

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 33 (1955)

Heft: 11

Artikel: Die Flugsicherung des interkontinentalen Flughafens Zürich = Le service de la sécurité aérienne à l'aéroport intercontinental de Zurich

Autor: Fischer, Albert

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874252>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 29.03.2025

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

- Haeff, A. V.* The electron wave tube. Proc. Inst. Radio Engrs **37** (1949), 4.
- Karp, A.* Traveling-wave tube experiments at millimeter wavelength with a new, easily built, space harmonic circuit. Proc. Inst. Radio Engrs **43** (1955), 41.
- Kleen, W.* Einführung in die Mikrowellen-Elektronik. Zürich, 1952.
- Kleen, W.* Geschichte, Systematik und Physik der Höchsthäufigkeits-Elektronenröhren. Elektrotechn. Z. (A) **76** (1955), 53.
- Kleen, W.* Raumladungswellen in Elektronenströmungen. Entwicklungsberichte Siemens & Halske, 17. Jg., 1. Folge, Juni 1954, S. 89.
- Kompfner, R. and N. T. Williams.* Backward-wave tubes. Proc. Inst. Radio Engrs **41** (1953), 1602.
- Millman, S.* Spatial harmonic traveling wave amplifier. Bell Lab. Rec. **30** (1952), 413.
- Pierce, J. R.* Some recent advances in microwave tubes. Proc. Inst. Radio Engrs **42** (1954), 1735.
- Pierce, J. R.* The wave picture of microwave tubes. Bell Syst. Techn. J. **33** (1954), 1343.
- Stark, L.* Electromagnetic waves in periodic structures. Res. Lab. Electronics MIT, Rep. No 208. Cambridge (Mass.), December 1952.
- Ramo, S.* The electronic-wave theory of velocity-modulation tubes. Proc. Inst. Radio Engrs **27** (1939), 757.
- Reed, E. D.* A tunable, low-voltage reflex klystron for operation in the 50 to 60-kmc band. Bell Syst. Techn. J. **34** (1955), 563.
- Rydbeck, O. H. E. und B. Agdur.* The propagation of electronic space charge waves in periodic structures. Chalmers Tekn. Högskolas handlingar, Göteborg, Schweden.
- Veith, W.* Das Carcinotron, ein elektrisch durchstimmbarer Generator für Mikrowellen. Fernmeldetechn. Z. **7** (1954), 554.
- Warnecke, R. R., W. Kleen, A. Lerbs, O. Döhler and H. Huber.* The magnetron-type traveling-wave amplifier tube. Proc. Inst. Radio Engrs **38** (1950), 481.
- Warnecke, R. R., P. Guénard, O. Döhler and B. Epsztajn.* The „M”-type carcinotron tube. Proc. Inst. Radio Engrs **43** (1955), 413.
- Warnecke, R. R.* Sur quelques résultats récemment obtenus dans le domaine des tubes électroniques pour hyperfréquences. Ann. Radioélect. **9** (1954), 107.

Die Flugsicherung des interkontinentalen Flughafens Zürich

Von *Albert Fischer*, Zürich-Flughafen

621.396.933 + 656.7.05

Par *Albert Fischer*, Zurich-aéroport

Zusammenfassung. Unter dem Begriff «Flugsicherung» versteht man eine Reihe von unterschiedlichen Diensten und Funktionen, und es ist für den Aussenstehenden nicht immer leicht, sich in das Wesen des Flugsicherungsdienstes hineinzu-denken. Bevor deshalb auf die Beschreibung der Anlagen des Flughafens Zürich und die dort angewendeten Sicherungsverfahren eingegangen wird, sind einige allgemeingültige Erklärungen am Platze. Vor allem sei auf die Zusammenhänge und Verkettungen hingewiesen, desgleichen auf die Notwendigkeit, drei Begriffe auseinanderzuhalten: Funknavigation – Luftverkehrskontrolle – Übermittlungsdienst.

Funknavigation

Funknavigation bedeutet das Auffinden des Flugweges mit Hilfe von radioelektrischen Mitteln. Die Funknavigation ist unerlässlich, weil dem Flugzeugführer die optische Sicht auf den Erdboden wegen der Wolken und Bodennebel häufig und in der Nacht völlig fehlt oder bei Flügen über Wasser oder Wüstengebiete nichts nützt. Die Einrichtungen, um Funknavigation betreiben zu können, sind ausserordentlich vielfältig und immer wieder Änderungen unterworfen. Die heute gebräuchlichsten Gattungen sind: Rundstrahl-Funkfeuer, gerichtete Funkfeuer, Leitstrahlsender, Hyperbelsysteme, Peilgeräte, Radareinrichtungen und andere mehr. Solche Geräte und Systeme können auf dem Erdboden aufgestellt oder in den Flugzeugen montiert sein; sie können selbsttätig arbeiten oder Bedienung erfordern; wesentlich für ihre Einreihung als Navigationsgeräte ist nur der Zweck: *Hilfeleistung beim Auffinden des Flugweges.*

Luftverkehrskontrolle

Die Luftverkehrskontrolle ist etwas ganz anderes. Wenn sich auf der Strecke Paris–Zürich und um den

Le service de la sécurité aérienne à l'aéroport intercontinental de Zurich

Résumé. Le service de la sécurité aérienne comprend toute une série d'organes et de fonctions parmi lesquels le profane a quelque peine à se reconnaître. C'est pourquoi, avant de décrire les installations de l'aéroport de Zurich et les méthodes employées pour garantir la sécurité des avions en vol, nous devons donner quelques explications d'ordre général. Nous montrons en premier lieu quels sont les rapports des divers services entre eux et faisons une nette distinction entre la radionavigation, le contrôle de la circulation aérienne et le service de communication.

La radionavigation

Le travail du service de radionavigation consiste à déterminer, au moyen d'appareils radioélectriques, le chemin que doit suivre l'avion. Cela est indispensable, car, du fait des nuages ou du brouillard au sol, le pilote n'a pas toujours la vue directe sur le sol – elle lui manque complètement pendant la nuit ou ne lui est d'aucune utilité lorsqu'il survole la mer ou le désert. Les installations servant à la radionavigation sont extrêmement diverses et sujettes à de perpétuels changements. Celles qu'on emploie le plus actuellement sont les radiophares non directifs ou directifs, les systèmes hyperboliques, les appareils de radiogoniométrie, les radars, etc. Ces appareils peuvent être montés au sol ou sur l'avion; ils peuvent être automatiques ou exiger la présence d'un desservant; pour les classer comme appareils de navigation, on considère seulement leur fonction, qui est de permettre de *déterminer le chemin que doit suivre l'avion.*

Le contrôle de la circulation aérienne

Le contrôle du trafic aérien est quelque chose de tout différent. S'il n'y avait qu'un seul avion en vol

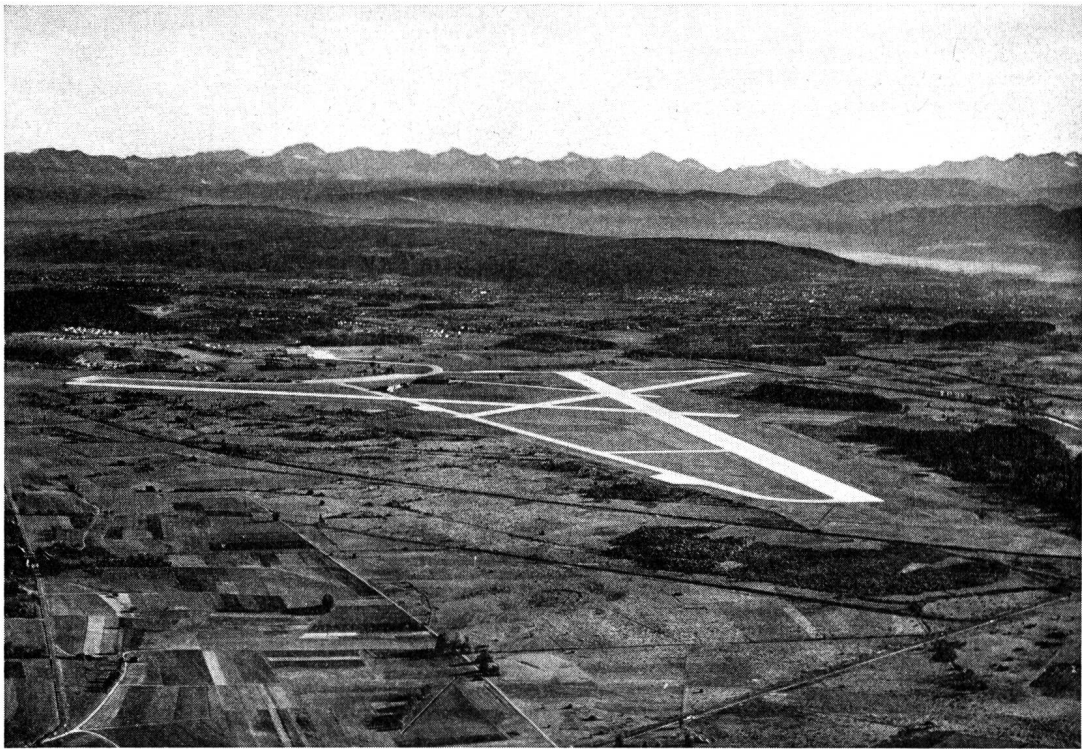


Fig. 1. Pistenanlage des interkontinentalen Flughafens Zürich (von N nach S gesehen)
Pistes de l'aéroport intercontinental de Zurich (vues du nord)

Rechts die 2600 m lange «Blindlandepiste», links die 1900 m lange «Westpiste», beide durchschnitten von der 1535 m langen «Bisenpiste». Die schmalen Pisten sind Zurollwege zu den Anfängen und Enden der Start- und Landepisten

A droite la piste «d'atterrissage sans visibilité», longue de 2600 m, à gauche la piste «ouest», longue de 1900 m, coupées toutes les deux par la piste «côté bise». Les pistes étroites sont les chemins d'accès aux extrémités des pistes d'envol et d'atterrissage

Flughafen Zürich herum nur ein einziges Flugzeug in der Luft befände, dann könnte dieses Flugzeug die Einrichtungen für die Funknavigation nach freiem Ermessen benutzen; es brauchte sich an keinen Zeitplan zu halten, und alle Höhen ständen zu seiner Verfügung. Die Wirklichkeit sieht aber ganz anders aus. Der Weg unseres Verkehrsflugzeuges wird von links und rechts, oberhalb und unterhalb von anderen Flugzeugen gekreuzt; wieder andere Flugzeuge fliegen dieselbe Strecke, zeitlich und in der Höhe vom ersten getrennt, noch einmal andere kommen ihm auf dem gleichen Wege entgegen, gar nicht zu sprechen von den Verhältnissen um den Zielflughafen herum, wo sich der Luftverkehr durch landende und startende Flugzeuge aller Art auf ein Höchstmass verdichtet. Man sieht, die Abwicklung des Luftverkehrs kann so wenig dem Zufall überlassen werden wie der Abfluss des Automobilverkehrs auf einem viel befahrenen Platz; es entsteht ein Chaos, das nicht nur einer fließenden Abwicklung des Luftverkehrs entgegenwirkt, sondern die Gefahr von Zusammenstößen in der Luft mit ihren unter allen Umständen katastrophalen Folgen wüchse in bedrohlicher Masse.

Hier greift die *Luftverkehrskontrolle* ein, eine Organisation am Boden, die den Luftverkehr in geordnete Bahnen lenkt, Flugzeug von Flugzeug zeitlich und räumlich – horizontal und vertikal – sauberlich trennt, und damit auch bei Nacht und Nebel, wo der Pilot

sur le trajet Paris–Zurich et autour de l'aéroport de Zurich, il pourrait utiliser à son gré les installations de radionavigation; il ne devrait respecter aucun horaire et toutes les altitudes seraient à sa disposition. Il en est tout autrement dans la réalité. Le chemin que doit suivre l'avion est croisé par celui d'autres avions venant d'en haut ou d'en bas, de droite ou de gauche; certains suivent le même parcours, mais à des moments ou des altitudes différents, d'autres enfin vont en sens contraire; au voisinage de l'aéroport, la circulation est rendue encore plus intense par les avions de toutes sortes qui atterrissent ou prennent le départ. On voit que l'écoulement du trafic aérien ne peut pas plus être abandonné au hasard que la circulation des automobiles sur une place fréquentée; un tel abandon créerait un chaos qui non seulement entraverait le trafic, mais augmenterait dans une mesure alarmante les risques de collisions d'avions en vol avec leurs suites catastrophiques.

C'est ici qu'intervient le *contrôle du trafic aérien*, organisation au sol qui règle le trafic, sépare les avions les uns des autres dans le temps et dans l'espace – horizontalement et verticalement – et empêche ainsi tout risque de collision, même pendant la nuit ou par temps de brouillard, lorsque le pilote peut à peine distinguer l'extrémité des ailes de sa machine. Ce n'est cependant pas là l'unique fonc-

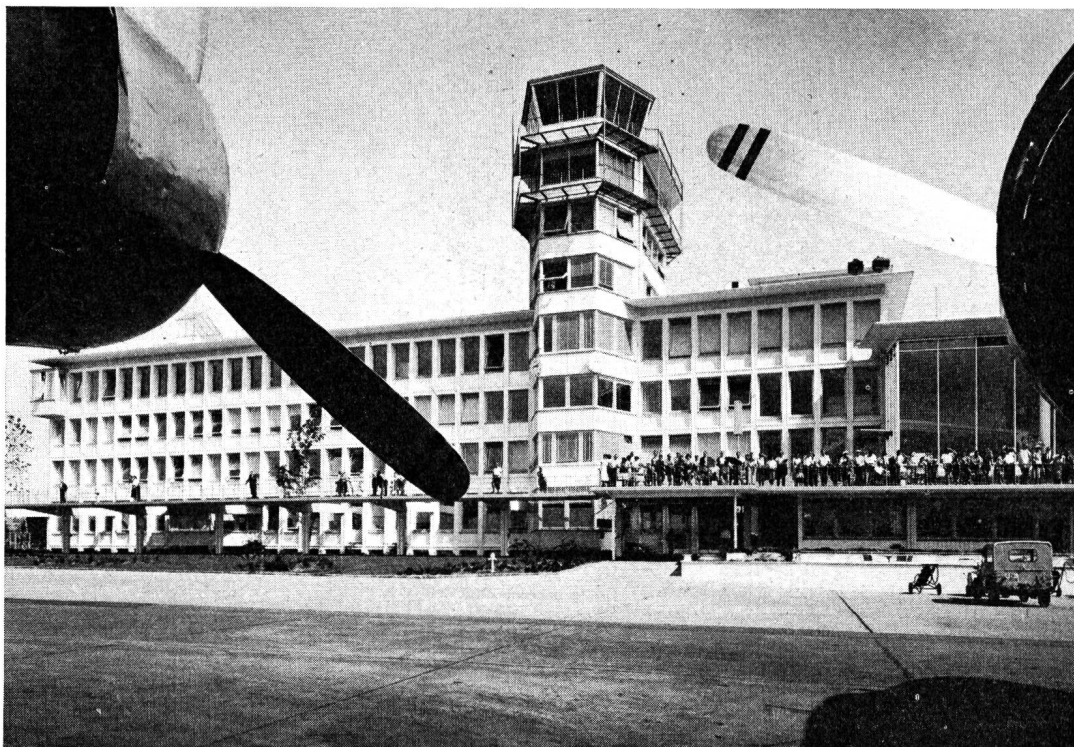


Fig. 2.
Kontrollturm des Flughafens Zürich, Sitz der Bezirks-, Nahverkehrs- und Radarkontrolle
Tour de contrôle de l'aéroport de Zurich, où se trouve le contrôle régional, le contrôle d'approche et le contrôle au radar

kaum bis ans Ende seiner Flugzeugflügel sehen kann, jede Zusammenstossgefahr verhütet. Dies ist aber nicht das einzige Ziel der Luftverkehrskontrolle, sondern sie ist auch dafür besorgt, dass sich der Luftverkehr *möglichst reibungslos und fliessend* abwickelt, dass nirgends lange Wartezeiten entstehen, welche die dem Luftverkehr eigene Schnelligkeit gegenstandslos machen würde.

