

Karl Heinz Hardt Von Fliegern und Flugzeugen



Regenbogenreihe

Karl Heinz Hardt

Von Fliegern und Flugzeugen –
Aus der Geschichte und Technik
der Luftfahrt

Der Kinderbuchverlag Berlin



Illustrationen von Rainer Flieger

Vom Fliegen

Bunte Luftballons fliegen, entschweben in den blauen Himmel. Pralle Freiballons und Luftschiffe ziehen majestätisch dahin. Hubschrauber schwirren umher wie Riesenlibellen. Vögel flattern davon oder kreisen elegant im Sommerwind. Insekten summen uns um die Nase, und der Stein, den wir werfen, fliegt in hohem Bogen in den Teich.

Freiballons und Luftschiffe, so meinen die Fachleute, fliegen eigentlich gar nicht, sie fahren. Sie fahren, weil sie nicht auf Schwingen schweben, sondern weil sich in ihren Hüllen Gase befinden, die leichter sind als die Luft, so daß sie emporsteigen. Hubschrauber dagegen schrauben sich im wahrsten Sinne des Wortes durch die Luft, und Vögel und Insekten schwingen sich mit Hilfe ihrer Flügel vorwärts.

Der Stein dagegen beschreibt nur eine sogenannte ballistische Kurve, eben gerade so weit, wie die Kraft ausreicht, die ihn auf die Bahn brachte. Kein Schweben, kein sanftes Gleiten, nur ein Steigen und dann das unvermeidbar gleichmäßige Fallen und schließlich der Aufschlag.

Ganz anders ist das alles bei einem Starrflügelflugzeug, dem Fluggerät mit zwei starren Flügeln, einem Rumpf und Leitwerken zum Steuern. Starrflügelflugzeuge sind schwerer als Luft, und sie haben weder drehende Rotoren wie der Hubschrauber noch bewegliche Schwingen wie die Vögel oder die Insekten.

Eigentlich müßte mit einem Flugzeug genau das gleiche geschehen wie mit dem Stein: Es müßte steigen bis

zum höchsten Punkt der Bahn und dann gleichmäßig fallen bis zum Aufschlag. Nichts dergleichen geschieht. Das motorgetriebene Flugzeug oder das motorlose Segelflugzeug, der Großtransporter oder das kleine Sportflugzeug – das Starrflügelflugzeug steigt, schwebt, gleitet sanft dahin, obwohl es Hunderttausende Mal schwerer ist als der in den Teich geworfene Stein. Das Flugzeug fliegt!

Der Mensch fliegt mit ihm um unseren Erdball, er fliegt mit ihm schneller als der Schall, und er fliegt hinauf bis in die wolkenlose Stratosphäre.

Wir wissen, daß der Mensch seit Urzeiten davon träumt, sich wie ein Vogel in die Lüfte zu erheben.

In der Urgemeinschaft war es der Wunsch, so schnell und überraschend wie der Adler oder der Habicht eine Beute zu jagen. In der Sklavenhaltergesellschaft war es der Traum der Sklaven und Gefangenen, sich mit Hilfe von Schwingen zu befreien. Zahlreiche Sagen, wie die von den gefangenen Griechen Ikarus und Dädalus oder von dem angeketteten germanischen Schmied Wieland, überliefern uns den Gedanken des Menschenfluges.

Dem deutschen Ingenieur Otto Lilienthal gelang es dann, mit seinen Forschungen und mutigen Flügen der Natur das Geheimnis der tragenden Luftströmungen endgültig zu entreißen. Erst als Ende des vorigen Jahrhunderts die technischen Voraussetzungen für den Bau flugfähiger Apparate vorhanden waren, konnte er das Fliegen mit Flugzeugen verwirklichen.

Otto Lilienthal, der erste Flieger, bei seinen Gleitflügen im Jahre 1896



Bereits wenige Jahre später nutzten die kapitalistischen Staaten die Erfindung des Flugzeuges für ihre kriegerischen Auseinandersetzungen um die Aufteilung der Weltmärkte im ersten Weltkrieg.

Mit der siegreichen Oktoberrevolution in Rußland schlug man auch in der Geschichte der Luftfahrt eine völlig neue Seite auf. Der 1. Mai 1918, der erste Feiertag der Arbeiter Rußlands nach dem Sieg der Oktoberrevolution, ist für die sozialistische Luftfahrt zu einem denkwürdigen Tag geworden. An diesem Tag besuchte Lenin die Roten Flieger auf dem Moskauer Flugplatz Chodynka-Feld, beriet sich mit ihnen über die Luftfahrtentwicklung und ließ sich ihre Flugzeuge und ihr fliegerisches Können vorführen.

Seit diesem Tag beriet Lenin im Rat der Volkskommissare die Pläne für eine Rote Luftflotte. Rote Flieger verteidigten die von allen Seiten bedrängte Revolution und trugen zum Sieg über die ausländischen Eindringlinge bei. Am 17. Januar 1921 unterschrieb Lenin das Dekret „Über den Luftverkehr“. Wenige Monate später beschloß unter Leitung Lenins der Rat der Volkskommissare, die erste europäische Fern-Luftverkehrslinie zwischen Moskau und Königsberg mit der Erweiterung nach Berlin einzurichten. Am 1. Mai 1922 startete dann das erste Flugzeug der DERULUFT, der Deutsch-Russischen Luftverkehrsgesellschaft. Mit dieser Entwicklung in Sowjetrußland diente das Flugzeug zum ersten Mal nicht mehr den privaten Profitinteressen der Unternehmer, der Rüstungswerke und Fluggesellschaften, sondern allen Werktätigen eines Landes. Die Fliegerschulen besuchten hier nicht mehr Söhne rei-

cher Eltern. In der Sowjetunion stiegen Arbeiter und Bauern in die Flugzeuge und lernten die Lüfte beherrschen.

Auch in unserem sozialistischen Vaterland kann ein gesunder junger Mann bei der Gesellschaft für Sport und Technik das Fliegen als Sport betreiben, sich auf den Ehrendienst vorbereiten, als Offizier der Nationalen Volksarmee die modernsten Überschall-Jagdflugzeuge fliegen, Kommandant eines Verkehrsflugzeuges oder Agrarpilot der INTERFLUG werden. Ja, selbst die Mädchen sind im Flugsport unserer Republik, ob im Segelflug, Motorkunstflug oder beim Fallschirmspringen, mit Weltspitzenleistungen an der Luftfahrt beteiligt. Schon zwölfjährige Jungen und Mädchen bauen und fliegen Flugmodelle und erwerben dabei die Elementarkenntnisse der technischen Flugwissenschaften. Andere arbeiten in Modellflieger-Arbeitsgemeinschaften oder den Pioniergruppen „Junge Flieger“ an den GST-Flugplätzen mit und können sich dort auf alle theoretischen Prüfungen vorbereiten und mit 14 Jahren das Fliegenlernen beginnen. Der Weg in die Kabine eines Jagdflugzeuges, in das Cockpit einer INTERFLUG-Maschine oder die Kabine eines Agrarfliegers beginnt bei uns in der Gesellschaft für Sport und Technik und führt vom Segelflug über die Motorflugausbildung zu dem angestrebten Ziel. Die Sportflugausbildung auf modernen Schulflugzeugen ist kostenlos.

Das Fliegen ist in alle Bereiche unseres Lebens eingezogen, in die Wissenschaft wie in das Verkehrswesen, in die Volkswirtschaft wie in die Landesverteidigung, in das Gesundheitswesen wie in den Sport.

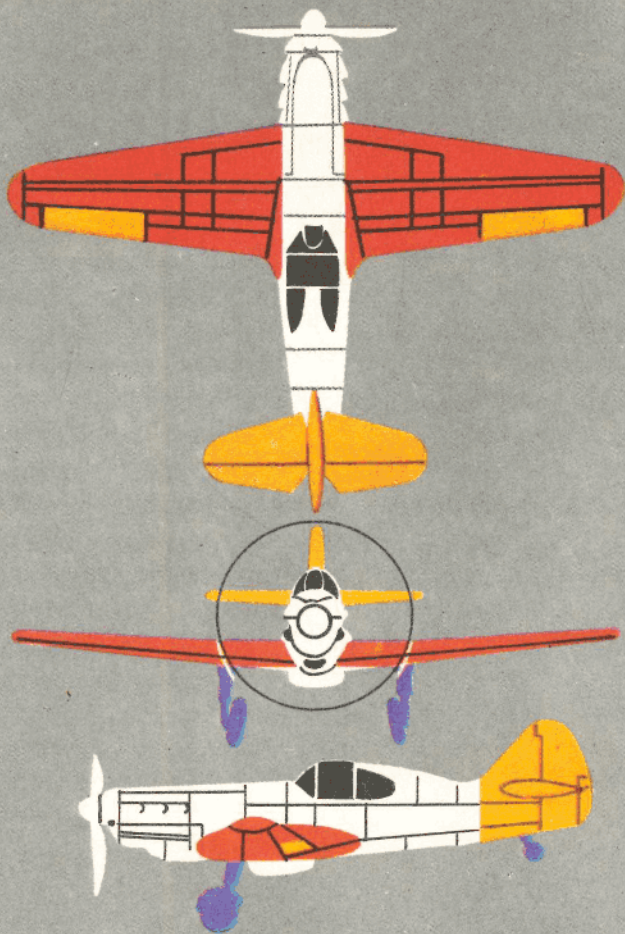
Das Flugzeug

Flieger, Konstrukteure oder auch die Halter – die Besitzer von Flugzeugen – geben ihren Fluggeräten nicht selten einen Namen. Neben den nüchternen Typenbezeichnungen wie IL-12, SZD-24 oder FES entstehen Namen wie „Libelle“, „Schwalbe“ oder „Kranich“, und diese Namen verraten meistens ein wenig vom Aussehen oder von den Eigenschaften der Flugzeuge. Die „Libelle“ ist sicherlich ein schlankes, zierliches Segelflugzeug, der „Kranich“ ein Segler mit riesigen Schwingen, und wer den Beinamen der An-22 hört, die nach dem Riesen „Antäus“ benannt wurde, kann kaum zu einem anderen Schluß kommen, als daß es sich um ein Großflugzeug handelt, das riesige Lasten schleppt.

Wir wollen jedoch Flugzeuge genauer unterscheiden, sie bezeichnen und bewerten. Merken wir uns zuallererst, daß alle Flugzeuge, die großen wie die kleinen, die überschallschnellen Jagdflugzeuge wie die langsameren motorlosen Segelflugzeuge in ihrem technischen Grundaufbau völlig gleich sind. Sie bestehen aus einem Trag- und einem Rumpfwerk, dem Leit- und dem Steuerwerk, dem Fahrwerk und die angetriebenen Maschinen natürlich noch aus dem Triebwerk.

Zum Tragwerk gehören der rechte und der linke Tragflügel, zum Rumpfwerk der Rumpf und die Flugzeugführerkabine, auch Cockpit genannt, und zum Leitwerk

Aufbau eines Flugzeuges: 1 Tragwerk, 2 Rumpfwerk, 3 Leitwerk (Höhen- und Seitenleitwerk, Querruder), 4 Fahrwerk



1

2

3

4

das Höhen- und das Seitenleitwerk mit ihren Rudern sowie die Querruder an den beiden Tragflügelenden. Zum Steuerwerk rechnen wir den Steuerknüppel oder in größeren Flugzeugen eine Steuersäule mit Handrad, die Steuergestänge, Umlenkrollen und Hebel, durch die sich die beweglichen Steuerruder an den Leitwerken leicht bewegen lassen.

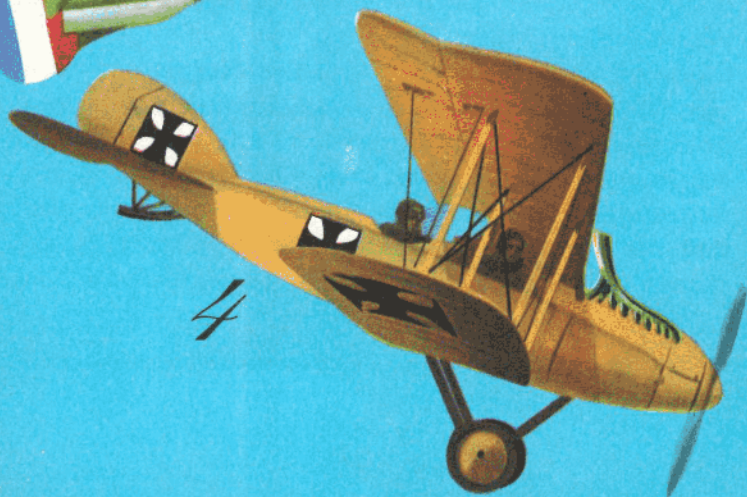
Mit Hilfe des Fahrwerks fährt das Flugzeug. Wer jedoch unter Fliegern das Wort „fahren“ gebraucht, den lacht man aus, denn sie nennen diesen Vorgang rollen. Das Fahrwerk besteht aus dem Hauptfahrwerk und dem Bug- oder Heckspornrad mit allen Teilen, an denen die Räder befestigt werden, also Achsen, Federung und Verkleidung. Bei einem Segelflugzeug kommt noch die Landekufe hinzu.

Das alles zusammen heißt das Flugwerk oder auch die Flugzeugzelle.

Flugzeuge mit zwei Tragflügeln übereinander nennen die Flieger Doppeldecker. Sind die Tragflügel dabei mit Stahlkabeln verbunden, sprechen sie vom verspannten Doppeldecker. Befinden sich zwischen den Flügeln und dem Rumpf feste Streben – zwischen der oberen Tragfläche und dem Rumpf oder zwischen der unteren und dem Rumpf –, dann ist das Flugzeug verstrebt. Doppeldecker, deren obere und untere Tragfläche Streben (Stiele) verbinden, nennt der Flugzeugbauer verstielte Doppeldecker.

Enthält ein Flugzeug weder Verspannungen noch Stre-

1 Freitragender Tiefdecker, 2 abgestrebter Hochdecker, 3 und 4 verspannte und verstielte Doppeldecker



ben noch Stiele, bezeichnet man es als freitragend und fügt zur Bezeichnung die Tragflügelanordnung, zum Beispiel freitragender Hochdecker, hinzu. Den Hochdecker erkennt man an seiner über dem Rumpf auf Streben sitzenden Tragfläche. Bei Schulterdeckern sitzt der Flügel dem Rumpf direkt auf, bei Mitteldeckern in der Mitte des Rumpfes, und das Flugzeug mit der Tragfläche unter dem Rumpf heißt Tiefdecker.

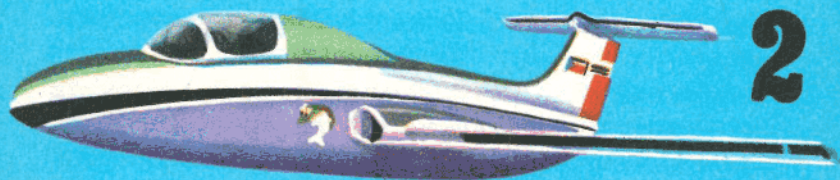
Wer ein Flugzeug beurteilen oder in eine bestimmte Kategorie einordnen will, braucht dessen technische Angaben, Abmessungen und Leistungsdaten.

Das beginnt mit der Typenbezeichnung des Flugzeuges und dem Einsatzzweck. Wichtig ist da die Spannweite, die das Maß von Flügelspitze zu Flügelspitze bezeichnet, die Länge und die Höhe des Flugzeuges. Alle diese Maße gibt man in Metern an.

Die Zahl, die Art der Triebwerke und vor allem deren Leistung interessieren die Sportflieger, wenn sie das Leistungsverhältnis der Triebwerke zur Flugzeugmasse errechnen wollen. Dazu wiederum braucht man auch die Masseangaben.

Die Leermasse gibt die Masse des Flugzeuges ohne Spezialausrüstung an: bei Verkehrsflugzeugen zum Beispiel ohne Passagiersitze und Bordküche, bei Jagdflugzeugen ohne Waffen, ohne Elektronik, bei Sportflugzeugen ohne Funkgerät. Am besten merkt man sich, daß die Leermasse alles am Flugzeug umfaßt, was gerade noch notwendig ist, um mit dem Flugzeug flie-

1 Freitragender Schulterdecker, 2 freitragender Mitteldecker, 3 freitragender Tiefdecker



gen zu können, kurz gesagt, die ständige Ausrüstung. Die Rüstmasse umfaßt die Leermasse und die Ausrüstung, wie Waffen, Kameras und ähnliches.

Die Nutzlast setzt sich aus der Masse der Passagiere, deren Gepäck, der Fracht und der Luftpost zusammen. Bei Militärflugzeugen sind es Munition und Abwurfaffen.

Die Masse eines startfertigen Flugzeuges, also betankt und beladen, nennt man Abflug- oder Startmasse. In Beschreibungen wird sie auch als Flugmasse bezeichnet.

Kennen muß man die Flugleistungen. Beginnen wir mit der Höchstgeschwindigkeit, die mit maximaler Triebwerksleistung erreichbare Horizontalgeschwindigkeit. Weil sie in erster Linie vom Widerstand abhängt und dieser sich in den verschiedenen Flughöhen verändert, verändert sich auch die Höchstgeschwindigkeit in den verschiedenen Höhen. Typenbeschreibungen enthalten meistens nur den absolut höchsten Wert. Das Formelzeichen ist $V_{\max}$; der Wert wird, wie bei allen Geschwindigkeiten, in km/h, also Kilometer pro Stunde, bei Überschallflugzeugen auch nach der Machzahl (M) angegeben, in kleinen Geschwindigkeitsbereichen jedoch in Meter pro Sekunde (m/s).

Unter Reise- oder Marschgeschwindigkeit, Formelzeichen V_R , versteht man die Geschwindigkeit bei Dauerleistung des Triebwerks. Während sie bei Zivilflugzeugen Reisegeschwindigkeit heißt, bezeichnet man sie bei Militärmaschinen als Marschgeschwindigkeit.

Bei Agrar-Flugzeugtypen hat die Mindestgeschwindigkeit, Formelzeichen $V_{\min}$, große Bedeutung, weil die

Maschinen möglichst langsam fliegen sollen. Mit der Mindestgeschwindigkeit kann ein Flugzeug gerade noch horizontal fliegen.

Zur Beurteilung von Jagdflugzeugen muß man die Steiggeschwindigkeit, Formelzeichen V_{Steig} , wissen, denn sie gibt an, in welcher Zeit ein einfliegender Gegner erreicht und bekämpft werden kann. Meist ist die maximale Steiggeschwindigkeit in Bodennähe angegeben. Mit zunehmender Höhe wird wegen der abnehmenden Luftdichte die Steiggeschwindigkeit geringer. Auch Kunstflieger, die möglichst schnell und sicher von den unteren Höhen in allen möglichen Fluglagen die oberen Höhen des Kunstflugraumes erreichen müssen, sind von der Steigleistung ihres Flugzeuges abhängig.

Segelflieger interessieren andere Flugleistungen, die Sinkgeschwindigkeit und Gleitzahl. Die Sinkgeschwindigkeit gibt an, wieviel Höhe das Flugzeug im Geradeausflug in jeder Sekunde verliert (m/s).

Die Gleitzahl leitet sich vom Gleitverhältnis ab. Fliegt das Flugzeug zum Beispiel aus 1 Kilometer Höhe 30 Kilometer weit, beträgt das Gleitverhältnis 1:30. Die Gleitzahl wäre dann 30.

Wer sich mit dem Bewerten von Flugzeugen beschäftigt, will sicher noch andere Werte wissen: die Reichweiten von Verkehrsflugzeugen, den Aktionsradius von Militärflugzeugen, die Start- und Landestrecken und noch viele andere mehr. Die hier erwähnten sind die wichtigsten, und wir wenden uns deshalb den äußerlichen Unterscheidungsmerkmalen zu, den Kennzeichen an den Flugzeugen.

Alle Flugzeuge tragen Kennzeichen — Kenner — an Tragflächen, Rumpf und Seitenleitwerk. Bei Flugzeugen unserer NVA ist das Kennzeichen ein auf die Spitze gestelltes schwarzrotgoldenes Quadrat mit dem Staatswappen unserer Republik.

Unsere Zivilflugzeuge haben als Nationalitätskenner auf Tragflügeln und Rumpf die Buchstaben DM und am Seitenleitwerk die Staatsflagge. Dem Nationalitätskenner DM folgen bei Motorflugzeugen nach einem Gedankenstrich drei Buchstaben, von denen der erste den Flugzeughalter verrät. Flugzeuge mit dem ersten Buchstaben S gehören der INTERFLUG, Flugzeuge mit einem W der Gesellschaft für Sport und Technik. Die dann folgenden beiden Buchstaben legt der Halter fest, wobei der zweite Buchstabe den Flugzeugtyp und der dritte Buchstabe das jeweilige Flugzeug kennzeichnet. Hier einige Beispiele: Strahlverkehrsflugzeuge vom Typ Tu-134 der INTERFLUG tragen nach dem S den Buchstaben C im Kenner, IL-62 den Buchstaben E, Z-37 „Čmelák“ den Buchstaben M, IL-18 ein T, die GST-Kunstflugzeuge Jak-50 ein Q.

Das Flugzeug DM—WQV kann demnach nur eine Kunstflugmaschine Jak-50 der GST, die DM-SCD eine Tu-134 und die DM-STB eine IL-18 der INTERFLUG sein.

Mit diesen Kennern melden sich die Flugzeugführer über Funk, wenn sie mit der Bodenstelle oder mit anderen Flugzeugen sprechen. Damit keine Mißverständnisse entstehen, verwenden sie ein internationales Lautalphabet. Sie sagen nicht „Hier ist DM—WFO!“, sondern „Hier ist Delta—Mike—Whisky—Foxtrott—Oskar!“

Das Lautalphabet der Luftfahrt umfaßt folgende Wörter:

A	Alfa	N	November
B	Bravo	O	Oskar
C	Charlie	P	Papa
D	Delta	Q	Quebec
E	Echo	R	Romeo
F	Foxtrott	S	Sierra
G	Golf	T	Tango
H	Hotel	U	Uniform
I	India	V	Victor
J	Juliett	W	Whisky
K	Kilo	X	X-ray
L	Lima	Y	Yankee
M	Mike	Z	Zulu

Wenn sich im Kopfhörer eine Stimme meldet: „Hier spricht Delta—Mike—Sierra—Charlie—Delta!“, dann ist es der Kommandant einer Tu-134 der INTERFLUG.

Die motorlosen Fluggeräte, die Segelflugzeuge, haben andere Kennzeichen. Sie tragen nach dem Nationalitätskenner DM keine Buchstaben, sondern eine vierstellige Zahl, zum Beispiel DM—3174. Die erste der vier Zahlen bezeichnet die Kategorie, zu der das Segelflugzeug gehört. Flugzeuge mit dem Kenner DM—1 ... sind einsitzige Trainings- oder Schulsegelflugzeuge, mit DM—2 ... einsitzige Leistungsflugzeuge, mit DM—3 ... doppelsitzige Segelflugzeuge oder Motorsegler und mit DM—4 ... Kunstflug-Segelflugzeuge. Die folgenden drei Ziffern sind in Gruppen geordnet, so daß jeder Segelflugzeugtyp eine eigene Reihenfolge hat.

Das Geheimnis des Fliegens

Das Verkehrsflugzeug der INTERFLUG IL-62 besitzt eine Leermasse von 66 400 Kilogramm. Mit der Betriebs- und Nutzlast — das sind 100 000 Liter Kraftstoff, die achtköpfige Besatzung, die Bordverpflegung, das Gepäck, die Fracht und einhundertsechszwanzig Passagiere — erreicht sie eine Abflugmasse von 160 000 Kilogramm. Das entspricht der Masse von etwa achttausend Fahrrädern, zweihundertsechzig Trabants oder hundertsebenundsiebzig Wartburgs.

Sanft hebt die IL-62 ab, steigt und kurvt elegant in den Himmel. Sie fliegt 6 000 Kilometer weit und brauchte erst in Conakry, im fernen Afrika, wieder zu landen, müßte sie nicht in Budapest Fracht und Passagiere aufnehmen. Dennoch brauchen wir darüber nicht zu staunen. Die IL-62 ist noch nicht einmal das größte und schwerste Flugzeug, das es gibt. Der sowjetische Großraumtransporter An-22 übertrifft mit seiner Abflugmasse von 250 000 Kilogramm die IL-62 noch um rund 90 Tonnen.

Wie ein Wunder scheint uns das Schweben und Gleiten einer solchen Masse. Da es Wunder nicht gibt, muß es eine natürliche Erklärung dafür geben.

Uns stellt sich die Frage nach jener riesigen Kraft, die es fertigbringt, eine Schwere von 160 000 Kilogramm aufzuheben. Genaugenommen muß diese Kraft sogar stärker sein, denn sie hebt ja die Schwerkraft nicht nur auf, sondern die Masse hoch in die Lüfte.

Wer oder was bewirkt das? Sind es die Triebwerke oder die starren Flügel, oder ist es die Luft?

Da man Flugzeugflügel auch Tragflügel nennt, liegt es nahe, daß die riesigen Schwingen tatsächlich etwas damit zu tun haben. Wer das vermutet, der ist auf dem richtigen Weg, wenn auch noch längst nicht bei der Lösung des Problems. Um das Kräftespiel am Flugzeug zu verstehen, müssen wir zuerst die Luft und deren Strömungseigenschaften kennenlernen.

Die Wissenschaft von der Bewegung der Luft, welche die Strömungsvorgänge erklärt, heißt Aerodynamik, und sie beantwortet unsere Frage.

Luft: Wir sehen sie nicht, spüren sie aber als eine Widerstandskraft, wenn wir mit dem Fahrrad dahinsausen. Sie ist ein unsichtbares Gasgemisch, und es scheint, als sei die Luft inkompressibel, das heißt, als sei sie nicht zusammendrückbar. Das scheint aber nur so in den Geschwindigkeitsbereichen unter 600 Kilometer pro Stunde (km/h). Erreicht ein Körper eine Geschwindigkeit von mehr als 600 km/h, beginnt sich die auf die Flügelvorderkante auftreffende Luft zu stauen. Sie kann bei den hohen Geschwindigkeiten dem Flügelprofil nicht mehr ausweichen, verdichtet sich, und es bilden sich im Bereich des Überschallfluges völlig andere Strömungsvorgänge am Tragflügel als bei Flugzeugen, die weniger als 600 km/h fliegen. Diese Entdeckung der Aerodynamiker, die ja lange Zeit geglaubt hatten, die Luftdichte bleibe stets gleich, war eine echte Überraschung für Wissenschaft, Technik und vor allem für die Flieger, von denen nicht wenige auf rätselhafte Weise verunglückten, wenn sie mit ihrem Flugzeug in den Überschallbereich vorstießen.

