

2. Abschnitt : Kurzer Abriss der Radartechnik

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **ASMZ : Sicherheit Schweiz : Allgemeine schweizerische
Militärzeitschrift**

Band (Jahr): **117 (1951)**

Heft 2

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-23088>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

1. Die Luftraum-Überwachung bildet die Grundlage für eine rechtzeitige Alarmierung der Armee, der Bevölkerung und der Industrie.
2. Eine Landarmee ohne Luftraum-Verteidigung kann mit Bomben und mit Bordwaffen ungestört angegriffen und zum Teil vernichtet werden.
3. Im Zeitalter der Flugzeuge ist damit zu rechnen, daß große feindliche Truppenverbände aus der Luft abgesetzt werden (vergleiche Literatur-Verzeichnis [3]). Diese Truppen sind aber, solange sie noch in der Luft sind, ganz besonders verwundbar.
4. Im Neutralitätsfall übernimmt die Luftraum-Verteidigung luftpolizeiliche Funktionen.

Mit der Bejahung der allgemeinen Verteidigung und der Luftraum-Überwachung und -Verteidigung im speziellen sind die Grundlagen für die Weiterbehandlung der Radarfrage geschaffen. Unsere Aufgabe besteht darin, festzustellen, für welche Waffen Radar ausschlaggebende Vorteile aufweist. Es wird sich dabei in erster Linie um unseren Fliegerbeobachtungs- und -meldedienst (Fl.B.M.D.) und um unsere Flieger- und Flab-Truppen handeln.

2. Abschnitt

Kurzer Abriß der Radartechnik

Dieser Abschnitt soll dazu dienen, dem Nicht-Radartechniker in möglichst knapper Form das Wesentliche der Radartechnik, besonders im Hinblick auf unsere Verhältnisse, zu vermitteln. Im übrigen muß auf die Fachliteratur verwiesen werden.

Ein *Radargerät* besteht im wesentlichen aus: a. einem Sender als Energieerzeuger für elektromagnetische Wellen, b. einer Antenne, welche diese Energie in den Raum abstrahlt, c. einem Empfänger, zur Verstärkung eines allfällig durch dieselbe Antenne aufgefangenen «Echos», und d. einem Anzeigegerät, wo dieses Echo dem menschlichen Auge sichtbar gemacht wird. (siehe Figur 2).

Der *Sender* besteht aus einer geeigneten Spannungsquelle (meistens Modulator genannt) und der Senderöhre. Der Modulator liefert bei der sogenannten Impulstastung periodisch einen sehr kurzen, jedoch kräftigen Spannungsimpuls, welcher in der Senderöhre in ein ebenso kurzes «Wellenpaket» umgewandelt wird. Bei sogenannter «Dauerstrich-Tastung» sind

Modulator und Senderöhre dauernd im Betrieb. Der Sender gibt dann eine ungedämpfte Hochfrequenz-Schwingung ab.

Die «Dauerstrich»-Apparaturen haben den Vorteil, daß für eine gegebene Reichweite die Spitzenleistung und, was wesentlich für die Konstruktion und Größe der Apparatur ist, die Höchstspannung verhältnismäßig klein sind. Leider ist aber die Entfernungsmesseinrichtung bei diesen Geräten viel komplizierter als bei impuls-gesteuerten Radargeräten (vergleiche Literatur: [5a, Bd. I. S. 156] und [7]. Außerdem haftet ihnen grundsätzlich eine gewisse Trägheit der Informationsübermittlung an. Diese ist in der schmalen Empfangs-Bandbreite mit den naturgebundenen großen Einschwingzeiten begründet.

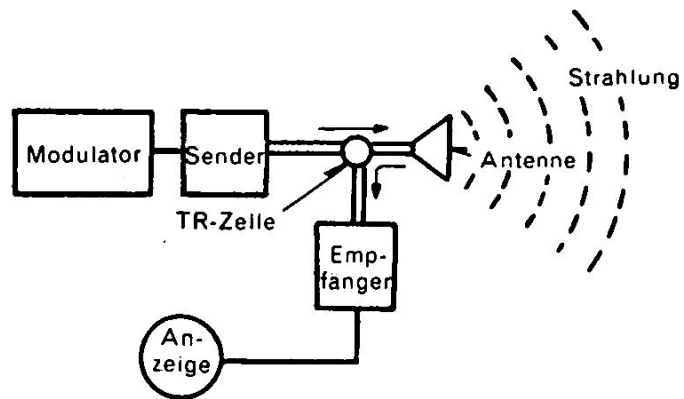


Fig. 2. Blockschema eines Radargerätes

Dauerstrich-Geräte haben sich deshalb bis heute nur für spezielle Anwendungsgebiete (zum Beispiel Höhenmesser für Flugzeuge) bewährt.