Wenn schon eine derartige, recht gross aufgezugene Organisation besteht – so bestimmen die Vorschriften der «International Civil Aviation Organization» (ICAO) –, kann man ihr noch ein paar zusätzliche Aufgaben aufbürden: die allgemein gehaltene Anforderung, dem Luftverkehr durch *Informationen* und Ratschläge nützlich und schliesslich in Not geratenen Flugzeugen in jeder Art und Weise behilflich zu sein.

Die Luftverkehrskontrolle ist in erster Linie eine *gedankliche Arbeit*; die Luftverkehrskontrolleure sind Geistesarbeiter. Damit sie ihre Aufgaben lösen können, benötigen sie mindestens dreierlei: erstens die Kenntnis der Bewegungen jedes einzelnen Luftfahrzeuges innerhalb ihres Kontrollbereiches, zweitens die Möglichkeit, diese Bewegungsabläufe selbstständig nachkontrollieren zu können, und drittens ein Verbindungsmittel, um von den Flugzeugen Meldungen empfangen und ihrerseits an die Besatzungen Informationen, Anweisungen, Befehle durchgeben zu können.

In bezug auf die Kenntnis der Bewegungen jedes einzelnen Flugzeuges basiert die Kontrolle weitgehend auf den *laufenden Positionsmeldungen* der Flugzeuge selbst, die ihrerseits um so genauer sein

tion du contrôle du trafic; il doit veiller encore à *éviter autant que possible tout ce qui compromet la régularité du trafic* et à prévenir les longues attentes qui rendent illusoire la rapidité qu'offre normalement la voie aérienne.

Une organisation d'une telle envergure étant nécessaire, on peut, suivant les prescriptions de l'«International Civil Aviation Organization» (ICAO), lui confier encore d'autres tâches, entre autres celle d'émettre des *informations* et des conseils destinés aux avions et de leur venir en aide de toutes les manières possibles lorsqu'ils se trouvent en détresse.

Le travail du contrôle du trafic est avant tout un *travail de tête*. Pour que les contrôleurs puissent remplir leur tâche, trois choses leur sont nécessaires: connaître les mouvements de chaque avion dans leur secteur, pouvoir contrôler la manière dont ces mouvements sont exécutés et enfin disposer d'un moyen de communication leur permettant de recevoir les avis des avions et de transmettre à ceux-ci des informations, des instructions et des ordres.

Pour déterminer la position de chaque avion, le contrôle du trafic utilise largement les *avis de position* émis régulièrement par les avions eux-mêmes; ces avis sont d'autant plus exacts que le système de radionavigation est plus précis et à mailles plus serrées. Ce fait montre avec évidence combien l'efficacité du contrôle du trafic aérien dépend de la présence de moyens de navigation radioélectriques. C'est en effet une loi fondamentale que plus les avis de position des avions sont fréquents et exacts, plus petites peuvent être dans le temps et dans l'espace, les marges de sécurité que le contrôle du



Fig. 3.

Ultrakurzwellen-Telephoniepeiler. Peilanzeige mittels Kathodenstrahlröhre. Das Flugzeug, das hier gepeilt wird, befindet sich auf einer Standlinie von 70° gegenüber der Nordrichtung

Goniomètre téléphonique pour ondes ultra-courtes. Les indications sont données par un tube à rayon cathodique. L'avion repéré ici se trouve sur une ligne s'écartant de 70° de la direction du nord

können, je enmaschiger und präziser das Navigationssystem aufgebaut ist. Dies zeigt mit aller Deutlichkeit die Abhängigkeit der Luftverkehrskontrolle vom Vorhandensein radioelektrischer Navigationsmittel; denn ein Fundamentalsatz lautet: je häufiger die Positionsmeldungen der Flugzeuge erfolgen und je verlässlicher sie sind, desto kleinere zeitliche und räumliche Sicherheitsmargen muss die Luftverkehrskontrolle zwischen sich gleichzeitig in der Luft befindenden Flugzeugen einschalten, oder desto fließender kann sich der Luftverkehr abwickeln.

Worin besteht aber nun die besondere geistige Leistung des Luftverkehrskontrolleurs? Das Spielen mit festen, sicheren Positionsmeldungen kann ja doch offenbar nicht allzu schwierig sein! Ja, wenn es nur das wäre! Angenommen, um 12 Uhr 10 Minuten melde das englische Flugzeug G-AGIZ, es befinde sich im Blindflug in 1850 m Höhe genau über dem Funkfeuer ZW und zur gleichen Zeit strahle das Swissair-Flugzeug HB-IRC dieselbe Meldung aus; dann wäre offenbar jede weitere Massnahme der Luftverkehrskontrolle überflüssig, denn nur noch ein glücklicher Zufall könnte einen Zusammenstoß verhindern. Soweit darf es nie kommen – die Luftverkehrskontrolle muss *vorausdisponieren*, sie ist gezwungen, in der Zukunft zu denken und diejenigen Anweisungen zu geben, die versprechen, dass die Verkehrssituation der kommenden Gegenwart dem Zukunftsbild möglichst ähnlich werde. Gewiss keine

trafic doit prévoir pour les avions se trouvant simultanément en vol, autrement dit plus la circulation devient facile.

En quoi consiste donc le travail intellectuel du contrôleur du trafic aérien? Il ne doit pas être si difficile d'utiliser des avis de position parvenant à coup sûr! Non, si le travail ne consistait qu'en cela. Admettons par exemple qu'à 12 heures 10 minutes l'avion anglais G-AGIZ annonce qu'il vole sans visibilité à 1850 m d'altitude au-dessus du radiophare ZW et qu'au même moment l'avion de la Swissair HB-IRC émette un avis tout semblable; il semble que toute mesure du contrôle du trafic est inutile et que seul un heureux hasard peut empêcher une collision. Les choses ne doivent précisément jamais en venir à ce point: le contrôle du trafic doit *prendre ses dispositions d'avance*, il doit penser dans l'avenir et donner des instructions telles que la situation réelle qui va se présenter ressemble le plus possible à l'image qu'il s'en était faite d'avance. Comme on le voit, il s'agit là d'une tâche compliquée, qui ne demande pas seulement des esprits clairs, mais un certain talent.

Suivant l'exemple de l'Amérique, on a adopté en Europe un système tout nouveau permettant de vaincre les difficultés et de prévoir de loin déjà les mouvements des avions. Les compagnies de navigation aérienne doivent renoncer à la liberté qu'elles avaient jusqu'ici de choisir pour leurs avions

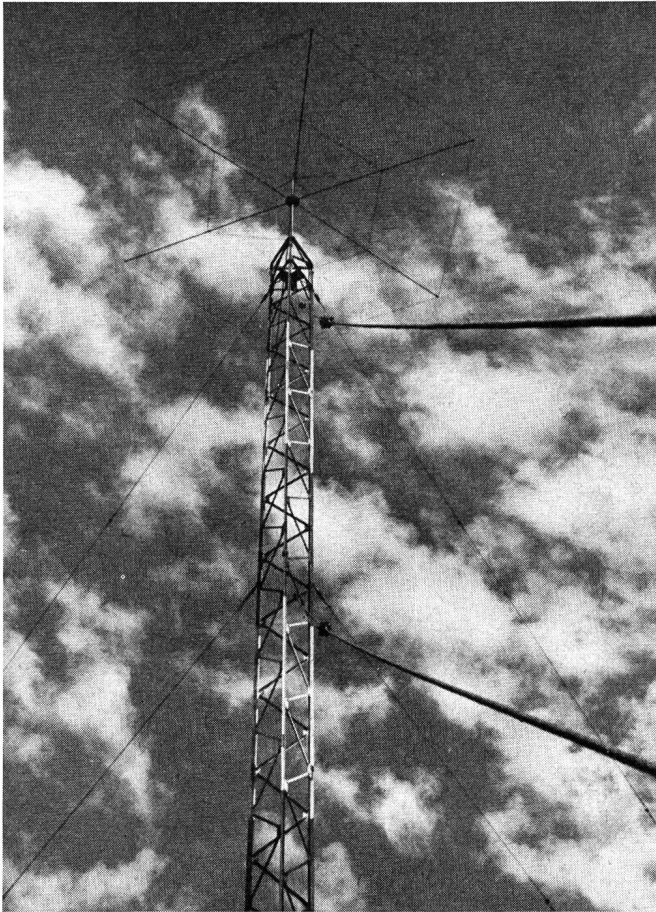


Fig. 4. Antennenmast des Funkfeuers Trasadingen (HEZ)
Pylône d'antenne du radiophare de Trasadingen (HEZ)

einfache Aufgabe, die nicht nur helle Köpfe verlangt, sondern eine besondere Begabung.

In jüngster Zeit ist man in Europa, dem Vorbild Amerikas folgend, zu einer ganz neuen Lösung gekommen, um den Schwierigkeiten Herr zu werden und die Bewegungen der Flugzeuge möglichst weit und richtig voraussehen zu können. Die Luftverkehrsgesellschaften mussten nämlich auf die bisherige Freiheit verzichten, ihre Flugzeuge auf beliebigen Wegen navigieren zu lassen, sondern man errichtete ein Netz von sogenannten Luftstrassen, denen die Flugzeuge folgen müssen, auch wenn dadurch bedeutende Umwege entstehen. Der Vorteil besteht aber zweifellos in der grösseren Sicherheit, da der Kurs des Flugzeuges der Bodenkontrolle nun zeitlich und örtlich recht genau bekannt ist und das Vorausdisponieren damit erleichtert wird. Im übrigen wird der durch die Umwege entstandene Zeitverlust oft durch den fließenderen Verkehrsablauf bei der Ankunft vor dem Zielflughafen aufgeholt.

Der Mensch denkt und... der Pilot lenkt. Ob schon heute die Disziplin der Bordbesatzungen untadelig ist, gegen einen Irrtum ist niemand gefeit. Die Luftverkehrskontrolle schätzt es deshalb, radioelektrische Hilfsmittel zu besitzen, die ihr gestatten, den Weg der Flugzeuge unabhängig von den Angaben

les routes qu'elles entendaient; on a créé des routes aériennes que les avions sont obligés de suivre même s'ils doivent pour cela faire d'assez grands détours. L'avantage consiste en la plus grande sécurité obtenue de cette manière, le contrôle au sol connaissant exactement la course prescrite à l'avion et pouvant alors plus facilement prendre ses dispositions. D'autre part, la perte de temps provoquée par les détours est très souvent compensée par une meilleure circulation à l'arrivée à l'aéroport.

L'homme pense et... le pilote conduit. Bien que la discipline des équipages soit actuellement irréprochable, personne n'est à l'abri d'une erreur. Aussi le contrôle du trafic apprécie-t-il les moyens radioélectriques qui lui permettent de déterminer la route suivie par les avions indépendamment des indications données par les équipages. Il utilise à cet effet les *appareils de radiogoniométrie*, au moyen desquels il peut fixer la direction d'où parviennent les ondes électromagnétiques. Il existe de tels appareils pour ondes moyennes, courtes et ultra-courtes. Dans le cas le plus simple, un *seul appareil* permet de déterminer au moins une direction, ce qui suffit souvent pour des contrôles; des *systèmes complets de plusieurs appareils* établis à distance les uns des autres donnent la possibilité de fixer de manière plus ou moins exacte la position des avions; enfin, le dispositif le plus moderne, le *radar*, indique la position de manière très exacte. Les équipages utilisent occasionnellement ces divers moyens, indépendants des appareils de navigation et de bord, pour contrôler leur course, en faisant confirmer par les stations au sol leur position supposée.

Le service de communication

C'est au service de communication qu'il incombe de faire parvenir aux pilotes toutes les informations qui leur sont nécessaires et d'assurer l'exécution des dispositions imaginées par le service de contrôle.

On appelle «service de communication mobile» l'établissement des communications entre les avions en vol et les stations terrestres de contrôle. Sa technique est actuellement en pleine transformation. En bref, il s'agit surtout de remplacer la télégraphie Morse en usage jusqu'ici par la *téléphonie* et d'employer le plus possible les *ondes ultra-courtes* au lieu des ondes moyennes et courtes. Dans l'un comme dans l'autre de ces domaines, on ne peut toutefois pas encore s'engager dans ces voies nouvelles de manière systématique. Un coup d'œil rapide sur les communications mobiles et leur diversité fait constater ce qui suit:

Communications à courte distance (1...30 km), par exemple des tours de contrôle de l'aéroport avec les avions circulant à proximité. Elles sont actuellement assurées sans exception au moyen de la téléphonie sur ondes ultra-courtes (ainsi Zurich Tower travaille sur 118,1 MHz, Zurich Approach sur 118,5 MHz). Zurich Tower, Zurich Approach, quels noms bizarres

der Besatzungen zu verfolgen. Diesem Zwecke dienen die sogenannten *Peilgeräte*, mit welchen sich die Richtung ankommender elektromagnetischer Wellen feststellen lässt. Solche Peilgeräte sind sowohl für Mittelwellen als auch für Kurz- und Ultrakurzwellen im Gebrauch. Der einfachste Fall eines *einzigsten Peilers* gestattet wenigstens die Bestimmung einer Standlinie, was in vielen Fällen für Kontrollzwecke genügt; mit räumlich auseinandergezogenen *Peilsystemen* sind mehr oder weniger genaue Standorte feststellbar und mit dem heute modernsten Gerät, mit *Radar*, sind sehr genaue Positionsermittlungen möglich. Solche, von den Navigationshilfsmitteln und eigenen Bordgeräten unabhängige Möglichkeiten der Standortsbestimmung werden von den Flugzeugbesatzungen gelegentlich auch dazu benutzt, die eigene Navigationskunst nachzuprüfen, das heisst, sie lassen sich ihre vermutete Position vom Boden bestätigen.

Der Übermittlungsdienst

Vom Übermittlungsdienst schliesslich hängt es ab, ob alle notwendigen Informationen die Piloten erreichen und ob die Ideen der Luftverkehrskontrolle realisiert werden können.

