

**Zeitschrift:** Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen  
**Herausgeber:** Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere  
**Band:** 34 (1961)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Moderne Luftverkehr ohne Radar undenkbar  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-562962>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 10.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

fourni par les chefs de centre de transmission.

L'exercice Sirius n'exploitera plus qu'une seule liaison (SE-402) avec télégraphie Morse.

Des indications sur les appareils utilisés figurent sur le tableau joint (page 270).

Afin de tirer le maximum de profit de l'importante quantité de matériel mise en jeu, celui-ci sera de nouveau utilisé sans interruption. Ceci exige un très gros effort de la part de tous les participants. Malgré cela, les organisateurs de l'exercice entendent qu'une attention particulière soit portée sur la discipline et sur le comportement des participants. Le mot d'ordre est: Tout est plus facile lorsqu'on s'entraide! La tenue fait aussi partie de la discipline. Chacun de nous s'efforcera de fournir le meilleur de lui-même en opérant son appareil. Il lui sera alors bien moins difficile d'avoir un comportement militaire correct. Nous travaillerons sous les regards du public et des instances militaires. Pour cette raison, ce qui vient d'être dit doit être considéré comme un des ordres du jour. Nous ne voulons et ne devons prêter le flanc à aucune critique par une mauvaise tenue, car le laisser-aller frappe un profane aux choses militaires et à la technique des transmissions bien plus que l'opération — même parfaite — des appareils. Nous ne devons jamais perdre de vue que nous ne nous livrons pas seulement à une démonstration technique, mais aussi militaire.

Le but visé par l'opération Sirius peut être défini en quelques mots. Chaque participant doit acquérir la certitude qu'il est en mesure, après une brève période de réentraînement, d'opérer son appareil rapidement et sans faute. S'il a atteint ce but personnel lors de sa collaboration, il prendra alors pleinement conscience de la valeur de sa formation hors-service volontaire. Vis-à-vis des instances militaires, nous voulons apporter la preuve que l'AFTT peut mettre des cadres entraînés à leur disposition. L'armée et le peuple suisse doivent acquérir la certitude qu'ils peuvent compter sur le fonctionnement des transmissions en cas de nécessité. La démonstration que notre armée est bien équipée et animée d'un bon esprit, et un facteur sur lequel il faut compter, est un fait dont l'importance saute aux yeux et dont l'intérêt ne se limite pas seulement à nous Suisses.

C'est la raison pour laquelle, les organisateurs de l'exercice tiennent énormément, notamment à cause de la situation politique actuelle, à ce que l'opération Sirius ne soit pas seulement une démonstration de l'AFTT et des télégraphistes, mais aussi de la préparation de notre armée.

Lt. Kurt E. Dill

## Le déroulement de l'exercice

Les sections de l'Association fédérale des Troupes de Transmission et l'Union suisse des officiers et sous-officiers du Télégraphe de campagne, établissent les liaisons du réseau de transmission de l'opération Sirius.

Les liaisons figurent dans les plans d'ensemble et détaillé des liaisons.

*Etat de fonctionnement.* Tout le réseau doit être prêt pour le trafic le samedi 30 septembre à 18 h 00. Le réseau sera opéré *sans interruption* jusqu'au dimanche 1<sup>er</sup> octobre à 11 h 00. La durée de fonctionnement est subdivisée en quatre phases.

### Phase I: Les stations s'annoncent «prêtes au trafic»

Etre prêt au trafic signifie pour nous télégraphistes, être prêts à recevoir et à transmettre. Toutes les stations devront annoncer qu'elles sont prêtes au trafic aux centres secondaires. Ceux-ci transmettent ces avis avec leur propre avis qu'elles sont prêtes au trafic à leur centre principal (Aarau ou Oberland St-Gallois).

Jusqu'à 18 h 00, les réseaux sont à la disposition des sections.

### Phase II: Trafic de réentraînement

Les chefs de centre de transmission des diverses sections remettent des dépêches aux réseaux et surveillent soigneusement la qualité et la vitesse de transmission. Le but de cette phase étant d'exercer les télégraphistes, les lignes ne doivent être que modérément chargées.