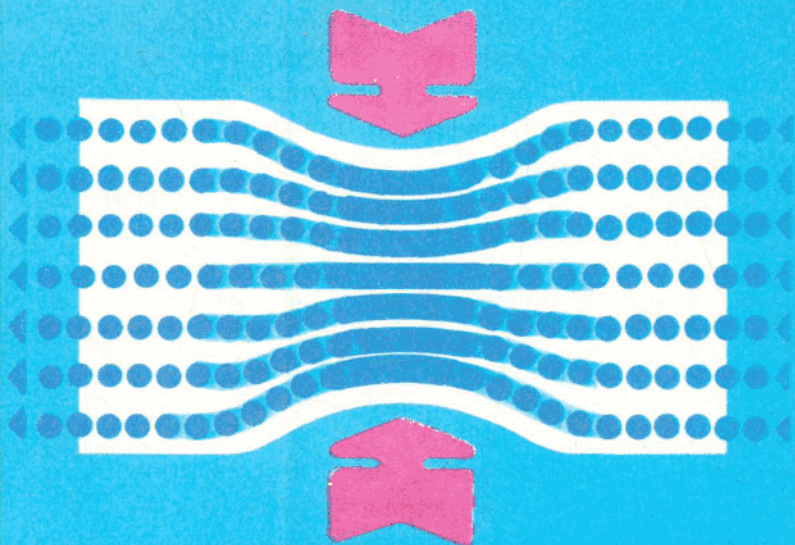
Zur Klärung der Frage nach dem Geheimnis des Fliegens merken wir uns jedoch vorerst nur, daß die Zusammendrückbarkeit (Kompressibilität) der Luft in den Geschwindigkeitsbereichen, in denen Segel- und Motorsportflugzeuge oder die propellergetriebenen Verkehrsflugzeuge fliegen, keine Rolle spielt. Hier können wir dem Geheimnis des Fliegens aber am deutlichsten auf die Spur kommen, und da Luft und Wasser verwandt sind, können wir die an Tragflügeln ablaufenden Strömungsvorgänge selbst ausprobieren, indem wir das Wasser zu Hilfe nehmen.

Hält man einen Wasserschlauch vorn etwas zu, beschleunigt sich das Wasser und spritzt in höherem Bogen heraus als vorher. Fließt es durch ein in der Mitte verengtes Rohr, so strömt das Wasser an der engen Stelle schneller.

Auch die Luft läßt sich an der engen Stelle nicht zusammendrücken, sondern pfeift schneller hindurch. Bekäme ein Flugschüler in der Aerodynamik-Prüfung die Frage gestellt, warum das so ist, würde er etwa mit folgenden Worten antworten:

„Nach dem Gesetz von der Erhaltung der Energie bleibt die Gesamtenergie immer gleich. Demzufolge verstärkt sich in der verengten Stelle der dynamische Druck in dem Maße, wie der statische Druck abnimmt. Flüssigkeiten und Gase durchströmen unterschiedliche Querschnitte von Leitungen so, daß immer die

Oben: Strömungsvorgang in einem verengten Rohr (Bernouillisches Gesetz). Unten: Was mag wohl geschehen, wenn man zwischen die beiden Karten bläst?



gleiche Menge in der gleichen Zeit hindurchfließt. Bei großem Querschnitt ist die Geschwindigkeit klein, bei kleinem Querschnitt wird die Geschwindigkeit groß. Höhere Strömungsgeschwindigkeit, das bedeutet Unterdruck und Sogwirkung, geringe Strömung dagegen Überdruck.“

Die Kraft, die sich am luftumströmten Tragflügel bildet, jene Kraft, mit der die tonnenschweren Flugzeuge die Schwerkraft überwinden, heißt Auftrieb. Was Auftrieb ist, kann jeder selbst erproben. Eine schräg nach oben in den Fahrtwind gehaltene flache Hand wird vom Luftstrom getroffen und hochgedrückt.

Ein Drachen steigt, solange ihn der Luftstrom trifft. Er steigt durch den Auftrieb.

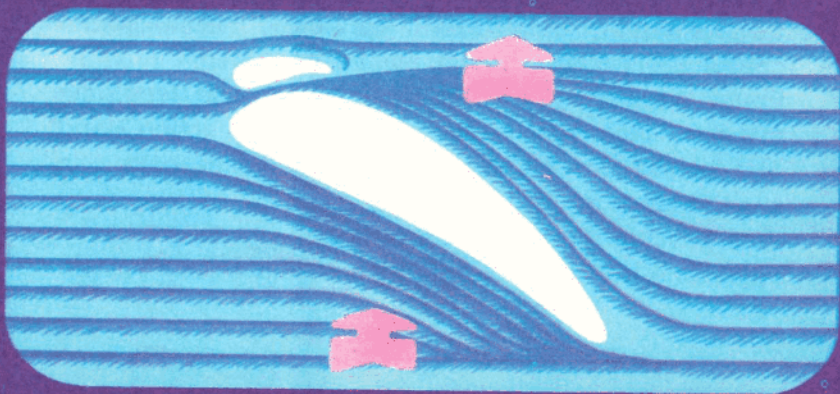
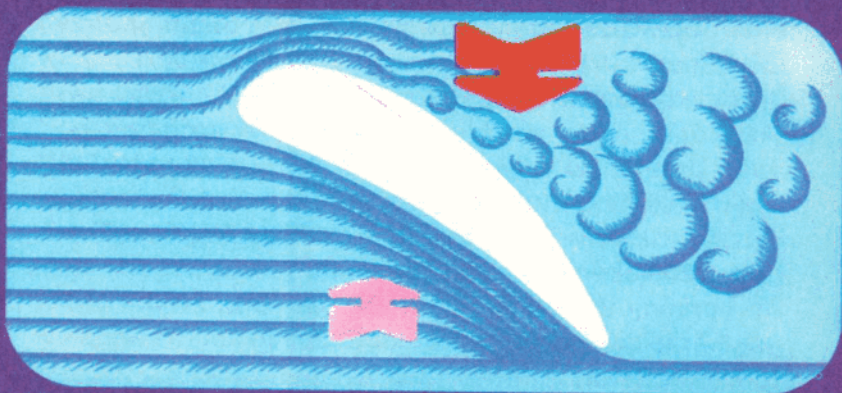
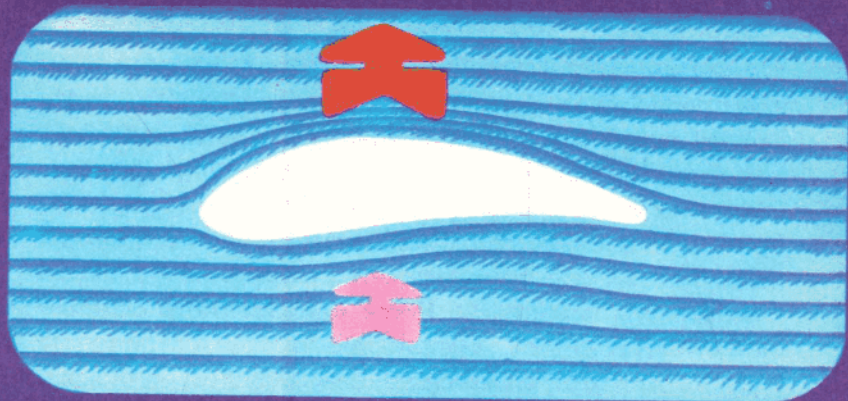
Wie ein Drachen ist auch der Tragflügel eines Flugzeuges im Luftstrom angestellt. Der Druck an den drachenähnlichen Tragflächen reicht jedoch niemals aus, ein so schweres Flugzeug wie die IL-62 auch nur anzuheben.

Damit ein Flugzeug in die Luft getragen wird, muß der Auftrieb weitaus wirksamer sein als zum Drachensteigen.

Vor rund acht Jahrzehnten entdeckten die Brüder Otto und Gustav Lilienthal, daß gewölbte Tragflächen weitaus höheren Auftrieb erzeugen als die ebenen Flächen eines Drachen.

Was geschieht nun an einem gewölbten Tragflügel?

Strömungsvorgänge am Tragflügel. Oben: An der Oberseite Sog, an der Unterseite Druck – beide bilden den Auftrieb. Mitte: Tragflügel ist zu steil angestellt, Strömung reißt ab. Unten: Ein Vorflügel drückt die Strömung an das Profil



Würden wir den Tragflügel anschneiden, könnten wir erkennen, daß er oben stärker gekrümmt ist als unten. Sobald sich das Flugzeug in Bewegung setzt, trifft der Luftstrom vorn auf das Profil und wird von ihm geteilt. Oben hat er einen längeren Weg zurückzulegen als unten, infolgedessen muß der Luftstrom oben schneller fließen als an der Unterseite des Profils.

Erinnern wir uns an die Sätze von der stets gleichbleibenden Energie. Die unterschiedliche Strömung am Flügelprofil ruft unterschiedliche Druckverhältnisse hervor. Wir wissen, daß durch Querschnittsverengung eine höhere Strömungsgeschwindigkeit entsteht, und die höhere Strömungsgeschwindigkeit erzeugt Unterdruck, also eine Sogwirkung. So wie sich der Druck am Tragflügel oben verringert, verstärkt er sich unten: oben Unterdruck und Sog und an der Flügelunterseite Überdruck. Sog und Druck, sie beide zusammen bilden den Auftrieb am Tragflügel, der ein Flugzeug vom Erdboden zu heben und in das Luftmeer zu tragen vermag. An herkömmlichen Profilen trägt der Sog an der Flügeloberseite zu zwei Drittel, der Druck an der Unterseite zu einem Drittel zum Auftrieb bei.

Daß an der schneller umflossenen Profiloberseite ein Sog entsteht, sollen zwei Versuche veranschaulichen.

Erster Versuch: Wir nehmen eine Postkarte, legen sie auf den Tisch oder halten sie unter der flachen Hand und blasen von oben durch den Zwischenraum von zwei Fingern auf die Postkarte.

Was geschieht mit der Postkarte?

Eigentlich müßte sie wegfliegen, wenn wir sie so von

oben anblasen. Das Gegenteil tritt jedoch ein. Der schnell fließende Luftstrom bildet einen Unterdruck, also einen Sog, und zieht die Karte an die flache Hand. Der von der anderen Seite der Karte wirkende höhere Druck drückt sie nach oben.

Zweiter Versuch: Wir nehmen eine zweite Postkarte hinzu, ziehen beide über die Tischkante, bis sie sich wölben. Um sie besser halten zu können, knicken wir sie an den Enden ab. Beide Karten halten wir, wie auf der Abbildung zu sehen, vor den Mund und blasen zwischen den gewölbten Karten hindurch. Wieder tritt das Gegenteil von dem ein, was wir vermuten. Die Karten klappen nicht auseinander, sondern der schnell fließende Luftstrom bildet einen Unterdruck, also einen Sog, und zieht die Karten zusammen.

Was hier geschieht, ist das eigentliche Geheimnis des Fliegens. Die Strömungsvorgänge demonstrieren uns den Tragflügel-Auftrieb, der im Kampf mit der Schwerkraft Sieger bleibt und ein Flugzeug schweben und gleiten läßt.

Merken wir uns: Die Größe des Auftriebs, die ein Flugzeug in die Lüfte hebt, wird von dem asymmetrischen Profil des Tragflügels bestimmt, von der Umströmungsgeschwindigkeit der Luft um die Tragfläche und von dem Anstellwinkel des Flügels gegen die Luftströmung!

Ein Flugzeug wird gesteuert

„Fliegen ist nicht schwieriger als Radfahren!“ sagen die Flieger. Wer es kann, für den mag das zutreffen, antworten die Nichtflieger. Wer es erlernen will, dem bereitet es sicherlich nicht weniger Mühe als das An-eignen anderer Kenntnisse und Fähigkeiten. Lernen erfordert immer Ausdauer, Fleiß, Hartnäckigkeit und Disziplin. Nicht anders ist das bei der Fliegerei.

„Fliegen heißt landen!“ sagt nämlich der Fluglehrer und will damit andeuten, daß das Landen große Bedeutung hat.

Teilen wir den Flug mit einem Flugzeug in drei Phasen, in Start, Flug und Landung, und fragen nach dem Schwierigkeitsgrad der einzelnen Abschnitte, so erhält die Landung den höchsten Grad. Ihr folgt der Start. Der Flug selbst ist der am schnellsten erlernbare Teil.

Das hängt damit zusammen, daß bei einem Flugzeug, solange es in Bodennähe fliegt, bei Start und Landung ein Steuerfehler kaum mehr auszugleichen ist. Hoch oben im Fluge kann man derartige Fehler, das noch wenig ausgebildete Reaktionsvermögen oder andere Unzulänglichkeiten eines Flugschülers, korrigieren, ohne eine Bodenberührung fürchten zu müssen.

Besorgte Mütter geben ihren Kindern, die das Fliegen erlernen, oft als Mahnung mit auf den Weg, ja nicht zu hoch und vor allem nicht zu schnell zu fliegen. Wenn die ahnungslosen Mütter wüßten, was sie da raten. Nichts ist gefährlicher, als tief und langsam zu fliegen.

Eine der ersten Fliegerregeln, die ein Fluglehrer seinen Schülern mit auf den Weg gibt, heißt: „Fahrt ist das

halbe Leben!“ Wobei hier der Begriff Fahrt hohe Geschwindigkeit bedeutet.

Solange Luft die Tragflügel und Steuerruder kräftig umströmt, tragen die Flügel und reagieren die Steuerruder, und der Pilot kann handeln. Reißt die Strömung an den Tragflügeln ab, weil zu langsam geflogen wird, stürzt das Flugzeug ab. Geschieht das in geringer Höhe, kann der Flieger nicht einmal mehr mit dem Fallschirm abspringen.

Unsere Schulflugzeuge sind jedoch speziell unter dem Gesichtspunkt konstruiert, einem Flugschüler den Start und die Landung zu erleichtern. Es sind robuste, „gutmütige“ Konstruktionen, von denen die Flieger sagen, sie lägen wie Bretter in der Luft. Sie meinen damit, daß ihre Kiste, ihr Kahn oder ihre Bude – Flugzeug sagen die Flieger in den seltensten Fällen zu ihren Maschinen – einen stabilen Gleichgewichtszustand besitze und sich nicht so schnell von einer Windböe aus der Richtung bringen ließe.

Nun will ein Flieger nicht nur ruhig geradeaus durch die Luft fliegen, sondern steigen und kurven, sinken und den Sturzflug wieder abfangen, einen Überschlag (Looping) oder auf dem Rücken fliegen. Neben der gewünschten Stabilität muß deshalb ein gutes Flugzeug auf die Steuerausschläge des Piloten schnell und wirkungsvoll reagieren. Während der Konstrukteur die erwünschte Stabilität schafft, führt der Pilot die Fluglageänderungen mit den Steuerorganen herbei.

Ein Flugzeug bewegt sich um drei Achsen; um die Hochachse oder Z-Achse, die Längs- oder X-Achse und die Quer- oder Y-Achse. Diese Achsen sind gedachte

Linien, die sich an einem Punkt im Flugzeug rechtwinklig schneiden, dem Schwerpunkt.

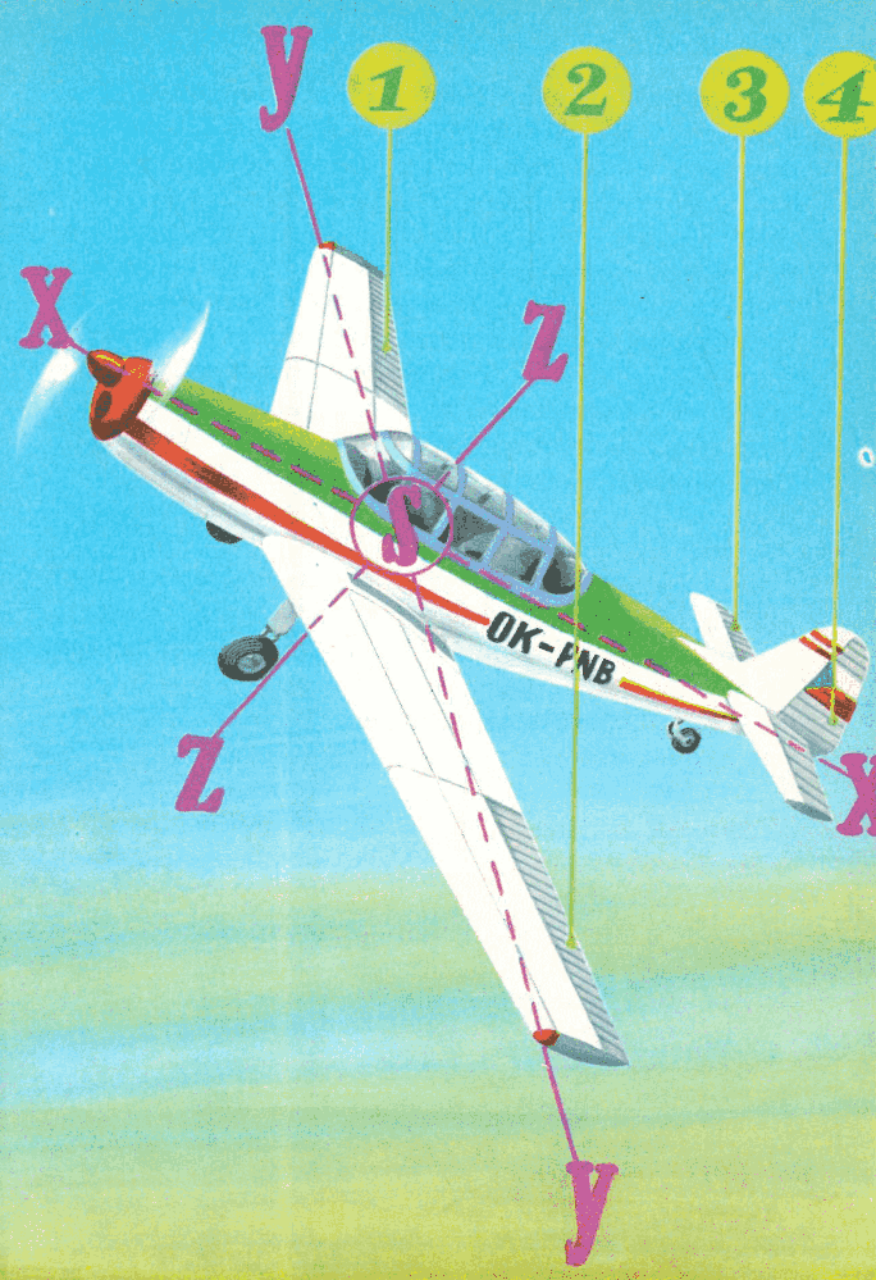
Die Hochachse ist eine senkrechte gedachte Linie, die Längsachse eine Linie von der Rumpfspitze zum Heck, und die Querachse verläuft von Flügelspitze zu Flügelspitze. Eine Veränderung der Fluglage um eine der Achsen bewirkt man durch den Ausschlag eines Steuerruders.

Zu jeder der Achsen gehört eines der Ruder. Bewegungen um die Hochachse führt der Pilot mit dem Seitenruder, Bewegungen um die Längsachse mit den Querrudern und Bewegungen um die Querachse mit dem Höhenruder herbei.

Besteigen wir doch einmal ein Flugzeug, am besten eine kleine schnittige Sportmaschine der Gesellschaft für Sport und Technik. Unsere Füße setzen wir auf die Pedale am Kabinenboden. Mit ihnen betätigen wir das Seitenruder. Treten wir das rechte Pedal, schlägt das Seitenruder nach rechts aus, der Luftstrom trifft auf das Ruder und drückt das Heck nach links weg. Da wir uns beim Seitenruderausschlag um die Hochachse drehen, wendet sich das Flugzeug nach rechts.

Zwischen unseren Beinen befindet sich der Steuerknüppel. Er sieht fast aus wie ein senkrecht stehendes Stahlrohr mit Fahrradlenkergriff. Oben am Griff fassen wir den Knüppel und drücken ihn nach vorn. Der Flieger sagt zu dieser Steuerbewegung auch Drücken, denn das Höhenruder am Heck klappt dabei nach unten, der

S Schwerpunkt, Z Hochachse, X Längsachse, Y Querachse, 1 und 2 Querruder, 3 Höhenruder, 4 Seitenruder



Luftstrom drückt das Rumpffende hoch, und da wir uns wieder um den Schwerpunkt des Flugzeuges und um die Querachse drehen, geht es nun in sausendem Flug hinab. Wir fallen, sinken, fliegen im Sturzflug, drücken das Flugzeug nach unten. Die Erde kommt immer näher, und wir müssen die Maschine abfangen, wenn wir nicht am Boden zerschellen wollen. Dazu ziehen wir den Knüppel an uns heran. Das Höhenruder klappt nach oben, der Luftstrom drückt das Heck herab, und da wir uns um die Querachse drehen, hebt sich die Spitze des Flugzeuges nach oben. Geben wir nach dem Abfangen Gas, heult der Motor auf, der Propeller dreht schneller, zieht das Flugzeug voran, der Auftrieb wächst an, und wir steigen wieder hinauf.

Wir können den Steuerknüppel nicht nur drücken oder ziehen, sondern auch nach rechts oder links bewegen. Dabei arbeiten die an den Flügelenden befindlichen Querruder. Das auffälligste an diesen Querrudern ist, daß sie gegenseitig ausschlagen. Schlägt eines nach oben, schlägt das andere nach unten aus. Dadurch wird ein Flügel hoch-, der andere heruntergedrückt. Die Querruder bewirken die Schräglage des Flugzeuges oder führen es aus der schrägen Fluglage zurück in die Horizontale. Mit Hilfe der Querruder fliegt man Kurven, außerdem müssen wir dabei allerdings das Seitenruder betätigen.

Versuchen wir es: Gleichzeitig treten wir auf das rechte

Steuern eines Flugzeuges: 1 Ziehen des Steuerknüppels, Höhenruder schlägt aus; Luftstrom drückt das Rumpffende nach unten; das Flugzeug steigt, 2 Drücken des Knüppels, gegenteilige Wirkung; das Flugzeug stößt nach unten

1



2



Pedal und bewegen den Steuerknüppel nach rechts. Das rechte Querruder steht jetzt nach oben, das linke nach unten. Der rechte Tragflügel wird herab-, der linke hochgedrückt. Dabei bewegt sich durch den Seitenruderausschlag das Heck nach links und die Rumpfspitze nach rechts. Das Flugzeug liegt schräg und fliegt ruhig, in einem eleganten Bogen, in einer Rechtskurve.

Tief unten scheint sich die Erde an uns vorüberzudrehen, die Wälder, Wiesen, die Straße und das Dorf, in dessen Höfe wir von hier oben schauen können.

Wir richten die Maschine wieder auf, indem wir Steuerknüppel und Seitenruder gleichzeitig nach links ausschlagen, bis sie wieder waagrecht liegt.

So wird ein Flugzeug gesteuert, unser kleines Sportflugzeug wie die große IL-62 der INTERFLUG oder die überschallschnelle MiG unserer Nationalen Volksarmee. Nur im Aussehen unterscheiden sich die Steuerorgane, mit denen man Quer- und Höhenruder betätigt. Große, schwere Flugzeuge, manchmal allerdings auch kleinere Reiseflugzeuge, haben anstatt des einfachen Steuerknüppels eine Steuersäule mit einem Handrad, das fast wie das Lenkrad im Auto aussieht. Das Höhenruder bewegt man hier durch Ziehen oder Drücken der Steuersäule, das Querruder durch Drehen des Handrades. Die Pedale des Seitenruders gibt es im

3 Steuerknüppel nach links, Querruder rechts schlägt nach unten aus, Querruder links nach oben; Flugzeug dreht um die Längsachse (Schräglage), 4 Seitenruderpedal, rechts getreten, Seitenruder schlägt aus; Flugzeug dreht um die Hochachse nach rechts



Überschall-Verkehrsflugzeug genauso wie im Jagdflugzeug, im Agrar- wie im Segelflugzeug. Steuerwirkung ist jedoch nur so lange vorhanden, solange eine kräftige Luftströmung die Ruder umströmt. Fahrt ist also tatsächlich das halbe Leben des Fliegers. Wer sich an diese Regel hält, wird bald behaupten, daß Fliegen nicht schwieriger sei als Radfahren.

Wie sich das Flugzeug vorwärts bewegt

Wir wissen nun, daß der Auftrieb an den Tragflächen nur entsteht, wenn Luft die Flügel umströmt. Das ermöglicht erst eine Kraftquelle, die das Flugzeug vorwärts bewegt.

Bei angetriebenen Flugzeugen sind es Kolbenmotoren, Gasturbinen oder Raketentriebwerke. Beim motorlosen Segelflugzeug ist es die Schwerkraft. Sie zwingt das Segelflugzeug aus seiner Höhe herab, beschleunigt es dabei derart, daß der Tragflügel ausreichend umströmt wird, um Auftrieb zu erzeugen. Bei diesem Kräftespiel zwischen Schwerkraft und Auftrieb bleibt letztlich die Schwerkraft Sieger, aber der Auftrieb reicht aus, um den Segelflieger weit über das Land zu tragen, nachdem er durch ein Schleppflugzeug oder von einer Schleppwinde in den Luftraum gelangte.

Doch zurück zu den angetriebenen Flugzeugen. Eine Kolbenmotormaschine bewegt genaugenommen nicht der Motor vorwärts, sondern der vom Motor getriebene, sich in die Luft schraubende Propeller. Deshalb heißt der Propeller auch Luftschraube. In jenen Höhen, wo die Luftdichte immer mehr abnimmt, verliert die Luftschraube ihre Wirkung. Dort erreicht die Gasturbine als Flugzeugantrieb ihren höchsten Wirkungsgrad. Fehlt in Höhen über 30 000 Meter der für die Verbrennung in der Gasturbine notwendige Sauerstoff, ist auch ihr Einsatz begrenzt. Den Höhenweltrekord für gasturbinengetriebene Flugzeuge hält der sowjetische Testpilot Alexander Fedotow mit einem strahlgetriebenen Flugzeug E-266, mit dem er 36 240 Meter hoch flog.

Das Raketentriebwerk, das man in luftdichten Schichten als Starthilfstriebwerk oder für kurzzeitigen Einsatz bei Hochgeschwindigkeitsflügen in jeder beliebigen Höhe einsetzt, arbeitet unabhängig vom Sauerstoff der Luft und treibt jene Flugzeuge an, die in Höhen weit über 30 000 Meter, also schon fast im Weltraum, fliegen sollen.

Das klassische Triebwerk:

Das älteste Flugzeugtriebwerk ist der Kolbenmotor, eine nach dem Otto-Prinzip arbeitende Verbrennungsmaschine, wie wir sie in Kraftfahrzeugen finden. Auch Dieselmotoren und Zweitaktmotoren setzte man zeitweilig als Flugzeugtriebwerke ein, am erfolgreichsten blieb jedoch der Viertakt-Otto-Motor.

Nach der Anordnung der Zylinder nennt man Flugzeugmotoren Reihen- oder Sternmotoren. Beim Reihenmotor liegen die Zylinder hintereinander, beim Sternmotor sind sie sternförmig um die Propellerwelle angeordnet. Kleinflugzeuge haben manchmal auch Motoren mit einander gegenüberliegenden Zylindern; bei diesen Boxermotoren arbeiten die Kolben gegeneinander.

Kleinflugzeuge und Motorsegler, das sind Segelflugzeuge mit einem eigenen Startmotor, kommen bereits mit Triebwerken ab 15 kW (etwa 20 PS) aus. Das stärkste für ein Flugzeug je gebaute Kolbentriebwerk dagegen besaß eine Leistung von 2 648 kW (3 600 PS).