Die Herstellung der Verbindungen zwischen fliegenden Flugzeugen und den kontrollierenden Bodenstellen nennt man den «*Beweglichen Übermittlungsdienst*». Die Technik des beweglichen Übermittlungsdienstes ist gegenwärtig im Umbruch begriffen. Auf einen einfachen Nenner gebracht, heisst das Neue:

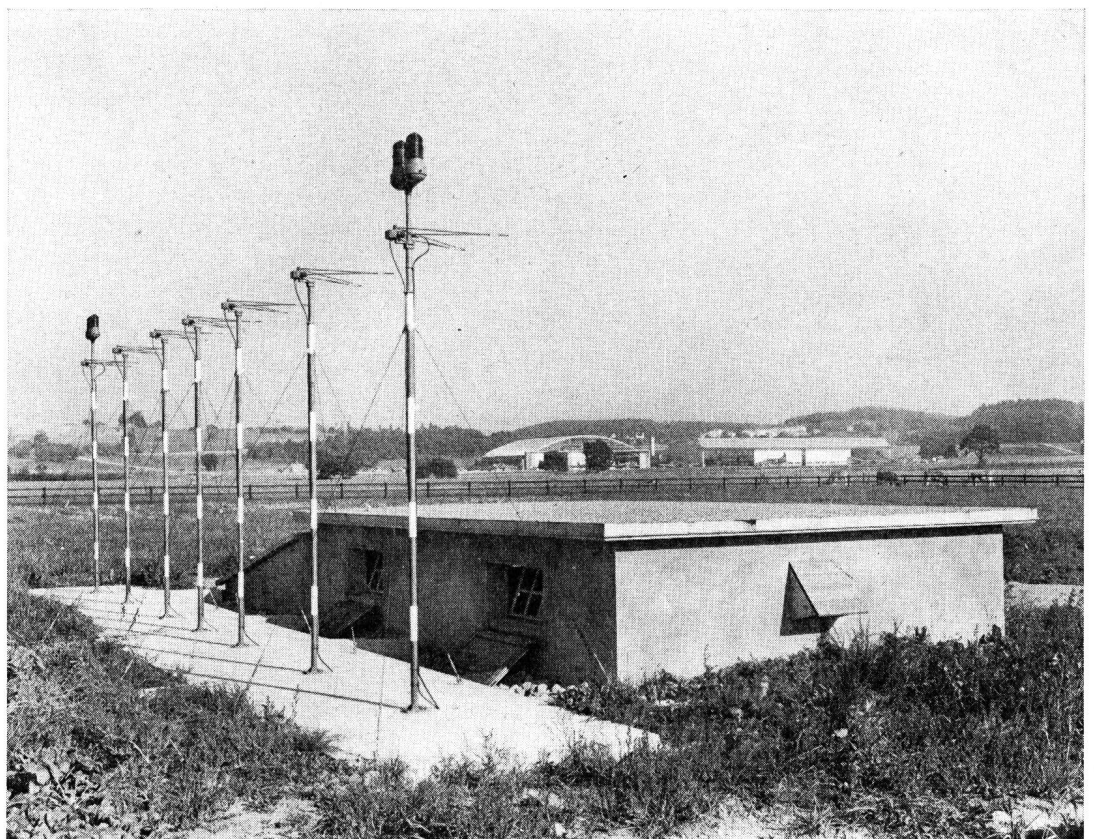
pour deux stations de contrôle suisses! Mais il faut bien s'y résoudre: le trafic aérien international a besoin d'une langue internationale, qui maintenant est presque partout l'anglais. Les communications à courte distance servent à transmettre les avis et instructions les plus variés: indication de l'altitude à observer pour l'approche, de l'ordre de succession des atterrissages et des envols, informations sur la direction et la force du vent, sur la pression barométrique (pour le réglage des altimètres); comme on le voit, le personnel de la tour de contrôle règle par le moyen du microphone et du haut-parleur un trafic intense tant dans l'air qu'au sol.

Communications à moyenne distance (30...150 km). Ces communications sont utilisées essentiellement par le «centre de contrôle régional». La région de contrôle de Zurich comprend par exemple tout l'est et le sud de la Suisse, à partir de Berne à peu près. Il y a peu de temps encore, les communications à moyenne distance étaient desservies au moyen de la télégraphie Morse dans les bandes des ondes moyennes et courtes. On ne travaille plus aujourd'hui qu'en téléphonie sur ondes ultra-courtes. Pour le contrôle régional, la téléphonie a été adoptée plus tard que pour le contrôle d'approche. La raison en est que les ondes ultra-courtes se propagent de la même manière que les rayons lumineux, autrement dit, pour avoir une bonne communication, il faut qu'il y ait visibilité directe entre les points terminus. La rotondité de la terre suffit à elle seule à empêcher – même en terrain plat –

Fig. 5.

Blindanflugsystem ILS, Antennenanlage und halbversenktes Senderhaus des Kurssenders (Localizer). Die Anlage ist so empfindlich, dass sie in weitem Umkreis durch Abschrankungen geschützt werden muss, denn während des Betriebes darf sich niemand nähern, weil sonst eine Ablenkung des Leitstrahles befürchtet werden muss

Système d'atterrissage sans visibilité ILS. Antennes et bâtiment abritant le radiophare d'alignement (Localizer). L'installation est extrêmement sensible; il a fallu l'enclorre d'une barrière à une assez grande distance, afin que, pendant qu'elle est en service, personne ne puisse s'en approcher, ce qui pourrait faire dévier le rayon directif



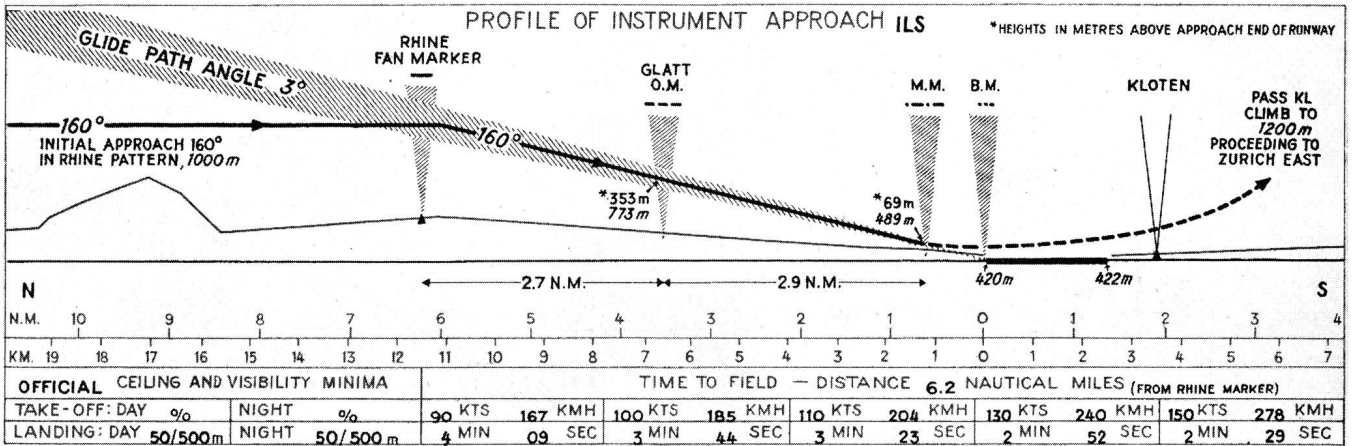
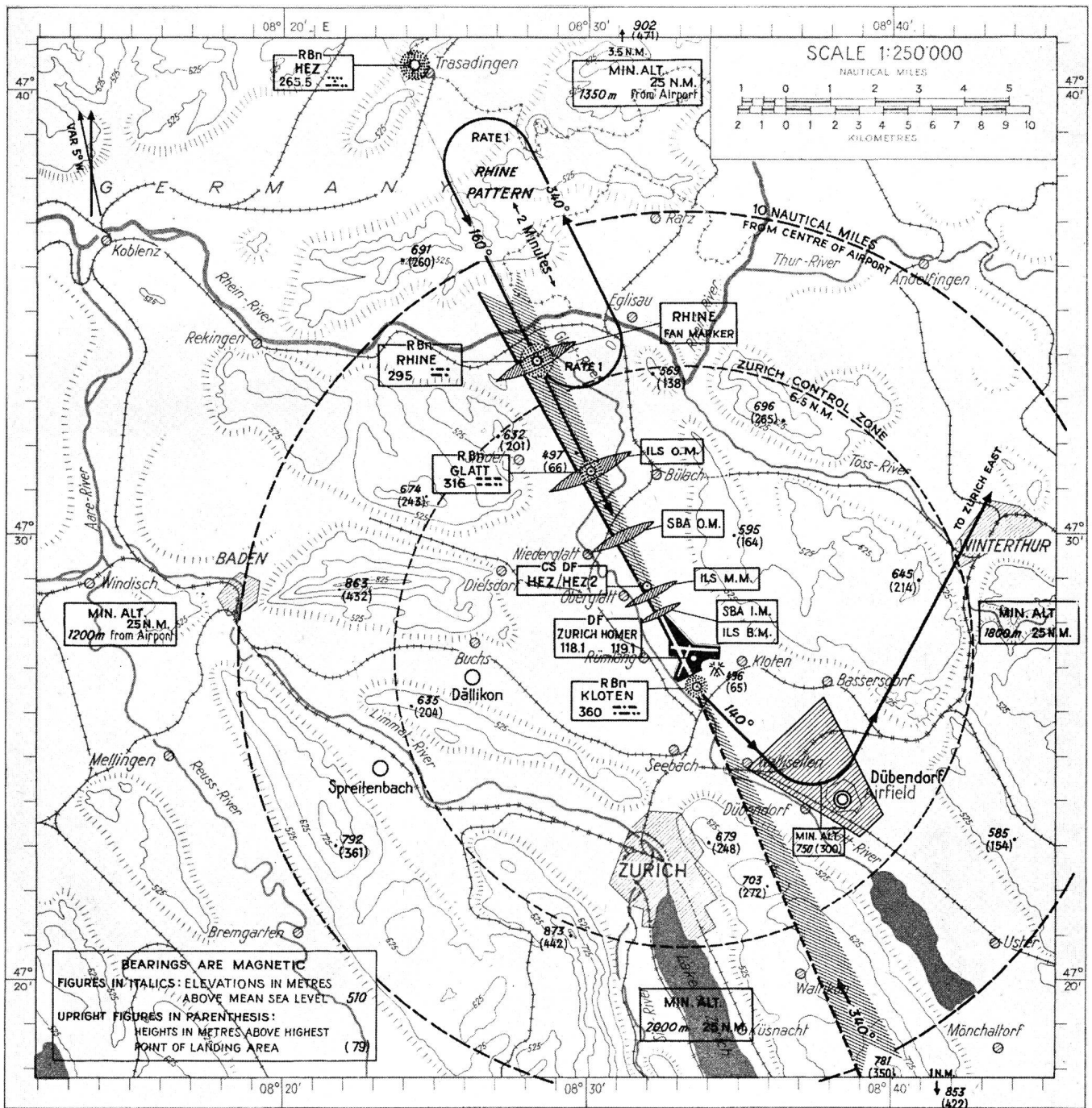


Fig. 6. Schlechtwetter-Anflugkarte des Flughafens Zürich — Carte de l'approche par mauvais temps de l'aéroport de Zurich

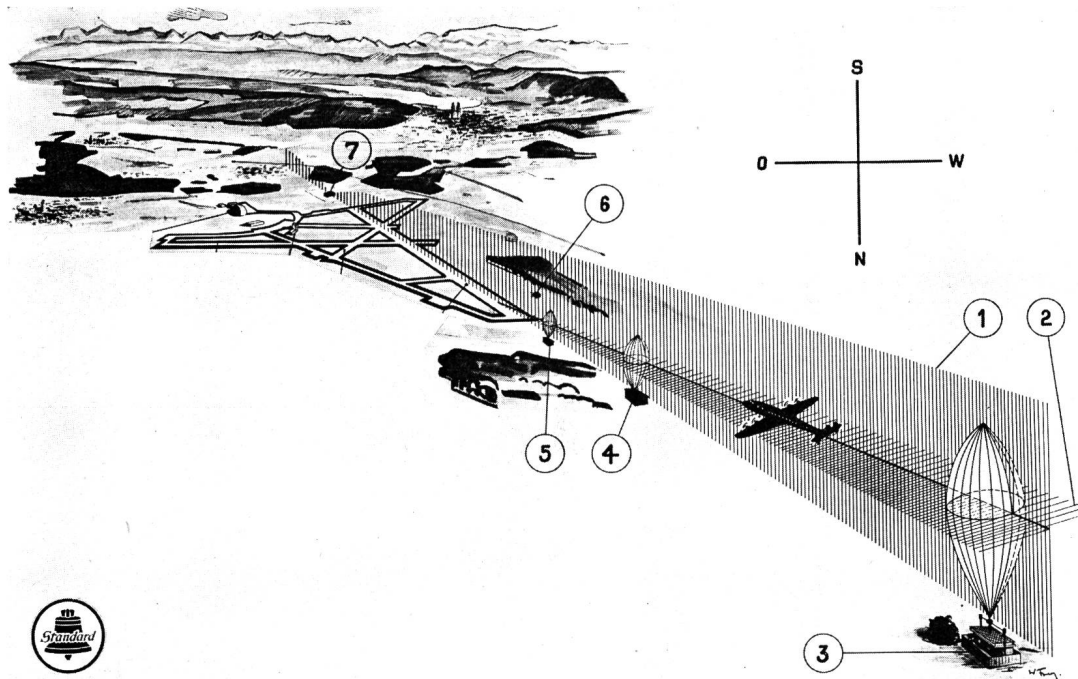


Fig. 7. Schema der Zürcher ILS-Blindanfluganlage — Schéma de l'installation d'atterrissage sans visibilité (ILS) de Zurich

- 1 = Durch den Kurssender hervorgerufene Vertikaleitebene für links-rechts Navigation
- 2 = Durch den Gleitwegsender hervorgerufene, mit 3% ansteigende Gleitwegebene
- 3 = äusserer Distanz-Markierungssender (6500 m vor Pistenanfang)
- 4 = mittlerer Distanz-Markierungssender (1070 m vor Pistenanfang)
- 5 = innerer Distanz-Markierungssender (75 m vor Pistenanfang)
- 6 = Gleitwegsender
- 7 = Kurssender (Localizer)

- 1 = Plan vertical de direction pour navigation gauche-droite donné par le radiophare d'alignement
- 2 = Plan incliné de 3% donné par le radiophare de pente
- 3 = Premier émetteur d'indication de distance (à 6500 m du seuil de la piste)
- 4 = Deuxième émetteur d'indication de distance (à 1070 m du seuil de la piste)
- 5 = Troisième émetteur d'indication de distance (à 75 m du seuil de la piste)
- 6 = Radiophare de pente
- 7 = Radiophare d'alignement (Localizer)

Übergang auf *Telephonie*, anstelle der bisher noch üblichen *Morsetelegraphie*, und möglichste Konzentration auf die Verwendung von *Ultrakurzwellen* anstelle der Mittel- und Kurzwellen. Die konsequente Verwirklichung des eingeschlagenen Weges ist aber im Augenblick weder auf dem einen noch auf dem anderen Gebiete möglich. Ein grober Überblick über die Vielfalt der beweglichen Verbindungen ergibt etwa folgendes:

Verbindungen auf kurze Distanzen (1...30 km), also zum Beispiel von den Flugplatz-Kontrolltürmen zu den in der Nahzone der Flughäfen operierenden Flugzeugen werden heute ausnahmslos in *Ultrakurzwellen-Telephonie* hergestellt. (Zürich Tower arbeitet beispielsweise auf 118,1 MHz, Zürich Approach auf 118,5 MHz.) Zürich Tower? Zürich Approach? — welch seltsame Namen für zwei zürcherische Kontrollstellen! Doch man muss sich damit abfinden: der internationale Luftverkehr bedingt eine internationale Sprache, und die ist heute fast ausnahmslos das Englische. Über die Kurzstanzverbindungen gehen die verschiedenartigsten Meldungen und Weisungen, wie Zuteilung der Höhe vor dem Anflug des Platzes, Angaben über Lande- und Startreihenfolge, Informationen über Wind-

l'établissement de communications à grande distance avec des avions volant à basse altitude. En terrain accidenté, des zones d'ombre sont déjà gênantes à courte distance. On peut remédier à cet inconvénient par deux moyens, soit en établissant un réseau complet d'émetteurs d'ondes ultra-courtes fonctionnant simultanément, ou en édifiant des postes émetteurs à des emplacements élevés. Pour la Suisse, le deuxième de ces moyens était tout indiqué; c'est pourquoi nous avons aujourd'hui des émetteurs d'ondes ultra-courtes pour le service de la sécurité aérienne à la Lägern (Hochwacht) et à la Dôle près de Genève. L'exploitation de ces émetteurs de montagne présente diverses difficultés d'ordre technique. Nous pensons ici au problème de la commande et de la modulation à distance, pour la solution duquel la transmission par ondes très courtes, modulées en fréquence ou par impulsions, s'est révélée supérieure à la transmission par câble. En outre, aux emplacements élevés, les perturbations atmosphériques se manifestent par des phénomènes désagréables.