### Phase III: Trafic télégraphique normal

Les chefs de centre de transmission chargent les lignes jusqu'à leur limite de capacité, mais de façon à ne pas occasionner d'engorgements.

### Phase IV: Réseaux surchargés. Utilisation de tous les moyens

Les réseaux doivent être soumis à de fortes surcharges momentanées de façon à susciter des engorgements temporaires et des accumulations de dépêches. Une véritable inondation ne sert cependant à rien.

### Pigeons voyageurs

L'expédition et la répartition des pigeons voyageurs aura lieu le samedi.

Le lâché des pigeons voyageurs est fixé au dimanche matin.

**Pendant toutes les phases, la qualité doit primer sur la quantité!**

---

## Moderner Luftverkehr ohne Radar undenkbar

Seitdem das Flugzeug zu einem Verkehrsmittel wurde, welches auf transkontinentalen und transozeanischen Verbindungswegen den Eisenbahnen und Schiffen ebenbürtig ist, ergeben sich für die Sicherung der Abwicklung dieses Verkehrs erheblich höhere Anforderungen, als sie für den verhältnismässig spärlichen Liniendienst früherer Zeiten bestanden. Die Verkehrsdichte und die Geschwindigkeiten der Flugzeuge nehmen ständig zu. Schlechtes Wetter und Dunkelheit dürfen die Flugpläne nicht stören. Entsprechend vervollkommen sich die Navigations-

mittel, aber auch die Ortungseinrichtungen für Flugzeuge.

### Navigation

Die Navigationsmittel haben die Aufgabe, den Kurs der Flugzeuge auf der Flugstrecke zu sichern. Spezielle Navigationsmittel wurden entwickelt, um das Landen unter normalen Verhältnissen, aber auch bei unsichtigem Wetter und in der Dunkelheit sicher zu ermöglichen. Diese Einrichtungen arbeiten mit festen Sendern auf dem Boden und den verschiedensten Empfangseinrichtungen an Bord der Flugzeuge. Grund-

sätzlich handelt es sich um das Anpeilen der ortsfesten Sender. Die von den Bordempfängern betätigten Instrumente zeigen dem Piloten an, ob sich seine Maschine auf dem durch die Funkstrahlen der Bodenstationen vorgegebenen Kurs bewegt oder nicht. Mit diesen Hilfsmitteln kann das Flugzeug in Höhe und Richtung navigiert werden.

### **Ortung durch Radar**

Die Navigationsmittel an Bord des Flugzeuges geben ihm aber keine Auskunft über die Luftlage, d. h. über weitere in der Luft befindliche Maschinen und auch nicht über die Verhältnisse am Boden auf den Pisten der Flugplätze. Hierzu sind Einrichtungen erforderlich, die den Piloten bei allen Wetter- und Tagesbedingungen orientieren. Speziell bei der immer dichter werdenden Start- und Landefolge von Verkehrsmaschinen ist eine Überwachung des Luftraumes über den Flugplätzen und auch auf den Flugstrecken dringend notwendig geworden. Man bedenke, dass bei einer Fluggeschwindigkeit der Düsenflugzeuge von annähernd 1000 km/h 5 min vor dem Landen die Maschinen noch etwa 80 km vom Flugplatz entfernt sind. Wenn mehrere Maschinen gleichzeitig eintreffen sollten, so ändert sich innerhalb der letzten 5 min im Umkreis von 80 km vom Flugplatz die Luftlage erheblich. Jede einzelne Maschine muss erfasst und gelenkt werden, um eine ordnungsgemäße Landung durchführen zu können.

Zu diesem Zweck benutzt man Radaranlagen. Im Prinzip können diese im Flugzeug oder am Boden untergebracht werden. Da jedoch die Bodenorganisationen der Flughäfen bestimmend für die Verkehrsabwicklung sind, verwendet man zur Sicherung des Flugverkehrs nur Flughafen-Radaranlagen. Diese sind in ihrer Technik sehr viel vollkommener als Flugzeug-Radaranlagen. Volumen und Gewicht würden eine Unterbringung im Flugzeug nicht zulassen.