Oben: Flugzeug mit zwei Strahltriebwerken. Unten: Flugzeug mit einem Sternmotor (Kolbentriebwerk)



Mit Kolbenmotorflugzeugen erreichten Rekordflieger Geschwindigkeiten bis 776 Kilometer pro Stunde. Der Wirkungsgrad von Luftschrauben ist jedoch begrenzt und läßt Geschwindigkeiten über 900 Kilometer pro Stunde niemals zu.

Das TL-Triebwerk:

Mit der Erfindung der Gasturbine gelang es, die Geschwindigkeitsgrenze der Propellerflugzeuge um ein Vielfaches zu überbieten. Die Gasturbine ermöglichte den Vorstoß in den Überschallbereich. Diesen Antrieb bezeichnet man als TL-Triebwerk. TL ist die Abkürzung von Turbinenluftstrahl; viele sagen auch Strahl- oder Düsentriebwerk. Die Arbeitsweise eines TL-Triebwerkes ist einfach und schnell erklärt.

Ein Elektromotor dreht die Kompressorwelle. Die sich dabei mitdrehenden Kompressorlaufräder, auch Verdichter genannt, saugen durch den Einlauf Luft an, verdichten sie und befördern sie in die um die Welle angeordneten Brennkammern. In die Brennkammern wird der Kraftstoff Kerosin eingespritzt und verbrannt. Die bis auf 2023 K (plus 1750 Grad Celsius) erhitzten Verbrennungsgase dehnen sich aus, treffen mit rund 500 Metern pro Sekunde Geschwindigkeit auf die Tur-

Turbinen-Luftstrahl-Triebwerk (TL): 1 Luftereinlauf, 2 Elektromotor zum Anlassen, 3 Verdichter und Turbinenlaufräder, 4 Einspritzdüse, 5 Brennkammern, 6 Reguliereinsatz, 7 Einspritzdüse des Nachbrenners, 8 regelbare Schubdüse. Unten: Zweistrom-Triebwerk (ZTL). 1 Luftereinlauf, 2 Elektromotor, 3 Niederdruckverdichter, 4 und 5 Hochdruckverdichter und -turbine, 6 Einspritzdüse, 7 Brennkammer, 8 Reguliereinsatz, 9 Nachverbrennung, 10 regelbare Schubdüse



1 2 3 4 5 3 6 7 8



1 2 3 4 5 6 7 5 8 9 10

binenschaufeln und setzen sie in Bewegung. Da die Turbinen- und Kompressorschaufelräder auf der gleichen Welle sitzen, wird der Elektromotor nun abgestellt. Die heißen Gase strömen unter hohem Druck aus der Düse – am Erdboden mit etwa 600 Metern pro Sekunde, im Fluge noch darüber – und stoßen so das Flugzeug vorwärts. Diese Vortriebskraft heißt Schub, man mißt sie in Newton (N) oder Kilonewton (kN).

Das TL-Triebwerk mit Nachbrenner:

Die Schubkraft von TL-Triebwerken erhöht sich bei Verwendung eines Nachbrenners. In den heißen Gasen befindet sich noch ein solch hoher Anteil Sauerstoff, daß er für eine zusätzliche Verbrennung ausreicht. In die ausströmenden Gase wird deshalb noch einmal Kraftstoff eingesprüht und verbrannt. Mit einer verstellbaren Austrittsöffnung kann man die Ausströmgeschwindigkeit und damit den Schub regeln. Nachbrenner ermöglichen Schubsteigerungen bis zu 30 Prozent und damit weitaus höhere Geschwindigkeiten. Da der Kraftstoffverbrauch dabei jedoch spürbar ansteigt, schalten die Flieger den Nachbrenner nur zum schnelleren und sichereren Start ein. Jagdflieger erreichen mit seiner Hilfe schneller den Gegner, Rekordflugzeuge flogen damit dreifache Schallgeschwindigkeit.

Propeller-Turbinen-Luftstrahl-Triebwerk (PTL): 1 Propeller, 2 Luft-einlauf, 3 Luftschraubengetriebe, 4 Verdichter und Turbine, 5 Hochdruckverdichter und -turbine, 6 Einspritzdüse, 7 Brennkammer, 8 Reguliereinsatz, 9 Schubdüse



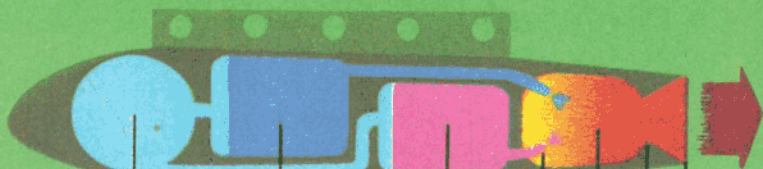
1 2 3 4 5 6 7 5 4 8 9

Das ZTL-Triebwerk:

Im Luftverkehr spielt der Triebwerkslärm eine besondere Rolle, und die Motorenkonstrukteure bemühten sich immer, für Verkehrsflugzeuge nicht allzu laute Triebwerke zu schaffen. Das Zweistromtriebwerk, oder kurz ZTL-Triebwerk genannt, ist ein solches Aggregat. Es hat eine hohe Schubwirkung, verbraucht weniger Kraftstoff als andere TL-Triebwerke und ist außerdem leiser. Seine technische Besonderheit besteht darin, daß die von einem Niederdruckverdichter angesaugte Luft sich teilt. Ein Teil wird von einem Hochdruckverdichter in die Brennkammern befördert, in denen die Energie wie bei herkömmlichen TL-Triebwerken erzeugt wird. Der andere Teil umströmt als zweiter Strom die Verdichter, Brennkammern und Turbine und trifft erst in der Ausströmdüse unverbrannt und unverdichtet zu den heißen Gasen. Den auf diese Weise mit Sauerstoff angereicherten Luftdurchsatz zündet ein Nachbrenner noch einmal, und so erhöht sich die Schubwirkung beträchtlich. Der zweite Strom dient gleichzeitig als Kühlsystem.

Der Nachteil der ZTL-Triebwerke liegt jedoch darin, daß sie nur in den Geschwindigkeitsbereichen zwischen 800 und 1 400 Kilometern pro Stunde wirtschaftlich arbeiten. Für Hochgeschwindigkeitsflugzeuge, die zwei- oder dreifache Schallgeschwindigkeit fliegen, kommt das ZTL-Triebwerk also nicht in Frage.

Raketentriebwerk: Oben: 1 Preßluftbehälter, 2 Tank für Sauerstoffträger, 3 Brennstofftank, 4 Einspritzdüsen, 5 Brennkammer, 6 Schubdüse, 7 Austrittsöffnung. Unten: 1 Raketenkörper, 2 Feststofftreibsatz, 3 Zünder, 4 Brennkammer, 5 Düse, 6 Austrittsöffnung



1 2 3 4 5 6 7



1 2 3 4 5 6

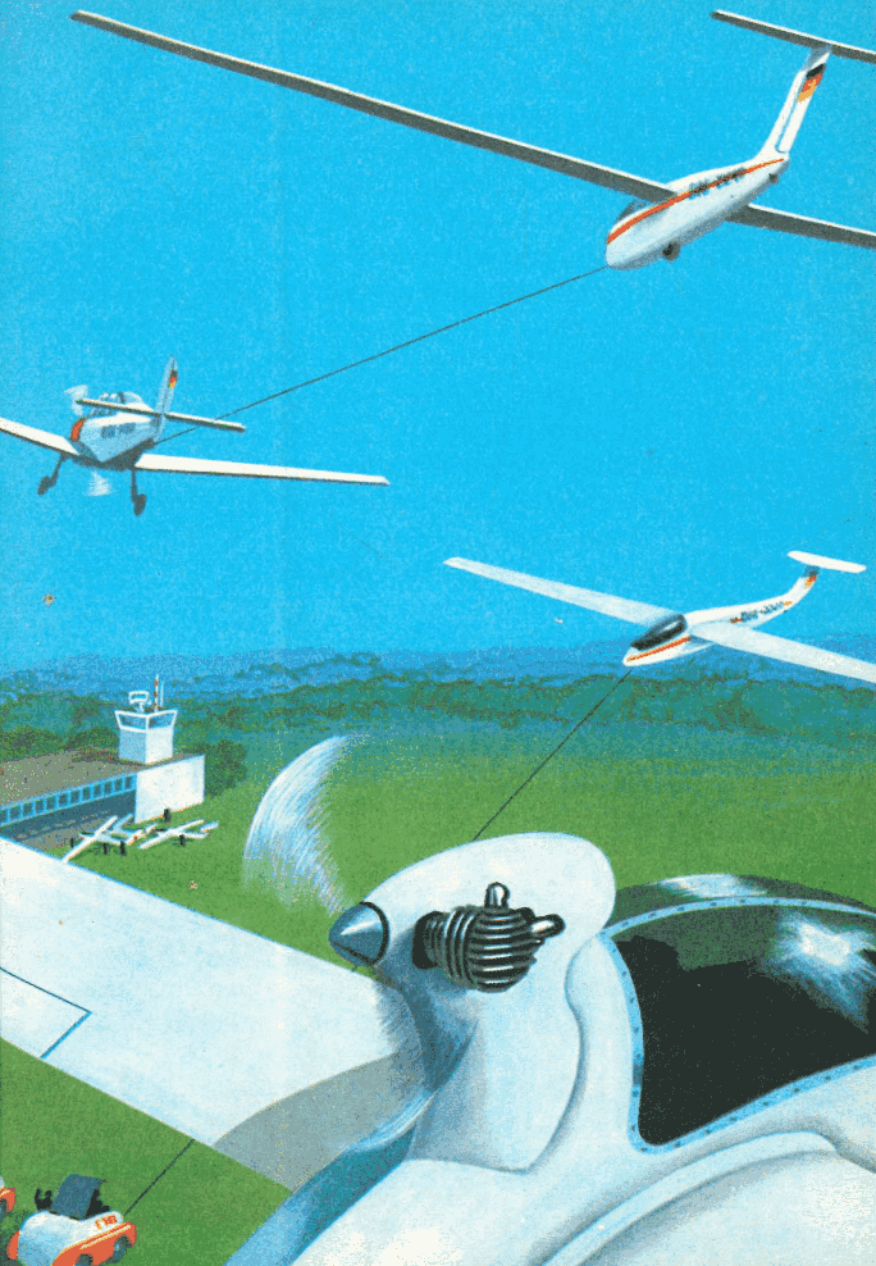
Das PTL-Triebwerk:

Für den Einsatz in noch geringeren Geschwindigkeitsbereichen als das ZTL-Triebwerk entwickelte man das Propeller-Turbinen-Luftstrahltriebwerk (PTL). Eigentlich ist das PTL-Triebwerk nichts anderes als eine Gasturbine, auf deren Welle man einen Propeller aufsetzt. Die für Propeller viel zu hohen Drehzahlen der Turbine verlangen jedoch die Zwischenschaltung eines Untersetzungsgetriebes. Die Luftschraube liefert etwa 80 Prozent, der Schub die restlichen 20 Prozent der Antriebskraft. PTL-Flugzeuge erreichen Geschwindigkeiten bis zu etwa 850 Kilometer pro Stunde, und ihre Wirtschaftlichkeit in den darunter liegenden Geschwindigkeitsbereichen ist besser als bei TL-Triebwerken, etwa die von Kolbenmotoren. Die Frage, warum bei gleicher Wirtschaftlichkeit das PTL-Triebwerk dann den Kolbenmotor ablöst, ist leicht beantwortet: Der Zuverlässigkeitsgrad der Propellerturbinen liegt etwa zwanzigmal höher als der der Kolbenmotoren.

Raketentriebwerke:

Flugzeuge, die nur kurze Startbahnen zur Verfügung haben oder deren Zuladung die normale Startmasse übersteigt, nutzen zur Starthilfe Feststoffraketen. Besonders in der Militärluftfahrt setzt man diese Starthilfsraketen ein, weil sich mit ihnen die Startstrecke verkürzen lässt. Rekordflugzeuge und auch einige Jagd-

Segelflugzeug-Startarten: Flugzeugschlepp, Windschlepp und mit Hilfsmotor



flugzeugtypen besitzen stationär eingebaute Feststoffraketen als Zusatztriebwerk zum TL-Haupttriebwerk. Der Pilot schaltet es ein, um kurzzeitig Maximalgeschwindigkeiten auch in großen Höhen zu erreichen, wo sich wegen der geringen Luftdichte der Wirkungsgrad der Turbine bereits verringert.

Die Feststoffrakete besteht aus einem Treibsatz, dem Zündmechanismus und der sie umgebenden Brennkammer. Mit der Zündung des Treibsatzes entstehen die Gase, die durch die Düse und die Austrittsöffnung entweichen und den Raketenkörper vorwärts stoßen.

Lange Jahre, bevor sich das Feststofftriebwerk durchsetzte, verwendete man Flüssigkeitsraketen als Flugzeugtriebwerke. Diese Raketen arbeiteten nach dem Prinzip der Selbstzündung von Brennstoff und Sauerstoffträger. In zwei Tanks gelagert, wurden die beiden Stoffe entweder über eine Preßluftleitung unter Druck oder durch ein zwischengeschaltetes Pumpensystem in die Brennkammer gefördert. Vereinigten sich der Brennstoff und der Sauerstoffträger (Oxydator), entzündeten sie sich und entwickelten die Gase.

Flüssigkeitsraketen entwickeln höhere Schubkräfte als Feststoffraketen. Aber sie haben ihnen gegenüber auch entscheidende Nachteile, die schließlich dazu führten, daß man sie als Flugzeugtriebwerke nur noch für Rekord- und Versuchsflugzeuge verwendet: Die Betankung ist aufwendig, und die beiden selbstzündenden Treibstoffe führten manchmal zu einer unkontrollierten Verbrennung.

Segelfliegen. 1 Gewitteraufwind, 2 Hangaufwind, K Kaltluft

1



K

2



Fliegen ohne Motor:

Unglaubliches Fliegerlatein scheint die Behauptung zu sein, es gäbe Flugzeuge, die ohne mechanischen Antrieb mit 160 Kilometern pro Stunde dahinsausen und über 1 000 Kilometer weit fliegen.

Ein Segelflugzeug, das einmal in die Luft geschleppt worden ist, wird von der Schwerkraft wieder zu Boden gezwungen. Dabei entsteht Fallgeschwindigkeit, Luft umströmt den Tragflügel und liefert den Auftrieb, der das Fallen teilweise aufhebt. Das Segelflugzeug gleitet, schwebt, fliegt. Genaugenommen fliegt ein Segelflugzeug während des Fluges ständig abwärts, auch dann, wenn es steigt. Dieser scheinbare Widerspruch ist nur zu verstehen, wenn wir die Frage beantworten, wie ein Segelflugzeug in die Luft gelangt.

Vor Jahren katapultierte man Segelflugzeuge mit einem Gummiseil von Hügeln in die Luft. Zwei Startarten ersetzen heute diese veraltete Methode: der Windschleppstart und der Flugzeugschlepp.

Eine Startwinde ist ein fahrbares Gerät mit einem Motor, der eine Seiltrommel antreibt. Auf dieser Trommel sind etwa 1 000 Meter Stahlseil aufgespult. Man befestigt das Segelflugzeug an dem ausgelegten Seil, der Windenfahrer spult mit Hilfe des Motors das Seil auf und zieht damit das Flugzeug vorwärts. Am luftumströmten Tragflügel entsteht ein Auftrieb, und der Pilot kann nun mit entsprechenden Steuerbewegungen sein Flugzeug steil in die Höhe führen. In 400 bis 500 Meter Höhe klinkt er das Seil aus, schwebt dann frei

Thermiksegeln im Warmluftaufwind



unter den Wolken und beginnt sich Aufwindfelder zu suchen.

Beim Flugzeugschlepp schleppt ein Fliegerkamerad mit einem Motorflugzeug das Segelflugzeug in jede gewünschte Höhe. Der Vorteil dieser Startart besteht darin, daß der Segelflieger sich direkt in den für den Segelflug notwendigen Aufwind schleppen lassen kann.

Wir haben bereits mehrere Male den Begriff Aufwind gelesen. Was bedeutet er?

Aufwind sind aufströmende Luftmassen, Kräfte, die das ständig abwärts gleitende Segelflugzeug wieder in die Höhe tragen. Ein Segelflieger bemüht sich deshalb ständig, vertikal aufsteigende Luftströmungen zu finden, in denen er mit seinem Flugzeug im Kreisflug aufwärts steigen kann.

Anfangs nutzten die Segelflieger nur den Hangaufwind, eine horizontale Windströmung, die auf einen langgezogenen Hang auftrifft, abgeleitet und zur aufsteigenden Strömung wird. Der Segelflieger segelt in dem aufwärtsgerichteten Strom und kann durch geduldiges Hinundherfliegen in der Luft bleiben, solange Wind gegen den Hang bläst. Rekordflieger haben es auf über 50 Stunden gebracht.

In den zwanziger Jahren entdeckten die Segelflieger die sich über dem Flachland bildenden Warmluftaufwinde. Thermik nannten sie diese aufsteigenden Luftmassen. Sie entstehen durch die unterschiedliche Erwärmung der Erdoberfläche bei Sonneneinstrahlung. Tagsüber erwärmen sich helle Flächen, wie Kornfelder, Sandhügel oder Ortschaften, schneller als Wälder und Seen.

Über den hellen Flächen bilden sich Warmluftpolster. Sind sie stärker geworden als die sie umgebende kühlere Luft, steigen sie als Blase oder Schlauch auf. In diese Thermikblasen oder Thermikschläuche fliegt der Segelflieger und läßt sich kreisend von der steigenden Warmluft aufwärts tragen.

In bestimmten Höhen beginnt die Warmluft an der kalten Höhenluft zu verdampfen. Riesige Haufenwolken entstehen. Sie zeigen dem Segelflieger, der den Vorgang ihrer Entstehung kennt, daß unter ihnen Thermik sein muß. Seine Taktik besteht nun darin, von seiner Ausklinkhöhe unter die nächste Wolke zu fliegen, sich hochzuschrauben und von dort in sinkendem Geradeausflug die nächste Wolke anzusteuern, um dort wieder Höhe zu „tanken“. Ein Segelflieger kann also im Gegensatz zum Motorpiloten zwar auf Triebwerkskenntnisse verzichten, muß dafür aber um so mehr meteorologische Kenntnisse haben.

Fliegen in unserer Zeit

Am Anfang der Fliegerei vor rund 70 Jahren stand vor den Flugpionieren die schwierige Aufgabe, mit den entworfenen und meist selbstgebauten Flugapparaten aufzusteigen und dann auch wieder glücklich zu landen. Damals ging es noch nicht, wie heute, um die Spezialisierung der Flugzeuge nach den ihnen zugedachten Aufgaben. In unserer Zeit gibt man den Konstrukteuren technische Parameter und gewünschte Leistungsdaten vor, und danach konstruieren sie ein Passagierflugzeug, einen Transporter oder ein Jagdflugzeug.

Diese Spezialisierung begann, als die Drachenflugzeuge so zuverlässig geworden waren, daß einer der Piloten es wagen konnte, schneller fliegen zu wollen als sein Konkurrent, und deshalb ein Rennflugzeug entwarf. Ein anderer wollte die Überlegenheit seiner Maschine demonstrieren, indem er sie für einen Höhenflug herrichtete und 1 000 oder 2 000 Meter hoch stieg.

Der deutsche Flugpionier Hans Grade setzte in sein zweisitziges Passagierflugzeug anstatt eines Passagiers drei Liliputaner und flog so als erster Flieger mit drei Passagieren. Hans Grades Berühmtheit beruhte aber nicht nur auf dieser damals aufsehenerregenden Transportleistung. Er baute schon Rennflugzeuge, Kunstflugzeuge und Sturmflieger, Flugzeuge, die nicht bei jedem stärkeren Windstoß auseinanderbrachen.

Seine Schulflugzeuge erleichterten den Flugschülern durch gute Flugeigenschaften das Erlernen der Steuertechnik. Hans Grade erwarb sich außerdem das

Verdienst, ein Pionier der Standardisierung zu sein. Alle seine Konstruktionen, ob Renn-, Kunstflug- oder Passagiervariante, gingen auf den gleichen Grundtyp zurück. Er richtete diesen Grundtyp für die jeweils zugeordneten Aufgaben zu: Die Passagier- und Rennvariante erhielt stromlinienförmige Verkleidungen der Sitze. Die Kunstflugvariante besaß stärker verspannte Tragflügel und über dem Kopf des Piloten ein zweites Fahrwerk, auf das die Maschine kippte, falls sie sich bei der Landung überschlug.

Eines dieser Flugzeuge aus dem Jahre 1909 hängt im Verkehrsmuseum Dresden.

Tragflügel, Rumpfaufbau, Leitwerke, Fahrwerke und Steuerung waren bei allen Varianten gleich. Eine derart ausgeprägte Standardisierung finden wir im Flugzeugbau erst zwei Jahrzehnte später wieder.

Die Spezialisierung schritt seit den Zeiten Hans Grades rasch voran. Besonders die Militärs der imperialistischen Staaten waren reich an Ideen, nachdem sie entdeckt hatten, welch wirksame Waffe das Flugzeug sein kann. Das schnelle und wendige Jagdflugzeug entstand, man entwickelte den besonders für Höhenflüge konstruierten Aufklärer sowie das große Mengen Abwurfaffen tragende Bombenflugzeug.

Nach dem ersten Weltkrieg begann schließlich der Luftverkehr sein Netz von Fluglinien über den Erdball zu ziehen, vorerst nur über Ländergrenzen, später dann zwischen den Kontinenten. Um die steigende Anzahl der Passagiere und das wachsende Luftfrachtaufkommen befördern zu können, entstanden spezielle Passagierflugzeuge und Transporter, einmal besonders

große, dann besonders schnelle und schließlich auch Flugzeuge, die groß und schnell waren.

Der Transporter erhielt auch im militärischen Bereich große Bedeutung, konnten mit ihm doch Truppenverbände in kurzer Zeit über weite Strecken verlegt werden.

In der Landwirtschaft erwies sich das Flugzeug als ein hervorragender Düngerstreuer, als erfolgreiche „Sämaschine“ sowie als wirtschaftlicher Unkraut- und Schädlingsbekämpfer.

In unserer Zeit spielt das Flugzeug in allen Bereichen des täglichen Lebens seine Rolle.

Der Verkehrsflug:

Verkehrsflugzeuge kennt jeder. Entweder aus Illustrierten, Fliegerzeitschriften, dem Fernsehen, vom Besuch des Flughafens oder sogar von einem Flug mit den Eltern in den Urlaub. Verkehrsflugzeuge sind große Maschinen, die Passagiere, deren Gepäck, Luftpost und Luftfracht auf regelmäßig beflogenen Strecken befördern oder als Charterflugzeuge mal dahin und mal dorthin geschickt werden.

Der Luftverkehrsfachmann teilt Verkehrsflugzeuge, je nach deren Reichweite, in vier Kategorien ein: in Ultrakurz-, Kurz-, Mittel- und Langstreckenflugzeuge.

Das Ultrakurzstrecken-Verkehrsflugzeug ist konstruktiv so ausgelegt, daß es sich besonders für Strecken bis zu 300 Kilometer eignet. Das Kurzstrecken-Verkehrsflugzeug eignet sich für Strecken von 300 bis 1 500 Kilometer, und das Mittelstrecken-Verkehrsflugzeug hat einen Einsatzbereich von 1 500 bis 4 000 Kilometer. Alle

Strecken darüber hinaus befliegen Langstrecken-Verkehrsflugzeuge.

Vor noch nicht allzulanger Zeit konnte man die Flugzeuge der vier Kategorien relativ leicht unterscheiden. Das Kurzstrecken-Verkehrsflugzeug war klein und besaß eine Passagierkapazität von nicht mehr als dreißig Plätzen, das Langstrecken-Verkehrsflugzeug hingegen groß, ein Riesenvogel, der bis zu zweihundert Passagiere beförderte.

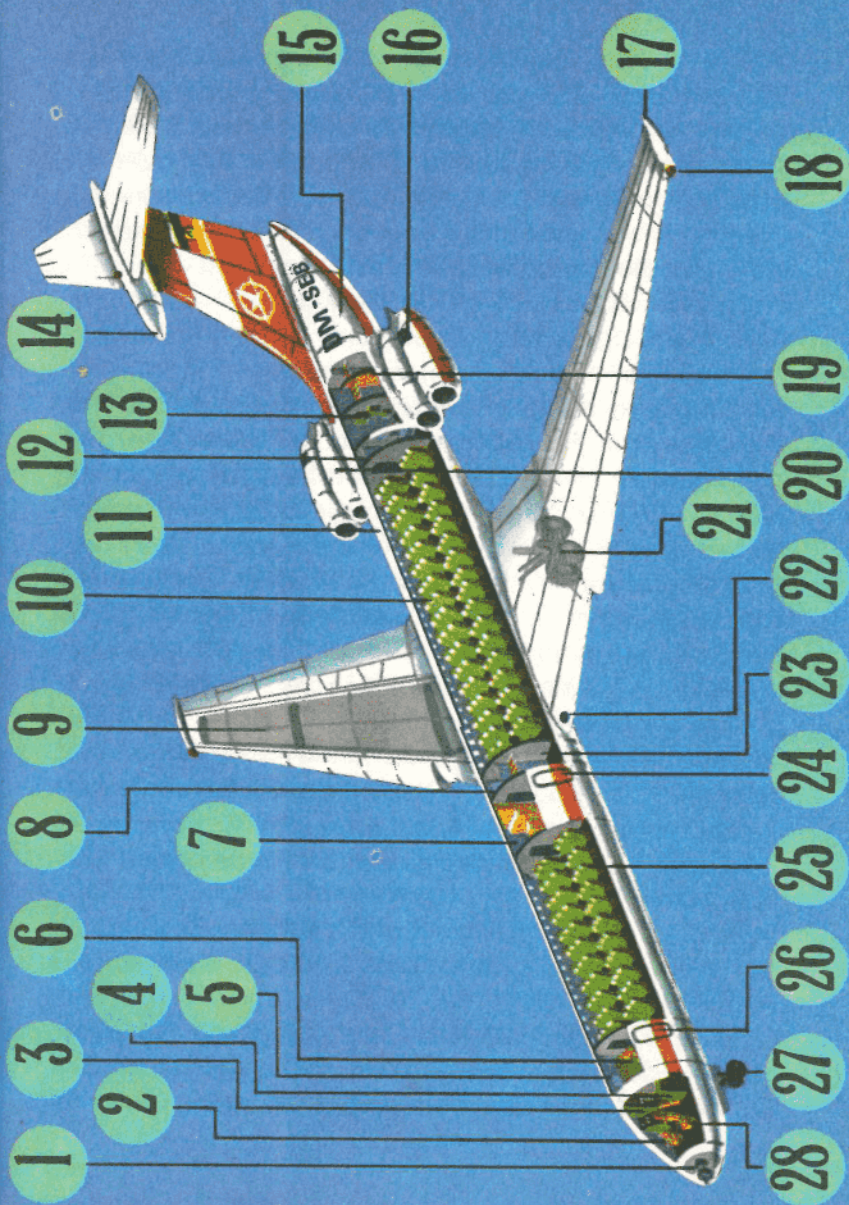
Gegenwärtig werden Ultrakurzstreckenflugzeuge in Dienst gestellt, die sogar zweihundertfünfzig bis dreihundertfünfzig Passagiere aufnehmen. Nach dem Aussehen der Flugzeuge können wir die Kategorie also nur sehr schlecht bestimmen, die Reichweite eignet sich besser dazu, zumal sie in der technischen Beschreibung des jeweiligen Flugzeugtyps mit Sicherheit genannt ist.