Les communications à moyenne distance servent à la transmission des instructions du centre de contrôle régional au delà de la limite de la région de contrôle, en application du principe: Etablir la com-



Fig. 8. Radar-Arbeitspulte für den Schlechtwetteranflug. Rechts der Anzeigeschirm des Überwachungsradars, links Azimut- und Elevationsanzeigeschirm des Präzisions-Landeradars. In der Mitte Wellenwähler für die Sprechverbindungen mit den Flugzeugen

Pupitres de travail au radar pour l'approche par mauvais temps. A droite l'écran du radar de surveillance, à gauche l'écran du radar de précision indiquant l'azimut et l'élévation. Au milieu, sélecteur d'ondes pour la correspondance téléphonique avec les avions

richtung und -stärke, Bekanntgabe des Barometerstandes zur Einstellung der Flugzeughöhenmesser, kurz, das Personal im Kontrollturm besorgt über Mikrophon und Lautsprecher die ganze Regelung eines dichten Verkehrs sowohl in der Luft als auch am Boden.

Verbindungen auf mittelgrosse Distanzen (30...150 km) werden vor allem bei der «Bezirkskontrollstelle» benötigt. Der Kontrollbezirk «Zürich» zum Beispiel umfasst den ganzen östlichen und südlichen Teil der Schweiz, ungefähr von Bern an. Bis vor kurzem wurde die Verbindung auf mittelgrosse Distanzen noch in Morsetelegraphie im Mittelwellen- und Kurzwellenband hergestellt. Heute wird schon ausschliesslich mit Ultrakurzwellen-Telephonie gearbeitet. Der Grund, warum die Einführung der Telephonie bei der Bezirkskontrolle länger auf sich warten liess als bei der Nahzonenkontrolle, ist rein technischer Natur. Bekanntlich breiten sich Ultrakurzwellen ähnlich aus wie die Lichtstrahlen, das heisst, um eine saubere Verbindung zu erhalten, ist eine optische Sicht zwischen beiden Endpunkten der Verbindung notwendig. Allein schon die Erdkrümmung verhindert aber – auch bei ebenem Gelände –, tiefliegende Flugzeuge in grösseren Entfernungen zu erreichen, ganz abgesehen von hügeligem Gelände, wo unangenehme Abschattungen schon auf kurze Entfernungen nicht zu vermeiden sind. Zur Behe-

munication *avant* l'entrée de l'avion dans la région de contrôle, de manière que cette entrée soit elle aussi contrôlée.

C'est dans le trafic à moyenne distance qu'on trouve une catégorie spéciale de télégrammes créée dans le seul intérêt des compagnies de navigation aérienne. Les sections des opérations de ces compagnies ont besoin, pour accomplir parfaitement leur tâche, de certains renseignements, par exemple sur les heures d'arrivée exactes ou sur l'état des avions, sur les parties d'appareil à tenir en réserve, sur les réparations qui se révèlent nécessaires, etc.

Les *communications à grande distance (300 jusqu'à plusieurs milliers de kilomètres)* n'ont en somme plus rien à voir avec le contrôle du trafic aérien proprement dit, mais répondent tout de même à une nécessité. Le commandant d'un avion de la Swissair, qui se trouve par exemple sur l'Atlantique nord et vole en direction de l'Europe, a intérêt à être renseigné sur les vents qui soufflent et le temps qu'il fait en Europe centrale; il peut ainsi décider à temps de poursuivre directement son vol jusqu'en Suisse ou au contraire de faire une escale intermédiaire sur la côte européenne s'il doit compter avec un retard dû aux mauvaises conditions atmosphériques. L'utilité des communications à grande distance ne s'arrête cependant pas là, car elles seules permettent aujourd'hui aux compagnies de navigation aérienne d'orga-

bung dieses Nachteils sind zwei Wege gangbar, entweder das Aufstellen eines ganzen Netzes von Ultrakurzwellensendern, die simultan besprochen werden, oder das Aufstellen von Sendestationen auf erhöhten Standorten. Für die Schweiz war es naheliegend, die zweite Methode zu wählen; so haben wir heute Ultrakurzwellensender und -empfänger für den Flugsicherungsdienst auf der Lägern-Hochwacht und auf «La Dôle», in der Nähe von Genf. Der Betrieb derartiger Bergstationen gelingt technisch nicht ohne Schwierigkeiten. Wir erinnern an das Problem der Fernbedienung und Fernbesprechung, wobei sich Kabel weniger bewährt haben als die Fernübertragung mittels sehr kurzweiliger Radiokanäle, frequenz- oder impuls gesteuert. Weiter haben sich auch die Gewitterstörungen an hochgelegenen Standorten als recht unangenehme Erscheinungen erwiesen.

Über die Mitteldistanzverbindungen gehen die Anweisungen der Bezirkskontrollstelle, und zwar über die Grenze des eigenen Kontrollbezirkes hinaus; denn auch hier gilt natürlich der Grundsatz: Verbindungsaufnahme vor Einflug in den Kontrollbezirk, damit dieser bereits «kontrolliert» erfolgt.

Bereits auf mittleren Distanzen kommt aber eine besondere Art des Telegrammverkehrs vor, die allein im Interesse der Luftverkehrsgesellschaften liegt. Die Operationsabteilungen der Luftverkehrsgesellschaften brauchen für die reibungslose Abwicklung ihres Betriebes gewisse Nachrichten, zum Beispiel über genaue Ankünfte oder über den Zustand des Flugzeuges, über bereitzuhaltende Reserveteile, oder die Anmeldungen nötiger Reparaturen und ähnliches mehr.

Verbindungen auf grosse Distanzen (300 bis mehrere 1000 km) haben mit der eigentlichen Luftverkehrskontrolle nichts mehr zu tun, sind aber im Interesse des Luftverkehrs trotzdem nötig. Der Kommandant des Swissair-Flugzeuges, das beispielsweise über den Nordatlantik in Richtung Europa fliegt, ist sehr interessiert an der Entwicklung der Wind- und Wetterverhältnisse in Zentraleuropa, weil er sich frühzeitig zum geraden Kurs nach der Schweiz entschliessen muss oder zu einer Zwischenlandung an der europäischen Küste, falls mit einer Verzögerung des Fluges wegen schlechten Wetters zu rechnen ist. Das Interesse an diesen Verbindungen über grosse Distanzen geht aber noch weiter, denn nur mit Hilfe solcher direkter Verbindungen ist es einer Luftverkehrsgesellschaft heute möglich, ihren Langstreckendienst über Kontinente und Meere hinweg reibungslos zu organisieren.

Die Grossdistanzverbindungen werden heute noch häufig in Kurzwellen-Morselegraphie hergestellt. Immerhin kommt der Kurzwellentelephonie bereits eine nicht unbedeutende Rolle zu und die Zeit dürfte nicht mehr fern liegen, wo eine verbesserte Technik der Telephonie die Morseverbindungen vollständig verdrängen wird.

niser rationnellement leurs services intercontinentaux.

Ces communications sont fréquemment encore exploitées au moyen de la télégraphie Morse sur ondes courtes. Cependant, la téléphonie sur ondes courtes y joue aussi un rôle important et le temps ne paraît plus éloigné où une technique améliorée de la téléphonie permettra de renoncer complètement aux communications desservies au Morse.

Communications point à point. Après cette incursion dans le domaine de la sécurité aérienne, on ne s'étonnera pas qu'un réseau de communications soit également nécessaire là où on ne s'y attendrait pas: entre points fixes au sol. Il s'agit là du «service de communication fixe».

L'existence de ce réseau répond elle aussi au principe qui est à la base de tout contrôle du trafic aérien: prendre d'avance ses dispositions. Avant que le pilote prenne le départ, le bureau d'information de vol lui fait connaître les irrégularités qu'il rencontrera: le radiophare ONC a changé de fréquence la nuit précédente, à l'aéroport de Schiphol/Amsterdam le radiophare d'atterrissage sans visibilité ILS est hors service, les pistes de l'aéroport de Bruxelles sont recouvertes de verglas et de neige, etc. Des informations de ce genre, dites NOTAM's, abréviation de «Notice to Airmen» courent tout autour du globe terrestre sur le réseau fixe de sécurité aérienne, transmises soit sur des câbles au moyen de téléscripteurs, soit en télégraphie sur ondes courtes.

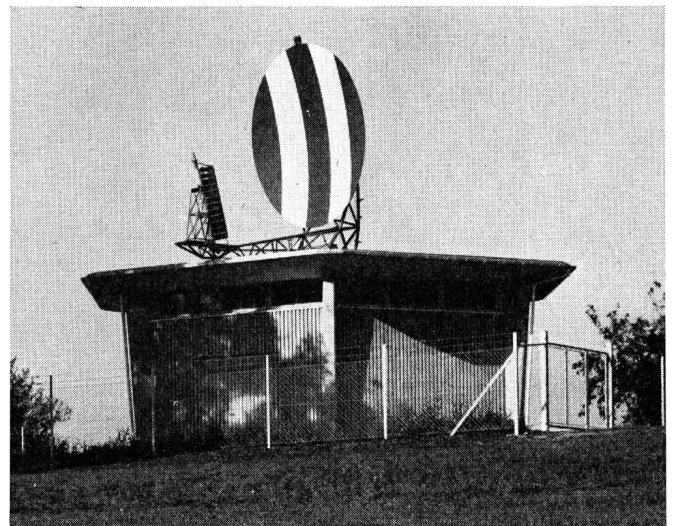


Fig. 9. Überwachungsradar mit sich drehender, parabolspiegelartiger Antenne. Reichweite 110 km in allen Richtungen
Radar de surveillance avec antenne tournante à miroir parabolique. Portée 110 km dans toutes les directions

Prendre d'avance ses dispositions! Tous les postes de contrôle aérien dont la région sera survolée reçoivent avant le départ de l'avion un *plan de vol* exact; l'expression du métier est «Flightplan»; il est nécessaire de procéder ainsi, car chaque poste de contrôle doit savoir d'avance où, quand et à quelle alti-

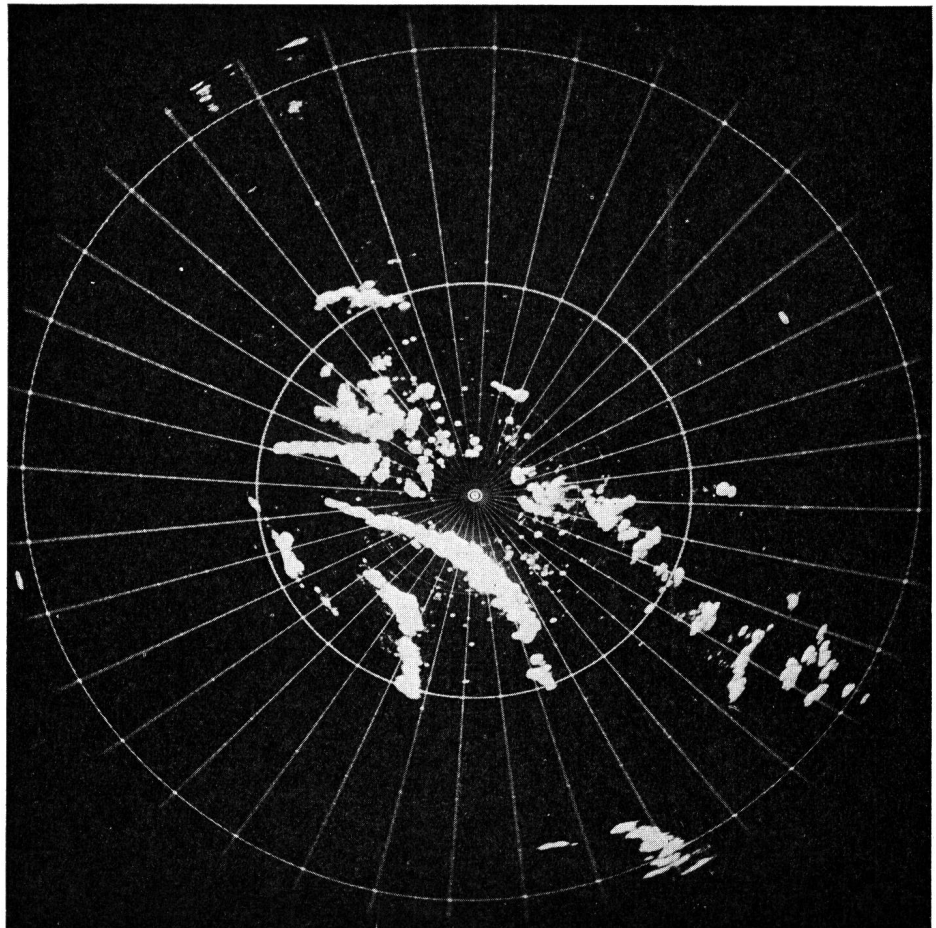


Fig. 10.

Überwachungsradar mit Einstellung 35 km Reichweite. Abbildung der festen Bodenechos (Zürichbergkette, Albiskette, Lägern usw.)

Radar de surveillance réglé pour une portée de 35 km. Représentation de l'écho fixe du sol (chaînes du Zurichberg, de l'Albis, de la Lägern, etc.)

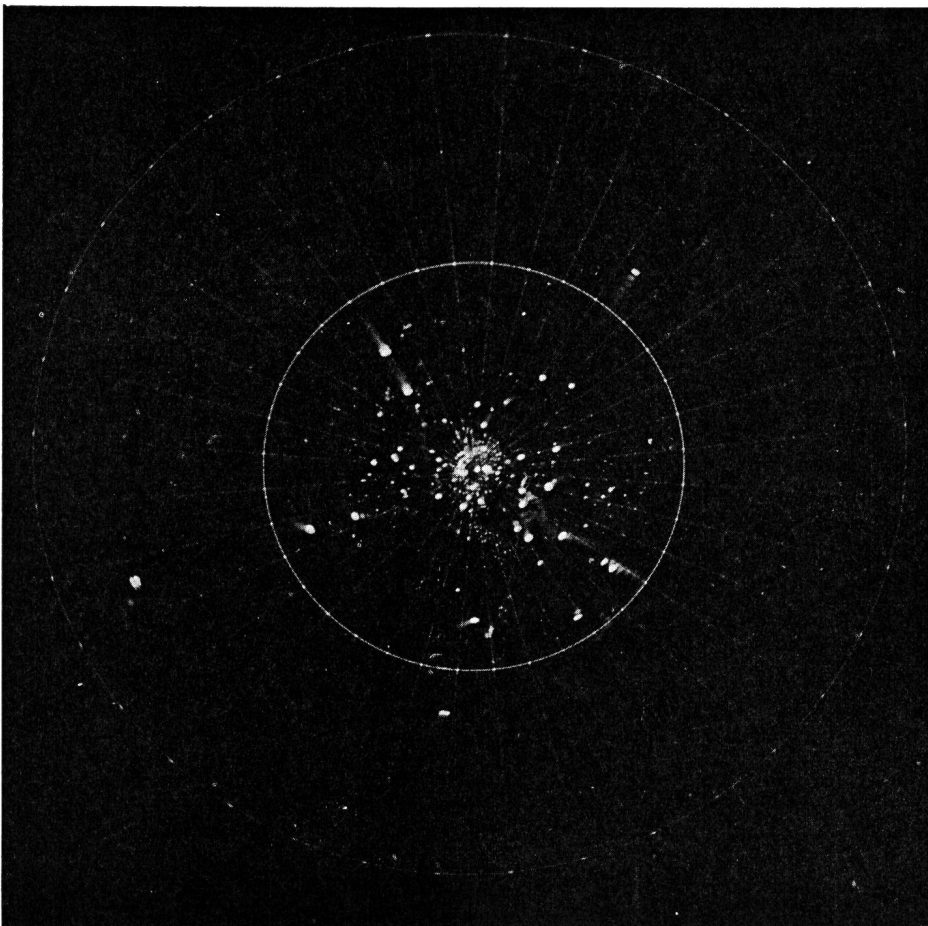


Fig. 11.

Überwachungsradar mit Einstellung 35 km Reichweite. Gleiches Bild wie Fig. 10, nach Unterdrückung der festen Echos. Die Lichtpunkte mit Kometenschweif sind Flugzeuge

Radar de surveillance réglé pour une portée de 35 km. Même image que celle de la fig. 10 après suppression de l'écho fixe. Les points lumineux avec queue de comète sont des avions

Boden-Boden-Verbindungen. Wer sich nach dem bisher Gesagten bereits in das Wesen des Flugsicherungsdienstes hineinzudenken vermag, wundert sich vielleicht nicht, dass es auch eines gut ausgebauten Verbindungsnetzes dort braucht, wo man es nicht ohne weiteres erwarten würde: von Bodenstelle zu Bodenstelle. Man spricht dabei vom «festen Übermittlungsdienst».