Der weitaus überwiegende Teil der Radargeräte wird impuls-moduliert. Als Senderöhre kommt heute fast ausschließlich das im Jahre 1940 in England erfundene Magnetron zur Anwendung. Mit ihm ist es möglich, Wellenlängen in der Größenordnung von cm zu erzeugen. Die Impulsdauer beträgt heute etwa $0,2 \div 3,0 \mu\text{sec}$. ($1 \mu\text{sec} = 10^{-6} \text{ sec}$). Die Impulsfolge variiert zwischen 500 und 3000 pro Sekunde. Im Intervall zwischen den Impulsen wird der Empfänger eingeschaltet, um eventuell zurückkommende «Echosignale» zu empfangen.

Die Spitzenleistung, das heißt die Leistung während des Impulses, kann beim Magnetron sehr hoch getrieben werden:

Wellenlänge	25	10	3	1,25 Zentimeter
Spitzenleistung	1000	800	250	50 Kilowatt
(mittlere in Geräten realisierte Werte)				

Aus physikalischen Gründen muß die erzeugbare Leistung mit der Wellenlänge stark abnehmen.

Die Antenne eines Radargerätes weicht von der Form einer Radioantenne sehr stark ab, weil die elektromagnetischen Wellen — nicht wie beim Radio möglichst nach allen Seiten — ganz im Gegenteil möglichst stark gebündelt abgestrahlt werden sollen. Eine Ziellokalisierung bezüglich der

Richtung ist nur mit einem gebündelten Strahl möglich. Je stärker die Bündelung ist, desto genauer kann die Richtung bestimmt werden und desto näher können zwei Objekte beieinander liegen, ohne daß sie im Anzeigerät des Radar ineinander verschmelzen. Diese letztere Eigenschaft wird das Auflösungsvermögen für die «Seite» («Seite» = Winkel in der Horizontalebene, meistens nach Norden orientiert) respektive für den Lagewinkel (= Winkel in der Vertikalebene) genannt.

Eine starke Bündelung hat außerdem noch den Vorteil, daß die Energie in eine bestimmte Richtung konzentriert und damit die Reichweite ganz erheblich gesteigert wird, ohne daß der Sender mehr Leistung abzugeben braucht (Formelmäßiger Zusammenhang siehe Anhang Ia).

Ein dritter Vorzug der Bündelung ist die kleinere Anfälligkeit gegen äußere Störsender (siehe 7. Abschnitt).

Die Art und Weise, wie die Bündelung oder Richtstrahlung zustande kommt, kann hier nicht im Detail behandelt werden. Tatsächlich existieren verschiedene Methoden. Die häufigste ist diejenige der einmaligen Reflexion an einem parabelförmigen Metallspiegel. In dieser Form läßt sie sich mit der Licht- und Scheinwerfer-Technik vergleichen. Es gilt hier wie dort der fundamentale Satz, daß die Bündelung um so intensiver ist, je größer der Reflektor und je kleiner die Wellenlänge gemacht werden können. Für militärische Zwecke ist diese Feststellung besonders wichtig, denn je kleiner die Wellenlänge gewählt wird, desto kleiner wird für eine bestimmte Bündelung die Antenne und damit das Volumen und Gewicht der ganzen Apparatur. (Vergleiche Fig. 3 und Anhang Ib).

