

gegeben vom Verband österreichischer Diplomkaufleute. Wien 1926. 32 Seiten mit 4 Karten. Dies Schriftchen unterrichtet nach einer kurzen Charakteristik der Organisation des Funkwesens in einigen Ländern Europas über die Bedeutung des Funkdienstes im wirtschaftlichen Leben und seine Verwendungsmöglichkeit für Banken, Großhandel, Transport- und Versicherungsunternehmungen. Recht übersichtlich sind die beigefügten Karten, welche die von Österreich, Deutschland, Frankreich und England ausgehenden Funkverbindungen veranschaulichen.

**Fuchs, Franz.** Grundriß der Funkentelegraphie. München-Berlin 1926. R. Oldenbourg. 167 Seiten. Das Buch ist für einen weiten, fachlich nicht vorgebildeten Kreis bestimmt, der sich über die funktechnischen Lehren unterrichten will. Zu diesem Zwecke ist es äußerst allgemeinverständlich gehalten. Welchen Anklang es bereits gefunden hat, geht daraus hervor, daß es nunmehr in 18. Auflage erscheint.

**Eichhorn, G.** Wetterfunk, Bildfunk, Television (drahtloses Fernsehen). Leipzig 1926. B.G. Teubner. 82 Seiten. Nachdem das „Radio“ als Sprechrundfunk fast schon zur Selbstverständlichkeit geworden ist, hat man nunmehr in analoger Weise durch Modulation der Lichtwellen beachtliche Ergebnisse im drahtlosen Fernsehen, der Television, und in der drahtlosen Übertragung von Bildern erzielt. Dieses Buch, von einem hervorragenden Forscher geschrieben, bezweckt, das bisher auf diesem Gebiete tatsächlich Erreichte einem weiteren Kreise mitzuteilen, um Klarheit gegenüber den vielfachen Meldungen zu schaffen, die, den Ergebnissen vorausseilend, für die Weiterentwicklung der Problemlösung störend sind. Zur Erleichterung des Verständnisses sind zahlreiche Schaltskizzen und Abbildungen beigefügt.

**Neugebauer, E.** Funkrecht. Stilkes Rechtsbibliothek Nr. 33. Zweite völlig umgearbeitete Auflage. Berlin 1926. Georg Stilke. 262 Seiten. Wie alle Rechtsfragen zur Ordnung von gesellschaftlichen Einrichtungen, deren Formen selbst noch im Anfang der Gestaltung sind, so hat auch das Funkrecht schon mannigfache Behandlung erfahren, ohne jedoch in allen Punkten unumstrittene Lösungen gefunden zu haben. Gleichwohl ist dieses Buch als eingehende, zusammenfassende Darstellung des Funkrechts aus berufener Feder, die nunmehr in zweiter, nach dem neuesten Stande der Entwicklung völlig umgearbeiteter Auflage erscheint, sehr zu begrüßen. Behandelt sind u. a. das Recht des Unterhaltungsrundfunks, das Antennenrecht, das Polizeirecht, das Funkurheberrecht, das Recht der Bildtelegraphie.

**Raabe, Gerhard.** Der Postzeitungsdienst. Post und Telegraphie in Wissenschaft und Praxis. Band 84. Berlin 1926. R. von Deckers Verlag G. Schenck. 108 Seiten. Die wenigsten von allen, denen die Zeitungslektüre heute zu einem Bedürfnis ersten Ranges geworden ist, sind sich darüber klar, welche verwickelte und doch so exakt arbeitende Organisation erforderlich ist, ein schnelles zuverlässiges und pünktliches Erscheinen von Zeitungen und Zeitschriften für den Bezieher zu sichern. In flotter, nur manchmal durch Zahlenhäufung erschwelter Schilderung, werden wir von durchaus fachkundiger Seite mit den Verhältnissen des Postzeitungsdienstes sowie mit allen diesbezüglichen rechtlichen und betrieblichen Vorschriften bekannt gemacht. Interessant auch in seinem geschichtlichen Teil über Entstehung und Entwicklung des Zeitungswesens und des Postzeitungsdienstes im besonderen, dürfte dieses Werkchen nicht nur für den Fachmann oder beruflich Interessierten lesenswert sein.

