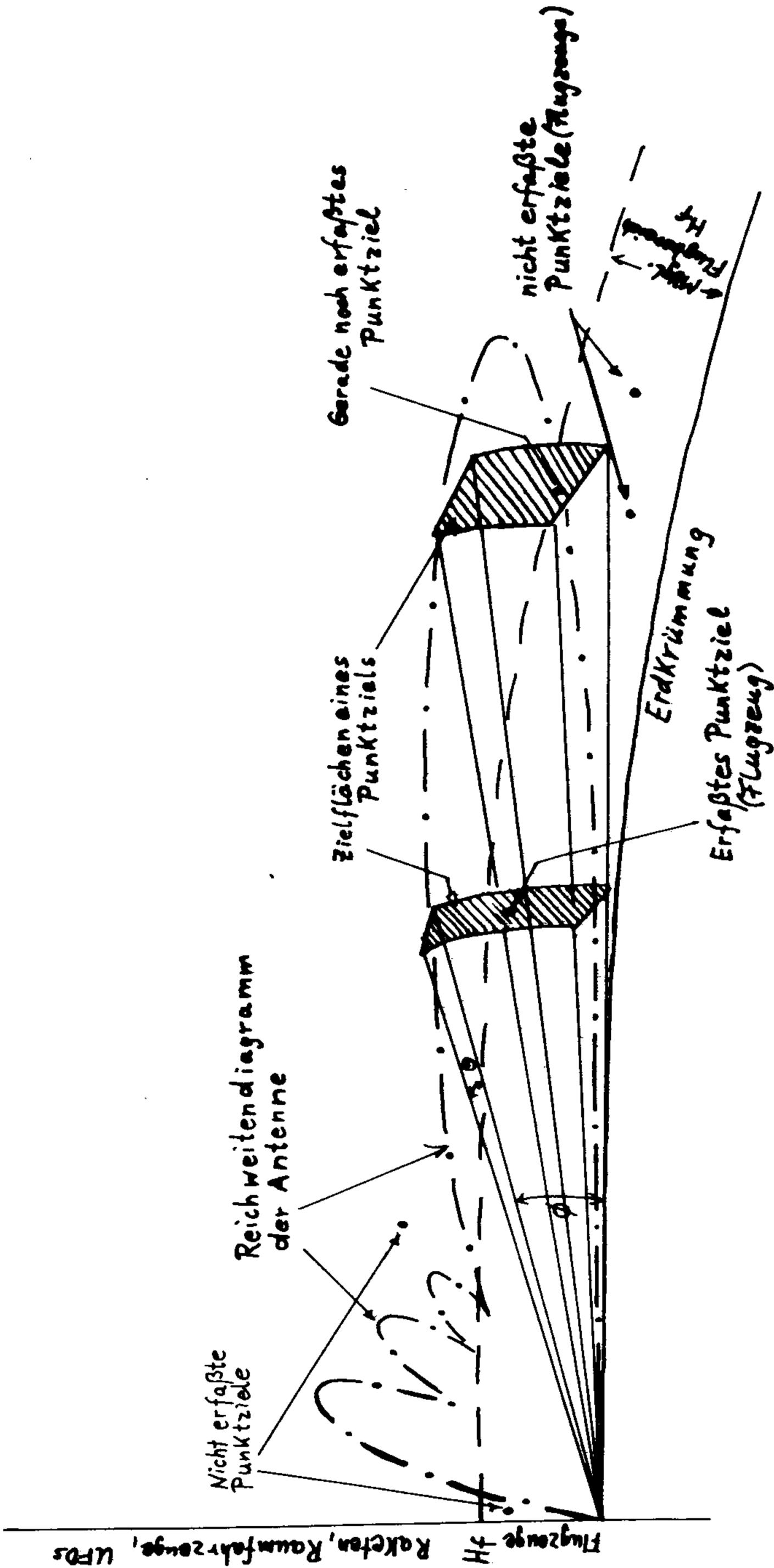
In Bild 7 wird dies am Beispiel des Rundsuchradars noch einmal verdeutlicht. Je weiter das Ziel von der Sendeantenne entfernt ist, desto größer ist die Fläche der Radar-"Keule", in welcher sich das Punktziel befindet. Eine Faustformel besagt, daß der Unbestimmtheitsquerschnitt bei einer Entfernung von 100 nm (nm = nautical miles) 8 nm beträgt. Diese Größe ist das Grundmaß, auf welchem die Radar-Staffelung der Flugsicherung basiert. Fehler in der Entfernungsanzeige (R) entstehen bei der Erfassung durch die Tatsache, daß ein Ziel lediglich durch den Kugelflächenabschnitt mit dem Radius R dargestellt wird. Jedoch bleibt das Verhältnis der Flughöhe zur Sichtweite R (Slant range) immer innerhalb der oben genannten Genauigkeit. In Bild 8 ist dies dargestellt. H ist höchstens 15 km (bei Flugzeugen), R reicht jedoch in der Praxis von 15 km ( $\pm 8 \text{ nm} \approx 15 \text{ km!}$ ) bis 600 km ( $\sim 350 \text{ nm}$ ).

Die Entfernung R geht also minimal auf H zurück bei Überflug der Antenne, und dieser Wert H entspricht etwa der azimutalen Genauigkeit. Der Unterschied  $\Delta$  zwischen R und der auf die Erdoberfläche projizierten Entfernung "über Grund" ist also immer kleiner als 8 nm. Dies ändert sich natürlich bei Objekten, die in sehr großen Höhen operieren (möglicherweise bei UFOs).