Als Besatzung hat ein großes Verkehrsflugzeug einen Kommandanten, umgangssprachlich auch Kapitän genannt, den zweiten Flugzeugführer oder Kopiloten, einen Bordingenieur, den Navigator und den Bordfunker sowie mehrere Stewardessen. Bei kleineren Flugzeugen, aber auch bei den mit umfangreicher Automatik ausgestatteten großen Maschinen verringert sich die Anzahl der Besatzungsmitglieder. Hat eine IL-62 fünf Flieger als Besatzung an Bord, sind im modernsten sowjetischen Verkehrsflugzeug, der Überschall-Maschine Tu-144, nur drei Flieger eingesetzt. Automaten übernehmen zahlreiche Aufgaben, und die Flieger können deshalb mehrere Funktionen gleichzeitig ausführen, wie die des Ingenieurs und Bord-

funkers, des Kopiloten und Navigators. Bevor die Besatzung ihr Flugzeug übernimmt, bevor die Passagiere an Bord gehen, bereiten etwa einhundert Menschen den Flug vor: Ingenieure und Mechaniker, Tankwarte und Feuerwehrleute, Reinigungskräfte und Postangestellte, Beladearbeiter und Küchenpersonal, Kraftfahrer und Luftverkehrskaufleute, Ärzte, Schwestern und Meteorologen, Flugsicherungsangestellte und Radar-Spezialisten. Die Liste ist, sollten alle genannt werden, noch längst nicht zu Ende.

Wenden wir uns jedoch dem bereitstehenden Flugzeug zu, einer IL-62 der INTERFLUG. Von dieser Maschine wissen wir bereits, daß sie eine Leermasse von 66 400 Kilogramm besitzt. Sie besteht aus rund vierhunderttausend Einzelteilen: Etwa zweihundert Relais stecken in ihrer Elektronik, und etwa 30 Kilometer elektrischer Leitungen durchziehen die Zelle. Das alles wird von sechshunderttausend Nieten zusammengehalten. Mit der maximalen Nutzlast von 23 000 Kilogramm fliegt sie etwa 6 700 Kilometer weit und gehört damit zur Kategorie der Langstrecken-Verkehrsflugzeuge. Ihr Flug ist im Flugplan als Fluglinie IF 860 ausgezeichnet.

Langstrecken-Verkehrsflugzeug IL-62: 1 Radar, 2 Sitz des Kopiloten, 3 Funker, 4 Navigator, 5 Toiletten, 6 Garderobe, 7 Bordküche, 8 Toiletten, 9 Kraftstofftanks, 10 hinterer Passagierraum, 11 Antennen an der Rumpfoberseite, 12 Toiletten, 13 Hydraulikanlage, 14 Antenne, 15 Frachtraum, 16 Triebwerke links, 17 Kraftstoffschnellablaß, 18 linkes Positionslicht, 19 Ablage, 20 Triebwerke rechts, 21 Hauptfahrwerk links, 22 Lufteinlauf für Klimaanlage, 23 Garderobe, 24 Passagiereinstieg, 25 vordere Passagierkabine, 26 Einstieg, 27 Bugfahrwerk, 28 Sitz des Kommandanten



Genau 1½ Stunden vor der im Flugplan stehenden Startzeit trifft sich die Besatzung zur medizinischen Vorstartkontrolle und beginnt dann mit ihrer Arbeit. Der Kommandant übernimmt die Flugpapiere und geht mit dem Kopiloten und dem Navigator zur Wetterberatung. Bordingenieur und Funker begeben sich zum Flugzeug, während die Stewardessen das Bordbüfett übernehmen. Danach überprüfen sie die Kabinenausstattung, ordnen die Decken und Kopfpolster an den Sitzen und legen die neuesten Zeitungen bereit.

Am Flugzeug arbeiten bereits der Funker und der Bordingenieur. Der Funker kontrolliert die Funkanlage, und der Ingenieur sieht nach Fahrwerk, Leitwerk und Triebwerken. Findet er alles in Ordnung, bestätigt er das dem Mechaniker vom Startdienst und hat damit das Flugzeug übernommen. Er begibt sich in das Cockpit des Flugzeuges und kontrolliert nach einem Kontrollblatt, der Checkliste, die Instrumente und Ausrüstungen für die Flug- und Triebwerksüberwachung. Punkt für Punkt geht er die Liste durch, prüft, welcher Hebel auf „AUS“ zu stehen hat, welcher einzuschalten ist, ob Zeiger dort stehen, wo sie zu stehen haben, ob Kontrollämpchen funktionieren, ob dies oder jenes den in der langen Liste des Kontrollblattes gestellten Forderungen entspricht.

Auch Kommandant, Kopilot und Navigator haben nach der Wetterberatung ihre Plätze im Cockpit eingenommen.

Inzwischen jagen von der Flugleitung aus Funktelegramme durch den Äther, Fernschreiben gehen ab. Die Kontrollstellen werden verständigt, Zeitpläne übermit-

telt, korrigiert oder vervollständigt. Der Zwischenlande-flughafen Algier sowie der Zielflughafen Luanda erhalten alle Daten des Fluges, und dort wird wieder der Einsatz von rund hundert Mitarbeitern vorbereitet, um den Flug der Linie IF 860 schnell und reibungslos abzufertigen.

Jede an diesem Flug beteiligte Dienststelle weiß nun auf die Minute genau, wann, in welcher Höhe, aus welcher Richtung das Flugzeug der Linie IF 860 kommen muß.

Im Cockpit überprüft der Kommandant noch einmal den Beladeplan, die nach Lufttemperatur und Luftdruck errechnete Startstrecke. Sie stimmt!

Zur gleichen Zeit etwa ertönt im Transitraum, dem Wartesaal eines Flughafens, ein Gong, und eine Stimme aus dem Lautsprecher ertönt: „Die Fluggäste der Linie IF 860 nach Luanda über Algier werden zum Ausgang drei gebeten!“ — „Attention, please! Passengers for INTERFLUG-flight number 860 to Luanda via Algier please, proceed to gate number three!“

Die Ansage kommt noch in russischer, portugiesischer und französischer Sprache, und dann beginnt schon das Gedränge am Ausgang drei.

Mit einem Vorfeldzubringerbus geht es zum Flugzeug. Dort stehen die Stewardessen an der Gangway, nehmen die Fluggäste in ihre Obhut, helfen dort oder wissen da einen Rat.

Vorn im Cockpit sind der Kommandant und Kopilot immer noch dabei, eine Checkliste durchzugehen. Und so sieht solch eine Checkliste aus:

- | | |
|----------------|--|
| 1. Meldung | der Besatzungsmitglieder über die Kontrollen in ihrem Arbeitsbereich. |
| 2. Prüfen | Sind alle Pässe, Bordpapiere und Funk-Codes vorhanden? |
| 3. Prüfen | Sind alle Sicherungsautomaten am Instrumentenbrett des Navigators und Funkers eingeschaltet? |
| 4. Prüfen | Sind die elektrischen Umformer eingeschaltet? |
| 5. Einschalten | Die Schalter für die Stromversorgung des Autopiloten, der Heizung der Rudermaschinen sind einzuschalten. |
| 6. Prüfen | Was zeigt das Manometer der Hydraulikanlage an? |
| 7. Abstimmen | Die zentrale Kreiselvertikale und der Kreiselkompaß sind abzustimmen. |

Inzwischen sitzen die Passagiere auf ihren Plätzen, und die Stewardessen bemühen sich um die aufgeregten kleinen Rangen besorgter Eltern und um einige alte Damen, die zum ersten Mal fliegen.

Vorn im Cockpit wird immer noch kontrolliert.

- | | |
|-----------------|--|
| 8. Prüfen | Sind alle Fenster, Türen und Luken zu? |
| 9. Einschalten | Der Funkkompaß wird eingeschaltet und abgestimmt. |
| 10. Einschalten | Das Gerät für eventuelle Schlechtwetterlandungen wird eingeschaltet. |

- | | |
|-----------------|--|
| 11. Einschalten | Funkhöhenmesser wird eingeschaltet. |
| 12. Schließen | Verschließen der Anschnallgurte. |
| 13. Einschalten | Das Leuchtschild in der Passagierkabine, das die Fluggäste auffordert: „Nicht rauchen! Anschnallen!“ wird eingeschaltet. |
| 14. Einschalten | Die Bugradsteuerung, mit der beim Rollen zum Start das Flugzeug gelenkt wird, ist einzuschalten. |
| 15. Entriegeln | Die während der Standzeit blockierten Ruder werden entriegelt. |
| 16. Lösen | Die Radbremsen werden gelöst. |
| 17. Prüfen | Ist der Bremsautomat eingeschaltet, und wirken die Bremsen? |
| 18. Einholen | Über Funk wird die Rollgenehmigung eingeholt. |

Solche genauen Kontrollen nach einer Checkliste führt die Besatzung vor dem Start, während des Fluges und auch vor der Landung durch. Mit dieser Methode wird jede Unterlassung einer Tätigkeit, die zu Komplikationen führen könnte, ausgeschlossen.

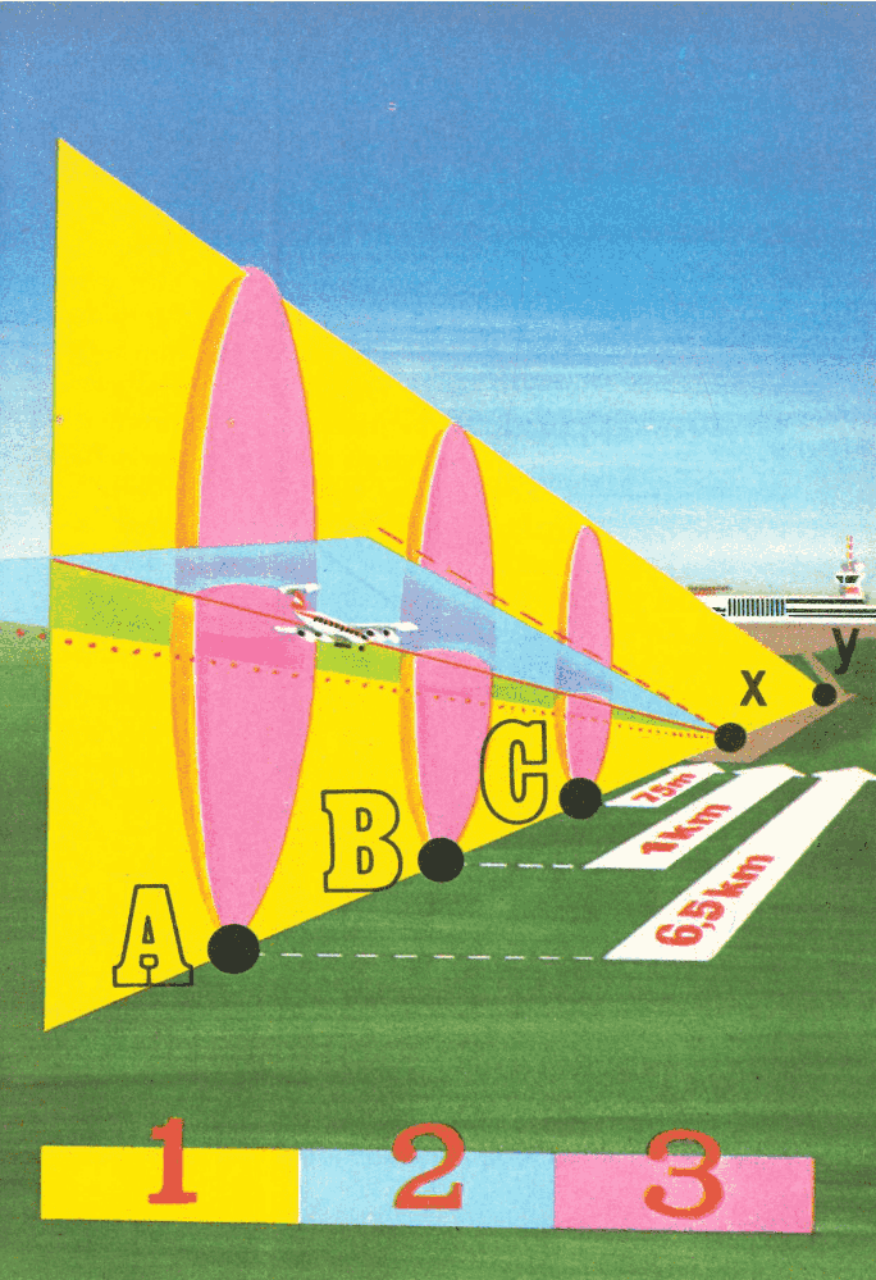
Beim Flug der Linie IF 860 ist es nun soweit. Der Kommandant läßt noch einmal die Triebwerke aufheulen, um zu prüfen, ob sie für den Start ihre volle Kraft hergeben. Dabei tritt er natürlich die Bremsen, denn sonst würde seine Maschine schon jetzt davonstürmen. Über Funk holt er sich die Starterlaubnis ein, und wenn sie erteilt ist, werden die Triebwerke voll belastet. Mit Donnergetöse stürmt das Flugzeug über die Rollbahn. Um an den Tragflügeln höheren Auftrieb zu erzeugen

und auf diese Weise die Startstrecke zu verkürzen, sind an der Hinterkante des Tragflügels Klappen ausgefahren. Sie verändern die Wölbung des Profils, so daß der Auftrieb bereits im Langsamflug einen Wert erreicht, der das Flugzeug schon nach einigen 100 Metern sicher abheben und steigen läßt. Soll das Flugzeug dann in der Luft seine Reisegeschwindigkeit erreichen, werden die Klappen eingezogen und erst wieder kurz vor der Landung ausgefahren, damit das Flugzeug auch im langsamen Landeanflug sicher schwebt. Die Funkgespräche zwischen der Besatzung und dem Kontrollturm des Startortes, wo die Kollegen der Flugsicherung ihren Dienst versehen, sind mit einer Verabschiedung beendet worden. Das Flugzeug fliegt jetzt in der ihm zugewiesenen Höhe auf einer genau festgelegten Luftstraße in Richtung des nächsten Funkfeuers.

Ob Verkehrsflieger, Jagdflieger oder Sportpilot, alle haben den im Flugauftrag festgelegten Flugweg, die zugewiesene Flughöhe, die errechneten Flugzeiten und die Luftverkehrsregeln genau einzuhalten.

Wer glaubt, dort oben in den Himmelsweiten träfe sich keiner, der irrt sich. Besonders in den unteren Höhen fliegen Segelflieger, Motorflieger und die Fallschirmspringer-Absetzflugzeuge umher. An Wochenenden wird an den rund achtzig GST-Flugplätzen geflogen. Zehntausend Flugsportler fliegen mit etwa tausend

Instrumenten-Landesystem: 1 Kursebene, 2 Gleitebene, 3 Einflugzeichen. A Voreinflugzeichen, B Haupteinflugzeichen, C Platzeinflugzeichen, X Gleitwegsender am Aufsetzpunkt, Y Landekurssender



A

B

C

X

Y

1

2

3

1km

1km

6.5km

Flugzeugen, die ja noch zu den zahlreichen Flügen im Luftverkehr, des Transportfluges, des Spezialfluges und zu den Flugbewegungen der Armeefflieger hinzukommen. Und dann liegen über unserer Republik noch die internationalen Luftlinien in alle Himmelsrichtungen. Es ist schon etwas los in der Luft über unserer Republik, und das heißt deshalb für jeden Flieger: strenge Disziplin beim Einhalten des ihm zugewiesenen Flugweges und der Flughöhe! Doch begeben wir uns zurück in unser Verkehrsflugzeug. Während die Stewardessen den Passagieren den obligatorischen Imbiß servieren, schaltet der Kommandant vorn im Cockpit den Autopiloten ein. Das ist ein Automat, der die ihm zugewiesene Flughöhe und den Kurs hält und die durch Böen oder Gewichtsverlagerungen hervorgerufenen Kursabweichungen mit Steuerausschlägen automatisch korrigiert.

So unglaublich es auch erscheinen mag, nicht mehr die beiden Flugzeugführer steuern nun das Flugzeug, sondern ein Automat. Die Hände der Flieger führen nicht mehr das Handrad an der Steuersäule, ihre Füße ruhen nicht mehr auf den Seitenruderpedalen. Die Besatzung läßt sich Kaffee servieren und frühstückt. Sie sprechen über dieses und jenes. Käme jetzt ein unwissender Passagier in die Kabine, er würde vielleicht erschrecken, wenn er sähe, wie ungezwungen es da zugeht, wie sich die Steuerorgane wie von Geisterhand bewegen und der Kommandant oder Kopilot scheinbar nur so nebenbei mal an dem einen oder anderen Knopf drehen. Aber das äußere Bild täuscht. Die Augen der Flieger wandern unausgesetzt über die zahlreichen

Instrumente, während sie sich unterhalten. Stimmt der Kurs noch, die Flughöhe, die Geschwindigkeit? Sie beobachten den Luftraum, das Wetter, den Wind. Stimmt alles mit dem Wetterbericht überein, den sie mitbekommen haben, oder sind Maßnahmen notwendig? Ihr Gehör nimmt jedes vom Normalen abweichende Geräusch wahr. Das Triebwerkgeräusch, die Geräusche der in Tätigkeit befindlichen Automaten – erfahrene Flieger spüren Unregelmäßigkeiten und kontrollieren oft schon, bevor das zuständige Instrument sie anzeigt.

Der Bordfunker hat noch den Kopfhörer auf und hält die Funkanlage auf Empfang, um zu jeder Zeit Anweisungen der Bodenstation aufzunehmen. Er hört Gespräche aus den Führerkabinen anderer Flugzeuge mit, die vor oder hinter, über oder unter ihm fliegen. Aus diesem Stimmengewirr hat er die Stimme herauszuerkennen, die für ihn bestimmt ist. So unwahrscheinlich es für den sein mag, der zum ersten Mal in solch ein Funksprechstimmengewirr gehorcht hat, der Funker hört mit verblüffender Sicherheit den an ihn gerichteten Ruf heraus. Sein Gehör ist so geschult, daß er sogar die Position seines Flugzeuges zu den anderen erkennt und einzuschätzen vermag, ob diese Positionen eine Gefahr heraufbeschwören könnten.

Es geschieht also allerhand, während die Flieger scheinbar untätig in ihren Sitzen hocken.

Ist die letzte Kontrollstelle vor der Zwischenlandung in Algier überflogen, beginnt die Landephase mit dem Anruf der Anflugkontrolle des Flughafens Algier. Man holt die Landeerlaubnis, die Windstärke, die Wind-

richtung und den in Algier herrschenden Luftdruck ein. Die Luftdruckangabe brauchen die Flieger, um den auf Druck ansprechenden Höhenmesser zu korrigieren, denn er ist ja noch auf den Luftdruck des Abflughafens Berlin-Schönefeld eingestellt und zeigt über Algier völlig falsche Werte an.

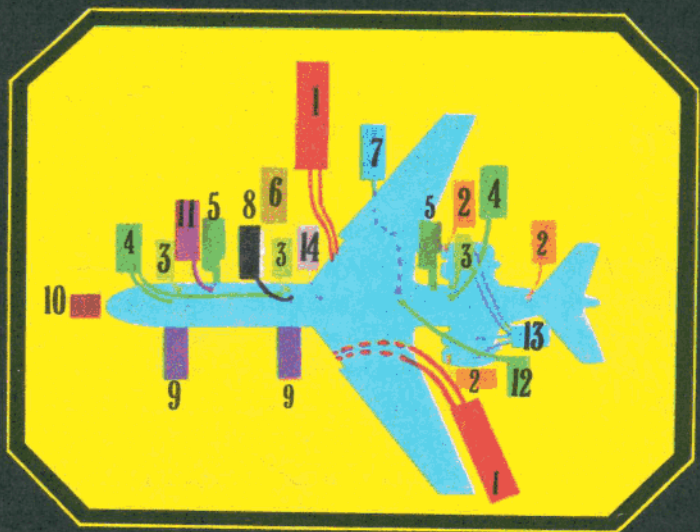
Windstärke und Windrichtung sind für die Errechnung des Gleitwinkels notwendig.

Der Sinkflug beginnt. Nach der Checkliste führt die Besatzung wieder Kontrollen durch.

Die Sicht ist heute nicht besonders gut, und der Kommandant entschließt sich zu einer Instrumentenlandung, auch Blindfluglandung genannt. Zu diesem Landesystem gehören in ganz bestimmten Abständen aufgebaute Funkfeuer mit senkrechter Ausstrahlung, die sogenannten Einflugzeichen. Sie zeigen den Fliegern die Entfernung von der Landebahn. Am Ende der Start- und Landebahn steht außerdem ein Landekursender, der eine senkrechte Kursebene ausstrahlt. Fliegt das Flugzeug links neben dieser Ebene, ertönen im Kopfhörer des Piloten Punktsignale, fliegt er rechts daneben, ertönen Strichsignale. Die Signale decken sich, wenn die Flieger genau in der senkrechten Ebene fliegen, also auf die Landebahn zusteuern.

An dem so entstehenden Dauerton erkennen die Pilo-

Abfertigung eines Verkehrsflugzeuges: 1 Kraftstofftankfahrzeug, 2 Schmierstofftankfahrzeug, 3 Toilettenfahrzeug, 4 Wassertanker, 5 Gepäckförderbänder, 6 Hubfahrzeug für Bordküche, 7 Anlaßgerät, 8 Bodenklimaanlage, 9 Gangways, 10 Schleppfahrzeug, 11 Sauerstofftanker, 12 Hydraulikaggregat, 13 Vorwärmgerät, 14 Elektrobodengerät



ten, daß sie genau auf Landekurs liegen. Außerdem arbeitet noch ein Gleitwegsender, der vom Aufsetzpunkt auf der Piste eine schräge Gleitwegebene ausstrahlt. In ihr und auf dem Strahl des Landekurs-senders fliegt die Maschine des Fluges IF 860 sicher bis zu der im Dunst liegenden, fast unsichtbaren Landebahn.

Unser Kommandant hält den Kurs genau im Leitstrahl. Sein Blick prüft Instrumente und vergleicht deren Anzeige mit dem Bild der schnell näher kommenden Landebahn. Er prüft die Fluglage, achtet genau auf den richtigen Gleitwinkel, denn sonst könnte es passieren, daß er vor der Piste aufsetzt oder über sie hinausfliegt oder -rollt.

Vorwärtsgeschwindigkeit und Sinkgeschwindigkeit müssen haargenau aufeinander abgestimmt sein. Das Platzeinflugzeichen wird in 20 Meter Höhe überflogen.

Die Triebwerke drehen nur noch im Leerlauf, der Kommandant drückt die gleitende Maschine bis auf wenige Zentimeter über die Piste, läßt sie schweben, bis sie sich auf die Räder des Hauptfahrwerkes setzt, auf das Bugrad kippt und ausrollt.

Dann heulen die Motoren wieder auf, stoßen das Flugzeug vorwärts auf den Rollweg, über den es zur Abstellplatte rollt, wo die Fluggäste die Maschine verlassen.

Wieder stürzen sich zahlreiche Leute auf das Flugzeug. Techniker prüfen, Mechaniker warten wichtige Teile, Tankwarte tanken auf, das Küchenpersonal füllt die Bordküche. Jeder hat seinen Platz, jeder beherrscht

seine Handgriffe fast wie im Schlaf. Danach beginnt für die Besatzung alles von vorn.

So wie der Flug der Linie IF 860 vollziehen sich täglich Hunderttausende Flüge in der Welt. Ob mit Verkehrs- oder Sportflugzeugen, mit Arbeits- oder Militärflugzeugen, vom Prinzip her geschieht immer das gleiche.

Der Transportflug:

Im zivilen Bereich zählen Frachtflüge zum Verkehrsflug, vollziehen sie sich doch auf denselben Linien wie der Passagierdienst.

Im Massentransport von Gütern über lange Strecken ist das Flugzeug der Eisenbahn noch eindeutig unterlegen. Wenn sich das Transportflugzeug dennoch seinen Platz in der zivilen und der militärischen Luftfahrt eroberte, hat es das einer Eigenschaft zu danken, die weder Eisenbahn, Lastkraftwagen noch Schiff aufzuweisen haben, nämlich die von keinem anderen Transportmittel erreichbare hohe Geschwindigkeit. Das sowjetische Riesentransportflugzeug An-22 erreicht 650 Kilometer pro Stunde, der Strahltransporter IL-76 sogar 900 Kilometer pro Stunde. Mit der Entwicklung des riesigen Transporthubschraubers W-12 beseitigten die sowjetischen Konstrukteure auch noch den Nachteil der großen Transportflugzeuge, von langen Start- und Landebahnen abhängig zu sein. Mit dem Einsatz dieses Transporthubschraubers schuf die Sowjetunion eine vollständige Transportkette zu jeder beliebigen Stelle des Landes. Die Ladefläche im Rumpf des Hubschraubers W-12 hat die gleichen Abmessungen wie die der riesigen Tragflügelflugzeuge, so daß der W-12 die

Container der Transportflugzeuge An-22 und IL-76 aufnehmen kann.

Mit Schiffen oder Eisenbahnen transportierte Container werden von Lastkraftwagen zu den Transportflugzeugen gebracht. Die Lufttransporter befördern die Fracht-Container in wenigen Stunden über viele tausend Kilometer zu einem Flugplatz. Dort verlädt man die Container in die Hubschrauber W-12 und fliegt sie zu einem im Umkreis von 500 Kilometern liegenden Zielplatz, wobei der Hubschrauber zur Landung keinen Flughafen braucht – ein Fußballplatz reicht aus. In wenigen Stunden erreichen auf diese Weise die Produkte des sowjetischen Südens die entlegensten Orte in Sibirien oder der Arktis.

Im Zeitraum des sowjetischen Fünfjahrplanes von 1976 bis 1980 sind in der Sowjetunion 13 Millionen Tonnen Luftfracht zu befördern. Eine solche Leistung zeigt den bedeutenden Platz, den das Transportflugzeug auch in Zukunft in der sozialistischen Volkswirtschaft einnehmen wird.

Transportmaschinen sind Großflugzeuge, die man meist an den riesigen Luken für sperrige Güter an der Rumpfseite oder am Heck erkennt. Sie haben etwa die gleiche Größe wie Passagierflugzeuge. Oft ist der Transporter sogar eine Variante eines Passagierflugzeugtyps und äußerlich, bis auf die Luken, nicht von ihm zu unterscheiden.

Außerdem gibt es noch Passagierflugzeuge, bei denen man die Sitze in kurzer Zeit und ohne großen technischen Aufwand entfernen kann. Aus dem Passagierflugzeug entsteht so ein Transporter.