Die Lenkung des Luftverkehrs vom Boden aus ist einseitig. Der Pilot ist dabei zunächst passiv. Seine Maschine wird vom Boden her in bezug auf die Flugrichtung, ihre Entfernung vom Flughafen und Flughöhe ausgemacht. Für diese dreifache Kontrolle ist kein Instrumentarium an Bord erforderlich. Damit das Flugzeug aber sicher ge-

leitet wird, erhält der Pilot durch die Bodenbeobachtung über die Funk-sprechverbindung genaue Weisung für seine Flug- und Landemanöver. In der Radaranlage kann verfolgt werden, ob die Anweisungen richtig befolgt wurden.

Welchen erheblichen Vorteil eine Radaranlage für grosse Flugplätze bedeutet, geht aus folgenden Zahlen hervor:

Flugplätze ohne Radar lassen bei einer Fluggeschwindigkeit von 450 km/h eine Landefolge im 10-Min.-Abstand zu, d. h. 6 Landungen pro Stunde. Mit Radar erhöht sich die Landefolge auf 40 und mehr Landungen pro Stunde.

### **Radaranlagen für den Anflug und zum Landen**

Um den Luftraum in Flugplatznähe und den Anflugweg auf grössere Entfernungen überwachen zu können, bedient man sich mehrerer Radaranlagen. Man ist noch nicht in der Lage, mit einer einzigen Anlage alle Informationen mit der für die Flugsicherung entscheidenden Genauigkeit zu erhalten. Es ist zu berücksichtigen, dass sowohl der Raum rundum als auch bestimmte Anflugschneisen speziell beobachtet werden müssen. Die Technik muss dabei so ausgefeilt sein, dass die Reaktionen des Piloten auf Grund der Beobachtung vom Radarschirm her und der Funksprechmeldung von dort allergeringste Verzögerungen ergeben. 2 Sekunden bedeuten bei einer Geschwindigkeit von 500 km/h 280 m Flugweg. Man unterscheidet je nach Verwendungszweck folgende Anlagen:

- a) Rundsicht-Radaranlage zur Überwachung der Luftstrassen bis zu einer Entfernung von etwa 200 km.
- b) Radaranlagen zur Überwachung des Anfluges in Flugplatznähe und der Landung. Hierzu sind 2 getrennte Anlagen erforderlich.
- c) Radaranlage zur Überwachung des Rollfeldes.
- d) Radaranlagen an Bord von Flugzeugen.

### **Rundsicht-Radaranlagen zur Überwachung der Luftstrassen**

Eine solche Anlage wird auch als Mittelbereich-Radaranlage bezeichnet. Im deutschen Flugverkehrsnetz sind solche Anlagen in Hannover, Frankfurt und München eingeplant. Damit lassen sich alle Verbindungen zwischen den deutschen und den benachbarten

ausländischen Flughäfen kontrollieren. Diese Verkehrskontrolle ermöglicht ein sicheres Leiten aller in der Luft befindlichen Maschinen in dichter Folge, auch bei ungünstiger Witterung und bei Nacht. Sich kreuzende Flugzeuge bekommen verschiedene Flughöhen zugewiesen.

Diese Radaranlage arbeitet mit einer rotierenden Antenne, die ihre Funkstrahlen in Abständen von  $\frac{1}{500}$  Sekunde für 2 Mikrosekunden Dauer mit einer Wellenlänge von etwa 23 cm aussendet. Die Antenne rotiert mit einer Umdrehungszahl von 6/min. Die Impulsabstände der Radarstrahlen sind so gewählt, dass in der Sendepause zwischen den einzelnen Impulsen ausreichend Zeit bleibt für den Weg des Funkstrahls von der Antenne zum reflektierenden Objekt und zurück zum Empfänger. (Bei 200 km Entfernung  $\frac{1}{750}$  Sek.)

Um auch bei grosser Entfernung die georteten Objekte sicher erkennen zu können, müssen die Funkstrahlen der Antenne scharf gebündelt sein. Das bedeutet, dass die Antenne sehr grosse Dimensionen hat. Sie hat eine Spannweite von 14,5 m bei einer Höhe von 7 m. Die Bündelung in der Horizontalen beträgt  $1^\circ$ .