In Bild 8 erkennt man den drastisch vergrößerten Fehler. Die Radarortung des "UFOs", die eine Verkehrswarnung für das Flugzeug zur Folge hätte, hat in einem solchen Falle keinen Wert, da zwar das UFO am gleichen Ort wie das IFO (Flugzeug) gesehen wird, dieses jedoch viel höher fliegt und in Wirklichkeit um  $\Delta_F$  "näher" am Radargerät ist. Lediglich ein "height-finder" in einer militärischen Luftüberwachungsanlage könnte den wahren Ort des "UFOs" ermitteln (siehe Kap. 2.1).

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Genauigkeit der Luftraumüberwachung im normalen Luftverkehr (Flugzeuge) ausreicht, um den Ort des in höchstens 15 km Höhe fliegenden Objekts mit der erreichbaren Winkelgenauigkeit zu erfassen ( $\Delta_F < 8 \text{ nm}$ ).

Militärische Anlagen, insbesondere solche zur Erfassung ballistischer Raketen, dürften nach anderen Prinzipien arbeiten, die es gestatten, den Ort einer möglicherweise in großer Höhe fliegenden interkontinentalen Waffenrakete schnell und genau zu erfassen. Einzelheiten dieser Technik sind dem Autor zur Zeit nicht bekannt. Von J. Accetta (1979) wurden die Möglichkeiten solcher Anlagen diskutiert und festgestellt, daß die Raumüberwachung der NORAD (North American Defense Command) durchaus alle Voraussetzungen erfüllt, daß jedoch die Identifizierung vieler UFOs ein Programm mit erheblichen Zeit- und Geldmitteln erfordern würde.



**Bild 7:** Schematische Darstellung der Zielflächen von Punktzielen eines Rundsuchradars.  
 Man beachte die Wirkung des "Keulendiagramms" der Antenne sowie die abschattende Wirkung der Erdkrümmung.