Befördert werden fast alle Güter: Container, leicht verderbliche Lebensmittel, Teile für wichtige Reparaturen, Pferde, wilde Tiere. Fische in Plastsäcken, eben alles, was schnell zu seinem Bestimmungsort muß.

In Fliegerkreisen erzählt man sich eine Geschichte, die Transportfliegern mit einer seltsamen Luftfracht passiert ist. Auf einer der vielbeflogenen Luftverkehrsrouten, auf denen die Transportflieger meist nur nachts fliegen, starteten die Flieger mit ihrer Fracht kurz vor Mitternacht. Unter den beförderten Gütern, die laut Ladepapieren vorwiegend aus verpacktem Spielzeug bestanden, war auch eine für ein Museum bestimmte ägyptische Mumie.

Als das Flugzeug nun der ihm zugewiesenen Flughöhe zustrebte, begann plötzlich im Laderaum ein fürchterliches Stöhnen. Erschrocken horchte die Besatzung nach hinten. Der Kommandant befahl dem Kopiloten, nachzusehen, was im Laderaum los sei. Mit der Taschenlampe schlich der Kopilot den Gang nach hinten. Er stieß die Verbindungstür auf. Ohrenbetäubendes Jammern schlug ihm entgegen. Die Mumie lag in ihrer Umhüllung wie vor ein paar tausend Jahren. Auch die Kisten mit dem Spielzeug waren fest verzurrt. In das Cockpit zurückgekehrt, zuckte der Kopilot mit den Schultern. So plötzlich, wie das Gestöhne begonnen hatte, verstummte es schließlich wieder. Das Rätsel löste sich nach der Landung bald auf. In den Spielzeugkisten befanden sich Quietschpuppen aus Plast. Beim Aufstieg des Flugzeuges verringerte sich der Luftdruck im Laderaum. Die Gummipuppen hatten aber noch den hohen Luftdruck vom Erdboden in ihren Bäuchen, und

quietschend entwich die Luft so lange, bis der Druckausgleich hergestellt war.

Von ihrem Flug mit der Mumie und den Plastpuppen erzählen die Flieger noch heute und haben dann stets die Lacher auf ihrer Seite.

Die bereits erwähnte hohe Geschwindigkeit eines Transportflugzeuges ermöglicht auch den Transport leicht verderblicher Güter, die man früher mit hohem Aufwand in Spezialwagen der Eisenbahn befördern mußte und die tagelang unterwegs waren.

Bulgarische Weintrauben, rumänische Tomaten, die wir bei uns kaufen, lagerten 24 Stunden zuvor noch in Sofia oder Bukarest auf dem Luftfrachthof. Von dort gelangten sie mit Hilfe des regelmäßigen Luftfrachtdienstes zwischen den Balkanländern und Berlin-Schönefeld in wenigen Stunden frisch bis auf unseren Tisch.

Den Transportflugzeugen kommt auch im militärischen Bereich eine immer größere Bedeutung zu. Sie befördern Truppen, schwere Waffen und Nachschub, setzen Panzer, Raketen und Fallschirmjäger ab.

In solchen Riesentransportern, wie sie zum Beispiel die sowjetische An-22 darstellt, können fünfhundert vollausgerüstete Soldaten Platz finden und mit 650 Kilometern in der Stunde verlegt werden. In dem strahlgetriebenen Transporter IL-76 sind es zwar nur dreihundert Soldaten, sie aber fliegen dafür mit 900 Kilometern pro Stunde zum Einsatzort.

Ganze Divisionen fliegen so in wenigen Stunden über

Landwirtschaftsflugzeug Z-37 wird mit Streugut beladen



Tausende Kilometer. Für den Transport des Personals einer Division, das sind rund zehntausend Mann, braucht man nicht mehr als zwanzig Transporter An-22. Der Lufttransporter leistet hier ebenso wertvolle Dienste wie im zivilen Bereich.

Die Arbeitsfliegerei:

Während für den Einsatz von Flugzeugen in der Landwirtschaft, in der Industrie und bei wissenschaftlichen Expeditionen der Begriff Arbeitsflug geprägt wurde, gebraucht man bei uns dafür die Begriffe Industrieflug, wo mit Kran-Hubschraubern gearbeitet wird, den Bildflug für Luftaufnahmen oder den bekannteren Agrarflug.

Die Bauern erleichtern sich die schwere Landarbeit mit dem Einsatz von Arbeitsflugzeugen. Die sozialistische Großraumwirtschaft in den LPG oder den Kooperationsgemeinschaften erhöht dabei die Einsatzmöglichkeiten von Agrarfliegern beträchtlich. In unserer Republik sind an den Agrarflugstützpunkten der INTERFLUG Berlin, Magdeburg, Kyritz, Anklam, Leipzig und Halle über hundert Flugzeuge für den aviochemischen Einsatz stationiert. Mit ihnen wird ein Drittel der landwirtschaftlichen Nutzfläche bearbeitet. Unter Bearbeiten ist das Säen, das Düngerstreuen und das Absprühen von Schädlingsbekämpfungsmitteln zu verstehen. Wie hoch der Nutzen beim Einsatz des Flugzeuges ist, kann man sich kaum vorstellen.

Beim Düngen schaffen die Flieger das Zwölfwache der

Feuerlöschvariante des Mehrzweckarbeitsflugzeuges An-2



Bodengeräte, beim Absprühen von Pflanzenschutzmitteln sogar das Zwanzigfache. Die INTERFLUG setzt vorwiegend die Z-37 „Čmelák“ (Hummel) und PZL-106 „Kruk“ (Rabe) ein. Diese Flugzeuge tragen im Rumpf Behälter für die abzusetzenden Chemikalien. Über Streu- oder Sprühgeräte unter den Tragflügeln streut oder versprüht der Flieger die Chemikalien in einer Breite von etwa 40 bis 60 Metern.

Die Arbeit beginnt mit der Suche nach einem Arbeitsflugplatz in der Nähe der zu bearbeitenden Felder. Nun braucht eine voll beladene Z-37 zwar nur eine Startstrecke von 160 Metern, aber eine Wiese, die Start und Landung ermöglicht, auf der man das Flugzeug beladen, betanken und technisch warten kann, muß man sorgfältig auswählen. Von solch einem Arbeitsflugplatz fliegt dann der Agrarflieger in etwa 50 Meter Höhe zum Feld. Dort geht er auf 3 bis 5 Meter Höhe herab, drosselt die Geschwindigkeit auf 120 Kilometer pro Stunde und beginnt in vorher genau festgelegten Streifen das Feld abzufliegen und es dabei zu besprühen oder zu bestreuen.

Beladen – fliegen – bestreuen oder absprühen – und wieder landen! Sehr tief fliegen und langsam fliegen! Stets unter behelfsmäßigen Bedingungen bereit sein und hohe Leistungen vollbringen! Das ist die harte Arbeit eines Agrarfliegers, für die er sich bei den Bauern eine hohe Achtung erworben hat.

Eine beeindruckende Art des Arbeitsfluges ist der als

An-2 mit Kufen für den Einsatz in den Polargebieten



Industrieflug bezeichnete Einsatz von Hubschraubern für das Montieren von Hochspannungsmasten elektrifizierter Eisenbahnstrecken, das Setzen von Schornsteinen oder anderer Teile beim Hochbau von Industrieobjekten. Die Kranflieger der INTERFLUG vollbrachten bei ihren Einsätzen weit über die Grenzen anerkannte Leistungen, so beim Bau von Seilbahnmasten im Hochgebirge der Hohen Tatra.

In der Sowjetunion und in anderen walddreichen Ländern der Erde gibt es einen bei uns weniger bekannten Zweig der Arbeitsfliegerei, den Avioforstschutz, dem besonders das Löschen von Waldbränden obliegt. Patrouillenflugzeuge mit Feuerwehrleuten an Bord kontrollieren die riesigen Waldflächen. Entdecken sie einen Waldbrand, springen die Feuerwehrmänner mit dem Fallschirm ab und beginnen den Brand einzudämmen. Von der über Funk verständigten Zentrale gelangen inzwischen weitere Mannschaften sowie Löschflugzeuge zur Brandstelle. Für diese Arbeit setzt man in der Sowjetunion das Mehrzweckflugzeug An-2 als Transporter sowie als Feuerlöschvariante ein. Aus dem Transporter springen die Feuerwehrleute mit dem Fallschirm ab. Eine Feuerlöschversion, die An-2P, ist ein Schwimmerflugzeug, das Wasser in den Schwimmern transportiert. In 7 Sekunden sind die Schwimmer nach der Wasserung auf einem See mit 1 200 Liter Wasser gefüllt. Während des Fluges zum Brandherd wird dem Wasser noch eine chemische Speziallösung beigegeben, welche die Löschfähigkeit erhöht. Über der Brandstelle – die Flieger müssen bis auf 10 Meter über die Baumwipfel herunter – sprüht der Flieger das

Wasser ab. Dabei versprühen sie die 1 200 Liter Wasser über eine Fläche von 14 Meter Breite und 80 Meter Länge.

Den sowjetischen Fliegern des Avioforstschatzes von Chabarowsk gelang es auf diese Weise, einen Waldbrand von 7 Hektar innerhalb einer Stunde zu lokalisieren und zu löschen.

Ein völlig anderes Einsatzgebiet von Arbeitsflugzeugen ist das der Luftbildaufnahmeflüge. Mit den im Rumpf eingebauten Spezialkameras kann man ganze Landstriche fotografisch erfassen und vermessen. Welche Abenteuer diese Art der Fliegerei bieten kann, macht die Entdeckung des sowjetischen Doktors der geographischen Wissenschaften Fialkow aus Omsk deutlich.

Doktor Fialkow und seine Genossen erhielten Luftbildaufnahmen, auf denen der fotografierte Pflanzenwuchs ganz seltsame Umrisse zeigte. Am Erdboden war das niemandem aufgefallen. Aus der Luft aber erkannte man deutlich die Grundrisse von Bauten. Ausgrabungen förderten die Überreste einer Befestigung aus der Zeit Peters I. zutage. Fialkow kam zu dem Schluß, daß auf verschütteten Bauwerken nur bestimmte Pflanzen wachsen und so die Umrisse markieren. Sichtbar werden die Umrisse jedoch nur aus der Luft.

Durch die Auswertung von Luftbildern, die man mit Spezialkameras bei Verwendung besonderer Filter und Filme aufnimmt, erkennt man Forstschäden in Wäldern, erfaßt man die Vernässung von Wiesenflächen, die Wirksamkeit von Be- oder Entwässerungsmaßnahmen, sogar den Reifegrad von Getreide.

Eine besondere Rolle spielt dabei die Infrarotaufnahmetechnik, wobei man das unterschiedliche Reflexionsvermögen der Pflanzen ausnutzt. Auf den Infrarotaufnahmen erscheinen die Pflanzen in verschiedenen Farbwerten und verraten Bauwerke wie die bei Omsk entdeckten.

Wenn wir die Friedensfahrt zu jeder Zeit am Fernsehschirm verfolgen können, verdanken wir das einer fliegenden Relaisstation. Sie ist ein Arbeitsflugzeug mit Empfänger- und Sendestation an Bord. Die Geräte nehmen die elektronischen Impulse des Übertragungswagens unten auf der Straße auf und strahlen sie vom Relaisflugzeug zur Zentrale des Fernsehfunks.

Wenn in tropischen Ländern Heuschreckenschwärme die Ernte zu vernichten drohen, wenn wir im Spreewald die Mücken nicht mehr ertragen, wenn der Kartoffelkäfer Kartoffelschläge kahlzufressen droht, dann sind die Flieger des aviochemischen Dienstes da und nehmen mit ihren Arbeitsflugzeugen den Kampf gegen Heuschrecken, Mücken oder Kartoffelkäfer auf.

Der Sportflug:

Es war am 20. Juli 1929, an einem Samstagabend in Hermsdorf bei Gera, als man das turbulente Turnfest jäh unterbrach, weil ein Segelflugzeug über dem Festplatz kreiste und auf der Wiese nebenan landete. Keiner der Turner und keiner der zahlreichen Festgäste hatte bis dahin ein Segelflugzeug gesehen. Viele wußten

Robert Kronfeld flog 1929 mit einem Segelflugzeug 143 Kilometer weit



nicht einmal, daß Flugzeuge auch motorlos fliegen konnten, und suchten mit Ausdauer den Motor und den Propeller an dem schlanken Flugzeug. Als der Flieger berichtete, er sei motorlos 143 Kilometer weit und über 2 000 Meter hoch geflogen, wollte es keiner glauben. Der österreichische Segelflieger Robert Kronfeld war in der Rhön gestartet und als erster Segelflieger vor einer Gewitterfront bis nach Hermsdorf gesegelt.

Die Meteorologen waren der Meinung gewesen, vor einer Gewitterfront müßte sich eine ruhige Aufwärtsströmung befinden, in der ein Segelflugzeug steigen und vor dem Gewitter herfliegen könnte. Die kalte Luft der Front schiebe sich keilförmig unter die Warmluftmassen und drücke sie nach oben, so daß eine abgelenkte Luftströmung ähnlich wie am Hang entstehe. Soweit die Theorie. Kronfeld wollte die Praxis erforschen. Dabei ging er das Risiko ein, in das Gewitter hineingezogen zu werden und daß die Naturgewalten unter Blitz und Donner sein Segelflugzeug wie eine Streichholzschachtel zerknickten.

Das Wagnis gelang. Erst nach der Landung erreichte die Gewitterfront die Geraer Landschaft.

Robert Kronfeld machte mit diesem Flug und seinen folgenden Segelflügen Schlagzeilen in den Zeitungen, und bereits wenige Wochen nach seiner Hermsdorfer Landung gehörte er zu den berühmtesten Segelfliegern der Welt.

Heutzutage sind für einen Segelflieger 143 Kilometer keine Entfernung und 2 000 Meter keine Höhe, über die es zu reden lohnt. Wer Rekorde brechen will, muß da schon weit über 1 500 Kilometer und höher als

14 000 Meter fliegen. Heutzutage ist ein Segelflieger und ein Segelflugzeug auch keine Sensation mehr. Nach der Zahl der Sportflugplätze, der Segelflugzeuge und auch der Segelflieger nimmt unsere Republik die siebente Stelle in der Welt ein. Unsere sozialistische Gesellschaft ermöglicht gesunden Jungen und Mädchen bei der Gesellschaft für Sport und Technik eine kostenlose Ausbildung als Segelflieger. Bedingungen sind gute schulische Leistungen und der Nachweis der Flugtauglichkeit bei einer flugmedizinischen Untersuchung. Wer beide Bedingungen erfüllt, kann in einer Segelflugsektion der Gesellschaft für Sport und Technik seine Fliegerlaufbahn beginnen, so wie sich auch die meisten Jagdflieger der Nationalen Volksarmee, die Verkehrsflieger der INTERFLUG und die Agrarpiloten als GST-Segelflieger ihre ersten fliegerischen Spuren verdienten.

Zum Sportflug gehören bei uns außer der Segelfliegerei auch noch der Motorkunstflug und der Navigationsflug mit Motorflugzeugen.

Die Flieger dieser Sportarten kommen ebenfalls vorwiegend vom Segelflug, der so etwas wie die Lehrwerkstatt der Fliegerei darstellt und für jeden Fliegerzeit seines Lebens unvergessen bleibt.

Der Segelflug:

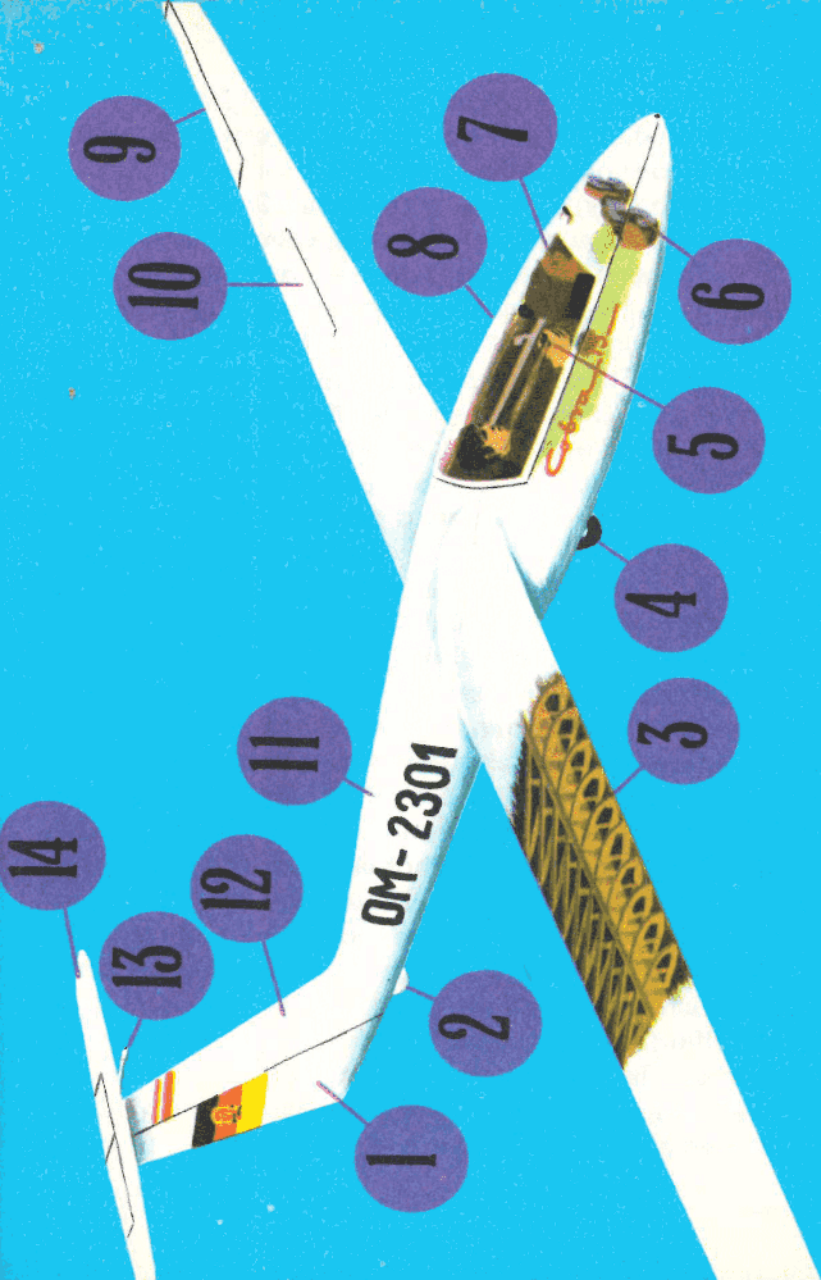
Wer das Fliegen erlernt, steigt zuerst einmal in ein doppelsitziges Schulsegelflugzeug. Im hinteren Sitz fliegt der Fluglehrer mit, der mit der doppelten Steuereinrichtung jede Steuerbewegung des Schülers mitfühlt und gefahrbringende Handlungen korrigiert. Der

Fluglehrer bleibt so lange hinter dem Flugschüler, bis dieser das Flugzeug völlig sicher beherrscht. Der Flugschüler erlernt das Geradeausfliegen, das Kurven, und dann startet und landet er schließlich auch selbst. Er wird mit Gefahrensituationen bekannt gemacht und übt, wie ihnen zu begegnen ist. Erst wenn er das alles mit Sicherheit bewältigt, steigt der Fluglehrer aus dem Doppelsitzer aus. Mit einem gutgemeinten „Hals- und Beinbruch“ und noch ein paar Hinweisen schickt er den Flugschüler zum ersten Alleinflug in die Lüfte. Zum ersten Mal ist der Flugschüler allein mit dem Wind und mit der Technik seines Flugzeuges. Keiner nimmt ihm nun mehr die Entscheidung für diese oder jene Steuerbewegung ab. Die Natur mit ihren für ihn noch unberechenbaren Luftströmungen verlangt fortwährend und unbarmherzig Entscheidungen, immer wieder und immer wieder. Erst wenn das Flugzeug nach der Landung ausgerollt ist, kann der Flugschüler aufatmen. Er hat es geschafft! Ein neuer Flieger hat seinen Weg zu den Wolken begonnen.

Ein Segelflieger ist er jedoch noch längst nicht. Der Fluglehrer steigt nämlich wieder zu ihm ins Flugzeug und lehrt ihn, Aufwinde zu finden, Sinkgebiete schnell zu durchfliegen und möglichst weit und schnell zu fliegen.

Schließlich stehen dann noch die Prüfungsflüge für die

Hochleistungssegelflugzeug: 1 Seitenruder, 2 Hecksporn, 3 Tragflügel, 4 Laufrad, 5 Steuerknüppel, 6 Seitenruderpedale, 7 Instrumentenbord, 8 Kabinendach aus Plexiglas, 9 linkes Querruder, 10 Bremsklappen (eingefahren), 11 Rumpf, 12 Seitenflosse, 13 Ausgleichgewicht für Höhenruder, 14 Höhenpendelruder



Segelflugerlaubnis bevor. Werden die Bedingungen erfüllt, ist das Ziel erreicht, aus dem Flugschüler ist ein Segelflieger geworden.

Danach beginnt der Kampf um die Segelflieger-Leistungsabzeichen. Für die Silber-C, wie die Segelflieger ihr silbernes Leistungsabzeichen nennen, sind ein 5-Stunden-Flug, ein Streckenflug von 50 Kilometern und ein Flug mit 1 000 Meter Startüberhöhung nachzuweisen. Startüberhöhung, damit ist die senkrechte Strecke des Steigens gemeint, die das Segelflugzeug vom Ausklinkpunkt zurückgelegt hat. Klinkt der Segelflieger in 400 Meter Höhe aus, muß er für die Silber-C im Aufwind kreisend 1 400 Meter Höhe erreichen.

Für die Gold-C sind ein Flug von mindestens 300 Kilometern Weite und eine Startüberhöhung von 3 000 Metern gefordert. Zur Gold-C kann der Segelflieger noch drei Diamanten erwerben: einen Diamanten für einen 500-Kilometer-Flug, einen zweiten Diamanten für einen 300-Kilometer-Zielstreckenflug, bei dem er vor dem Start bereits den 300 Kilometer entfernten Landeort genau angeben muß, und einen dritten Diamanten für eine Startüberhöhung von 5 000 Metern.

Wer die Gold-C mit drei Diamanten besitzt, ist ein Meister des Segelfluges, denn es gibt noch keine zweitausendfünfhundert Segelflieger mit dieser hohen Auszeichnung auf der Welt.

Segelflugzeuge sind nach den Leistungsparametern in mehrere Gattungen untergliedert. Sie wiederum stehen in Abhängigkeit zu den Aufgaben, die den Segelflugzeugen zugeordnet sind.

Schulflugzeuge sind Doppelsitzer, in denen der Anfänger geschult wird, bis er auf ein einsitziges Trainingssegelflugzeug umsteigen kann.

Zu den nächstfolgenden Gattungen der Sportsegelflugzeuge zählen wir die Leistungssegelflugzeuge, mit denen die Segelflieger Wettkämpfe bestreiten, sowie die Hochleistungs- und die Höchstleistungssegelflugzeuge, mit denen man Rekorde fliegt.

Bei der Beurteilung der Segelflugzeuge spielt das Gleitverhältnis eine entscheidende Rolle. Hierbei geht es um das Verhältnis zwischen Höhenverlust und zurückgelegter Strecke, das die aerodynamische Güte des Flugzeuges angibt. Legt ein Segelflugzeug aus einer Höhe von 100 Metern noch 3000 Meter zurück, dann entspricht das einem Gleitverhältnis von 1 : 30.

Welche Bedeutung das Gleitverhältnis, auch als Gleitzahl angegeben, für den Segelflieger besitzt, soll ein Beispiel erläutern: Wir fliegen in 1000 Meter Höhe. Bis zum Landeplatz sind es noch 20 Kilometer. Unser Segelflugzeug hat eine Gleitzahl von 25. Im günstigsten Fall kämen wir demnach 25 Kilometer weit, also ohne Schwierigkeiten zum Ziel. Hätten wir aber ein Flugzeug mit einem Gleitverhältnis von 1 : 15, dann stünde von vornherein fest, daß wir noch einmal Aufwind finden müßten, um das Ziel zu erreichen. Besäße unser Flugzeug eine Gleitzahl von 40, gäbe es überhaupt keine Bedenken, denn wir kämen über dem Landeplatz noch mit einer großen Höhenreserve an.

Leider hat unser Flugzeug aber nur die Gleitzahl 25, und wir haben Gegenwind und deshalb nicht den günstigen Fall, daß 1000 Meter Höhe ausreichen. Vor uns liegt

nämlich auch noch ein 3 Kilometer langes Waldstück, eine dunkle Fläche, über der wir keinen Aufwind zu erwarten brauchen. Dahinter der See bringt auch keine Thermik. Über dem Städtchen rechts vom See aber bilden sich Wolken. Dort gibt es demnach Warmluftaufwind. Wir müssen zwar unsere Flugstrecke beträchtlich verlängern, wenn wir über die Stadt fliegen, können dort jedoch mit Sicherheit Höhe „tanken“.

Mit hoher Geschwindigkeit überfliegen wir das Sinkgebiet des Waldes. In 700 Meter Höhe erreichen wir die Stadt, und da schlagen auch schon die Aufwinde unter den rechten Tragflügel. Wir kurven rechts ein und kreisen nach oben. Über uns steht die Wolke. 10 Minuten später zeigt der Höhenmesser 2 400 Meter an. Nun kann uns gar nichts mehr passieren. Im Geradeausflug kommen wir sicher über alle Sinkgebiete bis zu unserem Flugplatz. Wäre uns die Gleitzahl unseres Flugzeuges nicht bekannt gewesen, wer weiß, ob wir die richtige Entscheidung gefällt hätten.

Deshalb ist es wichtig, zu wissen, mit welchen Gleitzahlen bei welchen Kategorien zu rechnen ist:

Schul- und Trainingssegelflugzeuge haben Gleitzahlen zwischen 15 und 25, Leistungssegelflugzeuge zwischen 25 und 30, Hochleistungssegelflugzeuge zwischen 30 und 40 und Höchstleistungssegelflugzeuge über 40.

Zweisitziges Sportflugzeug Z-226: 1 Reihenmotor, 2 Kraftstoffbehälter, 3 Instrumentenbrett, 4 vorderer Sitz, 5 hinterer Sitz, 6 Funkgerät, 7 Antenne, 8 Kupplung für Segelflugzeugschlepp, 9 Luftschraube, 10 Brandschott, 11 Seitenruderpedale, 12 Steuerknüppel, 13 Hauptfahrwerk, 14 Schmierstoffbehälter, 15 Kraftstoffbehälter, 16 Spornrad



Segelflugzeuge führt man außerdem in zwei Klassen, der Standardklasse, zu der Flugzeuge mit Flügelspannen von nicht mehr als 15 Metern gehören, und der Offenen Klasse, deren Flugzeuge keinerlei technischen Beschränkungen unterliegen. Zum konstruktiven Aufbau sei erwähnt, daß Segelflugzeuge oft aus Holz bestehen, in einigen Fällen auch aus Metall. In den meisten Fällen jedoch besteht die Rumpfkonstruktion aus Metall und der Tragflügel aus Holz. Seit einigen Jahren machen nun immer mehr die Kunststoffsegler von sich reden. Aus glasfaserverstärkten Plasten hergestellt, weisen solche Segelflugzeuge Leistungsparameter auf, welche die der herkömmlichen Segelflugzeuge weit übertreffen. Noch beträgt der Herstellungspreis etwa 60 000 Mark. Doch den Kunststoffseglern gehört die Zukunft, und die Kunststoffbauweise wird die Holz- oder Metallbauweise völlig verdrängen.