Ditgen.

## Verkehrsgeographie und Technik des modernen Luftverkehrs in ihrer Wechselwirkung.

Von Dipl.-Ing. Karl Rühl, Berlin.

### Inhalt.

- I. Das Luftverkehrsnetz 1926/27.
- II. Die Probleme:
  - a) Verkehrsbedeutung und Kraftbedarf.
  - b) Aktionsradius und Transozeandienst.
  - c) Reisegeschwindigkeit und Verkehrsstruktur.
- III. Politische und andere Einflüsse im Aufbau des Liniennetzes.

### I. Das Luftverkehrsnetz 1926/27.

Nach mehrjähriger praktischer Erprobung der technischen Möglichkeiten ist der internationale Luftverkehr heute im Begriff, mit zunehmender Geschwindigkeit in die großen kontinentalen Verkehrsräume hineinzuwachsen. Die großen Flüge der letzten Zeit, von Berlin nach Peking und zurück, von London nach Kapstadt und Australien, von Kopenhagen und Rom nach Tokio und zurück, auf Maschinen verschiedenster Bauart und mit Motoren verschiedenster Herkunft haben die Brauchbarkeit des Flugzeuges unter allen klimatischen Bedingungen erwiesen. Der Verkehrsdienst auf den zahlreichen, seit Jahren fahrplanmäßig betriebenen Luftstrecken, hat weiterhin gezeigt, daß eine für Verkehrszwecke hinreichende Betriebssicherheit mit den vorhandenen (oder im Ausbau begriffenen) technischen Methoden der Flugsicherung zu erzielen ist. Die Entwicklung ist daher rasch vorwärts gegangen. Heute, kaum drei Jahre nach dem Ende des Ruhrkriegs ist das um die drei europäischen Weltstädte London, Paris, Berlin sich gruppierende Luftnetz nahezu geschlossen. Die noch bestehenden Lücken (wie die Verbindungen von Berlin nach Prag und Warschau) sind dabei — mit Ausnahme der durch das Alpenmassiv geschaffenen — mehr auf politische als verkehrstechnische Hemmnisse zurückzuführen, und werden in kurzer Zeit verschwunden sein. Dieses stark ausgebaute Netz überspannt aber nicht nur die stark industrialisierten und damit technisch führenden Gebiete West- und Mitteleuropas, die man ungefähr erhält, wenn man um Köln als Mittelpunkt einen Kreis mit einem Radius von etwa 1000 km schlägt; seine Ausläufer gehen weit darüber hinaus über ganz Osteuropa (Moskau, Charkow, Rostow, Kiew, Odessa, Kasan, Baku), über den Balkan (Belgrad, Bukarest) nach Konstantinopel, über das Mittelmeer nach Nordafrika (Algier) und der atlantischen Küste Nordwest-Afrikas folgend über Casablanca bis Dakar jenseits des Senegal.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika ist mit der staatlichen Postlinie Neuyork—San Franzisko als Rückgrat ein ebenfalls weit verzweigtes Netz mit Chikago als Hauptknotenpunkt im Entstehen begriffen, wenn auch vorläufig meist nur für Postdienst. Der Anschluß an die vom Condor-Syndikat geplanten und der deutsch-kolumbischen Verkehrsgesellschaft (Scadta) bereits betriebenen Strecken in Mittelamerika und im Norden Südamerikas (Kolumbien) wird bald hergestellt sein. In den drei von der weißen Rasse besiedelten Gebieten der südlichen Hemisphäre,



im außertropischen Südamerika, Südafrika und Australien sind ebenfalls die Hauptverkehrszentren durch einige allerdings noch nicht so stark ausgebaute und meist nur ein- oder zweimal wöchentlich beflogene Luftstrecken miteinander verbunden.