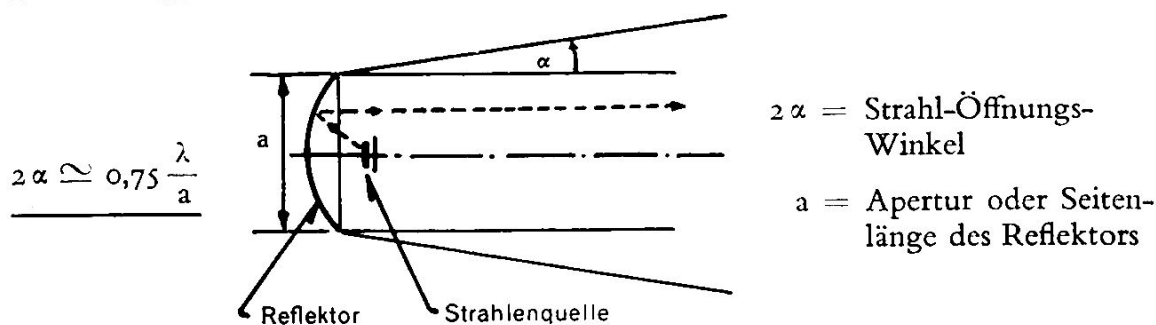


Fig. 3. Die Bündelung elektromagnetischer Wellen

Die *Ausbreitung* der elektromagnetischen Wellen beginnt, sobald die Welle die Antenne verlassen hat. Ungleich den längeren Radiowellen ($\lambda > 50$ cm), ähnelt die Fortpflanzung der cm-Wellen, wie sie heute fast durchwegs für Radargeräte verwendet werden, sehr stark derjenigen des Lichtes. Die wichtigsten Gesetze können demnach wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Die Fortpflanzung der cm-Wellen erfolgt im wesentlichen geradlinig und mit Lichtgeschwindigkeit.
2. In der Atmosphäre wird auf dem Fortpflanzungsweg ein kleiner Teil der Energie in Wärme umgewandelt. Der Fachausdruck hierfür heißt: Absorption oder Dämpfung. Im allgemeinen steigt die Absorption mit kleiner werdender Wellenlänge stark an, ganz besonders unterhalb 2 Zentimeter. (Vergleiche Anhang I, c).
3. Trifft die elektromagnetische Welle auf ihrem Weg auf einen Körper mit wesentlich anderer Dielektrizitätskonstante (= physikalische Stoffeigenschaft) als derjenigen der Atmosphäre, dann entsteht an der Diskontinuitätsstelle eine partielle Reflexion, Absorption und Beugung.

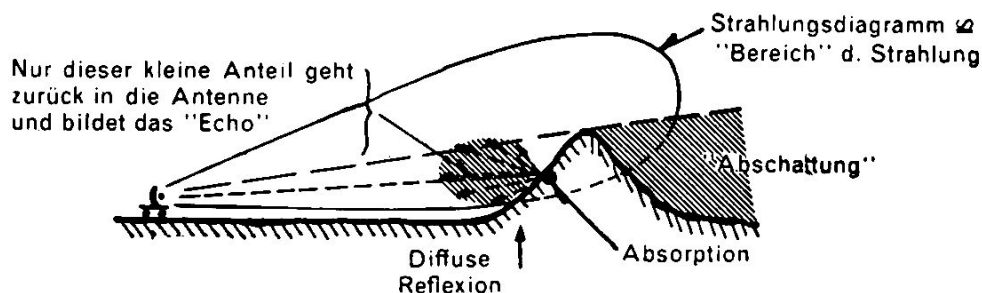


Fig. 4. Reflexion an einem Berghang

Diese eben genannten Eigenschaften sollen durch einige Beispiele illustriert werden, da sie für den Einsatz von Radar in unserem Gelände von ausschlaggebender Bedeutung sind.

In der Figur 4 wird ein elektromagnetischer Strahl gegen einen Berg gerichtet. Die Strahlung wird an den Berghängen zum größten Teil diffus, das heißt nach allen Richtungen reflektiert. Ein kleiner Prozentsatz wird an der Oberfläche des Berges absorbiert. Auf alle Fälle durchdringt sie den Berg nicht, auch wenn er nur eine Dicke von wenigen Metern aufweisen würde. Hinter dem Berg entsteht ein «abgeschatteter» Raum, der genau wie beim Licht durch eine Gerade abgegrenzt ist. Diese Gerade ist durch den Standort des Radargerätes und den sogenannten «Horizont» (Dekungswinkel) gegeben.

Ersetzen wir in Gedanken den Berg durch ein Stück Blech, dessen Fläche senkrecht zur Strahlrichtung steht, dann wird der weitaus größte Teil der auftreffenden Energie wieder zurück zum Radar reflektiert. Metallische Gegenstände absorbieren fast keine Energie. Steht die Blechwand zur Strahlrichtung schief, dann wird der größte Teil der Energie symmetrisch zum Einfallslot reflektiert. Einzig die Ränder der Blechfläche (oder irgendeines angestrahlten Gegenstandes) verursachen eine Beugung.

Es gibt nun auch Materialien, welche sich dadurch auszeichnen, daß sie die elektromagnetische Strahlung fast ganz absorbieren. Es handelt sich hierbei meistens um Mischungen von Kunststoffen und Grafit. Die Schichtdicke des Materials muß, um voll zur Wirkung zu kommen, in der Größenordnung der halben Wellenlänge sein. Objekte, die mit einer solchen Schicht umgeben sind, können als für Radar gut «getarnt» angesprochen werden.