Der Grund liegt grossenteils wiederum im Leitsatz jeglicher Luftverkehrskontrolle: Vorausdisponieren! Bevor der Pilot seinen Flug antritt, wird ihm im Fluginformationsbureau mitgeteilt, was er dabei an Unregelmässigkeiten antreffen werde: das Funkfeuer ONC habe über Nacht die Frequenz gewechselt, auf dem Flughafen Schiphol/Amsterdam sei die Blindlandebake ILS ausser Gebrauch, die Pisten des Flughafens Brüssel seien mit Eis und Schnee bedeckt usw. Solche Informationen – sogenannte NOTAM's, eine Abkürzung aus «Notice to Airmen» – laufen kreuz und quer über den ganzen Erdball auf dem festen Flugsicherungsnetz, teilweise mittels Kabel und Fernschreibern und teilweise mittels Kurzwellentelegraphie.

Vorausdisponieren! Alle Luftverkehrs-Kontrollstellen, deren Kontrollbezirke während eines Fluges berührt werden, erhalten vor Abgang des Flugzeuges dessen genaues *Flugprogramm* – der Fachausdruck lautet: Flightplan – zugestellt; ein sehr notwendiges Verfahren, denn jede Kontrollstelle muss zum voraus wissen, wo, wann und auf welcher Höhe ein Flugzeug in den Kontrollbezirk einfliegen wird. Auch die Übermittlung der Start- und Landezeiten gehört im Interesse der Flugsicherheit zu den Aufgaben des festen Übermittlungsdienstes. Selbstverständlich sind benachbarte Kontrollstellen eng miteinander verbunden, häufig mit direkten Telephon- und Fernschreiberleitungen, denn die Übergabe des Flugzeuges von einer Kontrollstelle an die andere muss erfolgen, ehe das Flugzeug die Grenze des Kontrollbezirkes überfliegt.

Der Zielflughafen, die Operationsabteilung der Luftverkehrsgesellschaft, der Einsatzdienst, die Entlademannschaft, der Feuerwehrdienst, die Tankgesellschaft, die Flugpolizei, der Zoll, der Zubringerdienst, alle die vielfältigen Nebenbetriebe, in die sich der Luftverkehr am Ziel einer Reise verästelt, sie alle werden vororientiert über die Startzeit und die vermutliche Ankunftszeit, über Daten des Flugzeuges und über die Ladung an Passagieren, Fracht und Post. Nur so ist es möglich, dass die Räder des internationalen Luftverkehrs ineinandergreifen, nur so wird eine grösstmögliche Flugsicherheit erreicht. Der Umfang und die Wichtigkeit des festen Übermittlungsdienstes, des direkten Telegrammverkehrs zwischen Flugplätzen und Flugplätzen, zwischen Kontrollstellen und Kontrollstellen geht aus der Zahl von etwa 4000 täglichen Telegrammen hervor, die allein der die Schweiz berührende Luftverkehr nach sich zieht.

tude un avion entrera dans sa région. Le service de communication fixe a également pour tâche de communiquer les heures de départ et d'arrivée des avions, dans l'intérêt de la sécurité. Les postes de contrôle voisins l'un de l'autre sont étroitement reliés entre eux, souvent par des lignes directes de téléphone et de télécrypteur, car la remise du contrôle d'un avion d'un poste à l'autre doit avoir lieu avant que l'avion ait franchi la limite séparant les deux régions.

L'aéroport de destination, la section des opérations de la compagnie de navigation aérienne, l'équipe de déchargement, le service du feu, le fournisseur d'essence, la police de l'aéroport, la douane, tous les divers services en lesquels se ramifie à destination le trafic aérien doivent être informés d'avance de l'heure de départ et de l'heure d'arrivée probable de l'appareil, de ses caractéristiques, du nombre de passagers, des marchandises et des envois postaux qu'il transporte. Cela seul permet aux rouages du trafic aérien international d'engrener convenablement les uns dans les autres et d'obtenir ainsi le maximum de sécurité. L'étendue et l'importance du service de communication fixe, de l'échange direct des télégrammes entre les aéroports et entre les postes de contrôle ressortent du chiffre de 4000 télégrammes qu'exige chaque jour le trafic aérien intéressant la Suisse.

Les conditions spéciales de l'aéroport de Zurich

Bien qu'il existe toute une série de recommandations et de prescriptions uniformes relatives aux installations des aéroports et du service de la sécurité

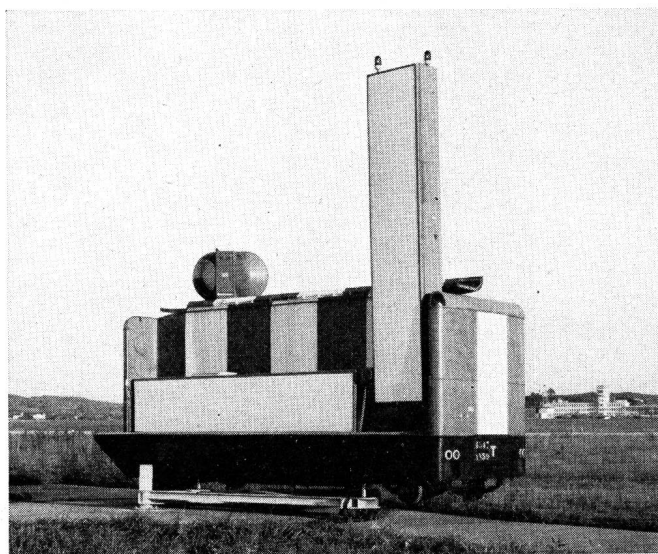
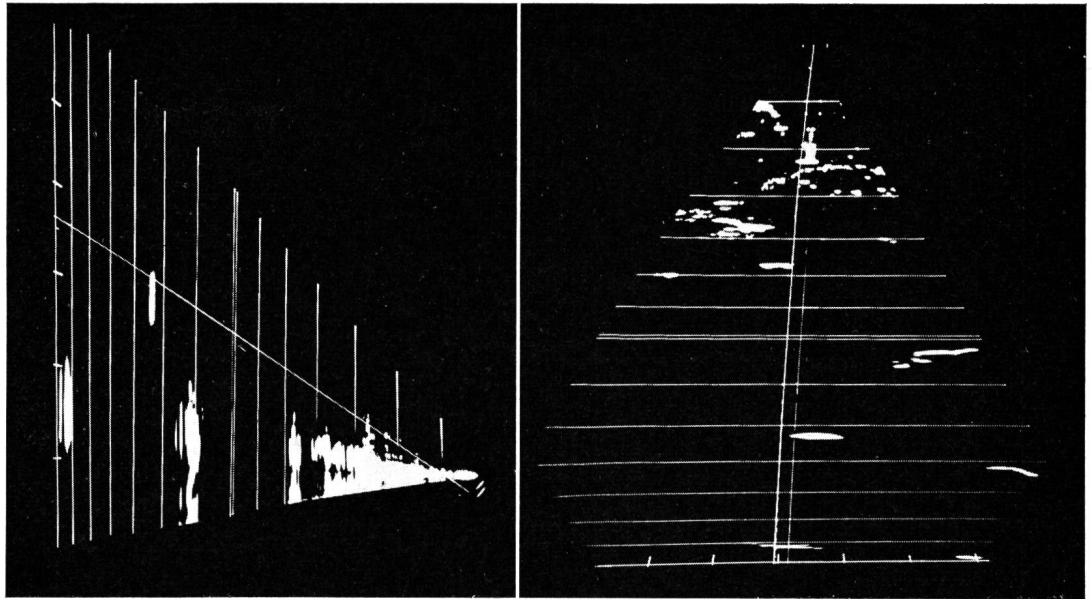


Fig. 12. Präzisions-Radarwagen auf Drehgestell zur Bedienung der Blindlande- und Westpiste. Die senkrecht stehende Antenne dient der Abtastung des Anflugsektors von oben nach unten, die horizontale Antenne von links nach rechts. Auf der linken Seite des Daches die Richtstrahlantenne gegen den Kontrollturm

Véhicule monté sur bogie du radar de précision pour la piste d'atterrissage sans visibilité et la piste ouest. L'antenne verticale explore le secteur d'approche de haut en bas, l'antenne horizontale de droite à gauche. Sur la partie gauche du toit, l'antenne dirigée vers la tour de contrôle

Fig. 13.

Anzeigebilder des Präzisions-Landeradars, links: Elevationsteil; rechts: Azimutteil
 In $5\frac{1}{2}$ Meilen Entfernung das Echo eines anfliegenden Flugzeuges
 Images données par le radar de précision. A gauche, élévation; à droite, azimut. A $5\frac{1}{2}$ milles de distance, l'écho d'un avion en vol d'approche



Die besonderen Verhältnisse des Flughafens Zürich

Obschon für Flugplatz- und Flugsicherungsanlagen und -systeme eine Reihe von einheitlichen Empfehlungen und Vorschriften vorliegen, stellt doch jeder Flughafen besondere Probleme, und die Standardisierung der Einrichtungen ist nur in grossem Rahmen möglich. Die besondere Eigenheit des Flughafens Zürich, nach der sich die ganze Anlage richten muss, bildet die hügelige Topographie der näheren und die Voralpen und Gebirge der weitem Umgebung. Man darf sagen, dass, um dieselbe Luftverkehrsdichte bewältigen zu können, in Zürich mehr technischer Aufwand getrieben werden muss als auf einem der vielen, in Ebenen liegenden Flughäfen des Auslandes. Das ist aber nicht alles, sondern die Betriebsverfahren müssen notgedrungen komplizierter werden und die Güte der Kontrolle muss auf hoher Stufe stehen.

Die radioelektrischen Navigationsmittel

Für Flüge über die Schweiz und den Zürcher Kontrollbezirk benützen die Flugzeuge vorläufig noch ausschliesslich *Mittelfrequenz-Funkfeuer* zur Navigation: die beiden mittelstarken Funkfeuer Monte Ceneri (150 Watt) und Uetligen bei Bern (60 Watt) und das 400 W starke Funkfeuer HEZ bei Trasadingen, im äussersten Zipfel des Kantons Schaffhausen. Nur ein verhältnismässig kleiner Teil der Flugzeuge überfliegt die Schweiz ohne Zwischenlandung; die meisten Flugzeuge fliegen in den östlichen Teil der Schweiz ein, um in Zürich zu landen, das heisst, die Piloten richten ihren Radiokompass auf HEZ ein, um in die Nähe des Flughafens Zürich zu gelangen.

Die Tage der Rundstrahl-Funkfeuer sind jedoch gezählt. Bereits ist der Standort für einen Ultrakurzwellen-Allrichtungs-Leitstrahlsender bestimmt, der unter dem englischen Namen VOR (VHF-Very High Frequency-Omni Range) bekannt ist, und der das alte Funkfeuer Trasadingen weitgehend

aérienne, chaque aéroport n'en a pas moins ses problèmes particuliers et la standardisation n'est possible que selon des lignes générales. La particularité de l'aéroport de Zurich, qui commande toute la disposition des installations, réside dans la topographie accidentée de la région immédiatement voisine et dans la nature montagneuse de la région plus éloignée. On peut dire que, pour faire face au même trafic, il faut à Zurich plus d'installations techniques que sur l'un quelconque des aéroports étrangers aménagés en plaine. Ce n'est pas tout: les modes d'exploitation sont forcément plus compliqués et le contrôle doit atteindre un haut degré de qualité.

Les moyens de navigation radioélectriques

Pour les vols au-dessus de la Suisse et de la région contrôlée par le centre de Zurich, les avions utilisent encore exclusivement, pour la navigation, des *radiophares à fréquence moyenne*: les deux radiophares à moyenne puissance de Monte Ceneri (150 watts) et d'Uetligen près de Berne (60 watts) et le radiophare HEZ de 400 watts installé à Trasadingen tout à l'ouest du canton de Schaffhouse. Les avions qui traversent la Suisse sans escale sont relativement peu nombreux; la plupart des machines pénètrent dans la partie orientale de la Suisse pour atterrir à Zurich; à cet effet, les pilotes règlent leurs appareils de navigation sur HEZ pour arriver à proximité de l'aéroport de Zurich.

Les jours des radiophares non directifs sont cependant comptés. On a déjà fixé l'emplacement d'un radiophare omnidirectionnel à ondes ultra-courtes, d'un système connu sous le nom anglais de Very High Frequency - Omni Range (VOR), qui remplacera en grande partie l'ancien radiophare de Trasadingen. Non seulement ce système est insensible aux perturbations atmosphériques, mais encore les avions peuvent atteindre la station en droite ligne de toutes

ersetzen wird. Der Vorteil des VOR liegt nicht nur in seiner Unempfindlichkeit gegenüber atmosphärischen Störungen, sondern ebenso in der Tatsache, dass die Station aus allen Richtungen auf gerader Linie angefliegen werden kann, ohne dass der Korrektur der Windabtrift besondere Achtung geschenkt werden muss.

les directions, sans avoir à corriger spécialement la dérive due au vent.

Dans la zone de contrôle rapproché de Zurich, trois autres radiophares de faible puissance (50 W) constituent l'ossature du système de navigation à courte distance, nécessaire pour la préparation de l'approche; ce sont les radiophares auxiliaires RN

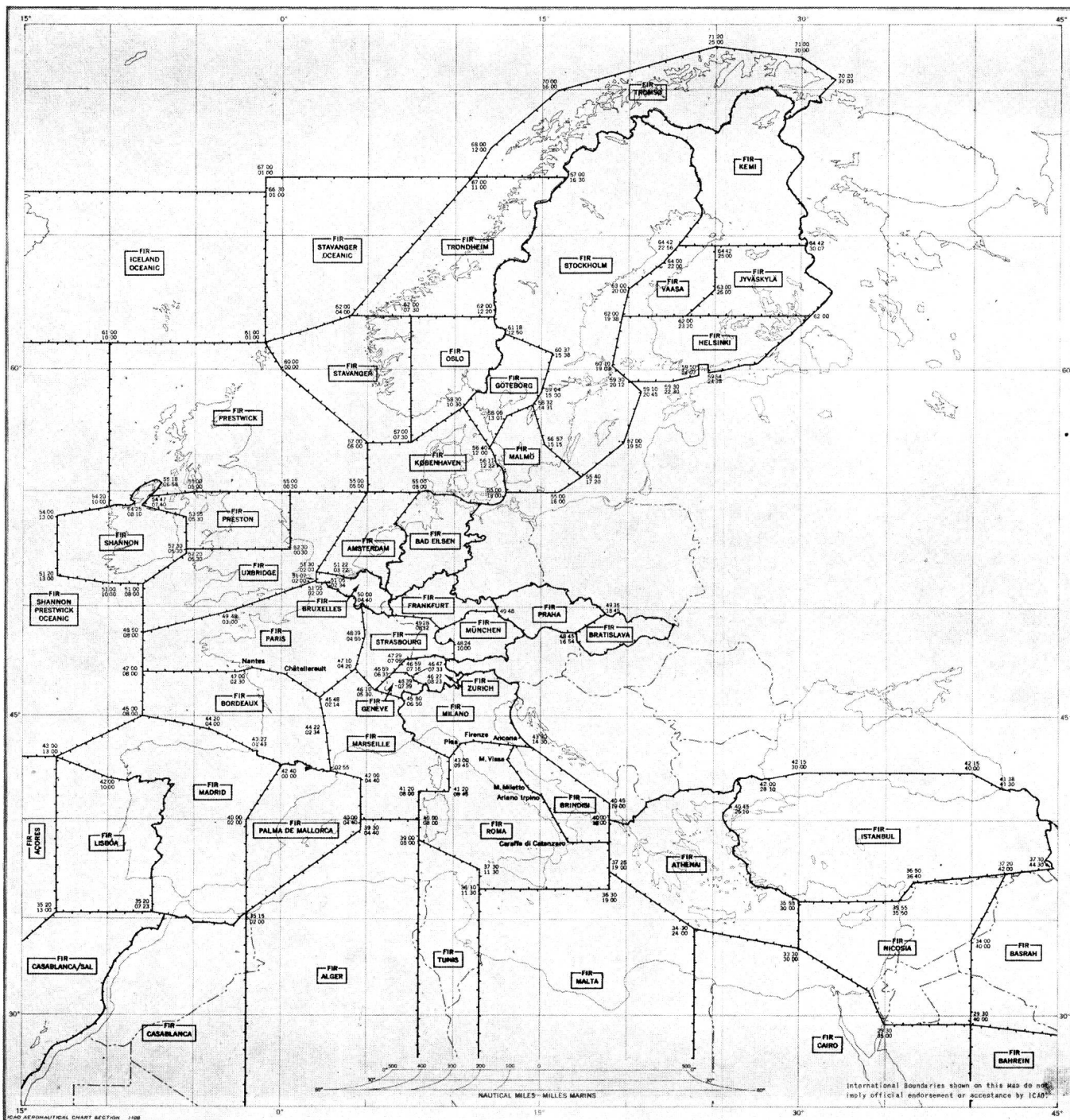


Fig. 14. Organisation der Kontrollbezirke in der Europa-Mittelmeer-Region. (FIR = Flight Information Region.) Jedes funklare Flugzeug nimmt bei einem Grenzübertritt Verbindung mit dem nächsten Kontrollzentrum auf, das durch einen vorausgeschickten «Flugplan» bereits in groben Zügen über die Flugzeugbewegung vororientiert ist