Der Motorsportflug:

Motorsportflieger schleppen Segelflugzeuge hinauf zu den Wolken, sie fliegen die Fallschirmspringer auf die Absprunghöhe, sie lehren geeignete Segelflieger das Motorfliegen und üben sich selbst ständig im Navigieren oder im Kunstflug, und sie treten zu Wettkämpfen an.

Nun kann sich jeder Wettkämpfe im Schwimmen, im Rudern oder im Fußball vorstellen, was aber beim Wettkampf der Motorflieger geschieht, ist wenig bekannt. Schauen wir uns das also an: Von der GST-Fliegerschule Schönhagen fliegen vier Sportflieger in zwei doppelsitzigen Jak-18A auf der Luftverkehrsstraße

– nur etwas tiefer als die Maschinen der INTERFLUG – nach Budapest zum Ungarnrundflug. Als sie auf dem Flugplatz Budaörs landen, steht schon eine riesige Kavalkade von Flugzeugen für den Wettkampf startbereit. An den Hoheitszeichen erkennen sie Flugzeuge aus der Sowjetunion, aus Polen, der ČSSR und die größere Anzahl mit den rotweißgrünen Streifen am Leitwerk, die Flugzeuge aus Ungarn.

Der Ungarnrundflug sieht vor, daß jeweils eine Besatzung von zwei Mann in den Wettkampf geht, der auf einer etwa 2000 Kilometer langen Strecke kreuz und quer über das Pußtaland führt.

Sechs Wendepunkte sind für die erste Etappe angegeben, und die Flieger haben den Zeitpunkt zu errechnen, an dem sie die Wendepunkte überfliegen werden. Unterwegs am Kurs hat der Veranstalter noch verschiedene Sichtzeichen ausgelegt, die die Flieger erkennen sollen und mit einer Genauigkeit von ± 1 Millimeter in die Fliegerkarte eintragen müssen. Außerdem bekommen sie drei Fotografien: auf der einen ist eine Kirche abgebildet, auf der anderen ein Haus neben einem Hochspannungsmast, auf der dritten eine Brücke. Sie sind von der Erde aus aufgenommen. Die Bauwerke sehen aus der Fliegerperspektive natürlich anders aus. Die Wettkämpfer sollen sie finden und in die Karte eintragen. Die ihnen zugewiesene Höhe ist 100 Meter. Für Abweichungen nach oben oder unten gibt es Minuspunkte. Und als Höhepunkt ist am Landeplatz eine Ziellandung auszuführen. Wer vor oder nach dem ausgelegten Landekreuz aufsetzt, bekommt Minuspunkte.

Bei solchen Wettkämpfen stürmen auf die Flieger sehr viele neue Eindrücke ein. Sie fliegen über den Platten-see; silbergrün blinzelt er herauf. Segelboote durchfurchen das Wasser. He, Flieger, träum nicht! Da muß doch gleich ein Wendepunkt kommen? Weiter geht es! Hinaus über die Pußta. Bis hin zum Horizont dehnt sich die flache Landschaft. Da mal ein Haus, kilometerweit entfernt das nächste, eines mit einem riesigen Ziehbrunnen vor dem Tor. Was ist denn das da unten? An die tausend Schweine bewegen sich wie ein wogen- des Meer über die Pußta. Wegen der Schweineherde übersehen die Flieger beinahe ein an einem Pußta- gehöft ausgelegtes Tuchzeichen.

Stimmt eigentlich die Flughöhe noch? Stimmt die Zeit des Überfluges?

Welch hohes Maß an Konzentration und fliegerischem Können wird den Fliegern abverlangt, über fremdem Territorium fast auf die Sekunde genau die Wendepunkte zu überfliegen, die Suchaufgaben zu erfüllen und auf völlig unbekanntem Flugplatzgelände eine exakte Ziellandung auszuführen! Und das geschieht auf vier oder sechs Etappen. Jeden Tag neue Aufgaben, jeden Tag schwierigere Forderungen. Wer dabei noch einen guten Platz belegt, zählt international zu den Klassefliegern.

Der Motorkunstflug:

Eine ganz andere Disziplin des Motorsportfluges ist der Kunstflug. Hierbei geht es nicht um weite Strecken oder

Motorkunstflug: 1 Looping (Überschlag), 2 Turn (Kehrtkurve), 3 Rolle, 4 Männchen

1**2****3****4**

Ziellandungen, sondern um Akrobatik mit dem Flugzeug. Vom Motorkunstflug sagt man, er sei die Krone der Fliegerei.

Den einfachen Kunstflug – das sind leicht fliegbare Figuren, wie der Looping oder die Kehrtkurve – erlernt jeder Flugzeugführer, um das Flugzeug auch in ungewöhnlichen Fluglagen sicher zu beherrschen. Für den hohen Kunstflug braucht der Flieger bereits eine Sondergenehmigung, und für die wettkampfmäßige Ausübung muß er die schwierigen Figuren des höheren Kunstflugs beherrschen.

Steigen wir doch einmal in den zweiten Sitz eines Übungsflugzeuges der GST, um Kunstflug zu erleben.

In ausladendem Bogen klettert unser Flugzeug auf 1 000 Meter Höhe. Von hier oben ist der Flugplatz so klein wie ein Handtuch anzusehen. Genau in der Mitte zeigen weiße Tücher im Grün des Rasens die Längsrichtung des Kunstflugraumes. In dieser Richtung fliegen wir an.

Wir wackeln mit den Tragflügeln. Das ist für die Schiedsrichter das Zeichen, daß wir mit dem Kunstflug beginnen. Das Motorengebrumm läßt nach, das Flugzeug wird langsamer, reckt die Nase nach oben ... und ..., der Horizont kippt weg, die Erde scheint durch die Luft zu wirbeln. Im brausenden Karussell geht es direkt auf die Erde zu, die sich zu uns heraufzudrehen scheint. Wir trudeln! Eine Umdrehung, zwei, drei ..., und dann ist plötzlich Schluß. Wir stürzen auf die Flugplatzgebäude zu, fangen ab. Die Gebäude verschwinden unter dem Tragflügel und bleiben hinter uns zu-

rück. Irgend etwas staucht einen in den Sitz. Man hat das Gefühl, als würde man jetzt das Doppelte oder Dreifache wiegen. Die Fliehkraft beim Abfangen eines Flugzeuges erzeugt Belastungen, die nicht selten weit über das Dreifache des Körpergewichtes hinausgehen. Zum Überlegen bleibt keine Zeit. Wir jagen mit Motorengetöse steil in den Himmel. Er ist überall, der Himmel, links und rechts und vor und über uns. Dann ist der Himmel plötzlich unten und die Erde über unseren Köpfen. Wir fliegen auf dem Rücken. Die Erde rutscht weg, ist wieder da, wo sie hingehört, unten. So geht es rauf und runter, kreuz und quer durch den Kunstflugraum: Rolle, Überschlag, Sturzflug, Rückenflug, Trudeln und Abfangen – 5 Minuten lang. Das erfordert Mut, fliegerisches Können, Kraft und Disziplin.

Kunstflieger zählen überhaupt zu den diszipliniertesten Fliegern, wissen sie doch, daß jede Disziplinlosigkeit, jedweder Funken Leichtsinn für sie eine Katastrophe bedeuten kann. Deshalb fliegen sie genau nach Maß, genau so, wie sie es verantworten können. Sicherheit geht in der Fliegerei stets über alles!

Ein Kunstflugwettkampf setzt sich aus drei Komplexen zusammen, der Pflicht, der unbekannten Pflicht und der Kür.

Die Pflicht ist eine Figurenfolge von fünfzehn bis dreißig Kunstflugfiguren. Der Veranstalter des Wettkampfes stellt die Figurenfolge der Pflicht dem Wettkämpfer mit der Ausschreibung zu, so daß er sie lange vor dem Wettkampf trainieren kann.

Die unbekannte Pflicht ist dagegen eine Figurenfolge,

die der Wettkämpfer erst 24 Stunden vor dem Start erhält, die er nicht trainieren darf.

Den letzten Komplex, die Kür, kann sich der Wettkämpfer selbst zusammenstellen.

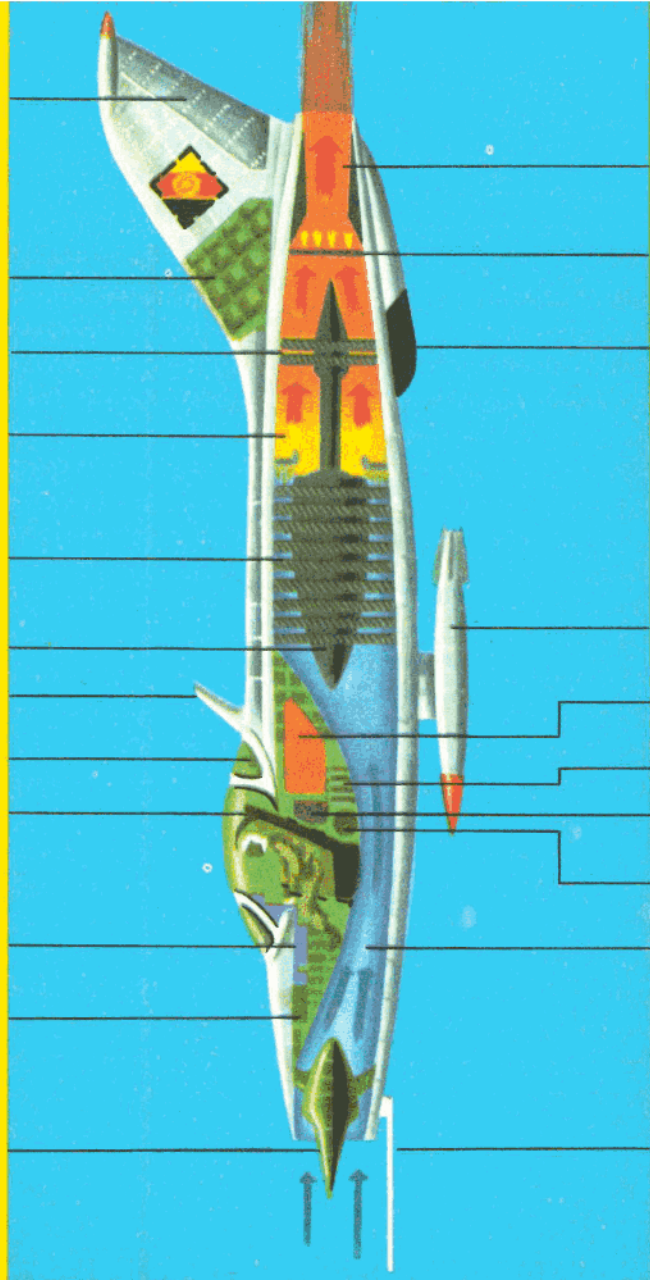
Geflogen wird in einem genau einzuhaltenden Vorführungsraum über dem Flugplatz. Die Länge des Raumes beträgt 1000 Meter, die Breite 800 Meter, und seine Höhen liegen zwischen 100 und 1000 Metern. Eine Schiedsrichtergruppe bewertet jede Figur mit einer Punktzahl zwischen 1 und 10, wobei sie die genaue Einhaltung der Figurenfolge, des Kunstflugraumes und der vorgeschriebenen Zeit für die Vorführung sowie die Harmonie zwischen den Figuren einschätzt.

Als Fluggerät für den hohen und höchsten Kunstflug benutzen die Wettkämpfer Spezialkunstflugzeuge.

Der Kunstflieger erwartet von seinem Flugzeug, mit dem er in den Wettkampf geht, eine gute Steigleistung, leichte Steuerbarkeit auch unter den hohen Belastungen des Kunstfluges. Wendigkeit und gleichzeitig stabile Flugeigenschaften, hohe Baufestigkeit der Zelle und dennoch eine möglichst geringe Flugmasse sind weitere Forderungen. Eine geringe Leistungsbelastung, die sich aus der Flugmasse und der kW-Zahl des Motors ergibt, hat für den Kunstflieger etwa die

Überschall-Jagdflugzeug: 1 Lufteinlaufkegel, 2 und 3 Elektronik, 4 Schleudersitz, 5 Funkgerät, 6 Antenne, 7 Verdichterkegel, 8 Verdichter, 9 Brennkammern, 10 Turbine, 11 Seitenflosse, 12 Seitenruder, 13 Staurohr, 14 Lufteinlaufkanal, 15 Preßluftbehälter, 16 Schmierstofftank, 17 Sauerstoffbehälter, 18 Kraftstofftank, 19 abwerfbarer Zusatztank, 20 Stabilisierungsfläche und Notsporn, 21 Nachbrenner, 22 Schubdüse

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12



13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

Bedeutung wie für den Segelflieger eine hohe Gleitzahl. Ein Kunstflugzeug wie die Jak-50, mit der unsere Kunstflieger starten, hat eine Flugmasse von 900 Kilogramm und ein Triebwerk mit rund 265 kW (360 PS) Leistung. $900 : 265 \text{ (360)}$ ergibt 3,4 kg/kW (2,5 kg/PS) Leistungsbelastung. Je geringer die Leistungsbelastung, um so leistungsstärker ist verständlicherweise das Kunstflugzeug.

Außer bei ihren Kunstflugmeisterschaften zeigen die Kunstflieger ihr Können bei den von der GST oder dem Aeroklub der DDR veranstalteten Flugtagen. Sie fliegen dann im Einzel- oder Verbandskunstflug mit mehreren Flugzeugen.

Die Militärluftfahrt:

Ein Militärflugzeug, mit dem man Überschallgeschwindigkeit erreicht, gehört zur modernsten Technik unserer Zeit. In seinem Rumpfvorderteil befinden sich meist elektronische Geräte, mit deren Hilfe es dem Piloten möglich ist, jederzeit zu starten und zu fliegen, ob im Regen oder in dunkler Nacht. Mit Hilfe der Geräte findet er das feindliche Ziel im weiten Luftmeer. Seinen Landeplatz erreicht der Flugzeugführer durch Anzeigegeräte sicher, selbst wenn er über oder in den Wolken fliegt. Militärflugzeuge sind wirksame Waffen, und ein Sinnspruch aller noch um die Freiheit ihrer Völker ringenden Kämpfer und der fortschrittlichen Menschen, die ihre sozialistischen Errungenschaften zu verteidigen bereit sind, lautet: „Eine Waffe ist dann eine gute Sache, wenn sie für eine gute Sache da ist!“ Deshalb sollten wir bei der Betrachtung von Militärflug-

zeugen niemals vergessen, daß imperialistische Länder die Waffe Flugzeug zu verbrecherischen Aggressionen benutzen.

In Südostasien setzten die amerikanischen Aggressoren Militärflugzeuge gegen die Völker Indochinas ein und machten das Flugzeug zur verbrecherischen Waffe von Luftpiraten. Unter dem Feuer und den Bomben dieser Maschinen starben Frauen und Kinder.

Die Flugzeugführer der Sozialistischen Republik Vietnam fliegen Jagdflugzeuge sowjetischer Produktion. Sie bekämpften mit ihnen die einfliegenden Luftpiraten. Ihre Flugzeuge sind somit Waffen für eine gute Sache, für den Schutz ihres Volkes vor allen räuberischen Überfällen.

Auch die Flugzeugführer unserer Nationalen Volksarmee stehen auf Wacht, bereit, zu jeder Zeit unser Vaterland zu schützen. Damit die Bürger unserer Republik ihrer friedlichen Arbeit nachgehen, die Kinder lernen und spielen können und nicht, wie einst in Vietnam, vor den schrecklichen Bomben Schutz suchen müssen. Unseren Armeefliegern zur Seite stehen die Fliegeroffiziere und Soldaten der befreundeten Armeen der Sowjetunion, Polens, der ČSSR, Ungarns, Bulgariens und Rumäniens. Schauen wir uns ein Militärflugzeug einmal etwas näher an, zum Beispiel das sowjetische Jagdflugzeug MiG-21. Um dieses Flugzeug zu schaffen, arbeiteten mehrere hundert Ingenieure in rund 5 Millionen Stunden an den für den Bau notwendigen Konstruktionszeichnungen und -berechnungen. Techniker und Facharbeiter in fünfhundert Betrieben schufen die zahlreichen Teile und brauchten

noch einmal 1 Million Arbeitsstunden für die Herstellung eines einzigen Überschalljagdflugzeuges. Es ist fast unglaublich, daß dieses Flugzeug aus zweihundertfünfzigtausend Einzelteilen besteht. Die Hälfte davon sind sogenannte arbeitende Teile: Relais und Zahnräder, Pumpen, Hebel und Schalter, Segmente, Klappen und Zeiger. Einhundertfünfundzwanzigtausend arbeitende Teile an diesem Flugzeug bewegen sich nach dem Willen des Flugzeugführers.

Wer ein solches Flugzeug fliegen will, muß deshalb selbst ein Ingenieur sein. Jeden Handgriff muß der Flugzeugführer sicher beherrschen, denn ein Fehlgriff kann ihn und das Flugzeug in eine gefährvolle Situation bringen und die Erfüllung einer verantwortungsvollen Aufgabe bei der Sicherung unseres Luftraumes zunichte machen.

Flugzeugführer der sozialistischen Armeen studieren deshalb 4 Jahre an einer Offiziershochschule, die sie nach erfolgreichem Studium als Leutnant verlassen. In einer Einheit der Luftstreitkräfte übernimmt der Flugzeugführer dann einen Platz in dem System der Luftverteidigung der sozialistischen Staatengemeinschaft. Seite an Seite mit ihm fliegen sowjetische, polnische, tschechoslowakische und unsere Militärflieger, um den Luftraum der sozialistischen Staaten von jedem Feind frei zu halten.

Das Jagdflugzeug hat, als Abfangjagdflugzeug eingesetzt, die Aufgabe, einfliegende Feindflugzeuge ab-



zufangen oder eigene Bomberverbände, militärische Einheiten am Boden, Schiffe und Industrieobjekte vor feindlichen Angriffen abzuschirmen.

Jagdflugzeuge sind ein- oder zweisitzig. Während Abfangjagdflugzeuge meistens einsitzig sind, haben die Objektschutzjäger, die über weite Räume und oft stundenlang operieren, zwei Mann Besatzung. Moderne Jagdflugzeuge fliegen Geschwindigkeiten von über 2 Mach, also 2500 Kilometer pro Stunde. Sie steigen bis zu 30 000 Meter hoch und weisen Steigleistungen von 250 bis 300 Metern in der Sekunde auf.

Wie lange braucht solch ein Jagdflugzeug wohl vom Start bis zur Höhe von 20 000 Meter, wenn ein Luftraumverletzer einfliegt? Theoretisch etwa 80 Sekunden. Praktisch dauert es, wegen der abnehmenden Luftdichte und der sich deshalb verringernden Steigleistung, länger, etwa drei bis vier Minuten.

Jagdflugzeuge sind oft noch für andere Aufgaben einsetzbar. Es können zum Beispiel Jagdflugzeuge mit Bombenabwurfvorrichtungen bestückt und als Jagdbomber eingesetzt werden. Dem gleichen Zweck dient ein Jagdflugzeug, dem Behälter mit zwanzig oder dreißig Raketen zur Bekämpfung von Erdzielen unter die Tragflügel gehängt werden. In solche Behälter zum Anhängen bauten Konstrukteure Film-, Foto- oder Fernsehkameras ein, befestigten sie unter dem Rumpf und machten das Jagdflugzeug zu einem Aufklärungsflugzeug.

Seit es die Atombombe gibt, kann ein einziges modernes Bombenflugzeug genausoviel Vernichtungskraft tragen wie im zweiten Weltkrieg ganze Geschwa-

der. Da selbst Jagdbombenflugzeuge Kernwaffen tragen können, ist die Verantwortung der Luftabwehr außerordentlich angewachsen.

Die Wissenschaftler und Techniker der sozialistischen Verteidigungsindustrie haben neben den bereits früher entstandenen Militärflugzeuggattungen, wie dem Jagdflugzeug, Aufklärungsflugzeug, Transport-, Bomben- und Schlachtflugzeug, als neue Gattungen den strategischen Raketenträger und das Mehrzweckkampfflugzeug geschaffen. Alle diese modernen Flugzeuge sind mit elektronischen Geräten zum Lenken von Raketenwaffen und zur Allwetternavigation ausgerüstet worden.

Schneller als der Schall

Es donnert, daß die Scheiben zittern, obwohl im weiten Blau des Himmels kein einziges Gewitterwölkchen auszumachen ist. Die Donnerschläge kommen von den silbrigen Pünktchen hoch oben im Sonnenhimmel. Keiner würde sie bemerken, zögen sie nicht quellende weiße Wolkenstreifen hinter sich her. Diese Pünktchen, das sind Jagdflugzeuge an der unteren Grenze der Stratosphäre, die schneller als der Schall dahinjagen.

Viele glauben, der Donnerschlag entsteht, wenn Flugzeuge die sogenannte Schallmauer durchstoßen. Das ist ein Irrtum, wie überhaupt die Bezeichnungen Schallmauer oder Schallbarriere nicht exakt sind. Sie stammen noch aus einer Zeit, als die Flieger und Aerodynamiker die Strömungsvorgänge im Bereich der Schallgeschwindigkeit nicht kannten und ihnen das Überschreiten der Schallgeschwindigkeit unmöglich schien. Überall in der Welt, wo man mit Flugzeugen experimentierte, verunglückten zu jener Zeit Piloten, wenn sie Geschwindigkeiten über 800 Kilometer pro Stunde erreichten. Die Aerodynamiker und Konstrukteure standen vor einem Rätsel.

Als in der Sowjetunion das raketengetriebene Jagdflugzeug Bolchowitinow „BI-I“ getestet wird, geschieht auch hier das Unfaßbare. Kapitän Bachtschiwandschi war extra von der Front, wo er als Jagdflieger gegen die Faschisten kämpfte, zum Testflugplatz kommandiert worden, um diesen neuen Jäger auf Frontflugtauglichkeit zu testen. Als er am 15. Mai 1942 den Erstflug wagt, erreicht er 750 Kilometer pro Stunde und ist von der

„Bl-I“ begeistert. Wenige Tage danach versucht er das Flugzeug auf die Maximalgeschwindigkeit zu testen.

Der Fahrtmesser zeigt 750 Kilometer pro Stunde, dann 800; bei 850 drückt eine unsichtbare Kraft den Bug des Flugzeuges nach unten.

Bachtschiwandschi zieht den Steuerknüppel, aber der Bug kommt nur ein wenig hoch, um sich dann um so stärker zu senken. Die Steuerruder beginnen zu zittern, schlagen stärker aus, so daß der Pilot mit beiden Händen versuchen muß, den Knüppel festzuhalten. Und plötzlich bewegen sich die Ruder, als lägen sie im Strömungsschatten, ohne jede Wirkung. Der Flieger kann den Steuerknüppel hin und her bewegen, das Flugzeug reagiert nicht und jagt der Erde entgegen. Ein Blick auf den Fahrtmesser zeigt dem Piloten eine Geschwindigkeit von 950 Kilometern pro Stunde.

Für den Testflieger gibt es in solchen Situationen immer eine oft über Leben oder Tod entscheidende Frage: Springe ich mit dem Fallschirm ab, oder versuche ich das wertvolle Flugzeug zu retten? Springt er mit dem Fallschirm ab, dann wird das Flugzeug derart zerstört, daß man die Ursache für die Katastrophe nicht mehr ermitteln kann. Sein Kamerad, der nächste Testpilot, müßte sich wieder in die unbekannte Gefahr begeben. Deshalb geht der Testpilot in den meisten Fällen das Risiko ein. Er versucht, das Flugzeug zu retten, damit der Fehler gefunden werden kann. Kapitän Bachtschiwandschi gelingt es nicht, die Maschine zu landen. Der Fliegerheld, der mithelfen wollte, seiner von den Faschisten überfallenen Heimat eine neue Waffe zu schaffen, stirbt den Testfliegertod.

Die sowjetischen Aerodynamiker können die Ursache für die Katastrophe nicht finden. Theoretisch ist der Vorgang nicht zu erklären. Bleibt nur die weitere risikoreiche praktische Erprobung in der Luft mit anderen Flugzeugtypen.

Den Hochgeschwindigkeitstest eines TL-Jagdflugzeuges übernimmt der Testpilot Fjodorow. Als Sicherheiten für den Piloten sind nach der Katastrophe der „BI-I“ ein Schleudersitz konstruiert sowie eine Sprechfunkverbindung zur Flugleitung geschaffen worden. Um hinter die unbekannten Vorgänge am Flugzeug zu kommen, ist die Maschine mit einem Flugschreiber ausgerüstet, der alle Steuerausschläge und den Steuerdruck an den Rudern registrieren soll.

Fjodorow weiß, was ihm bevorsteht. Dennoch, er jagt das Flugzeug in den gefährlichen Hochgeschwindigkeitsflug. Bei 900 Kilometern pro Stunde fängt die Maschine an zu stampfen, die Steuerorgane vibrieren ... 950 bis 980 Kilometer pro Stunde! Das Vibrieren nimmt zu und schlägt ihm das Steuer aus der Hand. Jetzt staucht die geheimnisvolle Kraft auch dieses Flugzeug hinab. Fjodorow verliert die Gewalt über die Maschine.

Von der Flugleitung kommt der Befehl, abzuspringen. Aber Fjodorow wirft erst mal das Kabinendach in der Hoffnung ab, die Verwirbelung an der offenen Kabine

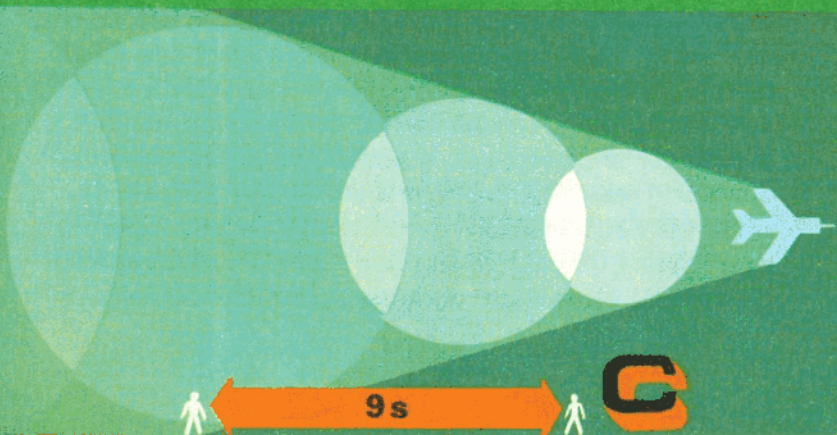
Überschallflug: A 600 km/h – die Wellen drängen sich vor dem Flugzeug zusammen. B 1 220 km/h – die Schallgeschwindigkeit ist erreicht. C 2 000 km/h – das Flugzeug zieht eine Schallschleppe hinter sich her



A



B



C



9s

würde die Geschwindigkeit verringern und die Steuerfähigkeit des Flugzeuges könnte wiederhergestellt werden.