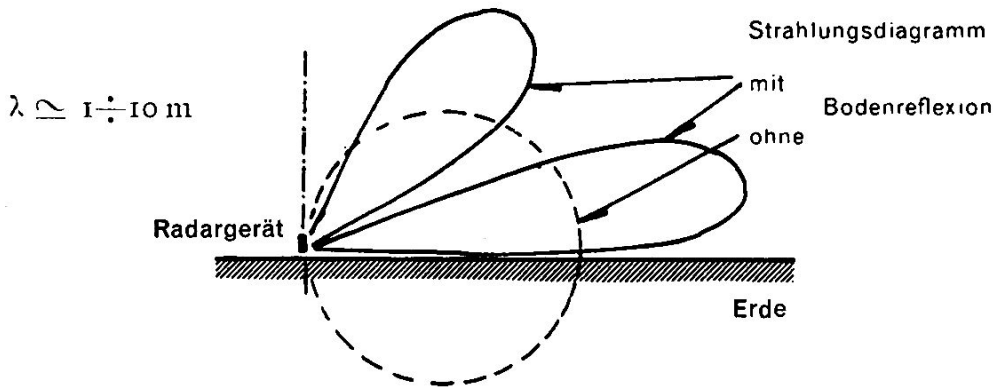


Fig. 5. Interferenz-Effekt auf das Strahlungsdiagramm bei langen Wellen

Die Reflexion an einem Flugzeug ist wegen seiner komplizierten Form sehr unübersichtlich und mathematisch kaum erfaßbar. Man behilft sich in der Praxis so, daß man experimentell von einem Flugzeug den Reflexionsanteil bestimmt und mit einer wirkungsgleichen (senkrecht zum Strahl stehenden) Blechfläche vergleicht. Für Flugzeuge variiert die daraus erchenbare Fläche zwischen zirka 1 und 80 Quadratmeter. Es kann sich natürlich bei solchen Angaben nur um grobe Mittelwerte handeln, weil es bei einem Flugzeug sehr stark darauf ankommt, welche Silhouette es dem Strahl gerade entgegenstellt. Die Unterschiede können bis zu 1:100 oder mehr variieren.

Eine Erscheinung wurde bis jetzt noch nicht erwähnt, nämlich die sogenannten *Interferenzen*. Sie spielen bei der Wellenausbreitung eine bedeutungsvolle Rolle. Interferenzen sind auch in der Optik und Akustik bekannt. Es ist die Erscheinung, daß zwei Wellen mit gleicher Frequenz (oder was gleichbedeutend ist mit gleicher Wellenlänge), jedoch mit einer Phasenverschiebung von 180 Grad, sich gegenseitig aufheben (vergleiche Anhang I, d). In der Radartechnik wurde diese Erscheinung früher (mit großen Wellenlängen) dazu benützt, eine intensivere Bündelung zu erzielen. Wenn nämlich die Erde als Reflektor benützt wird, entsteht durch Interferenz ein Strahlungsdiagramm, wie es Figur 5 zeigt.

Bei der moderneren Zentimeter-Technik kann diese Eigenschaft nicht

mehr genutzt werden. Gleichwohl treten natürlich Interferenzen auf. Sie bewirken nurmehr Einbuchtungen des Strahlungsdiagrammes, weil dank der besseren Bündelung nur ein kleiner Energieanteil auf die Erdoberfläche auftrifft. In extremen Fällen können immerhin Schwankungen von ± 30 Prozent in der Reichweite auftreten. (Vergleiche Figur 6.)

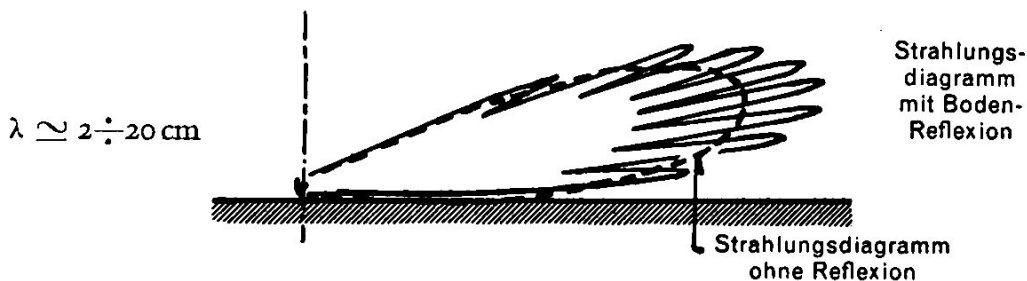


Fig. 6. Interferenz-Effekt auf das Strahlungsdiagramm bei kurzen Wellen

Die gegen das Radar hin zurückgeworfene Strahlungsenergie, auch «Echo» oder «Signal» genannt, wird heute fast immer mit der gleichen Antenne empfangen, welche auch die Sendeenergie ausstrahlt. Um dies möglich zu machen, muß eine Weiche in die Zuleitung von der Antenne zum Sender, respektive zum Empfänger gebaut werden. Diese Weiche wird in der Radartechnik mit TR-Zelle bezeichnet (vergleiche Figur 2).