Organisation des régions de contrôle en Europe et dans la zone méditerranéenne. (FIR = Flight Information Region). Chaque avion pourvu d'un appareil radio prend contact, en traversant la limite, avec le prochain centre de contrôle d'approche, qui a été informé en grandes lignes des mouvements de l'avion par un «plan de vol» transmis d'avance



Fig. 15.
Arbeitsplatz der Luftstrassenkontrolle. Links Anzeigenschirm des Überwachungsradars
Poste de travail du contrôle des routes aériennes. A gauche, écran du radar de surveillance

In der Nahzone Zürich stellen weitere drei Funkfeuer schwacher Leistung (50 W) das Gerippe für die Kurzstreckennavigation dar, die als Vorbereitung für den eigentlichen Platzanflug notwendig ist: das Hilfsfunkfeuer RN «Rhein» (in der Nähe von Eglisau) und die Hilfsfunkfeuer ZW «Zürich West» und ZE «Zürich Ost». Jedes dieser drei Funkfeuer kennzeichnet eine ganz bestimmte *Wartevolte*, besser gesagt, grenzt einen Raum ab, in welchem die Flugzeuge «warten» – auf gleicher Höhe ein Oval fliegen – oder, im selben Raume bleibend, Höhe gewinnen und Höhe verlieren können. Wozu solche Manöver notwendig sind, geht aus späteren Erklärungen hervor.

Der Anflug eines Flughafens bei schlechtem Wetter, also der letzte Teil eines Fluges bis zur Landung, bietet dem Piloten in der Regel am meisten Schwierigkeiten. Dies ist verständlich, nähert sich doch das Flugzeug vor der Landung den Bodenhindernissen immer mehr, ohne dass sie der Pilot sieht, und die Landung selbst muss auf einem verhältnismässig kleinen, genau begrenzten Stück Boden geschehen, der – in Zürich – 75 m breiten und 2600 m langen Blindlandepiste. Dabei muss man sich vergegenwärtigen, dass ein modernes Verkehrsflugzeug in der Sekunde 50...80 m Weg zurücklegt; die Präzision in der Flugzeugführung, und zwar in der Höhe und in der Seite, muss daher Spitzenwerte annehmen.

Die heute für den Blindanflug eines Flughafens hauptsächlich verwendeten Navigationsgeräte, die genügende Genauigkeit aufweisen, fasst man unter dem Namen «*ILS*» zusammen, eine Abkürzung von

«Rhein» (près d'Eglisau), ZW «Zürich West» et ZE «Zürich Ost». Chacun d'entre eux est attribué à un *circuit d'attente* bien déterminé, c'est-à-dire qu'il limite un espace dans lequel les avions «attendent» soit en décrivant un ovale et en se maintenant à la même altitude, soit en demeurant dans le même espace en gagnant ou perdant de la hauteur. Nous expliquons plus loin le pourquoi de semblables manœuvres.

L'approche – dernière partie du vol jusqu'à l'atterrissage – par mauvais temps est l'opération qui présente en général le plus de difficultés pour le pilote. On le comprend sans peine, l'avion s'approchant toujours plus des obstacles qui se trouvent au sol sans que le pilote les voie et l'atterrissage devant avoir lieu sur un terrain restreint exactement délimité, la piste d'atterrissage sans visibilité qui, à Zurich, a 75 m de largeur et 2600 m de longueur. Il faut se rappeler qu'un avion commercial moderne parcourt 50 à 80 m par seconde; la conduite de l'avion doit donc être extrêmement précise aussi bien en hauteur qu'en plan.

Le système d'instruments précis de navigation utilisé actuellement pour l'atterrissage sans visibilité est désigné par les lettres *ILS*, abréviation de *Instrument Landing System*. Il consiste en cinq émetteurs installés au sol et en des récepteurs correspondants montés sur les avions. L'émetteur numéro 1 – le radiophare d'alignement ou Localizer – se trouve à l'extrémité de la piste d'atterrissage sans visibilité, exactement sur l'axe médian; l'émetteur numéro 2 – le radiophare de pente – est à 250 m environ du

«Instrument Landing System». Dieses System besteht aus fünf verschiedenen Sendern am Boden und den entsprechenden Empfängern an Bord der Flugzeuge. Der Sender Nummer 1 – der Kursender oder Localizer – befindet sich am Ende der Blindlandepiste, genau auf der Mittelachse; der Sender Nummer 2 – der Gleitwegsender – etwa 250 m vom Anfang der Piste entfernt und 150 m seitlich davon. Das Grundprinzip ist bei beiden Sendern dasselbe; es werden je

seuil de la piste, à une distance latérale de 150 m. Le principe est le même pour les deux émetteurs; ils émettent chacun deux faisceaux d'ondes différents, modulés l'un à 90, l'autre à 150 Hz. Les signaux à haute fréquence émis sont reçus par l'avion et démodulés. Les composantes de 90 et 150 Hz sont filtrées et finalement opposées l'une à l'autre sous forme de tensions continues. Si la différence des tensions est égale à zéro, les intensités de champ des deux fais-

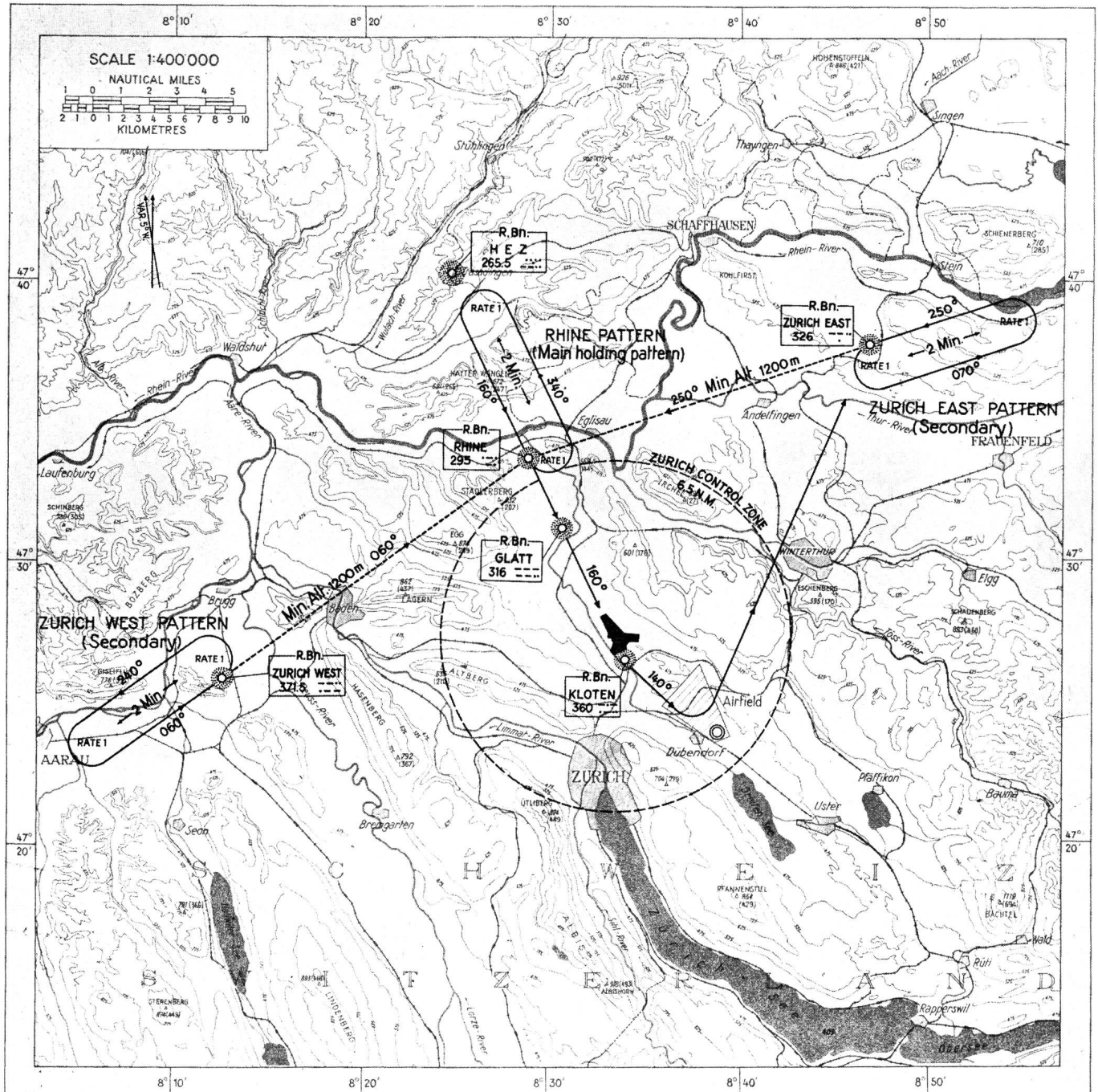


Fig. 16. Die drei Wartevolten der Zürcher Flughafen-Nahzone. Mitte: der Hauptwarteraum zwischen den Funkfeuern «Rhein» und «Trasadingen» links und rechts: die durch die Hilfsfunkfeuer «Zürich-West» und «Zürich-Ost» bestimmten Hilfswarteräume

Les trois circuits d'attente de la zone d'approche de l'aéroport de Zurich

Au milieu: l'espace d'attente principal entre les radiophares «Rhein» et «Trasadingen».

A droite et à gauche: les espaces d'attente secondaires dépendant des radiophares de «Zurich West» et «Zurich East»

zwei verschiedene Wellenbündel abgestrahlt, wobei zur Kennzeichnung das eine mit 90 Hz, das andere mit 150 Hz moduliert wird. Die ausgestrahlten Hochfrequenzsignale werden im Flugzeug empfangen und im Bordgerät demoduliert. Die 90-Hz- und 150-Hz-Anteile werden herausfiltriert und schliesslich als Gleichspannungen gegeneinandergeschaltet. Ist die Spannungsdifferenz gleich Null, so sind an einem bestimmten Ort die Feldstärken beider Wellenbündel gleich stark, was in einem Kreuz-Zeiger-Instrument durch Mittelstellung der Zeiger sichtbar wird. In allen anderen Fällen ergibt sich ein Ausschlag der Zeiger nach links oder rechts, bzw. nach oben oder unten. Ziemlich komplizierte Antennensysteme bewirken, dass im Falle des Kurssenders die Feldstärkegleichheit, das heisst die Null-Anzeige in einer vertikalen Ebene durch die Mittelachse der Landepiste liegt, im Falle des Gleitwegsenders in einer liegenden, vom Flugplatz aus mit 3° ansteigenden Ebene.

Wenn es dem Piloten gelingt, durch geschickte Führung des Flugzeuges den horizontalen und den vertikalen Zeiger des ILS-Instrumentes während des ganzen Anfluges ständig in Nullstellung zu halten (also so, dass die beiden Zeiger ein rechtwinkliges Kreuz bilden), so nähert er sich dem Flugplatz auf der Schnittlinie der beiden radioelektrischen Ebenen, und sein Flugzeug berührt die Landepiste genau am richtigen Ort, obschon er diese erst im letzten Augenblick zu Gesicht bekommt.

Die drei übrigen Sender sind einfacher; sie strahlen mit 75 MHz vertikal nach oben, und zwar längs der Abstiegachse in Abständen von 75 m, 1000 m und 6500 m vom Pistenanfang an gemessen. Ihre Anzeige gestattet den Flugzeugbesatzungen, den Fortschritt des Landemanövers genau zu beobachten und die notwendigen Handlungen rechtzeitig vorzunehmen.

Da die Abstiegachse zum Flughafen erst noch durch zwei Hilfsfunkfeuer (OZ und KL) gekennzeichnet ist, wirken sich Defekte der Landebake ILS weniger unangenehm aus; lassen es diese Funkfeuer doch bei nicht allzu schlechtem Wetter zu, den Abstieg zum Flughafen allein mit dem Radiokompass zu finden.

Obschon die Präzision des ILS-Blindanfluggerätes schon recht gross ist, wird es doch durch die neuesten Navigationshilfen, die *Radaranlagen*, vollkommen in den Schatten gestellt. Die Eigenschaft des Radars, einen durch Nacht und Nebel, durch Wolken und Regen hindurchsehen zu lassen, lässt diese Technik für die Flugsicherung zu einem wunderbaren Instrument werden. Man muss sich die Anwendung der zwei für den Anflug zum Flughafen gebrauchten Geräte, des Überwachungsradars (international: SRE = Surveillance Radar Element) und des Präzisionsradars (international: PAR = Precision Approach Radar), auf zwei Arten vorstellen: Entweder das Personal im Kontrollturm *beobachtet* auf den Leuchtschirmen der Radaranzeigegeräte still-

ceaux d'ondes sont égales, ce que révèle un instrument à aiguilles croisées, par la position médiane des aiguilles. Dans tous les autres cas, les aiguilles sont déviées vers la droite ou la gauche, respectivement vers le haut ou le bas. Par des systèmes d'antennes assez compliqués, on obtient que l'intensité de champ correspondant à l'indication zéro de l'instrument se trouve, pour le radiophare d'alignement, sur le plan vertical passant par l'axe médian de la piste, et, pour le radiophare de pente, sur un plan s'élevant suivant un angle de 3 degrés depuis l'aéroport.

Lorsque, en conduisant adroitement son avion, le pilote réussit à maintenir en position zéro pendant tout le vol d'approche l'aiguille verticale et l'aiguille horizontale de l'instrument ILS (elles forment ainsi une croix parfaite), il s'approche de l'aéroport en suivant la ligne d'intersection des deux plans radio-électriques et l'avion touche la piste exactement à l'endroit voulu, bien qu'elle n'apparaisse au pilote qu'au dernier moment.

Les trois autres émetteurs sont plus simples; ils émettent sur 75 MHz verticalement le long de l'axe de descente, aux distances de 75 m, 1000 m et 6500 m du commencement de la piste. Leurs indications permettent aux équipages de suivre exactement la manœuvre d'atterrissage et d'effectuer à temps les opérations nécessaires.

L'axe de descente vers l'aéroport étant encore signalé par deux radiophares auxiliaires, les défauts éventuels de la balise d'atterrissage ILS n'ont pas de conséquences trop désagréables; si le temps n'est pas trop mauvais, ces radiophares permettent au pilote d'atteindre l'aéroport uniquement au moyen du radio-compass.