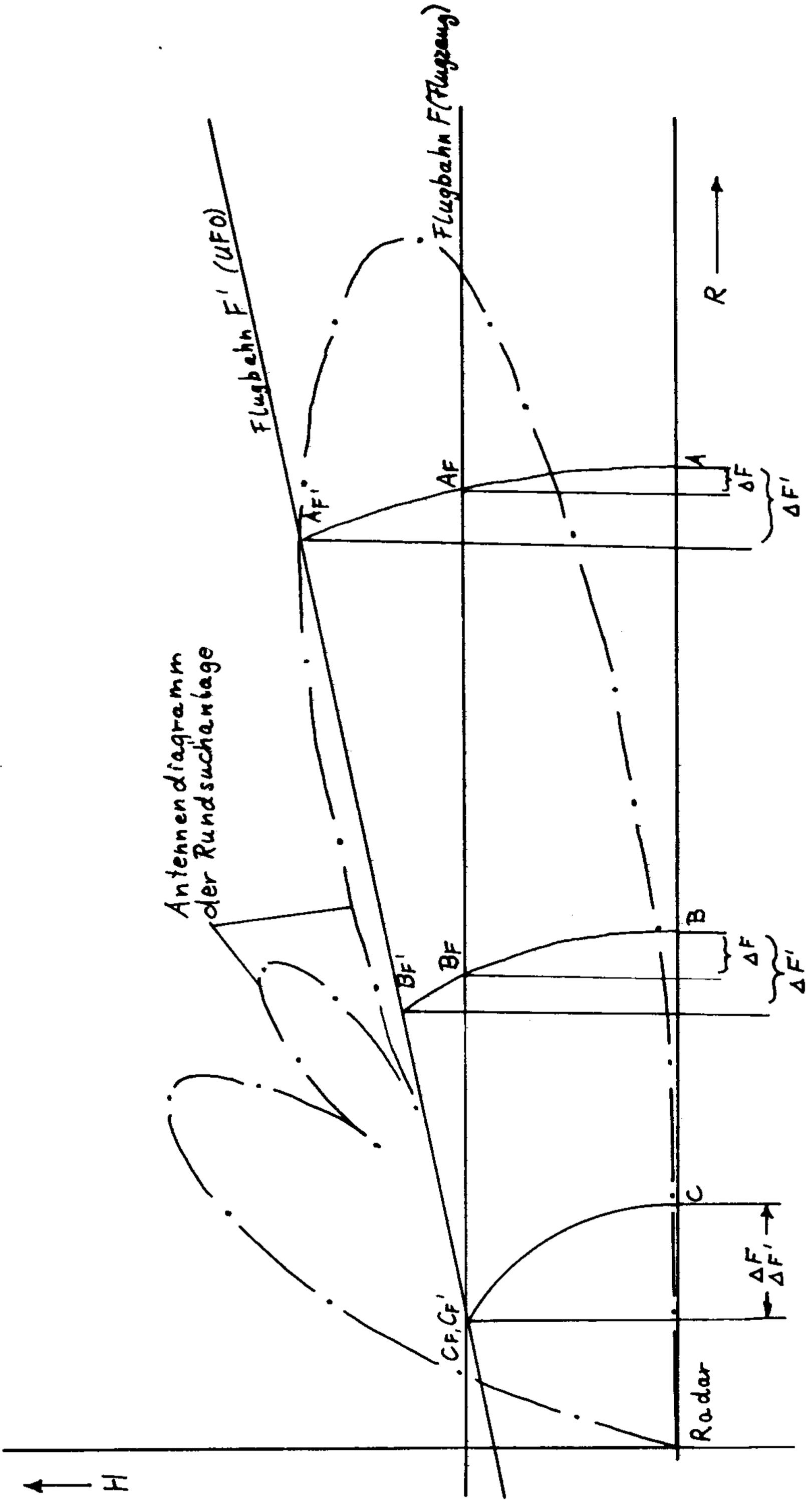


Bild 8: Zum Beobachtungsfehler bezüglich Entfernung: Fehler  $\Delta F$ ,  $\Delta F'$  bei Anzeige der gleichen Entfernung A, B oder C. Der Höhenfehler wächst mit abnehmender Entfernung, jedoch mit zunehmender Höhe.

### 3.4 Beobachtungsfehler

Mögliche Beobachtungsfehler werden im Bericht des Colorado-Projekts fast immer als Erklärung für Radarortungen von UFOs herangezogen. In der Tat gibt es so viele Möglichkeiten von Fehlbeobachtungen, Störungen und Fehlinterpretationen, daß fast alle möglicherweise echten UFO-Beobachtungen mit Leichtigkeit durch Beobachtungsfehler erklärt werden könnten (vgl. Beispiele in Kap. 6).

Die Beobachtungsfehler können grob in fünf Klassen eingeteilt werden:

- 1) Aktive Fehlbeobachtungen (Primärradar)
- 2) Passive Fehlbeobachtungen (Primär-/Sekundär-Radar)
- 3) Ortungsfehler (Primär-/Sekundär-Radar)
- 4) Technische Fehlinterpretationen (Sekundär-Radar)
- 5) Störmaßnahmen.

#### 3.4.1 Aktive Fehlbeobachtungen

In dieser Klasse werden konkrete Objekte geortet, die aber keine Objekte im engeren Sinne (Flugzeuge oder UFOs) sind.

Die Liste dieser Sichtungen ist umfangreich:

- Vögel, Vogelschwärme
- Insektenschwärme
- Bereiche großen Brechungsindex (thermische Grenzschichten), sog. "Geisterechos"
- Niederschläge, Gewitter
- Tornados
- Bodenechos (Gebäude, Berge, Kraftfahrzeuge, Schiffe) = "ground clutter"
- Flugzeuge außerhalb des Meßbereichs, durch "Überreichweite"
- mehrfach reflektierte Echos
- Einflüsse des Brechungsindex der Atmosphäre.

Während heute die meisten dieser Echos durch das AMTI-Verfahren (Puls-Doppler-Testzielunterdrückung) unterdrückt werden können, war dies in den 50er und zum Teil auch in den 60er Jahren noch nicht allgemein eingeführt. Ab und zu kann auch bei heutigen Anlagen ein kurzzeitiges Versagen dieser Einrichtung Radarziele vortäuschen. Diese auf Primärradaranlagen beschränkten Fehlbeobachtungen kann man jedoch heute weitgehend ausschließen. Eingehender werden sie im "Condon-Report" (Condon 1969) behandelt.

### 3.4.2 Passive Fehlbeobachtungen

Diese zweite Klasse von Fehlbeobachtungen basiert meist auf der "Überdeckungscharakteristik" der Radaranlage, oder auf der Markierung tatsächlicher Ziele durch physikalische Gegebenheiten. Die "Überdeckung" ist nie vollständig. Berge verdecken dahinter fliegende Objekte; Gewitterfronten mit starkem Niederschlag können - trotz Festzielunterdrückung - ein schnellfliegenderes Objekt völlig abdecken. Flugzeuge können durch Änderung des Radarquerschnitts  $\sigma$  mit ihrer Lage zum Sender plötzlich kurzzeitig verschwinden. Andere Flugzeuge werden z.B. in der Direktsicht abgedeckt, jedoch durch mehrfach reflektierte Wellen plötzlich an einem falschen Ort dargestellt.

Diese Art von Fehler kann sowohl Primär- als auch Sekundäranlagen betreffen. Da aber Sekundäranlagen stets mit einem starken, künstlichen Echo seitens des bordseitigen "Transponders" arbeiten, sind diese Fehler bei Sekundäranlagen seltener.

Jedoch unterliegen alle Objekte, die ohne aktiven Transponder im Bereich einer Sekundäranlage fliegen, den passiven Fehlbeobachtungen in vollem Umfang. Darunter fallen mit Sicherheit sämtliche UFOs im weiteren und engeren Sinne.

Passive Fehlbeobachtungen werden z.B. im Condon-Report "natürlich" nicht erwähnt, wenn zum Beispiel ein Pilot eine Sichtung an die Flugsicherung weitergemeldet hat. Nach dem einfachen Grundsatz: "Wenn keine Radarsichtung vorlag, war kein UFO da", wird eine solche Meldung als Fehlinterpretation einer optischen Sichtung erklärt.