Der *Empfänger* ist grundsätzlich wie ein Radioempfänger aufgebaut. Er arbeitet nach dem Super-Heterodyn-Prinzip. Die Kleinheit der im «Echo» enthaltenen Energie (zirka 10^{-12} Watt) erfordert eine extrem hohe Verstärkung. Durch das sogenannte Eigenrauschen der Elemente des Verstärkers, so insbesondere der Kristall-Mischstufe und der Elektronenröhren, ist jedoch dem Grad der Verstärkung eine natürliche Grenze gesetzt. Physikalisch läßt sich dieses Rauschen als Mischung von unendlich vielen Frequenzen deuten. Ist nun ein ankommendes «Echo» nicht stärker als das genannte Rauschen, so kann das ankommende Signal nicht mehr angezeigt werden; es geht im Rauschen «unter». Den gleichen Effekt können wir im Radio feststellen. Wird beispielsweise die Musik eines ganz schwachen Senders eingestellt, so wird sie durch das akustische Rauschen übertönt.

Die sogenannte Radarformel (vergleiche Anhang I, a), welche ein ausgezeichnetes Bild über die Vorgänge und Zusammenhänge in einem Radargerät vermittelt, ist aus der Bedingung entstanden, daß das eintreffende Echo und das vorstehend genannte Rauschen gleich groß seien.

Das *Anzeige-Gerät* bringt die im Empfänger verstärkten Signale zur Darstellung, indem es mit Hilfe der Kathodenstrahlröhre die elektrischen Signale in optisch sichtbare Größen umwandelt.

Im Laufe der bisherigen Entwicklung haben sich zwei Hauptdarstellungsarten herauskristallisiert. Die einfachere (Typus «A» genannt) (vergleiche Figur 7) erhält man, indem die Signalspannung an die Ablenkplatten für senkrechte Ablenkung angelegt wird.

Das andere Plattenpaar wird zur sogenannten Zeitablenkung benutzt, das heißt es erhält eine mit der Zeit linear anwachsende Spannung, wodurch

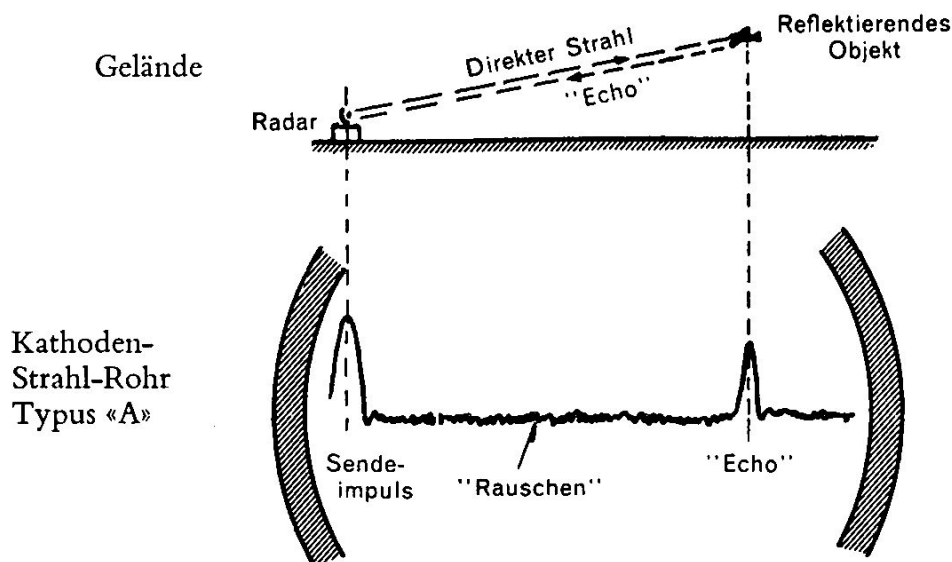


Fig. 7. Anzeige-Gerät Typus «A»

der auf dem Schirm der Kathodenstrahlröhre aufleuchtende Elektronenstrahl von links nach rechts verschoben wird. Diese Bewegung wird mit dem Sender derart synchronisiert, daß sie stets dann am linken Schirmrand beginnt, wenn der Sender seinen Impuls ausstrahlt. Das zeitlich später eintreffende Echo wird dann als senkrechter Zacken um so mehr nach rechts verschoben erscheinen, je größer die Entfernung zum reflektierenden Objekt ist. Die Figur 7 möge das Gesagte noch etwas besser erläutern.

Bei der zweiten Darstellungsart, genannt PPI (= *Plan Position Indicator*) wird die sonst dunkel getastete Kathodenstrahlröhre durch das Signal kurzzeitig aufgehellte. Der Elektronenstrahl wandert bei dieser Röhre vom Schirmzentrum radial nach außen und zwar immer in einer zur Antenne parallelen Richtung. Die Auswanderungsgeschwindigkeit entspricht der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Impulspaketes im Raum. Der Start im Schirm-Mittelpunkt fällt zeitlich zusammen mit der Impulsabstrahlung.