Bien que la précision des appareils ILS pour atterrissage sans visibilité soit déjà très grande, celle des nouveaux moyens de navigation, les *installations de radar*, la dépassent de beaucoup. Le radar, grâce auquel on peut voir malgré l'obscurité, le brouillard, les nuages et la pluie, est un merveilleux instrument de sécurité aérienne. Il faut se représenter de deux manières l'emploi des deux sortes d'appareils utilisés pour les vols d'approche vers les aéroports, le radar de surveillance (Surveillance Radar Element = SRE) et le radar de précision (Precision Approach Radar = PAR): ou bien le personnel de la tour de contrôle *observe* silencieusement les mouvements de l'avion sur les écrans de l'appareil dans l'unique dessein d'intervenir si quelque chose va de travers; le contrôle au radar sert ainsi à corriger les fautes éventuelles du pilote ou à parer aux conséquences des défauts des moyens de navigation; ou alors le radar est utilisé lui-même comme instrument de navigation, en ce sens que le personnel de la tour de contrôle donne au pilote, d'après les observations faites au radar, des instructions sur sa route et son altitude jusqu'à ce que l'avion ait atterri. Dans ce dernier cas, il s'agit de ce qu'on appelle en anglais le «Talk down» expression signifiant «faire atterrir

schweigend die Bewegungen des Flugzeuges lediglich zu dem Zweck, einzugreifen, wenn irgend etwas «schief» gehen sollte. Die Radarkontrolle dient also zur Vermeidung allenfalls dem Piloten unterlaufender Fehler oder zur Verhütung der Folgen von Defekten an den Navigationshilfsmitteln, oder aber, Radar wird direkt als Navigationsinstrument gebraucht, in dem Sinne, dass das Personal im Kontrollturm dem Flugzeugführer auf Grund der Radarbeobachtungen so lange Anweisungen über den einzuschlagenden Kurs und die Höhe gibt, bis das Flugzeug gelandet ist.

Im letzten Falle spricht man von «Talk down», von «Heruntersprechen», und es braucht wohl nicht weiter ausgeführt zu werden, welche Verantwortung dabei auf dem Sprechenden im Kontrollturm liegt. Die Kombination von Überwachungs- und Präzisionsradar zum Zwecke des «Talk down» wird «GCA», «Ground Controlled Approach», genannt, ein Ausdruck, der sehr populär ist.

Die Bezirkskontrollstelle

Die Kontrollstelle für den Kontrollbezirk Zürich (der Fachausdruck lautet: Area Control Centre = ACC) überwacht und regelt alle Bewegungen des Luftverkehrs in der Zentral-, Ost- und Südschweiz, besonders aber auf den schweizerischen «Luftstrassen». Da die Kontrolle der Luftstrassen in ganz Europa auf die gleiche Art durchgeführt wird, spielt die Grenzziehung zwischen benachbarten Kontrollbezirken keine grosse Rolle mehr, und es ist nicht nötig, dass diese Grenzen mit den politischen Landesgrenzen zusammenfallen. So kommt es, dass sich der Einfluss der Kontrollstelle Zürich im Norden und Osten ziemlich weit über die Landesgrenzen hinaus erstreckt. Zürich nimmt also der Bezirkskontrollstelle München einen Teil ihrer Arbeit ab. Das gleiche gilt im Westen, wo die Nachbarkontrollstelle Paris die Flugzeuge bereits in der Gegend von Héricourt an Zürich «abgibt». Dafür kontrolliert der südliche Nachbar, Mailand, den Luftverkehr bis zum Funkfeuer Monte Ceneri, und im Südwesten beginnt die Arbeit der Kontrollstelle Genf ungefähr bei Bern.

Die Hauptaufgabe der Bezirkskontrollstelle ist die Lenkung des Luftverkehrs auf den Luftstrassen derart, dass jede Zusammenstossgefahr ausgeschaltet ist. Dies muss natürlich auch für die «Nahtstellen» zwischen benachbarten Kontrollbezirken gelten, und aus diesem Grunde sind die beiden diensttuenden Kontrolleure über die Landesgrenzen hinaus durch direkte Telefonleitungen miteinander verbunden. Eine weitere, wichtige Aufgabe der Bezirkskontrollstelle besteht darin, den für den Flughafen Zürich bestimmten Luftverkehr so zu ordnen, dass die Aufgabe der Nahverkehrskontrolle erleichtert wird; bildlich gesprochen gibt die eine Kontrollstelle der anderen die Flugzeuge nicht in einem wilden Knäuel ab, der nun mühsam entwirrt werden muss, sondern sie versucht eine zeitlich und räumlich wohl geordnete «Strange» abzugeben.

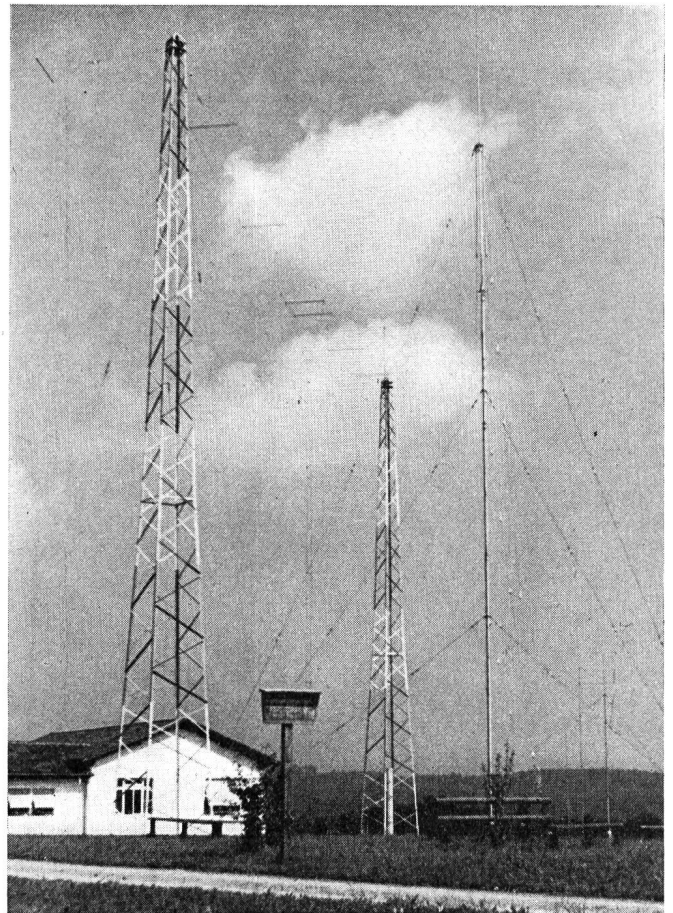


Fig. 17. Die Sendestation Waltikon mit einem Teil der Lang- und Kurzwellenantennen. Alle Sender werden von den Betriebsstellen des 20 km entfernten Flughafens aus vollständig fernbedient

La station émettrice de Waltikon avec une partie des antennes pour ondes longues et courtes. Tous les émetteurs sont commandés à distance par les services de l'aéroport distant de 20 km

en parlant», et il n'y a pas besoin d'insister sur la responsabilité de celui qui donne ces instructions depuis la tour de contrôle. La combinaison du radar de surveillance et du radar de précision pour le «Talk down» est appelée Ground Controlled Approach (GCA), expression vite devenue courante dans le monde de l'aviation.

Le centre de contrôle régional

Le centre de contrôle de la région de Zurich (l'expression de métier est: Area Control Centre = ACC) surveille et règle tous les mouvements des avions en Suisse centrale, orientale et méridionale, en particulier sur les «routes aériennes» suisses. Le contrôle des routes aériennes se faisant dans toute l'Europe de la même manière, le tracé des limites entre deux régions de contrôle voisines n'a plus une très grande importance et il n'est pas nécessaire que ces limites coïncident avec les frontières politiques. Ainsi, le centre de contrôle de Zurich étend son action au nord et à l'est bien au-delà des frontières de la Suisse. Zurich prend ainsi une partie du travail du centre de con-

Recht schwierig gestaltet sich das Problem, wie dem Kontrollleur die sich stets ändernde Verkehrslage in der Luft vor Augen geführt werden kann. Als bestes Hilfsmittel hat sich bis heute das System des «Progress Board» bewährt, einer Tafel mit eingelegten Papierstreifen für jedes einzelne Flugzeug. Auf der Tafel sind alle obligatorisch zu überfliegenden Funkfeuer aufgeführt, und die beweglichen Flugzeugstreifen werden chronologisch unter diesen Fixpunkten angeordnet. Ein Flugzeug, das zum Beispiel von Mailand über Zürich nach Frankfurt fliegt, erhält demzufolge unter dem Fixpunkt «Monte Ceneri» einen Streifen, dann unter dem Fixpunkt «Flughafen Zürich», weiter unter «Funkfeuer Trasadungen» und schliesslich unter «Funkfeuer Rottweil». Auf diese Art ist es für den Kontrollleur verhältnismässig einfach, den Fortschritt des Fluges festzustellen, aber andererseits erhält er auch ein anschauliches Bild über die Entwicklung der Verkehrslage über jedem einzelnen Funkfeuer. Man muss sich vorstellen, dass auf diesen Streifen der vollständige Lebenslauf jedes Flugzeuges festgehalten wird mit sämtlichen interessanten Daten, den Anweisungen des Verkehrskontrolleurs, den Quittungen der Piloten, den Zeitangaben der Ausführung der Weisungen usw.

Es ist eine Kunst, im Wirrwarr einer Spitzenstunde den Überblick über die Verkehrslage nicht zu verlieren und jedem einzelnen Flugzeug ohne Zeitverzögerung klare, richtige und vor allem sichere Anweisungen zu geben.

Die Nahverkehrskontrolle

Die Bewegungsänderungen der Flugzeuge in der Nahzone um einen grossen Flughafen herum wickeln sich in kürzeren Zeitspannen ab, die Luftfahrzeuge nähern sich einander im Blindflug bis auf wenige hundert Meter, die Aufmerksamkeit der Piloten verdoppelt sich, die Atmosphäre wird gespannter. Es erwies sich deshalb als zweckmässig, für die Nahzone eines Flughafens eine besondere, sozusagen eine spezialisierte Kontrolle bereitzustellen.

Drei Kernprobleme kann man aus dem grossen Aufgabenkreis der Nahverkehrskontrolle herauschälen. Zwei davon beziehen sich auf den Betrieb bei schlechtem Wetter, Regen, Schnee, tiefen Wolken, Dunst, Nebel; eines davon auf den Schönwetterbetrieb. Da bei Blindflugwetter die volle Verantwortung für Kollisionsverhütung beim «Boden» liegt, können die Schlechtwetteraufgaben als die wichtigsten gelten.

Das eine Schlechtwetterproblem stellt sich folgendermassen: innerhalb einer gewissen Zeitspanne, zum Beispiel zwischen 14.00 und 15.00 Uhr, mögen sich 10 Flugzeuge dem Flughafen Zürich nähern, von Norden und Süden, von Osten und Westen. Diese Flugzeuge fliegen, je nach der zu überfliegenden Gegend, dem Flugzeugtyp und der Flugrichtung, verschieden hoch, zum Beispiel die TWA-Constel-

trôle de Munich. Il en est de même à l'ouest, où le contrôle de Paris «remet» les avions au contrôle de Zurich dans la région d'Héricourt. En revanche, au sud, Milan contrôle le trafic jusqu'au radiophare du Monte Ceneri et, vers le sud-ouest, le travail du contrôle de Genève commence dans la région de Berne.

La tâche principale du contrôle régional est de diriger le trafic sur les routes aériennes de manière que tout danger de collision soit exclu. Cela s'applique naturellement aussi aux «points de soudure» entre deux régions de contrôle, aussi les deux contrôleurs en service sont-ils reliés l'un à l'autre, par-dessus les frontières, par des circuits téléphoniques directs. Une autre tâche également importante du contrôle régional consiste à ordonner le trafic destiné à l'aéroport de Zurich de manière à alléger le travail du contrôle d'approche; un poste de contrôle ne remet pas les avions «en vrac» à un autre poste, en lui laissant le soin de se débrouiller, mais s'efforce de les ranger en une «colonne» ordonnée dans le temps et dans l'espace.

Un des problèmes les plus difficiles à résoudre est de placer devant les yeux du contrôleur l'image sans cesse changeante du trafic aérien. Le système dit «Progress Board» s'est révélé jusqu'ici le meilleur; il s'agit d'un tableau auquel sont fixées des bandes de papier, une pour chaque avion. Le tableau comprend une colonne pour chacun des radiophares que les avions doivent obligatoirement survoler, et les bandes amovibles sont placées chronologiquement au-dessous de la désignation de points fixes. Par exemple, pour un avion volant de Milan à Francfort via Zurich, une bande est insérée sous le point fixe «Monte Ceneri», puis sous le point fixe «Aéroport Zurich», ensuite sous «Radiophare Trasadungen» et enfin sous «Radiophare Rottweil». De cette manière, le contrôleur peut assez facilement suivre le vol de l'avion et obtient en même temps une image claire de la situation au-dessus de chaque radiophare. Il faut se représenter que sur chaque bande est inscrite la vie d'un avion avec toutes les données pouvant intéresser le contrôle, les instructions données par le contrôleur, les quittances des pilotes, les heures d'exécution des instructions, etc.

C'est tout un art que de garder la situation bien en main dans le chassé-croisé des heures de pointe et de donner sans retard à chaque avion des instructions claires, précises et sûres.

Le contrôle d'approche

Dans la zone avoisinant un grand aéroport, les mouvements des avions se modifient à des intervalles plus brefs, les machines s'approchent en vol sans visibilité jusqu'à quelques centaines de mètres les unes des autres, les pilotes redoublent d'attention, l'atmosphère devient plus tendue. Il est tout indiqué par conséquent de créer pour cette zone un contrôle spécialisé.

lation von Rom wegen der Alpen in mindestens 5000 m ü. M., die Swissair-Convair aus London in etwa 4000 m ü. M., die Dakota aus Genf in 2000 m ü. M. und so weiter. Das eine Flugzeug sollte 14.05 über dem Funkfeuer «Rhein» sein, das andere um 14.10, wieder eines um 14.15 und so weiter. Nun hat sich aber das erste Flugzeug etwas verspätet – was sind 10 Minuten auf der Strecke von Indien nach Amerika! – das zweite ebenfalls, das vierte und fünfte sind etwas zu früh – ein kräftiger Rückenwind hat ihre Geschwindigkeit vergrössert – kurz, anstatt schön der Reihe nach am Ausgangspunkt für den Anflug des Flugplatzes anzulangen, treffen die Flugzeuge trotz aller Anstrengungen der Bezirkskontrolle als grosses Rudel mehr oder weniger miteinander ein. Geschieht dasselbe mit den Zügen im Hauptbahnhof Zürich, werden die Signale geschlossen, die Züge halten an und warten in aller Ruhe, bis sie an die Reihe zur Einfahrt kommen. Mit Flugzeugen ist das nicht so einfach, Flugzeuge müssen fliegen. Die Lösung heisst: Warteraum, « *Holding Pattern* ». Das heisst, den Flugzeugen werden Räume zugewiesen, in welchen sie genau bestimmte Volten zu fliegen haben, und getrennt werden sie voneinander durch *Höhenstaffelung* mit einem senkrechten Mindestabstand von 300 Metern.

Die Notwendigkeit solcher Verfahren wird aber erst dann richtig verständlich, wenn man sich vergegenwärtigt, dass die Blindlandeeinrichtungen eines Grossflughafens in der Regel den Anflug nur aus einer einzigen Richtung erlauben. Aus zwei Gründen: einerseits lassen es die Platzverhältnisse, aber auch die Geldmittel häufig nicht zu, die recht kostspieligen und umfangreichen Blindanfluganlagen doppelt oder gar dreifach zu erstellen, andererseits gestattet die Umgebung eines Flughafens aus topographischen Gründen oftmals das Anlegen nur einer Blindanflugschneise, denn die auf dem Anflugweg befindlichen Bodenhindernisse – in nächster Nähe Häuser, Kamine usw., in weiterer Entfernung Hügel und Berge – sind derart, dass genau umschriebene Voraussetzungen für andere Lösungen nicht erfüllt sind.