### 3.4.3 Ortungsfehler

In Kapitel 3.3 wurde bereits auf einen möglichen Ortungsfehler hingewiesen. Auch er ist im Condon-Report nicht erwähnt, wohl weil bei den meisten Radaranlagen der mittlere Vertikalwinkel  $\phi$  für weite Entfernungen ca.  $8^\circ$  beträgt, und eine schwächere "Seitenkeule" mit einem Winkelbereich  $50 - 80$  den Luftraum im Nahbereich erfaßt (Bild 7).

Durch diese Charakteristik und durch die Erdkrümmung können UFOs, die in größerer Höhe als der Luftverkehr fliegen, nur im extremen Fernbereich und vielleicht im Nahbereich geortet werden. Es ist also im allgemeinen kein geschlossener Flugweg darstellbar (s. Bild 8).

UFOs, die im Tiefflug über die Erdoberfläche schweben, können u.U. nicht geortet werden, weil sie

- abgeschaltet werden,
- infolge langsamer Geschwindigkeit unter die Primärradar-Festzielunterdrückung fallen,
- keinen Sekundärradarsystem(SSR)-Transponder betreiben,
- ruckartig von Schwebezustand zu Schwebezustand wechseln.

UFOs, die mit zu hoher Geschwindigkeit im normalen Flugbereich auftreten, bilden ebenfalls keine "vernünftige" Spur auf dem Schirmbild. Sie dürften nur selten als geschlossene Spur mit großem Abstand der Einzelechos erscheinen.

Schließlich tragen die Ausbreitungsbedingungen der Radarwellen in extremen Situationen zur Falschortung bei. (Siehe Condon 1969 und Skolnik [1962] für nähere Erläuterungen.)

#### 3.4.4 Technische Fehlinterpretationen

Technische Fehlinterpretationen können aufgrund von typischen Störungen vor allem beim Sekundärradarsystem (SSR) auftreten. Die häufigsten Störungen sind die sog. "fruits". Diese Erscheinung stellt den "Abfall" bei der "Signal-Ernte" dar, deswegen die Bezeichnung "Fallobst".

Die von mehreren SSR-Anlagen ausgesandten Abfrageimpulse lösen in einem einzelnen Transponder mehrere Sekundärechos aus, die fast gleichzeitig im Empfänger eintreffen. Dadurch können Puls-kombinationen entstehen, die falsche Informationen vortäuschen. Es gibt Schaltungsprinzipien zur Entwirrung dieses "Frucht-salats". Sie sind sehr aufwendig und können nicht immer wirksam werden (sog. "Defruiter").

Eine weitere typische Störungsart des Sekundärradars ist das sog. "garbling". Hierbei werden Sekundärechos von mehreren Transpondern in der Empfangsanlage überlagert und ergeben auch hierdurch u.U. Falschantworten. Diese "Garbling-Situationen" treten stochastisch und kurzzeitig auf und sind weitaus weniger schwierig zu verhindern als die "fruits".

Solche Fehler können heute in den modernen Verbundsystemen weitgehend unterdrückt werden. Diese Unterdrückung erfordert aber einen beachtlichen technischen Aufwand.

Ein Verbundsystem arbeitet mit mehreren räumlich verteilten Radaranlagen, die ein größeres Gebiet wirksam mehrfach überdecken. Wenn Echos im Nahbereich einer Anlage nicht verarbeitet werden können, weil sie z.B. abgedeckt werden, so können sie in den meisten Fällen im Fernbereich von zwei bis drei Nachbaranlagen geortet werden. Ihre Ortungsdaten werden über das Verbunddatensystem auf den Bildschirm der Kontrollstelle übertragen, die das betreffende Flugzeug überwacht.

Schließlich sind die Beobachtungsgenauigkeiten auch der modernsten SSR-Anlagen nicht viel größer als die der älteren Primäranlagen. Die Azimut-Winkelfehler sind gleichgeblieben; die Höhenwinkelfelder sind jedoch in bezug auf das Rundblick-Radar erheblich verkleinert worden, da das SSR-Verfahren über die Antwortimpulskodierung die exakte Flughöhe des Flugzeugs angibt. Das gilt aber nur für bereits identifizierte und koordinierte\* Flugziele!! Nicht identifizierbare, ungemeldete (d.h. ohne Flugplan auftretende) und daher nicht koordinierte Flugziele ohne SSR-Transponder treten auch bei diesen Anlagen wie Primärziele auf - mit allen möglichen Fehlern. Mehr noch: Sie fallen heute weniger auf, da die Objekte der Flugsicherung eben vorwiegend als SSR-Echos dargestellt werden.

---

\* koordiniert: Ein Flugzeug mit angemeldetem Flugplan kann koordiniert, d.h. nach Route und Flughöhe in den vorhandenen Verkehr eingepaßt werden.

Über spezielle Primäranlagen verfügen in Mitteleuropa heute nur noch militärische Luftraumüberwachungseinheiten. Korrelationen von visuellen Beobachtungen mit Radarsichtungen sind also in Zukunft mehr und mehr vorwiegend mit militärischen Dienststellen möglich. Zu einem ähnlichen Schlusse gelangt eine amerikanische Veröffentlichung (Accetta 1977).