Die PPI-Darstellung hat wegen der großen Übersichtlichkeit bei der Überwachung eines Luftraumes große Bedeutung erlangt. Figur 8 illustriert die PPI-Anzeige.

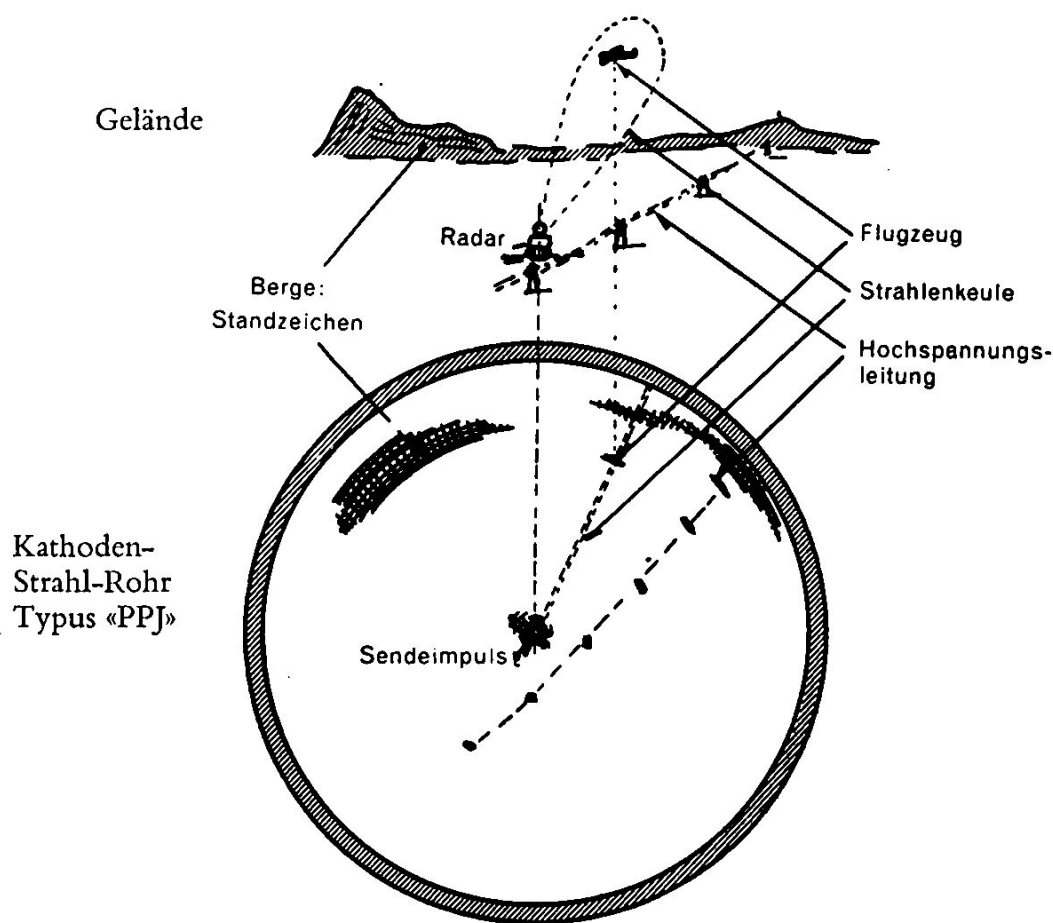


Fig. 8. Anzeige-Gerät Typus «PPI»

Die uns interessierenden *Radargeräte* lassen sich in drei große Gruppen unterteilen: in Frühwarngeräte, Feuerleitgeräte und in Bordgeräte.

Frühwarn-Radargeräte dienen zum Aufsuchen von Luft- oder Seezielen auf größere Distanzen. Ihnen allen ist gemeinsam ein fächerförmiger Strahl, der um eine senkrechte Achse kontinuierlich rotiert, und ein Anzeigegerät, das aus einem oder mehreren PPI-Rohren besteht. Im Lagewinkel ist die Antenne (und damit der Strahl) entweder gar nicht oder nur in wenigen Stufen verstellbar. Die Sendeleistung beträgt gewöhnlich etwa 500 bis 800 Kilowatt und die Reichweite für mittlere Flugzeuge etwa 70 bis 100 Kilometer (sogenannte Mittelwarngeräte) oder 150 bis 250 Kilometer (eigentliche Frühwarngeräte). Der Gewinn an Reichweite wird fast ausschließlich durch stärkere Bündelung und damit Verlust an der Fächerhöhe erkauft. Die Figur 9 veranschaulicht die Strahlungsdiagramme zweier typischer Vertreter dieser beiden Gerätekategorien.

Man beachte

1. den Einfluß der Erdkrümmung und
2. die starke Bündelung beim Frühwarngerät.