Die reflektierten und wiederempfangenen Funkstrahlen werden nach Auswertung einem radial schreibenden Sichtgerät zugeführt, bei welchem der Radius, wie früher bereits erklärt, synchron mit der Antenne 6mal in der Minute rotiert. Auf dem Bildschirm lassen sich durch besondere elektrische Massnahmen Entfernungskreise einblenden, so dass der Standort der georteten Flugzeuge nach Richtung und Entfernung kenntlich gemacht ist.

Der Bildschirm dieser Radaranlage gibt nur ein zweidimensionales Bild des Panoramas wieder. Zur Erfassung der dritten Dimension, nämlich der Flughöhe, wäre noch eine weitere Anlage erforderlich, und es ist denkbar, dass sie in Zukunft der Mittelbereich-Rundsicht-Radaranlage noch zugeordnet wird. Bei der nachstehend beschriebenen Landeanlage ist sie bereits vorhanden.

### **Radaranlage für die Luftüberwachung in Flugplatznähe und für den bodenseitig geleiteten Landeanflug**

Zur Durchführung dieser Aufgaben werden zwei getrennte Radaranlagen benutzt, die auf Grund ihres engen be-

trieblichen Zusammenwirkens das sogenannte GCA-System bilden. (GCA = Ground Controlled Approach = bodenseitig geleiteter Landeanflug). Die beiden funktionell getrennten Radaranlagen sind die Rundsicht-Radaranlage ASR-3 (= Airport Surveillance Radar = Luftüberwachungsradar) und die Präzisionsanflug-Radaranlage PAR-2 (= Precision Approach Radar).

#### *Die ASR-3-Anlage*

arbeitet im Prinzip wie die Mittelbereich-Radaranlage. Mit Rücksicht auf die geringere Entfernung der zu erfassenden Flugzeuge, nämlich bis zu 90 km bei einer Flughöhe von 3 bis 4 km, besitzt sie abgewandelte Werte für Antennen und Funkstrahlen.

Die Antenne rotiert mit 27 U/min. Die Funkstrahlimpulse, von 1 Mikrosekunde Dauer werden 1200 mal in der Sekunde mit einer Wellenlänge von etwa 10 cm ausgesandt. Die horizontale Bündelung der Funkstrahlen beträgt 2,5°. Die Antennen befinden sich auf Türmen, damit Bodenhindernisse in der näheren Umgebung möglichst wenig stören.

Trotzdem sind im Sichtgerät noch zahlreiche Bodenziele zu erkennen, die die Beobachtung der eigentlich interessierenden Flugziele erschweren. Die Boden- oder Festziele lassen sich durch geeignete elektrische Massnahmen auf dem Bildschirm auslöschen. Man spricht von einer Festzeichenunterdrückung (MTI = Moving Target Indicator = Anzeige beweglicher Ziele).

#### *Die Präzisionsanflug-Radaranlage PAR-2*

dient zur Höhen-, Richtungs- und Entfernungsmessung der landenden Flugzeuge. Mit ihrer Hilfe erhalten die Piloten speziell bei schlechtem Wetter und nachts genaue Informationen über ihren Anflug, sie werden sozusagen auf die Landebahn «heruntergesprochen». Die PAR-Anlage unterscheidet sich in der äusseren Ausführung der Antennenanlage und der Darstellung auf dem Schirmbild wesentlich von der Rundsicht-Radaranlage. Wie ihr Name sagt, ist ihre Aufgabe, die Flugzeuge in der letzten Phase des Landeanflugs präzise zu leiten. Aus diesem Grund wird nicht das Panorama rund um den Flughafenkontrollturm erfasst, sondern lediglich

ein pyramidenförmiger Raumwinkel, in dessen Mitte der vorbestimmte Anflugweg liegt.

Die PAR-Anlage samt der zugehörigen Antenne ist etwa 150 m neben der betonierten Landebahn aufzustellen. Die dazugehörigen Sichtgeräte stehen im Kontrollraum neben dem Sichtgerät der ASR-Anlage. Der Entfernungsmessbereich dieser Radaranlage beträgt nur 10 bzw. 3 Seemeilen, d. h. 18 bzw. 5,5 km. Auf diesem Weg, für den die gedrosselt anfliegenden Verkehrsmaschinen noch etwa 6 bzw. 2 Minuten brauchen, müssen alle Angaben den Piloten durchgesagt werden, die sie in die Lage versetzen, in Nacht und Nebel sicher auf die Landebahn auszusetzen.