#### 4. Folgerungen für die Beobachtbarkeit und die Identifizierung von Flugzeugen

Man kann aus der Entwicklung der Radartechnik einige für die Beobachtbarkeit der UFOs wichtige Schlüsse ziehen:

- 1) UFOs erscheinen ohne Flugplan und Transponder; daher werden sie auf den Bildschirmen der Flugsicherung nur noch als unauffällige Primärziele abgebildet.
- 2) Sie unterliegen weiterhin den für Primäranlagen charakteristischen Beobachtungsfehlern.
- 3) Sie unterliegen weiterhin den durch das AMTI-Verfahren eingeführten Geschwindigkeitsbeschränkungen: Flugkörper mit Geschwindigkeiten unter 50 Knoten werden einfach unterdrückt (sofern sie über keinen Transponder verfügen).
- 4) Radarziele können als fliegende Objekte nur identifiziert werden durch
  - a) Flugplan und Funksprechkontakt,
  - b) Dekodiertes Transpondersignal mit Individualcode (Sekundärradar),
  - c) Sichtung vom Boden oder von anderen Flugzeugen aus (vorwiegend militärisches Verfahren).

Zur Identifizierung von UFOs (im engeren Sinne!) bleibt wie bisher das Verfahren c).

#### Fazit:

Radar ist manchmal eine Orientierungshilfe; ein Beweismittel für das Auftreten eines UFOs ist es nicht und kann es auch in Zukunft nicht sein! Es sei denn, alle UFOs hätten charakteristische physikalische Merkmale, die sie von anderen Flugobjekten unterscheiden, und die in einer spezialisierten Radaranlage benutzt würden, um UFOs aus dem häufig recht starken Luftverkehr "herauszusieben". Solche Merkmale sind aber nicht bekannt.

Das einzige Verfahren, UFOs als fremdartige Flugkörper zu identifizieren, bleibt nach wie vor, optische Sichtungen vom Boden oder vom Flugzeug aus möglichst genau nach Standort, Höhe, und Größe zu schätzen und falls möglich, im Kontakt mit einer Flugsicherungsstelle oder mit einer militärischen Luftraumüberwachungseinheit mit Radar orten und durch geeignete koordinierende Maßnahmen visuell identifizieren zu lassen.

Bei beiden Möglichkeiten ist der primäre Beobachter auf den guten Willen zur Zusammenarbeit der betreffenden Stellen angewiesen. Sind jedoch Fragen der Luftverkehrssicherheit oder der nationalen Sicherheit im Spiel, so werden die genannten Stellen von sich aus aktiv werden.

#### 5. Zusammenstellung von Fällen simultaner visueller und Radarbeobachtungen

In der folgenden Tabelle sind dokumentierte Fälle (Blue Book Files) von Sichtbeobachtungen mit gleichzeitiger Radarbeobachtung zusammengestellt. Diese Tabelle enthält neben der Angabe des Sichtungsorts, des Datums und der Uhrzeit weitere interessante Angaben, wie

- Typ der Radaranlage (nur Typen-Code),
- Ort der visuellen Beobachtung (Boden oder Flugzeug),
- Ort der Radarbeobachtung (Bodenstation oder Bordradar),
- Anzahl der Sichtungen im jeweiligen Fall,
- Definition der Sichtung als echtes UFO durch das Colorado-Projekt,
- Erklärung der Sichtung mit bekannten Phänomenen ("offizielle Erklärung"),
- sowie die Meinung des Verfassers über die Zuverlässigkeit dieser Erklärung ("Erklärung sicher?").
- Ferner ist die Quelle genannt.

Auf eine gekürzte Darstellung des Falles wurde verzichtet. Ein (+) hinter der Ziffer für die Zahl der Beobachtungen bedeutet, daß die Sichtung positiv war. Ein (-) bedeutet, daß ein angesprochener Beobachter - z.B. eine Radarstation - nichts bemerkt hatte.

Die Tabelle enthält 38 Fälle, davon stammen 35 aus dem Condon-Report (Condon 1969). In diesem wurden fünf davon weiterhin als ungeklärt bezeichnet. Der Verfasser würde außerdem noch zwei weitere als ungeklärt bezeichnen (Fälle II 8 und II 9). Nach der Überprüfung der Fälle im Condon-Report konnte er außerdem nur in 6 Fällen der offiziellen Erklärung zustimmen.

Zu den 35 in Condon (1969) bearbeiteten und hier aufgeführten Fällen seien noch die folgenden Daten angeführt, die vielleicht von Interesse sein könnten:

Das Colorado-Projekt wählte aus 646 von der USAF als ungeklärt bezeichneten Fällen 59 Fälle aus, von welchen ungefähr die Hälfte, nämlich jene 35 Fälle, kombinierte visuelle und Radarbeobachtungen sind. Nach welchem Gesichtspunkt das Colorado-Projekt (Condon 1969) die 59 bzw. 35 Fälle aus den insgesamt 646 von der USAF angegebenen Fällen ausgesucht hat, geht aus dem Condon-Report nicht eindeutig hervor. Deshalb hat es wenig Wert, den Prozentsatz 5 aus 35 (~14,5%) als typisch anzusehen.

Die Tabelle soll dem Leser vor allem vor Augen führen, daß eine (zufällig mögliche) Radarbeobachtung die UFO-Identifikation offensichtlich weder grundsätzlich ermöglicht noch verbessert. Auf keinen Fall ist sie ein überragendes Beweismittel. Auch die Radaroperateure sind menschliche Zeugen, deren Meinung und Interpretation des Beobachteten von vielen Faktoren abhängig sind. Sie haben nur einen Vorzug anderen (visuell) Beobachtenden gegenüber: Sie haben ihren Bereich rund um die Uhr aufmerksam zu beobachten, und in dessen Beobachtung sind sie geschult.