Die *Feuerleit-Radargeräte* gestatten das genaue Verfolgen und Vermessen eines Luft- oder Seezieles. Die Anforderungen an diese Geräte in bezug auf Genauigkeit sind sehr hoch. Die Winkelgenauigkeit kann gesteigert werden, indem ein rotationssymmetrischer Strahl um das Ziel herum bewegt wird (Details siehe Anhang I, e). Die Präzision der Entfernungsbestimmung wird durch komplizierte elektrische Schaltungen erzielt.

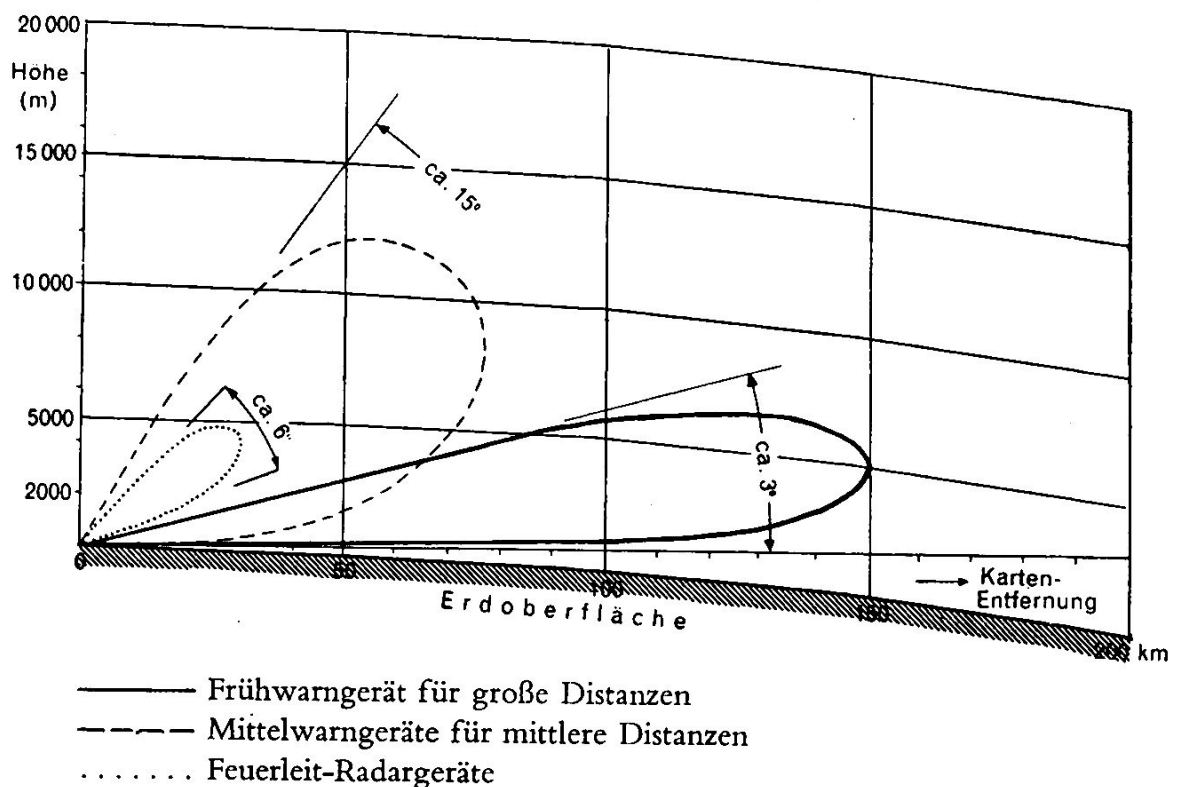


Fig. 9. Strahlungsdiagramme

Die Anforderungen an die Reichweite sind bedeutend geringer, weil das Feuerleit-Radargerät entweder ein Kommandogerät einer Flak-Batterie oder den Leitstrahl einer ferngesteuerten Rakete steuern muß. Diese Waffen haben aber meistens nur eine Reichweite von 10 bis 20 Kilometer. Aus diesem Grunde begnügt man sich mit einer Radarreichweite von zirka 30 bis 40 Kilometer bezogen auf mittlere Bomber und auf eine Sende-Impulsleistung von zirka 200 Kilowatt.

Die Anzeige besteht aus einem PPI-Rohr zum Suchen und einem «A»-Rohr für die genaue Einstellung auf ein Ziel. Moderne Geräte besitzen einen automatischen Nachlauf, so daß dem Bedienungsmann nur die erstmalige Einstellung zufällt. Sobald das Ziel «erfaßt» ist, wird ein Schalter umgestellt, worauf die Antenne und der Entfernungsnachlauf selbsttätig dem Ziele folgen. (Nähere Angaben siehe Abschnitt 5 und Literatur [9].)

