Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 3 (1948)
Heft: 1: Flug-Sondernummer

Artikel: Die unsichtbare Strasse
Autor: Sitterding, Herbert
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-653380

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: 08.07.2025

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

praktisch ständig unter gewissenhafter Überwachung, so daß sie nach menschlichem Ermessen im Betrieb nie versagen *können*.

Mit dem «Double Wasp» ist die technische Entwicklung noch nicht abgeschlossen. Das Ausland, insbesondere die USA und England, bauen immer größere Flugzeuge und sind heute bereits bei einem Fassungsvermögen von 150 bis 200 Personen angekommen. Solche Flugzeuge verlangen auch größere Triebwerkseinheiten. Pratt & Whitney hat für diesen Zweck einen Vierfach-Sternmotor von $4 \times 7 = 28$ Zylindern gebaut, der eine Startleistung von rund 3500 PS besitzt. Weitere ähnliche Motoren werden entwickelt.

Die außerordentlich großen Erfolge, die mit Gasturbinen-Strahltriebwerken in Jagdflugzeugen erzielt wurden, erweckten anfangs den Eindruck, als ob hiermit das Schicksal der Kolbenmotoren besiegelt sei. Dies trifft jedoch nicht zu, denn die Gasturbinen-Strahltriebwerke sind nur bei sehr hohen Geschwindigkeiten, das heißt bei mehr als 800 km/h wirtschaftlich. Aus diesem Grunde wurden für mittlere Geschwindigkeiten Gasturbinen-Propellertriebwerke gebaut. Diese Triebwerke haben zwar den Vorzug des geringen Gewichtes, des geringen Raumbedarfes und der einfacheren Herstellung, aber sie haben auch den Nachteil eines um etwa 30 Prozent höheren Treibstoffverbrauches. Daß der von ihnen benötigte Treibstoff wesentlich billiger ist als das von den Flugmotoren verlangte hochklopffeste Benzin, ist im Flugbetrieb nicht so entscheidend, denn vornehmlich das *Gewicht* des mitgeführten Treibstoffs entscheidet über die Wirtschaftlichkeit eines Verkehrsflugzeuges. In allen Fällen, in denen es in erster Linie im Interesse der zahlenden Nutzlast auf einen möglichst niedrigen Treibstoffverbrauch ankommt, ist daher der sparsame Kolbenmotor noch nicht zu ersetzen. Deshalb ist auch bis heute noch kein einziges Verkehrsflugzeug mit Turbotriebwerken ausgerüstet worden, so bestechend es auch für den Passagier sein muß, in einem Flugzeug zu fliegen, von dem er höchstens das Propellergeräusch, aber nicht mehr ein Maschinengeräusch wahrnimmt und bei dem auch durch den ausgeglichenen Lauf der Turbotriebwerke keinerlei Vibrationen mehr auftreten. Aber bis solche Triebwerke für Verkehrsflugzeuge Verwendung finden können, wird vermutlich noch geraume Zeit vergehen.