B e o b a c h t u n g

| O r t | Datum<br>Uhrzeit | Radar-<br>Typ-<br>Code | Radar   |               | visuell           |               | visuell |       | uner-<br>klärbar<br>(UFO) | Erklärung |       | Quelle |
|-------|------------------|------------------------|---------|---------------|-------------------|---------------|---------|-------|---------------------------|-----------|-------|--------|
|       |                  |                        | station | Flug-<br>zeug | Boden-<br>station | Flug-<br>zeug | (IFO)   | (IFO) |                           | sicher ?  | (IFO) |        |

I. Primär visuelle Beobachtung

|    |                               |                              |                         |        |        |       |       |   |  |                         |      |     |
|----|-------------------------------|------------------------------|-------------------------|--------|--------|-------|-------|---|--|-------------------------|------|-----|
| 1. | Finland<br>AFB, USA           | 5.9.1966<br>21.30            | FPS-90                  | 1 (+)  | 2 (-)  | 1 (+) | 2 (-) |   |  | Stern(?)<br>Falschecho  | nein | [1] |
| 2. | Nemuro AF<br>Detach.<br>JAPAN | 7.2.1953<br>22.30            | CPS-5                   | 1 (+)  |        | 2 (+) |       |   |  | Stern oder<br>Ballon    | nein | [1] |
| 3. | Edwards<br>AFB, USA           | 30.7.1967<br>22.17           | RAPCON                  | 1 (+?) |        | 2 (+) |       |   |  | Stern<br>Falschecho     | nein | [1] |
| 4. | Tillamook<br>USA              | 13.-14.3.67<br>22.30-08.00   | nicht<br>genannt        | 1 (+?) |        | 2 (+) |       |   |  | Stern oder<br>Flugzeug  | nein | [1] |
| 5. | Carswell<br>AFB, USA          | 13.2.1953<br>02.35           | APG41                   | 1 (+)  |        | 1 (+) |       |   |  | Flugzeug +<br>Bodenecho | nein | [1] |
| 6. | Haneda<br>AFB, USA            | 5.-6.8.52<br>23.30-<br>03.00 | CPS-1                   | 1 (+?) | 1 (+)  | 2 (+) | 1 (+) |   |  | Stern,<br>Falschecho    | nein | [1] |
| 7. | Goose<br>AFB, USA             | 15.12.52<br>19.15            | F94B-<br>Bord-<br>radar |        | 1 (+?) |       | 2 (+) |   |  | Venus,<br>Radarfehler   | nein | [1] |
| 8. | Alabama<br>USA                | 14.11.56<br>22.10            | nicht<br>genannt        | 1 (-)  |        | 1 (+) |       | + |  | keine (!)               |      | [1] |
| 9. | Chesa-<br>peake<br>Bay, USA   | 30.8.57<br>keine<br>Zeitung. | nicht<br>genannt        | 1 (+)  |        | 2 (+) |       | + |  | keine (!)               |      | [1] |

B e o b a c h t u n g

| O r t   | Datum<br>Uhrzeit                      | Radar-<br>Typ-<br>Code   | B e o b a c h t u n g  |         |               | un-<br>klärbar<br>Erklärung | offizielle<br>Erklärung<br>sicher?            | Quelle       |       |
|---|---------------------------------------|--|--|---------|---------------|-----------------------------|---|--------------|-------|
|   |                                       |  | Radar  | visuell | visuell       |                             |   |              | Radar |
|   |                                       | Boden-<br>station  | Flug-<br>zeug  | Boden   | Flug-<br>zeug | (UFO)                       | (IFO)   |              |       |
| 10. Charleston<br>USA                             | 16.1.67<br>18.10                      | MPS-14   | 1 (-)  | 1 (+)   |               |                             | Spiegelung<br>Inter-<br>ferenz                | nein<br>nein | [1]   |
| 11. Sault Saint<br>Marie AFB,<br>USA              | 18.9.66<br>01.00                      | AN/FPS-90<br>(height-<br>finder)   | 1 (+)  | 1 (+)   |               |                             | Meteor  | nein         | [1]   |
| 12. Edmonton,<br>Alb., USA                        | 6.4.67<br>21.25-<br>22.00             | GCA<br>(kein<br>Typ)   | 1 (+)  | 1 (+)   | 1 (+)         |                             | Meteor  | nein         | [1]   |
| 13. Paris, Tex.<br>USA                            | 7.3.67<br>16.45                       | Dieser Fall wird nur aufgeführt, obwohl keine Radarsichtung versucht wurde. Der Fall wurde nicht verfolgt. |  |         |               |                             | 2 Meteore                                     | nein         | [1]   |
| 14. Blackhawk<br>u. Rapid<br>City, S. Dak.<br>USA | 5.-6.8.53<br>20.05 -<br>02.50         | nicht<br>genannt   | 1 (+)  | 4 (+)   | 1 (+)         |                             | Meteor<br>Stern<br>Geister-<br>echo<br>Sterne | nein         | [1]   |
| 15. Louisiana,<br>Tex., USA                       | 18.-19.9.<br>1957<br>17.30 -<br>05.30 | GCI-<br>Radar  | Der ganze Fall ist unklar. Zitierte Stelle im Condon-bericht ohne Orts-angabe! |         |               |                             | Falschecho                                    | nein!        | [1]   |
| 16. Labrador                                      | 30.6.54<br>21.05 -<br>21.27           | nicht<br>genannt   | -  | 2 (+)   |               |                             | Spiegelung                                    | nein         | [1]   |