Unter *Bordgeräten* versteht man Radargeräte, welche an Bord eines Flugzeuges oder einer Rakete sind. Sie können entweder zur Warnung oder zur Navigation bestimmt sein oder aber die genauen Schießelemente für Bordwaffen liefern. Das gemeinsame Merkmal der Bordgeräte ist ihre geringe Reichweite. Dies gestattet die Anwendung sehr kurzer Wellen (heute meistens 3 Zentimeter) und kleiner Impulsleistungen (bis zirka 60 Kilowatt). Dadurch werden die Bordgeräte verhältnismäßig sehr klein und leicht.

Abschließend sei noch kurz auf die mögliche *Weiterentwicklung* und die *Grenzen*, denen die Radartechnik unterliegt, hingewiesen.

Die Wellenlänge darf heute als fixiert angesehen werden. Für große Distanzen liegt sie zwischen 10 und höchstens 50 Zentimeter, während für kleinere Distanzen 3 Zentimeter bevorzugt werden, besonders dort, wo kleines Gewicht und Volumen eine Rolle spielen. Auch bei der Impulsleistung sind in nächster Zeit keine wesentlichen Erhöhungen zu erwarten, denn wie aus der Radarformel hervorgeht, wäre dies der unwirtschaftlichste Weg, um zu größerer Reichweite zu kommen. Außerdem kann eine gewisse Höchstgrenze wegen der Spannungsfestigkeit der Isolationsmaterialien nicht überschritten werden (bei 10 Zentimeter liegt diese Grenze für ein Magnetron bei zirka 5000 Kilowatt, bei 3 Zentimeter bei zirka 600 Kilowatt).

Im Antennen- und Empfängerbau dürfen in nächster Zukunft ebenfalls keine umwälzenden Neuerungen erwartet werden. Beim Empfängerbau reicht die heutige Technik schon sehr nahe an das theoretische Optimum heran. Bei der Konstruktion der Antenne hingegen wird man weiterhin auf Kompromißlösungen angewiesen sein. Fordert man beispielsweise eine intensive Bündelung, so folgt daraus zwangsläufig eine riesige Antenne und ein entsprechend kleines Abtastvolumen (siehe Anhang I, f).

In der Praxis ergeben sich bei 10 Zentimeter Wellenlänge etwa die Konstruktionsdaten der Tabelle Seite 20.

Soweit heute beurteilt werden kann, sind auf dem Gebiet der *Anzeige-Geräte* die wichtigsten Neuerungen zu erwarten. Das Problem der Unterscheidung zwischen Signalen von ruhenden Objekten und solchen von beweglichen Zielen beschäftigt die Fachwelt in besonderem Maße. In der englischen Literatur werden die Methoden für diese Unterscheidung mit

	Impuls- Leistung	Impuls- Frequenz	Bündelung für		Dreh- geschw. der Antenne	Reichweite
	kW	Hz	Seite /o	Lage- winkel /o	U/min.	km
Frühwarngerät für große Ent- fernungen	600	500	1	3	4-6	150-200
Mittelwarngerät	600	500	3	15	10	70-80
Feuerleit- Radargerät . . .	200	1500	6	6	15	30-40

Moving Target Indication (MTI) bezeichnet. Von den wenigen Vorschlägen für die Lösung dieses Problems scheint die sogenannte Doppler-Methode am aussichtsreichsten zu sein. Mit nach diesem System arbeitenden Versuchsgeräten war es bereits möglich, Signale von beweglichen Zielen innerhalb solcher von feststehenden Objekten mit tausendmal größerer Intensität zu unterscheiden (vergleiche [5a, Bd. 1, S. 626]). Wesentlich erscheint uns dabei der Umstand, daß durch diese Zusatzapparaturen das Grundprinzip des Radars in keiner Weise angetastet wird.

Schlußendlich ist noch zu erwähnen, daß im Ausland Bestrebungen im Gange sind, die PPI-Bilder von Frühwarnstationen auf große Distanzen zu übertragen im Bestreben, die zeitraubende mündliche Übertragung vom PPI an die Auswertezentralen abzukürzen. Dies sind nun aber bereits Fragen, welche die Organisation eines Frühwarnsystems betreffen. Nach Ansicht eines amerikanischen Fachmannes ([5a, Bd. 1, S. 214]) wird in der nächsten Zukunft das Hauptaugenmerk auf diese Probleme (Organisation der Radarinformationen) zu richten sein, da die technischen Möglichkeiten der Radargeräte nahezu erschöpft sind.

Diese beiden Feststellungen sind bei der Überlegung, ob Radar bei uns eingeführt werden soll, von großer Wichtigkeit. Sie bedeuten, daß einerseits die heute käuflichen Geräte nicht so bald veraltet sein werden, und andererseits, daß für den Aufbau einer Radarorganisation viel Zeit und Erfahrung notwendig sind.