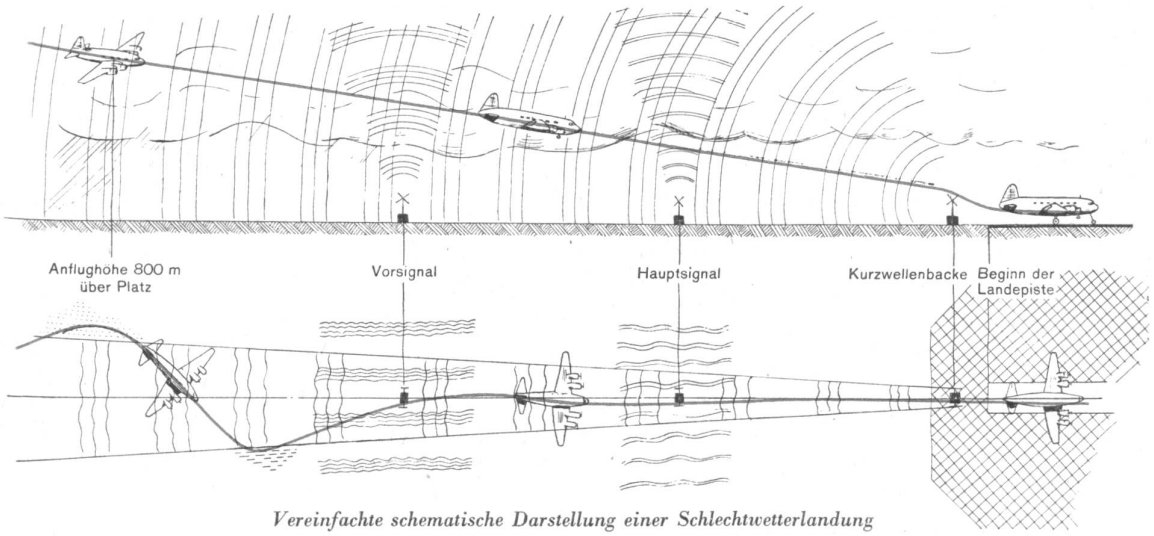
Die unsichtbare Straße

Von Herbert Sitterding

Fliegen ist schon lange keine Schönwetter-Angelegenheit mehr, denn ein Luftverkehr nach einem bestimmten Flugplan hat nur dann einen praktischen Sinn, wenn regelmäßig, das heißt bei *jeder* Wetterlage geflogen werden kann. Alle Flugverkehrsgesellschaften sehen daher ihren Ehrgeiz darin, eine möglichst hohe Flugregelmäßigkeit zu erreichen, und zwar ohne irgendein Risiko dabei einzugehen. Die Swissair steht mit einer Flugregelmäßigkeit von zirka 99% unter allen Flugverkehrsgesellschaften der Welt mit an erster Stelle, obwohl die meteorologischen und topographischen Verhältnisse gerade für die Flughäfen der Schweiz wegen der Nähe der Alpen und des Juras nicht gerade günstig sind.

Ein Flug bei schlechtem Wetter ohne jede Bodensicht wäre praktisch unmöglich, wenn es keine Instrumente gäbe, die dem Piloten die für die Beurteilung von Flugrichtung und Fluglage des Flugzeuges fehlenden Sinne ersetzen. Flugrichtung, Horizontalgeschwindigkeit, Sink- und Steiggeschwindigkeit sowie die Lage des Flugzeuges um seine Längsachse (sowohl bei Geradeausflug als auch beim Kurvenflug) werden dem Piloten durch verschiedene Instrumente laufend angezeigt, so daß er die Lage des Flugzeuges auch beim Fehlen jeglicher Sicht stets richtig korrigieren kann. Mit Hilfe dieser Instrumente ist der Pilot also in der Lage, «blind» zu fliegen. Da ein solcher ausschließlich nach den Instrumenten ausgeführter Flug für den Piloten jedoch recht anstrengend ist, hat er zu seiner Unterstützung noch den «automatischen Piloten» – übrigens nicht nur für den Blindflug –, durch den Flughöhe, Richtung und Geschwindigkeit auf Grund einer vorgenommenen Einstellung laufend automatisch korrigiert werden.

Diese Hilfsmittel reichen jedoch noch nicht aus, damit ein Flugzeug sein Ziel bei schlechtem Wetter mit Sicherheit direkt anfliegen kann. Zu seiner Orientierung in der Luft dienen radiotechnische Hilfsmittel verschiedener Art. Ursprünglich war die Flugzeug-Orientierung in Europa ausschließlich auf Radiotelegraphie eingestellt. Diese *radiotelegraphische* Orientierung beruht darauf, daß mit Hilfe einer drehbaren Rahmenantenne die Richtung, aus der eine Sendung empfangen wird, sehr genau ermittelt werden kann. Durch Zusammenarbeit zwischen Flugzeug und zwei Bodenstationen werden zwei Peilrichtungen bestimmt,



Vereinfachte schematische Darstellung einer Schlechtwetterlandung

aus deren Schnittpunkt auf der Karte sich der augenblickliche Standort des Flugzeuges ergibt. Entweder kann sich das Flugzeug von zwei Bodenstationen anpeilen lassen (Fremdpeilung) und läßt sich dann seinen Standort funken, oder es peilt selbst zwei Funkfeuer oder zwei Rundspruch-Sender an und ermittelt auf der Karte durch den Schnittpunkt dieser beiden Richtungen seinen Standort (Eigenpeilung). Dieses Verfahren hat den Vorzug, daß es auch bei starken atmosphärischen Störungen noch zuverlässig genaue Resultate ergibt, weil die Bodenstationen stärkere Sender haben als das Flugzeug. Es hat aber den Nachteil, daß es ein besonders geschultes Personal sowie eine gute Zusammenarbeit zwischen Flug- und Bodenmannschaften verlangt. Außerdem arbeitet dieses Verfahren verhältnismäßig langsam, so daß sich bei einem sehr starken Verkehr Schwierigkeiten ergeben können, weil die «Abfertigung» der einzelnen Flugzeuge durch die überlasteten Bodenstationen nicht ausreichend schnell vor sich gehen kann.