B e o b a c h t u n g

| O r t  | Datum<br>Uhrzeit            | Radar-<br>Typ-<br>Code | Radar             | Radar         | visuell | visuell                   | uner-<br>klärbar | offizielle<br>Erklärung                   | Erklärung<br>sicher ?        | Quelle |
|--|-----------------------------|------------------------|-------------------|---------------|---------|---------------------------|------------------|---|------------------------------|--------|
|  |                             |                        | Boden-<br>station | Flug-<br>zeug | Boden   | Flug-<br>zeug             | (UFO)            | (IFO)                                     | (IFO)                        |        |
| 17. Odessa,<br>Wash.,<br>USA                             | 10.12.1952<br>19.15         | Bord-<br>radar<br>F 94 | 1 (+)             | 1 (+)         |         | 2 (+)                     |                  | Wetter-<br>ballon                         | <u>fast</u><br><u>sicher</u> | [1]    |
| 18. Kirtland<br>AFB Albuq.,<br>USA                       | 4.11.57<br>22.45 -<br>23.05 | nicht<br>genannt       | 1 (+)             |               |         | 2 +                       |                  | "verfranz-<br>tes"<br>Privat-<br>Flugzeug | <u>sicher</u>                | [1]    |
| 19. Utica, N.Y.<br>USA                                   | 23.6.55<br>12.15 -<br>12.45 | nicht<br>genannt       |                   |               |         | 3 Be-<br>satzun-<br>gen + |                  | keine                                     |                              | [1]    |
| 20. Continen-<br>tal Divide<br>(USA?)                    | 26.1.53<br>21.15 -<br>22.00 | nicht<br>genannt       | 1 (+)             | 1 +           |         |                           |                  | Wetter-<br>ballon                         | nein                         | [1]    |
| 21. Niagara<br>Falls, USA                                | 25.7.57<br>00.25            | CPS-6B                 | 1 (+)             | mehrere<br>+  |         |                           |                  | Wetter-<br>ballon                         | <u>fast</u><br><u>sicher</u> | [1]    |
| 22. Madison/<br>Aurora/Il.<br>USA                        | 24.6.78                     |                        | 1 (+)             | 1 (+)         |         | 2 (+)                     |                  | keine                                     | -                            | [4]    |
| 23. Belton<br>Missouri<br>(near Kan-<br>sas City)<br>USA | 8.8.78<br>21.40 -?          |                        | mehrere<br>(+)    |               |         | 1 (+)                     |                  | keine                                     | -                            | [5]    |



B e o b a c h t u n g

| Q r t | Datum<br>Uhrzeit   | Radar-<br>Typ-<br>Code        | Radar  | visuell       | visuell                 | unerklärt     | offizielle<br>Erklärung                 | Erklärung<br>sicher? | Quelle     |                  |     |
|-------|--|-------------------------------|--|---------------|-------------------------|---------------|---|----------------------|------------|------------------|-----|
|       |  |                               | Boden-<br>station  | Flug-<br>zeug | Boden-<br>Flug-<br>zeug | Flug-<br>zeug | (IFO)                                   | (IFO)                | (IFO)      |                  |     |
| 8.    | Wright-<br>Patterson<br>AFB, USA<br>? 8.52<br>10.50 -<br>11.13                                 | GCI-<br>Radar                 | 1 (+)  | 1 (+)         | 2 (+)                   | 2 (+)         | Condon:<br>Wetter-<br>ballon            | nein                 | [1]        |                  |     |
| 9.    | Charleston,<br>W.Va., USA<br>4.5.66<br>03.40   |                               | 1 (+)  | 1 (+)         | 1-2(+)                  | 1-2(+)        | USAF:<br>Flugzeug<br>(750...<br>800mph) | ja                   | [1]        |                  |     |
| 10.   | Lakenheath<br>England<br>13.-14.8.<br>1956<br>22.30 -<br>03.30                                 | 1.TS-ID<br>2.CPS-5<br>3.CPN-4 | 3 (+)  | 1 (+)         | mehrere<br>(+)          | 4 (+)         | Zeugenaus-<br>sagen<br>unklar:          | -                    | [1]<br>[3] |                  |     |
| 11.   | Kincheloe<br>AFB, Sault<br>St. Marie,<br>Mich., USA<br>11.-12.9.<br>1967<br>22.00-<br>23.30    |                               | Fall wird nicht beschrieben! Nur die Erklärung<br>begründet.                                   |               |                         |               |   |                      |            | [1]              |     |
| 12.   | Gulf of<br>Mexico,<br>Coast Guard<br>Cutter<br>"Sebago",<br>USA<br>5.11.57<br>05.10 -<br>15.37 | Schiffs-<br>radar             | 1 (+)<br>1 (+)<br>1 (+)  |               | (-)<br>(-)<br>(+)       |               | Flugzeug<br>Meteor                      | vielleicht           | [1]        |                  |     |
| 13.   | Canal Zone<br>(RF?)<br>25.11.52<br>18.06 -<br>23.49  | Flakradar                     | 1 (+)  | 4 (-)         | 1 (+)                   | 4 (-)         | Meteor?<br>Falschecho?                  | nein                 | [1]        |                  |     |
| 14.   | Colorado<br>Springs,<br>Col. USA<br>13.5.67<br>15.40   | PAR                           | 1 (+)  |               | (-)                     | (-)           | keine Theo-<br>rie möglich              | -                    | [1]        |                  |     |
| 15.   | Vandenberg<br>AFB, Lompoc,<br>Calif., USA<br>6.-7.10.<br>1967<br>19.00-<br>1.30                |                               | Fall wird nicht beschrieben! Der Text-Hinweis<br>war im Bericht [1] nicht zu finden. (Case 53) |               |                         |               |   |                      |            | Stern<br>wertlos | [1] |