Nichts dergleichen geschieht. Von der Flugleitung rufen sie: „Steigen Sie aus, Fjodorow! Das ist ein Befehl!“

Der Pilot meldet sich: „Verstanden! Ich steige aus!“

Fjodorow ist von den Vorgängen derart beeindruckt, daß er den Schleudersitz vergißt. Er stemmt sich aus dem Sitz. Hinter ihm reißt mit einem lauten Knall das Leitwerk ab. Das ist sein Glück, denn sonst hätte der Fahrtwind ihn ganz sicher gegen das Leitwerk geschleudert. So aber öffnet sich der Fallschirm, und Fjodorow landet unverletzt.

Aus den Trümmern des Flugzeuges wird der Flugschreiber geborgen, und zum ersten Mal halten die Aerodynamiker wissenschaftliche Aufzeichnungen über die rätselvollen Vorgänge im Bereich der hohen Geschwindigkeiten in den Händen. Die wissenschaftlichen Forschungen können beginnen.

Was diese Jahre andauernder Forschungen schließlich als Ergebnis hervorbrachten, stellte die ganze bis dahin bekannte Aerodynamik auf den Kopf.

Die klassischen Aerodynamiker meinten, die Luft ließe sich nicht zusammendrücken, müßte also das Profil fließend umströmen, ganz gleich bei welchen Geschwindigkeiten. So konnten sie den Auftrieb an einem Tragflügel erklären. Nun standen die Wissenschaftler vor der Tatsache, daß sich die Luft vor Körpern mit mehr als 600 Kilometern pro Stunde Geschwindigkeit staut. Die Luftteilchen können dem Tragflügelprofil nicht mehr schnell genug ausweichen. Sie ballen sich

am Tragflügel zusammen, und es kommt zu Verdichtungsstößen, zu Stoßwellen. Das Flugzeug schiebt diese Stoßwellen buchstäblich vor sich her. Der Widerstand wächst erheblich. Ungeheure Energie muß aufgewendet werden, um die Geschwindigkeit so zu vergrößern, daß der Widerstand überwunden wird. Aber nicht nur der Widerstand stemmt sich dem Flugzeug entgegen, der Auftrieb am Tragflügel verschlechtert sich derart, daß er kaum noch trägt. Am Tragflügel verändert sich die Auftriebsverteilung. An der Profiloberseite, wo der Auftrieb hoch war, ist er jetzt niedrig, an der Unterseite, wo er gering war, ist er jetzt hoch. So verschlechtert sich die Flugstabilität und dadurch wiederum die Steuerbarkeit des Flugzeuges. Es ist eine ganze Kette, die zu wirken beginnt. Biege- und Verdrehungskräfte belasten die Flugzeugzelle in einem nicht ertragbaren Maße: Das Flugzeug bricht auseinander.

Nach diesen Erkenntnissen bauten nun die Konstrukteure neue Flugzeuge mit höherer Festigkeit, Tragflügel mit besonderem Hochgeschwindigkeitsprofil, Höhenleitwerke, die auf das Seitenleitwerk aufgesetzt und somit außerhalb der Verwirbelungen des Tragflügels lagen.

Solche Flugzeuge überschritten schließlich die Grenze von 1 000 Kilometern pro Stunde. Die schon greifbare Schallgeschwindigkeit zu bezwingen gelang jedoch immer noch nicht. Wie eine Barriere, wie eine Mauer stellten sich die Vorgänge im Hochgeschwindigkeitsbereich den Fliegern, Aerodynamikern und Konstrukteuren entgegen.

Und dann war da plötzlich der Knall, jener Überschallknall, der auch uns immer wieder erschreckt.

Damals hatte man auf einem Erprobungsflugplatz zwei neuentwickelte Jagdflugzeuge zum Test erhalten. Es waren schnittige, nach den neuesten Errungenschaften der Aerodynamik gebaute Maschinen. Was sie zu leisten imstande waren, konnte man zwar errechnen, aber die Praxis mußte diese Werte erst bestätigen. Nach einem dieser Erprobungsflüge meldete ein Pilot zum Abschluß seines Testprogramms einen Sturzflug an die Flugleitung, wo Ingenieure das Testprogramm an Radarschirmen verfolgten. Sie sahen das grüne Pünktchen auf dem Schirm, das den Testflieger darstellte, und wandten sich nun anderen Tätigkeiten zu, denn der abschließende Sturzflug war nichts anderes als eine Routineangelegenheit. Doch da brach der Donner Schlag über die Testzentrale herein. Entsetzt stürzten die Ingenieure an die Radarschirme. Die Explosion konnte nichts anderes als das Ende der Maschine bedeuten. Aber welche Überraschung, das grüne Pünktchen zog seelenruhig seine Bahn über die Gradscheibe des Bildschirmes. Dann brauste der Testpilot über den Platz und setzte zur Landung an.

Vergeblich suchten Ingenieure und Mechaniker nach etwaigen Spuren einer Explosion am Flugzeug. Der Pilot wollte auch von einem donnerartigen Knall nichts gehört haben. In diesem Moment meldete sich über Funk der zweite Testflieger, der den gleichen Typ in einer anderen Luftzone erprobt hatte, vom Flug zurück und gab durch, er beende das Programm ebenfalls mit einem Sturzflug. Während in der Testzentrale die Inge-

nieure noch mit dem ersten Piloten stritten, donnerte es wieder über ihnen. Es gab keinen Zweifel, der Knall mußte mit der hohen Geschwindigkeit zusammenhängen, den dieser Flugzeugtyp beim Sturzflug erreicht.

Der erste Pilot war nicht mehr in der Testzentrale zu halten. Er bestieg wieder seine Maschine und flog in den Himmel. Aus 5 000 Meter Höhe drückte er sein Flugzeug in den Sturzflug. Der Flieger beobachtete den Fahrtmesser. Der Zeiger bewegte sich auf die Schallgeschwindigkeit zu. Das Flugzeug begann zu schütteln, so daß der Pilot beide Hände brauchte, um den Steuerknüppel zu führen. Er erinnerte sich: Vorhin war das ebenso! Das Flugzeug überschritt die Schallgeschwindigkeit. Aber einen Donnerschlag hörte der Pilot wieder nicht.

Aus der Zentrale meldeten sich über Funk die Ingenieure; sie wollten wissen, wie es war, als es knallte. Es hatte also doch geknallt? Wie sollte er auch den Donner hören, wenn er dem Schall davonflog? Er stieg wieder in die Höhe, stürzte, steuerte sein Flugzeug über die Schallgeschwindigkeit hinaus und ließ den Donner auf die Zentrale niederfahren.

Auf diese Weise entdeckte man vor rund drei Jahrzehnten durch Zufall, daß beim Übergang von der Unterschallgeschwindigkeit zur Überschallgeschwindigkeit ein explosionsartiger Knall hervorgerufen wird. Wie es zu diesem Knall kommt, konnte damals allerdings noch niemand sagen.

Jahrelang hatte sich den Versuchen, schneller als der Schall zu fliegen, eine unsichtbare Barriere entgegen-

gestellt. Nun war es im Sturzflug gelungen, diese Barriere zu überwinden. Das war eine Sensation! Aus dieser Zeit stammen die Begriffe Schallbarriere oder Schallmauer.

Wie sich nach zahlreichen und langwierigen Forschungsflügen herausstellte, gibt es weder eine Schallbarriere noch eine Schallmauer. Was wir hier unten auf dem Boden knallen hören, ist eine über uns hinwegbrausende Schallschleppe, die das überschallschnelle Flugzeug hinter sich herzieht, solange es im Überschallbereich fliegt.

Schallwellen breiten sich kugelförmig aus, und je mehr sich nun die Geschwindigkeit des Flugzeuges der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Schallwellen annähert, um so stärker drängen sie sich vor dem Flugzeug zusammen.

Mit dem Erreichen der Schallgeschwindigkeit verdichten sich die Schallwellen vor dem Flugzeug derart, daß es zu Verdichtungsstößen kommt.

Unser Pilot erlebte sie als Schütteln seines Flugzeuges. Vor dem Flugzeug ballen sich die Schallwellen zusammen, manche sagen eben auch Schallmauer dazu.

Fliegt das Flugzeug nun schneller als der Schall, läßt es die Schallwellen hinter sich, die zu einer kegelförmigen Schleppe werden. Dort, wo der Schallkegel auf die Erde auftrifft, hören wir den Überschallknall.

Nehmen wir an, ein Flugzeug flöge 2 000 Kilometer pro Stunde und wir hören, nachdem es lautlos über uns hinweggeflogen ist, den Überschallknall, dann würde ein anderer, der 5 Kilometer von uns entfernt stünde, den Knall erst 9 Sekunden später hören. Diese Zeit

braucht die Schallschleppe, bis sie ihn erreicht. Im Augenblick des Knalls ist das Flugzeug auch über ihn längst hinweggebraust. Während das Flugzeug bis zum Knall für den Beobachter lautlos zu fliegen scheint, hört er nach dem Knall das für Strahlflugzeuge typische gurgelnde Röhren, erst dröhnend und dann schnell leiser werdend.

Jetzt kennen die Flieger die Vorgänge im Bereich der Überschallströmungen. Die Konstrukteure berücksichtigen die Besonderheiten des Hochgeschwindigkeitsfluges bei der Auslegung ihrer Flugzeuge, ja sie nutzen die Besonderheiten aus. So entstanden Jagdflugzeuge, die nicht nur im Sturzflug Überschallgeschwindigkeit erreichen. Donnernd durchjagen sie Strecken in wenigen Minuten, für die wir auf dem Boden mit den schnellsten Personenkraftwagen Stunden brauchen.

Die hohe Geschwindigkeit wird in Machzahlen angegeben. Das ist eine Verhältniszahl, die nach dem Physiker Ernst Mach (1838–1916) benannt ist und das Verhältnis der Geschwindigkeit (v) eines Körpers zur Schallgeschwindigkeit (c) angibt. Die Machzahl bezeichnet man mit dem Buchstaben M .

Da die Schallgeschwindigkeit von der Luftdichte und der Temperatur abhängt, verändert sie sich mit zunehmender Höhe. Luftdichte und Temperatur nehmen bis in die Höhe von 11 000 Metern ab, darüber bleiben sie annähernd konstant.

Die Schallgeschwindigkeit wird also mit zunehmender Höhe kleiner. Muß ein Flugzeug in Bodennähe noch 1 228 Kilometer pro Stunde überschreiten, um Über-

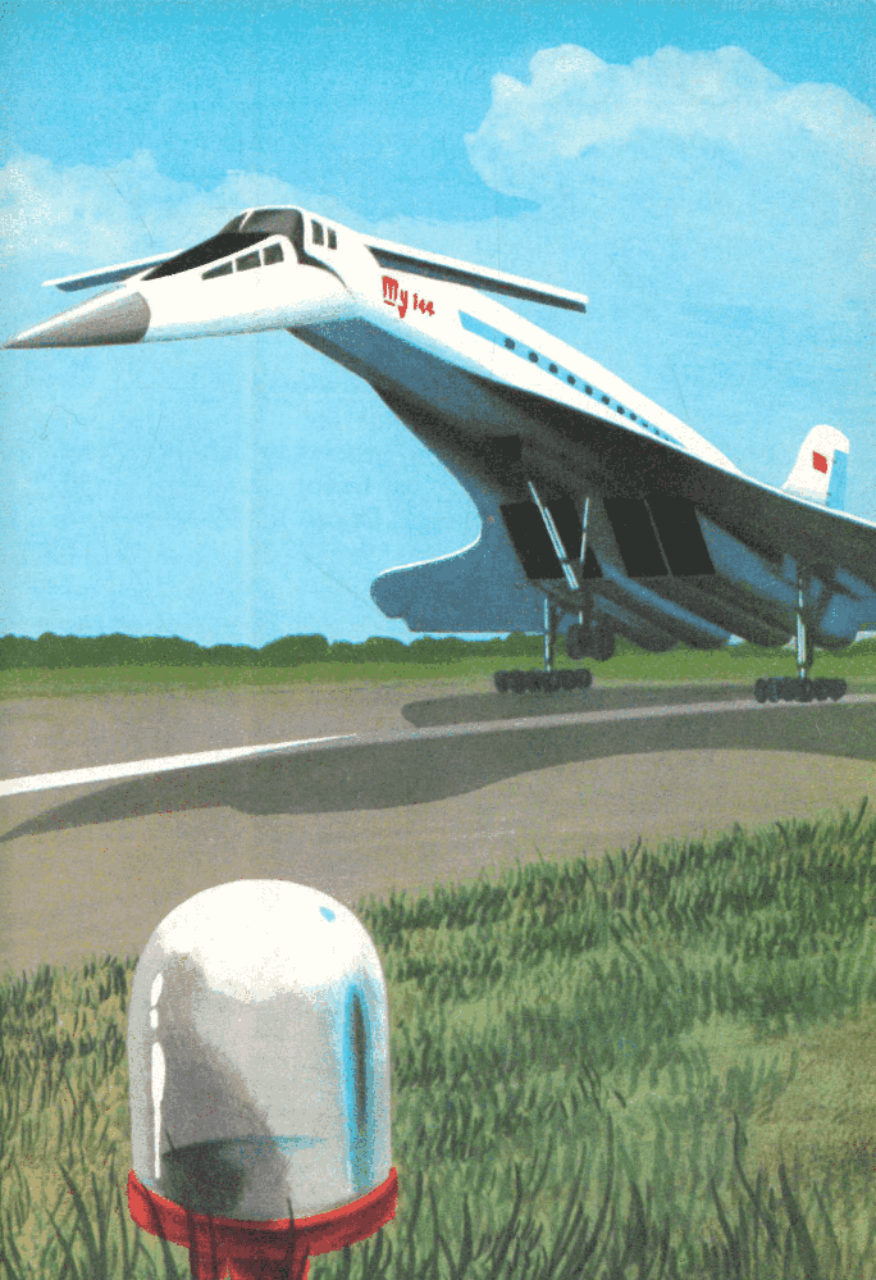
schallgeschwindigkeit zu erreichen, braucht es dafür in 10000 Meter Höhe nur noch 1080,6 Kilometer pro Stunde.

In welcher Abhängigkeit die Höhe zur Schallgeschwindigkeit steht, zeigt die folgende Tabelle:

Höhe (Meter)	Schallgeschwindigkeit (Kilometer pro Stunde)	(Meter je Sekunde)
0	1 228,0	341,1
1 000	1 214,1	337,2
2 000	1 200,0	333,3
3 000	1 185,7	329,4
4 000	1 171,2	325,3
5 000	1 156,6	321,3
6 000	1 141,8	317,2
7 000	1 126,8	313,0
8 000	1 111,6	308,8
9 000	1 096,2	304,5
10 000	1 080,6	300,2
11 000	1 064,7	295,8

Darüber bleiben die Werte annähernd konstant. Die Machzahl ist bei Kenntnis der Geschwindigkeit des Flugzeuges in Kilometern pro Stunde und der Flughöhe mit Hilfe der Formel $M = \frac{v}{c}$ leicht zu errechnen. Ebenso einfach ist die Geschwindigkeit in Kilometern pro

Das sowjetische Überschall-Verkehrsflugzeug Tu-144



Stunde zu errechnen, wenn die Machzahl und die Flughöhe bekannt sind, denn $v = M \cdot c$. Ist die Machzahl kleiner als 1, ist die Geschwindigkeit auch kleiner als die Schallgeschwindigkeit, ist sie größer, wird im Überschallbereich geflogen.

M 1 sind demnach in Bodennähe 1 228 Kilometer pro Stunde, 614 Kilometer pro Stunde wären M 0,5 und 2 456 Kilometer pro Stunde M 2.

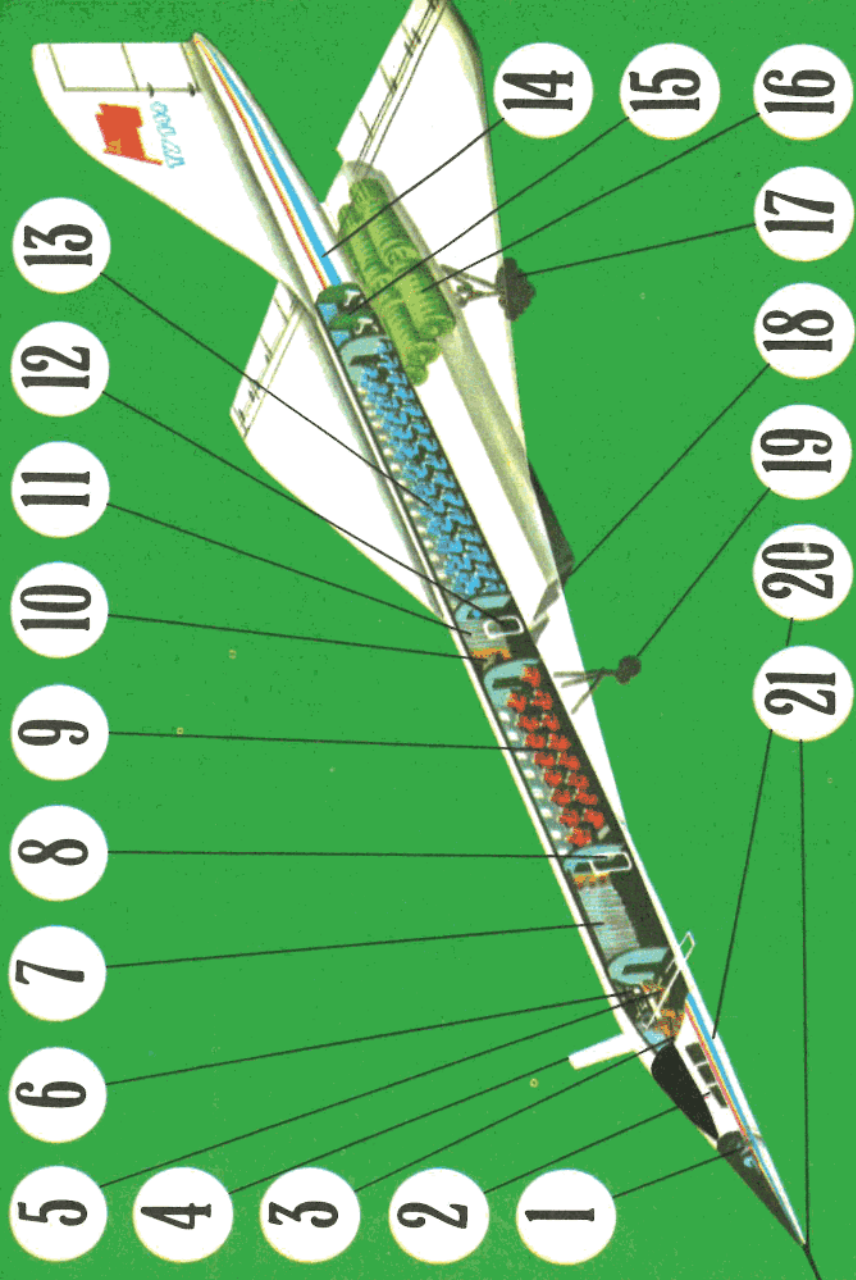
Das Überschallverkehrsflugzeug:

Während man in der Militärfliegerei seit mehr als zwei Jahrzehnten schneller als der Schall fliegt, begann für den Verkehrsflug die Zeit des Überschallfluges erst am 31. Dezember 1968, als das sowjetische Überschallverkehrsflugzeug Tu-144 zum Erstflug startete.

Zu Beginn unseres Jahrhunderts brauchte Kapitän Fitzmaurice für die Umrundung der Erde mit dem Schiff noch 60 Tage. Im Jahre 1929 schaffte es Flugkapitän Hugo Eckener mit dem Luftschiff bereits in 21 Tagen. Kolbenmotorgetriebene Flugzeuge verkürzten die Zeit auf 5 Tage und die Strahlverkehrsflugzeuge sogar auf 2 Tage. Mit dem Überschallverkehrsflugzeug Tu-144 umrunden die Passagiere die Erde in 24 Stunden.

Was mag den Menschen nur nach immer höheren Geschwindigkeiten streben lassen?

Tu-144: 1 Radar, 2 Sichtfenster, 3 Sitz des Kopiloten und des Kommandanten, 4 Hilfstragflügel, 5 Sitz des Bordingenieurs, 6 Elektronik, 7 Garderobe, 8 Einstieg, 9 Passagierkabine, 10 Bordküche, 11 Garderobe, 12 Einstieg, 13 Passagierkabine, 14 Gepäckraum, 15 Toiletten, 16 Triebwerke, 17 Hauptfahrwerk, 18 Lufteinlauf, 19 Bugfahrwerk, 20 absenkbare Rumpfspitze, 21 Staurohr



In der „Ökonomie der Zeit, darin löst sich schließlich alle Ökonomie auf. Ökonomie der Zeit ... bleibt also erstes ökonomisches Gesetz ...“ Diese Leitsätze formulierte Karl Marx. Er entdeckte die Gesetzmäßigkeiten in der gesellschaftlichen Produktion und erklärt uns so das Motiv für das Streben der Menschen nach immer besserer Nutzung der Zeit, nach immer höheren Geschwindigkeiten.

Der sowjetische Staatsauftrag für die Schaffung eines Überschallverkehrsflugzeuges war Anfang der sechziger Jahre an das Konstruktionsbüro Tupolew ergangen. Generalkonstrukteur Andrej Tupolew und sein Sohn, der Chefkonstrukteur Alexander Tupolew, hatten mit der Übernahme dieser Arbeit in technisches Neuland vorzustößen, denn der Staatsauftrag lautete: Entwicklung eines Verkehrsflugzeuges bis 1970, das mit zweieinhalbfacher Schallgeschwindigkeit wirtschaftlich rund 6000 Kilometer weit fliegen, etwa hundertzwanzig Passagiere befördern kann und keinesfalls längere Start- und Landebahnen benötigen darf als die im Einsatz stehenden Unterschallverkehrsflugzeuge.

Solche Forderungen machten völlig neue technische Lösungen notwendig. Ein Flugzeug, das die Reisezeit halbieren sollte, brauchte stärkere Triebwerke als die bisher für Zivilflugzeuge üblichen. Stärkere Triebwerke sind aber lauter, verbrauchen mehr Kraftstoff, stoßen riesige Mengen Abgasrückstände aus. Der Umweltschutz wäre beeinträchtigt, und das sollte nicht eintreten.

Ein anderes Problem war die Aufheizung der Flugzeug-

zelle durch die Reibungshitze bei Überschallgeschwindigkeiten. Von Militärflugzeugen, die dreifache Schallgeschwindigkeit fliegen, wußte man, daß an der Rumpfspitze und den Tragflügelvorderkanten Temperaturen von 593 K (plus 320 Grad Celsius) auftreten; die gesamte Zelle heizt sich bei derartigen Geschwindigkeiten bis zu 530 K (230 Grad) auf, was zwangsläufig zur Deformierung der Duraluminiumhaut des Flugzeuges führen würde.

Nun war zwar für die Tu-144 nicht die dreifache, sondern nur die zweieinhalbfache Schallgeschwindigkeit gefordert, und die Aufheizung würde beträchtlich unter der jener Militärmaschinen liegen. Aber aus Sicherheitsgründen mußten Rumpfspitze und Flügelvorderkanten aus hitzebeständigen Titanlegierungen bestehen. Während die Kabinen der Unterschallflugzeuge in Höhen zwischen 10 000 und 20 000 Metern, bei einer Lufttemperatur von 223 K (minus 50 Grad Celsius), beheizt werden müssen, erfordert die thermische Aufheizung der Zelle eines Überschallverkehrsflugzeuges für die Klimatisierung der Passagierkabinen ein Kühlsystem. Der leicht entflammbare übliche Kraftstoff für die Turbinentriebwerke, der ja in den Tanks der sich aufheizenden Tragflügel lagert, eignete sich nicht. Einen Sicherheitskraftstoff, der die enorme Aufheizung verträgt, ohne zu explodieren, mußte man erst entwickeln.

Die Tu-144 ist trotz all der Probleme ein Flugzeug geworden, das in 20 000 Meter Höhe eine Reisegeschwindigkeit von Mach 2,35 (2 500 km/h) erreicht und als Touristikvariante bis zu einhundertfünfzig Passagieren

Platz bietet. Ihre Reichweite beträgt 6500 Kilometer. Vier TL-Triebwerke von je 186kN (etwa 19000 Kilopond) Schub ermöglichen eine Startstrecke von 1900 Metern, eine Strecke, die nicht länger ist als die der Unterschallflugzeuge. An den Tragflügeln befindet sich ein Klappensystem, das man beim Start ausfährt und das den starken Auftrieb erzeugt, der mithilft, die Startstrecke zu verkürzen.

Bei der Landung kann nach dem Aufsetzen der nach hinten geschleuderte Luftstrahl der Turbinen nach vorn umgelenkt werden, so daß er die Tu-144 nicht mehr vorwärts bewegt, sondern abbremst. Ein zusätzlich am Heck ausgeworfener Bremsschirm bringt gemeinsam mit der Schubumkehrung die Tu-144 bereits nach 1500 Metern Rollstrecke zum Stehen. Diese technischen Vorrichtungen ermöglichen den sicheren Start und die Landung auf jedem normalen Verkehrsflughafen.

Für den Flug rüstete man die Tu-144 mit einem voll-automatischen Navigationssystem aus. Elektronische Flugwegschreiber verfolgen den Kurs und zeigen zu jedem Zeitpunkt den genauen Standort des Flugzeuges an. Eine elektronische Kontroll- und Warnanlage spürt jeden Fehler der Automatik auf, jede Unregelmäßigkeit wird der Besatzung signalisiert.

Aus Sicherheitsgründen befindet sich eine zweite Navigationsausrüstung an Bord. Sie ermöglicht es den Piloten, bei Ausfall der Automatik das Flugzeug auf konventionelle Weise ans Ziel zu führen.

Die sowjetische Tu-144 ist eine Weltspitzenleistung des Flugzeugbaus. Sie hat im Luftverkehr die Etappe des Überschallluftverkehrs eingeleitet.

Womit sich Konstrukteure heute beschäftigen

Von den Pionieren der Fliegerei wissen wir, daß sie Ende des vorigen und am Anfang unseres Jahrhunderts zwar fest an den Sieg ihrer Ideen glaubten, aber niemals eine solch stürmische Entwicklung erwartet hatten, die das Flugwesen in den vergangenen 70 Jahren genommen hat. Wer heute überschallschnelle Verkehrsflugzeuge sieht oder den Donner der Jagdflieger hört, die mit Mach 3 über den Himmel stürmen, der fragt sich, wie und wohin die Fliegerei sich denn eigentlich noch entwickeln soll.

Niemals hat der Mensch das von ihm Erreichte als endgültig angesehen, immer hat er weiterentwickelt, geforscht und Neues geschaffen.

Die überschallschnellen Flugzeuge scheinen der Endpunkt einer technischen Entwicklung zu sein. Danach kann, so meinen nicht wenige, eigentlich nur noch die Rakete kommen.