Diese Umstände haben dazu geführt, daß in den USA die radio*telephonische* Flugzeug-Orientierung mit Hilfe von *Ranges* bevorzugt wird. Ein «Range» (Luftstraße) ist ein Sender, der auf vier gerichteten Strahlen (diese Strahlen müssen nicht unbedingt in einem Winkel von 90° zueinander stehen) sein Rufzeichen sendet. In je zwei gegenüberliegenden Sektoren, die von diesen Richtstrahlen gebildet werden, hört der Flugzeugführer entweder ein «a» oder «n» sowie in gewissen Zeitabständen das Rufzeichen des Senders. Mit Hilfe solcher Ranges, die die Luftstraßen in «Felder» aufteilen, kann der Pilot sich ohne jede weitere Bodenhilfe schnell und ausreichend genau orientieren. Durch die amerikanische Luftwaffe wurde dieses System auch in Europa eingeführt, und heute ist es bereits von verschiedenen Flughäfen auch für den zivilen Luftverkehr übernommen. In Europa sind also zurzeit zwei Systeme nebeneinander in Betrieb, wodurch jetzt noch für die Flugmannschaften die Arbeit kompliziert und auch die Ausrüstung der Flugzeuge mit Radiogeräten verteuert wird.

Dank der fortgeschrittenen Funktechnik und der zuverlässig funktionierenden Bordinstrumente ist der Blindflug als solcher sowie das sichere Anfliegen des Zielflughafens kein schwieriges Problem mehr. Viel heikler gestaltet sich dagegen eine *Landung bei schlechter Bodensicht*, weil die schweren Verkehrsmaschinen, die eine Landegeschwindigkeit von 110 bis 160 km/h haben, die Landepiste sehr genau anfliegen müssen und weil nennenswerte Korrekturen des Anfluges in Richtung oder Höhe im letzten Augenblick nicht mehr möglich sind.

Verhältnismäßig einfach gestaltet sich eine Landung noch, wenn der untere Rand der Wolkendecke einige hundert Meter über dem Flugplatz liegt. In diesen Fällen werden die Flugzeuge, die landen wollen, durch Funkpeilung bis auf einige Kilometer an den Landeplatz herangeführt, und zwar so, daß sie ihn genau in Richtung der Landepiste anfliegen. Da die Flughafenleitung die Bewegung des ankommenden Flugzeugs ständig verfolgt, kann sie ihm im richtigen Augenblick das Signal geben, die Wolkendecke nach unten zu durchstoßen. Sobald der Pilot dann Bodensicht hat, kann er sich allein weiterhelfen und die Landung normal ausführen. Dieses «Durchstoßverfahren» wird auf den Schweizer Flughäfen immer angewendet, wenn die Wolkendecke nicht tiefer ist als 500 m über dem Flugplatz.

Reicht die Wolkendecke jedoch noch tiefer herunter, dann muß der Kontakt zwischen Flugzeug und Bodenstation viel enger sein, denn das Flugzeug muß nun vom Boden aus viel genauer geführt werden. Eine solche *Schlechtwetterlandung*,

die für eine möglichst hohe Flugregelmäßigkeit von großer Wichtigkeit und außerdem auch für die Flugpassagiere von großer Bedeutung ist, damit die unangenehmen Zeitverluste, die durch eine Landung auf einem Ausweichflughafen entstehen, vermieden werden können, nimmt nach dem heute üblichen Verfahren etwa folgenden Verlauf:

Das in oder über den Wolken sich nähernde Flugzeug fliegt den Zielhafen durch Anpeilen des Flughafen-Senders direkt an. Sobald es sich unmittelbar über dem Flughafen befindet, wird ihm dies dadurch angezeigt, daß es den Platzsender nicht mehr empfangen kann. Außerdem stellt die Flughafenleitung akustisch fest, wann das Flugzeug den Platz überfliegt und teilt ihm dies sofort funkentelegraphisch mit. Von diesem Augenblick an muß das Flugzeug in einem ganz bestimmten Winkel (in Kloten sind es etwa 8°) zur Blindlandepiste wegfliegen. Nach einer genau festgelegten Flugzeit von einigen Minuten setzt es zu einer Kurve von 180° an, die ebenfalls genau vorgeschrieben ist, indem angegeben wird, um wieviel Grad pro Sekunde sich das Flugzeug drehen darf. Wird dieses Manöver exakt ausgeführt, indem zum Beispiel auch die Abtrift durch Seitenwind richtig einkalkuliert wird, dann gelangt der Pilot am Ende seiner Kurve genau auf die «*Anflugschneise*», mit der es folgende Bewandtnis hat:

Ein Kurzwellensender, der am Anfang der Blindlandepiste aufgestellt ist, sendet genau in ihrer Richtung einen scharf gebündelten Strahl in den Raum, der zum Beispiel im Falle von Dübendorf oder Kloten bis weit in den südlichen Schwarzwald hineinreicht. Dort befindet sich (in unserem Falle bei Trasadingen im Kanton Schaffhausen) ein Wartefunkfeuer. Sind mehrere Flugzeuge im Anflug, müssen sie dieses Wartefunkfeuer in verschiedenen Höhen, die ihnen von der Flughafenkontrolle befohlen werden, anfliegen und warten. Jedes Flugzeug erhält außerdem von der Flughafenkontrolle eine laufende Nummer und hat so lange zu warten, bis es zur Landung aufgefordert wird. Der Pilot eines anfliegenden Flugzeugs hört auf der genannten Anflugsschneise im Kopfhörer einen Dauerton. Sobald er aber die Schneise nach links verläßt, hört er in bestimmten Zeitabständen ein Punkt-Zeichen und sobald er nach rechts hinauskommt, vernimmt er ein Strich-Zeichen. So wird er auf dieser «unsichtbaren Straße» genau an den Flugplatz geführt. Auf dem neuen Flughafen Kloten wird das bisher in Dübendorf angewendete SBA-Verfahren (Lorentz-Verfahren) noch durch das neue amerikanische SCS 51-Verfahren oder ILS-Verfahren *(Instrument Landing System)* zusätzlich ergänzt werden, das wesentlich genauer ist und die Flugzeuge nicht nur genau auf den Flugplatz, sondern sogar direkt auf die Blindlandepiste heranführt.

Ebenso wichtig wie die genaue *seitliche Führung* des Flugzeuges im Blindflug ist die genaue Bestimmung der Entfernung vom Flughafen. Diese Aufgabe wird mit Hilfe von zwei oder drei weiteren Richtstrahlsendern gelöst, die in bestimmten Abständen vom Pistenanfang auf der Anflugschneise aufgestellt sind, so daß der Pilot einen genauen Anhaltspunkt hat, wie weit er noch von der Landepiste entfernt ist und hiernach seine Sinkgeschwindigkeit einrichten kann. Die beiden Vorsignale und das Hauptsignal in der Klotener Blindlande-Anlage übertönen jeweils, wenn sie überflogen werden, den Dauerton der Anflugschneise mit einem tieferen bzw. einem höheren Ton, und zwar in Intervallen und langsam an- und wieder abschwellend, so daß der Pilot gleichzeitig auf mehrere Signale zu achten hat. Diese Signale zeigen dem Flugzeugführer an, wie weit er vom Flugplatz entfernt ist und wieviel er bis zum nächsten Signal tiefer gehen kann, wenn er richtig auf die Landepiste herunterkommen soll. Damit sich der Pilot nicht allein auf diese akustischen Zeichen verlassen muß, werden ihm sämtliche Signale, also sowohl die Signale auf der Anflugschneise und auf den Gebieten seitlich daneben als auch die Zeichen der Vorsignale und des Hauptsignales außerdem noch optisch, das heißt durch Lichtzeichen angezeigt, so daß jede Möglichkeit eines Mißverständnisses ausgeschlossen ist.

Spätestens beim Überfliegen des Hauptsignales, bei dem das Flugzeug eine Höhe von 100 m haben soll, muß der Pilot die Landepiste sehen können, denn bis zum letzten Augenblick kann die Landung nicht vom Boden aus geleitet werden. Aber auch nach Überfliegen des Hauptsignales bleibt das Flugzeug nicht sich selbst überlassen. Ein besonderer, im Freien aufgestellter Beobachtungsposten meldet seine Feststellungen den Funkern im Kontrollraum, die augenblicklich das entsprechende Code-Signal zum Flugzeug hinaufsenden. Bei zu hohem oder zu tiefem Anflug erhält das Flugzeug das Zeichen «J.-J.», was bedeutet, daß der Anflug wiederholt werden muß.

Ganz so einfach und selbstverständlich, wie es hier der guten Verständlichkeit wegen beschrieben wurde, geht so eine Schlechtwetterlandung in Wirklichkeit jedoch nicht vor sich, denn jede sogenannte Blindlandung bringt sowohl für den Flugsicherungsdienst als auch für die Flugbesatzung Minuten höchster Anspannung. Das gute Zusammenspiel zwischen den verantwortlichen Männern in der Bodenstation und im Flugzeug sichert aber den Erfolg. Dies vor allem erklärt die hohe Flugregelmäßigkeit, die von der Swissair bisher erreicht werden konnte.