Wegen des geringen Abstandes der zu erfassenden Objekte und wegen der damit verbundenen schnelleren Änderung der Situation besitzt die PAR-Anlage ein höheres Auflösungsvermögen. Die Wellenlänge ist kleiner als bei der ASR-Anlage, nämlich nur 3,3 cm, die Impulsdauer geringer (0,25 Mikrosekunden) und die Impulsfrequenz höher (2400 Hz). Die horizontale und vertikale Bündelung der beiden Antennen beträgt je 0,55°.

Wie aus dem bereits Gesagten hervorgeht, müssen die Funkstrahlen der beiden benutzten Antennen in der Vertikalen und in der Horizontalen abtasten, um die mit Hilfe der ASR-3-Anlagen an die Anfluggrundlinie herangeführten Flugzeuge bei ihrem Anflug zur Landebahn richtig verfolgen zu können. Deswegen führen diese beiden Antennen anstelle einer Drehbewegung, wie bei der ASR-Antenne, eine sektorförmige Schwenkbewegung aus. Die Abtastung in der Höhe zur Messung der Elevation sowie die seitliche Abtastung zur Messung des Azimuts erfolgt 60mal in der Minute. Beide Antennen sind schmale, lange Gebilde, die nebeneinander angebracht sind, die eine horizontal, die andere vertikal. Die Antennenform ergibt sich aus der Aufgabe. Die grosse Länge der Antennen hat eine besonders scharfe Bündelung zur Folge.

Das Sichtgerät der PAR-Anlage bringt zwei Anzeigen. Die räumliche Erfassung des Flugzeugs macht die Darstellung in zwei Ebenen erforderlich. Auf dem Bildschirm erscheinen demnach zwei Winkel, bei denen jeweils

die Schenkel leuchtend sind und die Grenzen des von den Flugstrahlen abgetasteten Ausschnitts nach Höhe (Elevation) und Seite (Azimut) angeben. In den Winkelöffnungen erscheinen als Leuchtpunkte die Radarechos des Flugzeugs. Die zur präzisen Messung notwendigen Höhen- und Entfernungsmarken werden auf optischem Wege in das Leuchtdiagramm eingeblendet. Man benutzt im Sichtgerät zwei Bildschirme, einen für den 10-Meilen-Bereich, einen für den 2-Meilen-Bereich.

#### **Radaranlage zur Überwachung des Rollfeldes**

Flugplätze, die einen sehr dichten Verkehr haben, benötigen eine Regelung, wie sie der Gleisüberwachung von Bahnhöfen mit den Signalen, Weichen usw. entspricht. Hierzu verwendet man Anlagen, die, je nach Anordnung der Radarantenne zu den Rollbahnen, einen Sektor oder das Panorama wiedergeben. Die zu erfassende Entfernung ist klein, vielleicht 2 bis 3 km im Radius, das Auflösungsvermögen muss jedoch ausserordentlich hoch sein. Man benutzt daher in diesem Fall bereits Wellenlängen unter 1 cm. Damit ist für Schlechtwetterlandungen ein zusätzliches Hilfsmittel geschaffen worden, mit dem die Abwicklung des Verkehrs innerhalb der Flughäfen gesichert werden kann.

#### **Radaranlagen an Bord von Flugzeugen**

Solche Anlagen werden zur Beobachtung des vorausliegenden Luftraums für Zwecke der Verkehrssicherung in Verkehrsmaschinen noch nicht angewandt. Es ist nur schwer möglich, eine dreidimensionale Radarüberwachung an Bord des Flugzeuges durchzuführen, wie sie nötig ist, wenn der Pilot die Anlage zur Kollisionssicherung verwenden will. Bodenradar, Funksprechverbindung und barometrischer Höhenmesser geben zurzeit noch eine bessere Garantie für die Einhaltung des Kurses und der Flughöhe. Radaranlagen für meteorologische Zwecke sind dagegen für Flugzeuge auf Langstreckenflügen von Bedeutung. Das Wetterradar hat die Aufgabe, Schlechtwetterzonen frühzeitig zu entdecken, damit sie umflogen werden können. *Dipl.-Ing. F. Schilgen*