Rakete und Flugzeug werden jedoch nebeneinander oder sogar vereinigt in einem Fluggerät, das man Raketoplan nennt, ihre Aufgaben in der Zukunft erfüllen. Das Flugzeug wird es sein, das in den kommenden Jahrzehnten die entscheidende Rolle bei der Bewältigung der volkswirtschaftlich wichtigen Massenbeförderung von Passagieren und Luftfracht spielt.

Vor den Flugzeugkonstrukteuren steht die Aufgabe, Lösungen für folgende Entwicklungsrichtungen zu finden:

1. Die Überschallflugtechnik im Luftverkehr zu vervollkommen.

2. Flugzeuge für den Massenluftverkehr zu schaffen.
3. Verkehrs- wie Militärflugzeuge zu entwickeln, die kurze Start- und Landestrecken benötigen oder von befestigten Flugplätzen völlig unabhängig sind.

Die Überschallluftfahrt:

Im Luftverkehr haben in den 70er Jahren die Tu-144 und das britisch-französische Überschallverkehrsflugzeug „Concorde“ das Reisen schneller als der Schall eingeleitet und den Überschallluftverkehr zur selbstverständlichsten Sache der Welt gemacht.

In der Militärluftfahrt sind gegenwärtig bereits Flugzeuge im Einsatz, deren Geschwindigkeit Mach 3 und mehr betragen. Für eine Steigerung ihrer Geschwindigkeit besteht kein zwingender Grund. Daher haben im militärischen Bereich die Weiterentwicklungen auf elektronischem Gebiet Vorrang, also der automatischen Steuerung der Flugzeuge und der von ihnen getragenen Waffen.

In der Forschung steht die Erprobung der Raketoplane weiter auf dem Programm.

Der Massenluftverkehr:

Für die Bewältigung des Massenluftverkehrs sind Riesenflugzeuge, auch ihrer dicken Rumpfe wegen Jumbojets genannt, bereits heute im Einsatz. Passagierzahlen von fünfhundert pro Flugzeug sind nicht ungewöhnlich. Großflugzeuge mit tausend Sitzplätzen sind im Bau. Sie werden die Kosten für einen Flug verringern. Ein Flug wird dann nicht mehr teurer sein als eine Fahrt mit der Eisenbahn, und die geringen Flugkosten bei

schneller Beförderung werden immer neue Reisende für den Luftverkehr gewinnen.

Eine andere Flugzeuggattung, die den Massenluftverkehr verwirklichen wird, ist der sogenannte Airbus. Das sind Großraumflugzeuge mit zweihundertfünfzig bis fünfhundert Sitzplätzen, die regelmäßig alle halbe Stunde oder alle 2 Stunden auf genau festgelegten kurzen Strecken zwischen den Städten verkehren. Der Passagier löst sich für den Flug, wie in der Straßenbahn die Fahrkarte, seinen Flugschein, behält sein Gepäck bei sich und fliegt in eine, na sagen wir, 300 Kilometer entfernte Stadt. Mehr als eine halbe Stunde fliegt er nicht bis dorthin. Für die Erledigung seiner Angelegenheit braucht er auch noch einmal eine Stunde. Mit dem halbstündigen Rückflug hat der Passagier innerhalb von 2 Stunden einen Aktionsradius von 300 Kilometern erhalten. Auf unsere Republik umgesetzt hieße das, von der Hauptstadt aus könnte man jeden Abend an die Ostsee zum Baden oder zu einem Rostbräteleben in den Thüringer Wald fliegen und zur gewohnten Zeit wieder zu Hause im Bett sein. Die Fluggebühren müßten dann allerdings entsprechend niedrig sein, und schnelle Zubringerfahrzeuge müßten die Passagiere in die Stadtzentren bringen.

Der Kurz- und Senkrechtstart:

Wenn hier von Kurz- und Senkrechtstartern die Rede ist, sind die senkrecht startenden Hubschrauber ausgeschlossen, da sie ja zu den Drehflüglern und nicht zu den Flugzeugen zählen. In unserem Buch geht es um Starrflügelflugzeuge, deren Start- und Rollstrecke mit

besonderen technischen Vorrichtungen verkürzt werden kann oder die sogar senkrecht zu starten oder zu landen vermögen.

Kurzstarter nennt man nach einer Bezeichnung aus dem Englischen auch STOL-Flugzeuge. STOL ist die Abkürzung des Begriffes „Short Take off and Landing“ (Kurzstart und -landung).

Die Kurzstartfähigkeit der STOL-Flugzeuge erreicht man entweder durch ein auftrieberzeugendes Klappensystem an der Hinterkante des Tragflügels, durch den Einbau von Hubtriebwerken, die durch ihren nach unten gerichteten Strahl das Flugzeug vom Boden heben, oder durch die Veränderung der Tragflügelgeometrie, also durch das Schwenken der Tragflügel. In den niedrigen Geschwindigkeitsbereichen bei Start und Landung sind die Flächen fast gerade, zur Erreichung hoher Geschwindigkeit werden sie an den Rumpf gezogen, erhalten also Deltaform.

Die Verkürzung der Start- und Landestrecken von STOL-Flugzeugen beträgt je nach Masse des Flugzeuges und der eingesetzten Kurzstarttechnik zwischen 75 und 25 Prozent der benötigten Strecken konventioneller Flugzeuge.

Als Ideallösung für Luftverkehrsökonomien und Militärs bietet sich der Senkrechtstarter an, ein Flugzeug, das von den riesigen Flugplätzen unabhängig ist. Nach der englischen Bezeichnung „Vertical Take off and Landing“ heißen Senkrechtstarter auch VTOL-Flugzeuge.

Kurzstart-Flugzeuge: 1 Schwenkflügelflugzeug, 2 Kurzstarter mit Hubtriebwerken



Es sind Flugzeuge, in denen nach unten gerichtete Hubtriebwerke eingebaut sind, so daß der Auftrieb an den Tragflügeln nicht notwendig ist, um aufzusteigen. Die Hubtriebwerke heben das Flugzeug senkrecht empor. Erst dann setzen die Marschtriebwerke ein und stoßen das Flugzeug vorwärts.

Die nicht sehr großen Ausmaße und im Verhältnis zu Marschtriebwerken kleinen Schubleistungen der Hubtriebwerke setzen heute noch der Größe des Senkrechtstartflugzeuges entscheidende Grenzen. Die bereits fliegenden Senkrechtstarter gehören deshalb zur kleinen oder höchstens zur mittleren Gewichtsklasse. Senkrecht startende Großflugzeuge gibt es noch nicht. Die Ingenieure müssen sie in den nächsten Jahren entwickeln.



Flug in die Zukunft

Das Flugzeug, das von einem Kran über die Kaimauer ins Hafenwasser gehoben wird, sieht einem riesigen Indianermokassin ähnlicher als einem herkömmlichen Flugzeug.

Nichts, aber auch gar nichts hat es mehr von den uns so vertrauten Flugzeugen, keine Tragflügel, keine Triebwerke, keine Fenster im Rumpf. Der Pilot und sein Elektroniker klettern durch eine Luke am Rumpf. Schwere Deckel klappen hinter ihnen zu. Vorn öffnet sich eine Jalousie; die sichtbar werdenden Scheiben der Flugzeugführerkabine sind aus blinkendem Bleikristall. In der Kabine gibt es keine der üblichen Steuereinrichtungen, wie Steuersäule oder Pedale. Die hohen, den Körperformen der Flieger angepaßten Sitze umgibt ein flaches Instrumentenbrett mit Kolonnen farbiger Knöpfe und Hebel, mit Zeigerinstrumenten, Leucht- und Bildschirmen. Hinten am Rumpf befinden sich elektronische Apparaturen, mit denen alle nur erfaßbaren Vorgänge während des bevorstehenden Fluges registriert und zur Erde übertragen werden sollen. Später einmal sollen hier in dem fensterlosen Raum einhundertzwanzig Passagiere Platz finden. Ihre Sitze werden aus aufblasbaren Schaumstoffoberflächen bestehen, so daß sich die Körper der Passagiere gut einschlafen. Außerdem werden die Sitze drehbar sein, damit man den Fluggast bei Erhöhung des Ver-

Senkrechtstarter mit schwenkbaren Triebwerken an den Tragflügelenden



zögerungsdrucks während der Landung mit dem Rücken zur Flugrichtung drehen kann und er den ungewohnten Druck unbeschadet übersteht.

Der Elektroniker vorn in der Kabine verliert die Positionen der Checkliste, wie wir es schon von der Fliegerei mit Tragflügelflugzeugen her kennen. Dann kommt das Kommando von der Flugleitung: „Rak Plan Null-eins, rollen Sie zur Startlinie!“

„Hier Null-eins! – Verstanden!“

Das für Strahltriebwerke typische Pfeifen setzt ein, wird zum Rauschen, und nun kann jeder sehen, daß dieser fliegende „Latschen“ ja doch Triebwerke besitzt, eine ganze Reihe sogar. Hinten, quer über dem abgehackt erscheinenden Rumpf, liegen die Düsen zweier Strahltriebwerke rechts und links außen, und die vier Innentriebwerke zwischen ihnen sind offensichtlich Raketendüsen.

Hatte der Flugleiter von rollen gesprochen, so rollt „Rak Plan 01“ natürlich nicht über das Wasser, sondern schwimmt wie ein Dampfer hinaus ins freie Wasser.

Der Pilot lenkt mittels Knopfdruck sein Flugzeug gegen den Wind, schließt die Jalousie vor den Kabinenfenstern und meldet:

„Hier Null-eins! Startrichtung eingenommen, Start-erlaubnis!“

„Starten Sie!“ Und völlig vorschriftswidrig fügt der Flugleiter noch hinzu: „Hals- und Beinbruch, ihr beiden!“

Die Flieger haben den Auftrag, mit „Rak Plan 01“ vom Rybinsker Stausee nördlich von Moskau über den Südpol nach Havanna auf Kuba zu fliegen. Bisher waren

nur vier unbemannte, mit elektronischen Apparaten gesteuerte Flüge ausgeführt worden. Nun sollten zum erstenmal Menschen mit diesem neuen Flugapparat, der eine Kombination von Strahlflugzeug und ballistischer Rakete darstellt, einen solchen Fernflug außerhalb der dichten Luftschichten der Erde bestehen. Der Flugleiter, der die Flieger kennt, der um das Risiko weiß, das solch ein Testflug bedeutet, wollte mit seinem Gruß den Fliegern sagen: Ihr seid niemals allein dort oben, wir sind bei euch. Was wir für euch tun können, das tun wir.

Später einmal will man die Passagierflüge elektronisch fernsteuern, über Relaissatelliten und über die auf den Weltmeeren stationierten Forschungs- und Relaisschiffe „Wladimir Komarow“, „Morshowe“ und „Sergej Koroljow“. Nur beim Ausfall der Automatik soll der Pilot mit einer Handsteuerung eingreifen.

Bei dem heutigen Flug ist es genau umgekehrt: Er wird von Hand gesteuert, und nur bei Ausfall der Handsteuerung schaltet sich die Automatik ein. Der Mensch muß jede Phase eines solchen Fluges beherrschen lernen, denn nur mit den gesammelten Erfahrungen kann man die künftigen Piloten auf die Anforderungen vorbereiten, die ein Ausfall der Automatik stellen würde. Der mutige Testpilot hat alle Eigenschaften und Besonderheiten des Flugzeuges zu erforschen. Er geht zahlreiche Risiken ein, er stößt in das Unbekannte vor. Seine Erfahrungen gibt er dann an die künftigen Piloten weiter.

Der Elektroniker überwacht die Instrumente, und von der Kontrollstelle am Startplatz wird er mit Fragen nach

den Maßnahmen bedrängt werden, die er in diesem oder jenem Havariefalle ergreifen würde.

„Hier Null-eins! Wir starten!“ Der Kommandant hat aus den Sessellehnen zwei Handgriffe gezogen, mit denen er Quer-, Höhen- und Seitenruder betätigen kann. Dem Elektroniker ruft er zu: „Vollast!“

Der schiebt zwei Hebel langsam nach vorn. Die Triebwerke dröhnen. Immer schneller werdend, rauscht der Flugkörper durch das Wasser.

„Fahrwerk aus, Startstellung!“ kommandiert der Kommandant, und der Elektroniker betätigt die entsprechenden Tasten. Unter dem Rumpf fahren jetzt skiartige Kufen aus. Sie heben den Flugkörper aus dem Wasser. Jetzt rast die Maschine bereits mit 400 Kilometern pro Stunde dahin, nur noch die Kufen jagen über die Wasseroberfläche, heben kurz ab, zerschneiden wieder das Wasser, und da schwebt „Rak Plan 01“ über dem Wasser. Die Kufen sind frei.

„Fahrwerk ein!“

Die Geschwindigkeit nimmt schnell zu. Bei 800 Kilometern pro Stunde zieht der Flieger die Maschine steil in die Höhe.

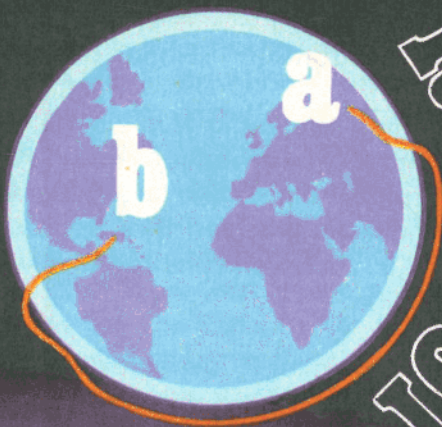
„Startrollstrecke 6 400 Meter!“ meldet der Elektroniker.

Das ist zuviel, denkt der Flieger. Die Konstrukteure müssen etwas erfinden, was die Startstrecke verkürzt. Vielleicht sollten sie den Luftkisseneffekt nutzen.

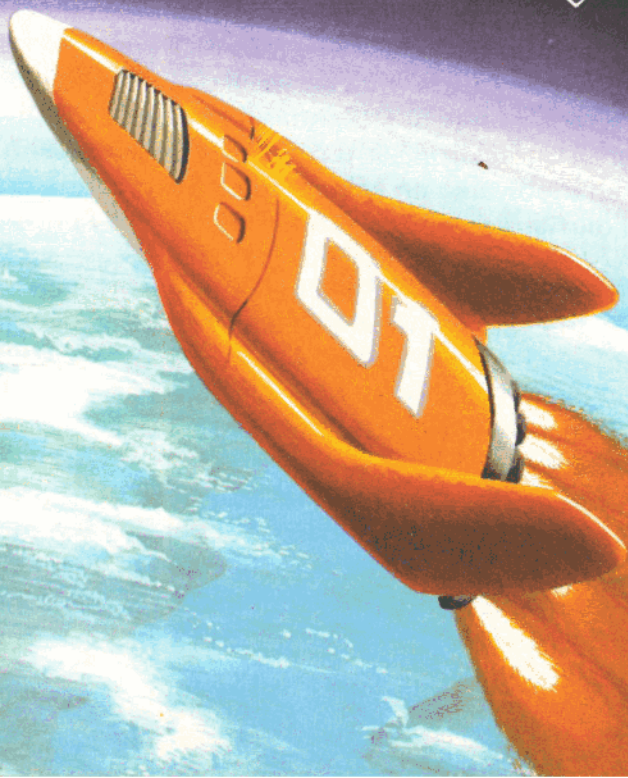
Zwei der Starthilfsraketen setzen ein.

„Steiggeschwindigkeit 80 Meter in der Sekunde!“

Flugroute von Rak Plan 01: a Start in Rybinsk, b Landeort Havanna



RAK
10



meldet der Elektroniker. „Höhe fünftausend Meter!“

„Hier Flugleitung! Wir rufen Null-eins! Wie ist es?“

„Hier Null-eins! Der Flug verläuft normal!“

Was die nur fragen, denkt der Flieger, die wissen doch besser Bescheid als wir hier. Ihre Apparate verraten ihnen doch alles, auch wenn uns vor Angst der Schweiß ausbrechen sollte.

„Sechstausend!“

„Fluchtstart vorbereiten!“ befiehlt der Testpilot. Der Elektroniker kontrolliert die Instrumente über sich, legt den Sicherungshebel an den Steuergriffen für die Triebwerke um und gibt die Höhe an: „Achttausend! ——— Achttausendfünfhundert! ——— Neuntausend!“

Der Pilot weist an: „X minus 3 nach dem Raketenstart die Strahltriebwerke aus! Achtung! Fertig?“

„Fertig!“ Der Elektroniker umfaßt den Schalthebel für die Strahltriebwerke an seiner linken Sessellehne und den für die Raketen an der rechten. „Fünf ——— vier ——— drei ——— zwei ——— eins ——— Start!“

Wie ein fernes Donnergrollen hinter ihnen brechen die Raketen los, die dem „Rak Plan 01“ die Fluchtgeschwindigkeit geben sollen. Mit winzigen Ausschlägen zieht der Flieger die Maschine noch steiler, um möglichst schnell aus den dichten Schichten der Atmosphäre zu kommen.

„Strahltriebwerke sind aus!“ meldet der Elektroniker, der, wie befohlen, 3 Sekunden nach der Zündung der Raketen die TL-Triebwerke ausschaltete.

„Dreißigtausend Meter! ——— Fünfunddreißigtausend! ——— Vierzigtausend!“

Für den Flug von der Inbetriebnahme der Fluchtraketen bis zur vorgesehenen Bahnhöhe von 150 Kilometern brauchen sie nur ein Drittel der Zeit wie vom Start auf dem Stausee bis zur Raketenstarthöhe in 9000 Meter Höhe. In sanftem Bogen fliegt „Rak Plan 01“ in die Flugbahn ein, nachdem nun auch die Raketentriebwerke ausgeschaltet wurden. Mit 28800 Kilometern pro Stunde jagen die Flieger jetzt in einem Raumschiff auf einer Flugbahn um die Erde. In der Kabine herrscht Weltraumstille und Schwerelosigkeit.

Währenddessen bereiten in der Kontrollstelle auf der Erde die Ingenieure die erste künstlich herbeigeführte Havarie vor. Sie wollen sehen, wie sich die Besatzung von „Rak Plan 01“ bewähren wird.

Der Elektroniker im Flugkörper ist gerade dabei, die Jalousien vor den Kabinenfenstern zu öffnen, als der Weltraum sich vor den Kristallscheiben zu drehen beginnt.

„Hier Null-eins! Wir schlingern! Ich korrigiere!“ ruft der Pilot die Kontrollstelle. Während er mit Hilfe der Steuerdüsen die Schlingerbewegungen zu beseitigen versucht, zünden zwei Raketentriebwerke und drohen den Flugkörper hinaus in den Weltraum zu stoßen. Das ist eine der gefährlichen Situationen, in die ein Raketenplan geraten kann. Gelingt es dem Piloten nicht, „Rak Plan 01“ wieder in die vorgesehene Flugbahn zu manövrieren, dann schleudern die Raketen den Flugkörper hinaus in den Raum und machen ihn zu einem steuerlosen Satelliten, der sich wie Erde, Mars oder Venus um die Sonne bewegt. Stießen die Raketen den Flugkörper in die entgegengesetzte Richtung der Erde zu, ent-

stünde in den Luftschichten der Atmosphäre eine solch hohe Reibungshitze, daß „Rak Plan 01“ in wenigen Sekunden verglühen würde.

Aber unsere Flieger im „Rak Plan 01“ beherrschen ihre Technik. Der Pilot betätigt die entsprechenden Kaltgasdüsen, die über das gesamte Heck verteilt sind. Aus Druckgasbehältern gespeist, drücken sie den Flugkörper wieder in die ruhige Lage, und dann steuert der Pilot zurück auf die Flugbahn in 150 Kilometer Höhe.

„Wir rufen Null-eins!“ kommt es von der Erde. „Gut gemacht!“ Auf dem Flug erfolgen noch einige Imitationen, wie die künstlich herbeigeführten Havarien genannt werden. Da fallen Instrumente aus, Hebel klemmen, die Radarschirme flimmern alles andere, nur nicht das, was sie anzeigen müßten.

45 Minuten nach dem Start meldet die Flugleitung: „Gut! Wir lassen euch jetzt in Ruhe. Bereitet die Landephase vor. Ende!“

„Verstanden!“

Vor die Kristallscheibe schiebt sich wieder die Schutzjalousie, dann beginnt die schwierigste Phase des Fluges.

So wie zu Zeiten der Pioniere des Menschenfluges ist auch noch im Zeitalter der Raketoplane die Landung der komplizierteste Teil eines Fluges.

Bei den Raketoplanen besteht das Problem im Einnehmen des richtigen Abstiegswinkels, bevor der Flugkörper in die dichten Schichten der Atmosphäre eindringt. Ist der Winkel zu flach, prallt der Raketoplan ab und wird in den Weltraum geschleudert, ist der Winkel zu steil, verglüht „Rak Plan 01“. Computer rechnen den

günstigsten Winkel aus, und Automaten steuern ihn. Die beiden Flieger lassen die Elektronik rechnen, und dann steuert der Pilot den Flugkörper in einem Winkel in die dichten Luftschichten, von denen der Raketo-plan abgebremst wird und abprallt wie ein Stein, den man flach auf das Wasser schleudert.

Mit geringerer Geschwindigkeit taucht „Rak Plan 01“ ein zweites und ein drittes Mal in die dichte Atmosphäre. Der Rumpfboden des Flugkörpers glüht unter der Reibungshitze auf; eine Schutzschicht brennt ab. Nach dem Abstieg auf 30 000 Meter Höhe ist der Flugkörper schließlich auf 6 000 Kilometer pro Stunde abgebremst und kann nun wieder mit den aerodynamischen Rudern gesteuert werden. Die Jalousien öffnen sich wieder. Die Rumpfspitze ist weißglühend. Die Ränder schimmern in allen Regenbogenfarben. Flammenfetzen ziehen an den Scheiben vorbei. Die Flieger betrachten das Schauspiel dieser Naturgewalten. Tief unter ihnen taucht Mittelamerika auf.

Havanna-Aqua-Airport, der Wasserflughafen meldet sich. Die kubanischen Flugleiter haben „Rak Plan 01“ mit Radar erfaßt und bestätigen die Richtigkeit des Kurses. Dann schwebt der Raketoplan in sanftem Gleitflug der Insel Kuba im Karibischen Meer entgegen. In 10 000 Meter Höhe setzt der Elektroniker die beiden Strahltriebwerke in Tätigkeit. Deren Schub ist zwar für die Landung nicht notwendig, aber zur Sicherheit, falls aus irgendwelchen Gründen der Flugkörper durchstarten muß, sind die warmgelaufenen TL-Triebwerke dringend notwendig. Ohne sie würde der Flugkörper steuerlos abstürzen.

„Hier Havanna! Wir rufen Null-eins! Korrigieren Sie den Kurs auf 96 Grad!“

„Kurskorrektur auf 96 Grad! Verstanden!“ bestätigt der Flieger. Die Geschwindigkeit und die Höhe nehmen ab, und plötzlich bricht das Dröhnen der Triebwerke wieder in voller Lautstärke über die Flieger herein; sie fliegen wieder unterhalb der Schallgrenze.

„Hier Havanna! Wir rufen Null-eins! Landekurs 68 Grad!“

Die Landenge Mittelamerikas ist überflogen, Kuba liegt direkt vor der Besatzung von „Rak Plan 01“. Havanna ist deutlich auszumachen.

„Fahrwerk aus!“

Der Elektroniker läßt die Landekufen ausfahren. Mit 600 Kilometern pro Stunde schwebt der Flugkörper dicht über der Wasseroberfläche. Die Kufen schneiden in das Wasser, bremsen die Fahrt, versinken und setzen den Flugkörper sanft in das Wasser.

Der ganze Flug hat nicht länger als 85 Minuten gedauert.

„Hier Havanna! Wir rufen Null-eins! Wir grüßen euch, Genossen, auf dem Territorium des freien Amerika!“

Über den Nachrichtensatelliten meldet der Testpilot der Zentrale am Rybinsker Stausee: „Null-eins gelandet. Flugauftrag erfüllt!“

Wer da glaubt, diese Geschichte gehört in das Reich der Phantasie, der irrt sich. Flugzeuge von der Art des „Rak Plan 01“ existieren seit Jahren und werden erprobt. Nur der Flug vom Rybinsker Stausee über die Antarktis nach Kuba ist erfunden. Alles andere könnte zu jeder Ta-

ges- oder Nachtzeit geschehen, auf einem Flug vom Rybinsker Stausee zum Baikalsee oder nach Wladiwostok. Noch fliegen diese Raketoplane nur zu Versuchszwecken. Ihre Einsatzmöglichkeiten aber sind bereits erforscht, und in nicht allzu langer Zeit werden Raketoplane die Raumfahrer zu ihren Orbitalstationen bringen oder am Rande der Atmosphäre Frachten zu anderen Kontinenten in weniger als einer Stunde schleppen und vielleicht auch Urlauber um die Erde fliegen.

Die Zukunftsforscher errechneten, daß Ende der achtziger Jahre unseres Jahrhunderts jeder Punkt der Erde in 75 Minuten erreichbar sein wird, und bis zum Jahre 2000 werden Raketoplane nicht mal mehr als 45 Minuten dazu brauchen.

Der Flug mit Raketoplanen ist keine Utopie, er ist schon Wirklichkeit. Die Flugkörper der Zukunft fliegen bereits in unserer Gegenwart.

Inhalt

5	Vom Fliegen
10	Das Flugzeug
20	Das Geheimnis des Fliegens
28	Ein Flugzeug wird gesteuert
37	Wie sich das Flugzeug vorwärts bewegt
38	<i>Das klassische Triebwerk</i>
40	<i>Das TL-Triebwerk</i>
42	<i>Das TL-Triebwerk mit Nachbrenner</i>
44	<i>Das ZTL-Triebwerk</i>
46	<i>Das PTL-Triebwerk</i>
46	<i>Raketentriebwerke</i>
50	<i>Fliegen ohne Motor</i>
54	Fliegen in unserer Zeit
56	<i>Der Verkehrsflug</i>
71	<i>Der Transportflug</i>
76	<i>Arbeitsfliegerei</i>
82	<i>Der Sportflug</i>
85	<i>Der Segelflug</i>
92	<i>Der Motorsportflug</i>
94	<i>Motorkunstflug</i>
100	<i>Die Militärluftfahrt</i>
106	Schneller als der Schall
118	<i>Das Überschallverkehrsflugzeug</i>
123	Womit sich Konstrukteure heute beschäftigen
124	<i>Die Überschallluftfahrt</i>
124	<i>Der Massenluftverkehr</i>
125	<i>Der Kurz- und Senkrechtstart</i>
130	Flug in die Zukunft



2., veränderte Auflage

© DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN – DDR 1973

Lizenz-Nr. 304-270/379/79-(60)

Gesamtherstellung: INTERDRUCK Graphischer Großbetrieb Leipzig
– III/18/97

LSV 7821

Für Leser von 10 Jahren an

Best.-Nr. 629081 6

DDR 3,— M

Flugzeuge fliegen um die ganze Welt. Oft schneller als der Schall und hinauf bis in die wolkenlose Stratosphäre. Im Verkehr und in der Landwirtschaft, im Sport und in der Landesverteidigung haben sie ihren festen Platz.