Dieser einzige Weg, um bei schlechtem Wetter in den Flughafen zu gelangen, bedeutet recht eigentlich der « *Flaschenhals* », der die Abwicklung des Luftverkehrs hemmt. Eine Hauptaufgabe der Nahverkehrskontrolle ist es nun, die Flugzeuge so zu ordnen und zu dirigieren, dass dieser Engpass möglichst reibungslos überwunden wird. Man spricht in diesem Zusammenhang von einer kleinen oder grossen « *Anflugsequenz* », was die Zahl Flugzeuge bedeutet, die in einer Zeiteinheit, zum Beispiel einer Stunde, durch die Anflugschneise geschleust werden können. Der ständig wachsende Luftverkehr ruft nach immer kürzeren Anflugsequenzen, was die Arbeit der Kontrolle immer anspruchsvoller und verantwortungsvoller macht.

Selbstverständlich hilft die Überwachungs-Radaranlage kräftig mit, den Abfluss des Luftverkehrs in

On peut distinguer trois problèmes principaux parmi les multiples tâches du contrôle d'approche. Deux d'entre eux ont trait au service par mauvais temps, pluie, neige, nuages bas, brume, brouillard; l'autre se rapporte au service par beau temps. Etant donné qu'en cas de vol sans visibilité il incombe entièrement au service au sol d'éviter les collisions, les tâches de ce service par mauvais temps peuvent être considérées comme les plus importantes.

L'un des problèmes qui se posent par mauvais temps est le suivant: Au cours d'une période donnée, par exemple entre 14 et 15 heures, 10 avions s'approchent de l'aéroport de Zurich, du nord et du sud, de l'est et de l'ouest. Suivant leur type, leur direction et la région qu'ils survolent, ces avions se trouvent à différentes altitudes, par exemple la Constellation de la TWA venant de Rome à au moins 5000 m s. m., du fait qu'il a traversé les Alpes, le Convair de la Swissair venant de Londres à 4000 m s. m., le Dakota en provenance de Genève à 2000 m s. m., etc. L'un de ces avions devrait passer à 14 h. 05 au-dessus du radiophare «Rhein», le suivant à 14 h. 10, un autre encore à 14 h. 15, etc. Mais le premier a subi quelque retard – qu'est-ce que 10 minutes sur le trajet de l'Inde à l'Amérique! – le deuxième également, le quatrième et le cinquième arrivent un peu trop tôt – un fort vent arrière a accéléré leur course – bref, au lieu d'arriver dans l'ordre prévu au point où commence le vol d'approche, les avions, malgré tous les efforts du contrôle régional, se présentent en groupes plus ou moins nombreux. Lorsqu'il en est de même des trains à la gare principale de Zurich, on ferme les signaux, les trains s'arrêtent et attendent tranquillement leur tour d'entrer. Avec les avions, ce n'est pas si simple: les avions doivent voler. On a résolu le problème en créant un espace d'attente, « *Holding Pattern* ». On désigne aux avions des espaces dans lesquels ils doivent décrire des circuits bien déterminés, séparés les uns des autres *en altitude* par des intervalles d'au moins 300 mètres.

La nécessité d'une telle manière de faire n'apparaît clairement que si l'on sait que les installations d'atterrissage sans visibilité d'un grand aéroport ne permettent en général l'arrivée que dans une seule direction. Pour deux motifs: d'une part la place disponible et les moyens financiers ne permettent souvent pas d'établir deux ou même trois installations, très étendues et coûteuses, d'atterrissage sans visibilité, d'autre part la topographie de la région avoisinant l'aéroport ne se prête parfois pas à l'installation de plus d'un équipement, car les obstacles rapprochés – maisons, cheminées, etc. – ou éloignés – collines et montagnes – sont tels que les conditions pour d'autres solutions du problème ne sont pas remplies.

Cet unique chemin qui, en cas de mauvais temps, donne accès à l'aéroport est un véritable étranglement qui gêne la bonne circulation des avions. L'une des tâches principales du contrôle d'approche

der Richtung des Flughafens möglichst fliessend zu gestalten und damit die unangenehmen «Wartevolten» zu vermeiden.

Die andere Hauptaufgabe der Nahverkehrskontrolle besteht darin, den abgehenden Verkehr säuberlich vom gleichzeitig ankommenden zu trennen. Die Lösung auf Flugplätzen, die in Ebenen liegen, ist verhältnismässig einfach; man lässt die abgehenden Flugzeuge in niederen Höhen, also unter den ankommenden hindurch, aus der Nahzone ausfliegen; auf Flughäfen wie Zürich, der vom Gesichtswinkel des Piloten aus inmitten von Hügeln und Bergen liegt, stellt sich die Lösung nicht so einfach: auch die abgehenden Flugzeuge müssen die Wartevolten benutzen, diesmal aber zum Steigflug, um eine solche Höhe zu erreichen, welche die Fortsetzung des Fluges Richtung Ziel ohne Gefahr eines Zusammenstosses mit Bergen möglich macht. Von Zürich aus gegen Süden, Mailand, Rom, ist dies eine Höhe von gegen 5000 Meter. Man kann sich wohl unschwer die Schwierigkeiten vorstellen, vor denen der verantwortliche Kontrolleur oft steht, wenn er einem zum Start bereitstehenden Flugzeug die «ATC-Clearance» die Ausfluginstruktion geben muss.

Die Schönwetteraufgabe des Turmes ist ganz anderer Art. Bei Sonnenschein und klarer Sicht nimmt der Flugplatzverkehr plötzlich grossen Umfang an; ausser den Linienflugzeugen erscheinen zahlreiche Rundflug-Flugzeuge am Himmel, die Swissair beginnt mit Schulflügen, die Privatflieger führen ihre lustig grün-, rot- und blaubemalten Kleinflugzeuge spazieren, Helikopter schlagen die Flügel und dieser ganze Wirrwarr muss vom Sprecher im Kontrollturm mit freundlichen Anweisungen geordnet werden, Nummern der Start- und Landereihenfolge werden zugeteilt, die zu benützende Piste bestimmt, sich nähernde Flugzeuge werden voreinander gewarnt und vieles andere mehr.

Die Übermittlungszentrale und die Sendestation Waltikon

Im Flughafen, das heisst dem Aufnahmegebäude des Zürcher Flughafens, ist fast ein ganzes Stockwerk für die Übermittlungszentrale des schweizerischen Flugsicherungsdienstes reserviert. Von hier aus gehen die Fäden ins Ausland; mit fast 50 Flugplätzen von Skandinavien bis Südamerika bestehen direkte Verbindungen, teils mittels Radiokurzwellen, teils mittels Kabel und Fernschreibern. Die Zahl der täglich beförderten Flugsicherungstelegramme hat die Zahl von 4000 erreicht und steigt ständig weiter an. Als Zusatzaufgabe vermittelt die Übermittlungszentrale des Flugsicherungsdienstes (UZF) täglich die Wetterdaten von über 20 000 in Europa, Asien und Amerika zerstreuten Wetterbeobachtungsstationen, deren Meldungen von einigen ausländischen Sammelzentren ausgestrahlt werden. Interessiert an diesen Daten sind nicht nur die Flugplatz-Wetterwarten Kloten,

est donc de faire manœuvrer les avions et de les diriger de manière qu'ils franchissent cet étranglement sans encombre. On désigne par le terme de «séquence d'approche» le nombre des avions qui utilisent cette sorte d'écluse pendant l'unité de temps, une heure par exemple. L'accroissement continu du trafic exige des séquences toujours plus élevées, ce qui complique le travail du contrôle et lui confère une plus grande responsabilité.

L'installation de surveillance au moyen du radar aide puissamment à un écoulement régulier du trafic en direction de l'aéroport et permet d'éviter ainsi les désagréables vols sur les circuits d'attente.

L'autre tâche importante du contrôle d'approche est de séparer soigneusement les avions partants des avions arrivants. Sur les aéroports situés en plaine, cette tâche est relativement facile; on fait voler les avions partants, dans la zone rapprochée, à des altitudes plus faibles que les avions arrivants; sur les aéroports tels que celui de Zurich, qui, sous l'angle visuel du pilote apparaît tout entouré de collines et de montagnes, la chose n'est pas aussi simple: les avions partants doivent également utiliser les circuits d'attente afin d'atteindre une altitude telle qu'ils puissent continuer leur vol sans risque de se heurter aux montagnes. De Zurich vers le sud, Milan, Rome et au-delà, cette altitude est de près de 5000 mètres. On peut facilement se représenter les difficultés devant lesquelles se trouve le contrôleur lorsqu'il doit donner les instructions pour le départ, l'«ATC-Clearance», à un avion prêt à prendre son vol.

Par beau temps, le travail de la tour de contrôle est tout différent. Lorsque le soleil brille et que la visibilité est bonne, le trafic s'accroît dans une proportion considérable; outre les avions de ligne apparaissent dans le ciel de nombreux avions de tourisme, la Swissair exécute des vols d'instruction, les petits avions privés peints de couleurs gaies, vert, rouge, bleu, s'ébattent dans le ciel, les hélicoptères agitent leurs grandes ailes; de sa tour, le contrôleur doit ordonner cette circulation en donnant aimablement ses instructions, en attribuant des numéros pour l'envol et l'atterrissage, en désignant la piste à utiliser, en avertissant les avions qui approchent de prendre garde les uns aux autres, etc.

Le centre de communication et la station émettrice de Waltikon

Dans l'aérogare de Zurich-Kloten, un étage presque entier est réservé au centre de communication du service de la sécurité aérienne. C'est de là que partent les communications avec l'étranger, soit avec près de 50 aéroports répartis de la Scandinavie à l'Amérique du Sud, les unes exploitées au moyen des ondes courtes, les autres empruntant des lignes sous câble équipées de téléscripteurs. Le nombre des télégrammes du service de sécurité transmis chaque jour est actuellement de 4000 et continue à s'accroître. En plus, le centre de communication reçoit

Cointrin und Basel/Blotzheim, sondern auch die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt in Zürich und deren Zweigstelle Locarno-Monti.

In der *Sendestation Waltikon* schliesslich sind alle Telegraphiesender des festen und beweglichen Übermittlungsdienstes untergebracht, im ganzen mehr als 30 Sender, die von den einzelnen Flugplatzstellen aus über eine Mehrkanal-Tonfrequenzanlage fernbedient und ferngesteuert werden. Die Sendestation besitzt infolge ihres erhöhten, freien Standortes auf dem Zollikerberg ausgezeichnete Ausbreitungsverhältnisse und bildet trotz den hohen Antennenmasten der verhältnismässig grossen Entfernung wegen kein Flughindernis.

Unendlich vielseitig ist die Aufgabe der Luftverkehrskontrolle. Der Rahmen dieses Aufsatzes gestattet es nicht, in die Einzelheiten zu gehen; desgleichen müssen wir es uns versagen, von der stillen, verantwortungsreichen Arbeit der Radiotechniker zu erzählen, die Tag und Nacht auf ihren Posten stehen, um den Tücken der Technik zu begegnen, von den Beamten des Fluginformationsbureaus, denen Auskünfte über die Länge der Nebenpiste des Flughafens von Karachi oder über die genaue Lage des Radio-Ranges in Shannon nichts Aussergewöhnliches bedeuten, oder von den Fernschreiberinnen in der Übermittlungszentrale, von deren raschem und genauem Arbeiten es abhängt, ob ein Telegramm in nützlicher Frist sein Ziel und seinen Zweck erreicht, und schliesslich von den Pistenwarten in ihrem gelbschwarzen Wagen, die für die Sicherheit der Kleinflugzeuge sorgen.

Die Entwicklung der Zukunft in bezug auf Navigationssysteme und -methoden der Luftverkehrskontrolle sind unabsehbar. Wir sind heute wohl kaum über die Anfangsschwierigkeiten hinaus. Immer noch ist des Wetters wegen keine hundertprozentige Regelmässigkeit des Luftverkehrs möglich; immer noch müssen – trotz grossartigen Lichtanlagen – Flugzeuge wegen Bodennebel auf Ausweichflughäfen geschickt werden, und immer noch sind Flugunfälle nicht ausgeschlossen. Flugunfälle! Bei keinem anderen Verkehrsmittel spielt der Faktor «Mensch» eine so bedeutende Rolle wie bei der Führung eines Flugzeuges. Irren ist menschlich, heisst es, der Pilot darf sich nicht irren. Eine Strömung zur Förderung der Flugsicherheit zeichnet sich deshalb klar ab: Automatisierung!

Es gilt, in aller Welt die ständigen Fortschritte in der Sicherung des Luftverkehrs aufmerksam zu verfolgen. Das Eidgenössische Luftamt, als Vertreter des Bundes, und die Flugplatzkantone, aber auch die Radio-Schweiz AG., die mit der Durchführung des Flugsicherungsdienstes beauftragt ist, sind sich ihrer Verantwortung voll bewusst, den Marsch der Zeit mitzumachen.

Adresse des Verfassers: *Albert Fischer*, Dipl. Ing. ETH, Chef des Flugsicherungsdienstes, Zürich-Flughafen.

quotidiennement les informations météorologiques de plus de 20 000 stations d'observation d'Europe, d'Asie et d'Amérique, diffusées par quelques centres collecteurs de l'étranger. Ces informations intéressent non seulement les services météorologiques des aéroports de Kloten, Cointrin et Bâle/Blotzheim, mais aussi la station centrale suisse de météorologie et sa succursale de Locarno-Monti.

Enfin, à la *station émettrice de Waltikon* se trouvent tous les émetteurs de télégraphie du service de communication fixe et mobile, soit plus de 30 émetteurs desservis et commandés à distance depuis les divers services de l'aéroport par une installation multivoie à fréquence audible. Du fait de sa situation élevée et dégagée sur le Zollikerberg, cette station jouit d'excellentes conditions de propagation et, en raison de son éloignement, ne constitue pas un obstacle au vol des avions, malgré la hauteur de ses mâts.

Le travail du contrôle du trafic aérien est infiniment varié. Le cadre de cet exposé ne nous permet pas d'entrer dans tous les détails. Nous devons renoncer à parler du travail silencieux mais plein de responsabilité des radiotechniciens, qui sont jour et nuit à leur poste pour parer aux perfidies de la technique, des employés du bureau d'information de vol, pour qui des renseignements sur la longueur de la piste auxiliaire de l'aéroport de Karachi ou sur la situation exacte du «Radio-Range» de Shannon n'ont rien d'extraordinaire, des opératrices des téléscripteurs du central de transmission, grâce au travail consciencieux desquelles un télégramme atteint son but en temps utile, et enfin les hommes du service de piste qui, de leur caravane jaune et noire, veillent à la sécurité des petits avions.

Il est impossible de prévoir le développement des systèmes de navigation et des méthodes de contrôle du trafic aérien. Nous n'avons probablement pas dépassé le stade des difficultés initiales. Les variations du temps font toujours obstacle à une régularité absolue du trafic; il faut encore, en cas de brouillard, malgré les installations d'éclairage les plus puissantes, détourner les avions vers d'autres aéroports, et l'accident est toujours possible. L'accident! Dans aucun autre moyen de transport, le facteur humain ne joue un rôle aussi décisif que dans le pilotage d'un avion. L'erreur est chose humaine, dit-on, et le pilote n'en doit pas commettre. Aussi la tendance à automatiser le service de sécurité se fait-elle sentir de plus en plus fortement.

Il importe de suivre avec la plus grande attention les progrès accomplis dans le domaine de la sécurité du trafic aérien. L'office fédéral de l'air, les cantons sur le territoire desquels se trouvent des aéroports et la Radio-Suisse S.A., qui est chargée du service de la sécurité, sont pleinement conscients du devoir qui leur incombe de marcher avec leur temps.