## 6. Abschließende Bemerkungen

Zum Abschluß des Themas UFO-Beobachtung mittels Radar seien die Möglichkeiten einer statistischen Analyse diskutiert. Eine solche hat zum Ziel, aus der Vielfalt möglicher berichteter Beobachtungen die allen oder wenigstens größeren Gruppen gemeinsamen Merkmale herauszufinden und aus deren Häufigkeit, Verteilung und Signifikanz Schlüsse über die mögliche Natur der beobachteten Objekte zu ziehen. Eine derartige Analyse lebt von einer möglichst großen Zahl, die offensichtlich auch existiert. Aber wie sieht es mit gemeinsamen Merkmalen aus? Welche Daten existieren? Wer hat sie in seinem Besitz? Zu welchem Zweck werden die Datensammlungen angelegt? Das alles sind Fragen, deren Beantwortung für den Erfolg einer Analyse wesentlich ist.

J. Accetta (1979) erwähnt, daß das NORAD-System bei mehreren 1000 Beobachtungen pro Tag (meist Satelliten etc.) auch 800 - 900 "bogies" registriert. Zu solchen "bogies" zählt man Meteore, Meteoriten, Raumfahrttrümmer und andere physikalische Erscheinungen sowie auch UFOs; jedoch scheint niemand bisher diese Fülle von Daten auswerten zu wollen. Eine geordnete Speicherung von ca. 350 000 jährlichen Meßspuren, zusammen mit weiteren relevanten Daten, bedeutet einen erheblichen organisatorischen Aufwand. Die Kosten hierfür müßte ein "Besteller" (sponsor) tragen, denn die "bogies" sind für die NORAD-Betreiber (zunächst?) uninteressant, da sie keinerlei militärische Absichten erkennen lassen. Accetta schätzt allein die Rechnerkosten für die Speicherung von zur Analyse aufbereiteten Daten auf mindestens ca. \$ 180 000,- pro Jahr. Das Vorhandensein solcher Daten wäre immerhin ein "Quantensprung" in Richtung auf eine mögliche Aufklärung des UFO-Phänomens. Jedoch setzt ein entsprechendes Vorhaben eine Studie von ca. 1 Mann/Jahr voraus, in welcher die Möglichkeiten der Gewinnung von Daten und ihrer Aufbereitung abgeschätzt, und Datenformate und -Umfang definiert werden müßten. Eine solche Studie kostet nach Erfahrung des Verfassers mindestens DM 300 000,- und kann nur von der "Öffentlichen Hand" finanziert werden. Für diese öffentliche Hand müßte jedoch ein Anlaß zur Vergabe einer derartigen Studie vorliegen.

Der Verfasser kann jedoch z.Z. beim besten Willen nicht behaupten, daß das UFO-Phänomen ein Anlaß wäre, öffentliche Mittel für eine solche Studie zu bekommen, auch wenn in der UNO angeblich eine Mehrheit die Erforschung der Möglichkeiten extraterrestrischer Existenzen verlangt. Erst wenn eine solche Studie durchführbar wäre, und das Ergebnis positiv ausfallen würde, wäre ein Folgeanlaß zur Finanzierung der Untersuchung der physikalischen Natur dieser Objekte gegeben.

Literaturnachweis

- [1] Condon, E.V., 1969: Scientific Study of Unidentified Flying Objects. Complete Report on the study conducted by the University of Colorado, contract no. F44620-67-COO35 USAF. E.P. Dutton & Co., Inc., New York.
- [2] Skolnik, 1962: Introduction to Radar Systems, McGraw Hill/Kogakusha Ltd., International Student Edition.
- [3] McDonald, J.E., 1970: UFOs over Lakenheath in 1956. Flying Saucer Review (FSR) 16, no.2, March/April.
- [4] N.N., 1978: Radar Visual in Wisconsin, Case 3-8-24, International UFO Reporter (IUR; Ed.: Allen Hynek), Vol. 3, No. 8.
- [5] N.N., 1978: Heavily-witnessed Radar-visual Case near Kansas City, International UFO Reporter (IUR; Ed.: Allen Hynek), Vol. 3, No. 9.
- [6] Accetta, J., 1979: NORAD and UFO-Surveillance, International UFO Reporter (IUR; Ed.: Allen Hynek), Vol. 2, No. 5.
- [7] Blue Book Files: Datensammlung von 13 000 Berichte über identifizierbare und unidentifizierbare Sichtungen (darunter ca. 700 UFO(i.e.S.)-Berichte) der US Air Force auf 93 Mikrofilmrollen, National Archives of the United States, Washington, D.C.