## II.

### a) Verkehrsbedeutung und Kraftbedarf.

Der eben beschriebene Stand der Entwicklung ermöglicht es, die für die Verkehrsgeographie dieses neuesten Transportmittels, also besonders den Aufbau des Liniennetzes maßgebenden Gesetze wenigstens in ihren Umrissen klarzulegen. Im Vergleich mit verkehrsgeographischen Analysen anderer Verkehrsdienste (Schifffahrt, Eisenbahn) ist eine derartige Untersuchung in einer Hinsicht einfacher, in anderer komplizierter. Komplizierter ist sie deshalb, weil bei keinem anderen Verkehrsmittel die wirtschaftliche Verwendung so unmittelbar und so stark von technischen Faktoren abhängt, die selbst noch in der Entwicklung begriffen sind. Die technische Leistungsfähigkeit, wobei in diesem Zusammenhang selbstverständlich auch die Höhe der entstehenden Beförderungskosten miteinzurechnen ist, ist bei den meisten anderen Verkehrsmitteln aus längerer Praxis der Anwendung und aus eingehenden Erörterungen bekannt. Wirklich umstürzende technische Neuerungen sind weder auf dem Gebiet der Schifffahrt noch dem des Eisenbahnverkehrs zu erhoffen. Niemand erwartet z. B., daß in der nächsten Zeit ein Schnellverkehr zu Wasser geschaffen werden könnte, der, gleichzeitig auf Binnenwasserstraßen und auf der See anwendbar, dem Eisenbahnverkehr an Schnelligkeit, Billigkeit und Bequemlichkeit überlegen wäre, womit dann die D-Zugverbindung Berlin-Hannover-London durch ein Schnellboot Berlin-Hamburg-Nordsee-London, also auf ganz anderer Route ersetzt werden könnte. Der Einfluß der dauernden technischen Durcharbeitung und Rationalisierung, wie z. B. der Übergang vom Dampfschiff zum Motorschiff ist auch für denjenigen, der selbst nicht technisch vorgebildet ist, leicht zu übersehen. Außerdem wirken sich neue technische Ideen meist schon deshalb nur langsam aus, weil die in den Verkehrsunternehmungen investierten Kapitalien so enorm sind, daß jede große Umstellung (etwa die Elektrisierung der Bahnen) nur Schritt für Schritt vorgenommen werden kann. Im Luftverkehr liegen diese Dinge anders. Alle Fragen und Probleme sind noch so neu und im Verhältnis wenig durchgearbeitet, daß sie nicht leicht abgeschätzt werden können. Über die rein technischen Zukunftsmöglichkeiten bestehen oft selbst innerhalb der engeren Fachkreise recht verschiedene Ansichten. Alle Feststellungen und alle Ergebnisse gelten deshalb weit mehr als anderswo mit der Einschränkung: rebus sic stantibus — so lange die Dinge so liegen wie jetzt, so lange die vorhandenen Grundlagen gelten. Denn andererseits würde man jeden festen Boden unter den Füßen verlieren, wenn man über das, was heute praktisch erreicht ist, und was aus den augenblicklich bereits im Fluß befindlichen Studien und Untersuchungen mit Sicherheit zu erwarten ist, wesentlich hinausgehen und alle Projekte als Wirklichkeit nehmen wollte. — Eine sorgfältige Charakterisierung der technischen Grundbedingungen ist daher für jede Studie der verkehrsgeographischen Bedingungen des modernen Luftverkehrs unerlässlich.

Dafür tritt eine andere Schwierigkeit, mit der sonst bei der Behandlung verkehrswirtschaftlicher Fragen stark zu rechnen ist, bei dem Luftverkehr zurück. Die Verkehrsbeziehungen, denen er jetzt und in absehbarer Zeit zu dienen hat, werden in weit geringerem Maße, als es sonst bei neuen Verkehrslinien der Fall ist, durch ihn selbst beeinflußt und verändert werden. Für den ganzen übrigen Welthandel in der heutigen Größenordnung ist das Vorhandensein der modernen Verkehrstechnik

schlechthin Voraussetzung. Die Ausbeutung der Produktionsmöglichkeiten Nordamerikas z. B. ist der Erschließung durch den Eisenbahnbau bekanntlich nicht vorgegangen, sondern gefolgt. Beim Luftverkehr sind die Verhältnisse anders. Hauptteil und Rückgrat des gesamten Weltverkehrs ist der Güterverkehr. — Auf der Deutschen Reichsbahn betrug im August 1926, also in der Hauptreisezeit, die Zahl der gefahrenen Wagenachskilometer:

im Personenverkehr . . . . .	883 Millionen
„ Güterverkehr . . . . .	1 631 „

also rund 65 % der gesamten im öffentlichen Dienst gefahrenen Wagenachskilometer entfielen auf den Güterverkehr. — Die Einnahmen betragen:

aus dem Personen- und Gepäckverkehr	137 Millionen
„ „ Güterverkehr . . . . .	246 „ ;

also auch von den Einnahmen aus dem Verkehrsdienst entfielen rund 64 % auf den Güterverkehr. Im Gesamtverkehr des vollen Jahres betrug das Verhältnis der Einnahmen aus dem Personen- und Güterverkehr:

in Deutschland (1925) . . . . .	1 : 2,8
„ Großbritannien (1924) . . . . .	1 : 1,35
„ Ver. Staaten von Nordamerika (1924) . . . . .	1 : 4,0

Die Zahl der Personenkilometer zu den Tonnenkilometern verhielt sich in denselben Staaten und Jahren wie:

1 : 1,22	1 : 0,97	1 : 9,65.
----------	----------	-----------

Diese Zahlen geben noch nicht das Verhältnis der reinen Frachtleistung in der für das Flugzeug in Frage kommenden Form. Im Eisenbahnverkehr ist das tote Gewicht (Eigengewicht der Wagen), das befördert werden muß, im Verhältnis zum Gewicht der zahlenden Last (Personen bzw. Güter) im Personenverkehr, besonders im Schnellzugverkehr sehr viel ungünstiger, als im Güterverkehr — ebenso alle übrigen Unkosten. Beim Luftdienst fällt dieser Unterschied fast vollkommen weg; das Gewicht und der Preis des Flugzeugs wie der Brennstoffverbrauch sind sehr wenig davon abhängig, ob Personen oder Güter befördert werden sollen. Entscheidend ist das Gewicht, das geschleppt werden muß. Nimmt man als Gewicht einer Person im Durchschnitt 80 kg an, so entspricht die Frachtleistung eines Tonnenkilometers rund 12,5 Personenkilometern, und für den Lufttransport sind tatsächlich diese beiden Zahlen annähernd gleichzusetzen. Damit wird das Verhältnis der Transportleistungen:

	im Personenverkehr	Güterverkehr
Deutschland (1925) . . . . .		wie 1 : 15,2
Großbritannien (1924) . . . . .		„ 1 : 12,1
Vereinigte Staaten (1924) . . . . .		„ 1 : 121

Dabei folgt von dem Personenverkehr ein sehr wesentlicher Teil ebenfalls den Spuren des Güterverkehrs. Alle Reisen, die gemacht werden, um irgendwelche Waren zu kaufen oder zu verkaufen, bewegen sich im Grunde zwischen denselben Punkten, zwischen denen späterhin die Ware selbst transportiert werden soll. Anders ist es natürlich mit dem gesamten über größere oder kleinere Entfernungen führenden Ausflugsverkehr, Bäderverkehr, Besuchsverkehr aus nicht geschäftlichen Gründen usw. Aber diese Ausnahme ist nicht entscheidend; entscheidend für Frequenz



und Streckenführung sind diejenigen Verkehrsleistungen, die aus dem Gütertransport herrühren. Im Gütertransport spielen dabei die Schwer- und Massengüter die Hauptrolle. Von dem gesamten Güterverkehr der Deutschen Reichsbahn im Jahre 1925 entfielen:

auf Kohlen, Koks und Briketts . . . . .	rund 40,5%
„ Steine, Steinwaren, Kalk, Zement und Erden aller Art . . . . .	„ 21,6%
„ Roheisen, Erze, Eisen- und Stahlwaren . . . . .	„ 10,4%
zusammen bereits:	<u>rund 72,5%</u>

Bei jedem Neubau einer Eisenbahnlinie, bei jeder Neueinrichtung von Schifffahrtlinien oder Umlegung bestehender Linien durch neue Kanäle usw. werden dadurch auch neue Möglichkeiten zum rentablen Transport solcher oder ähnlicher Güter geschaffen. Die bestehenden Verkehrsbeziehungen selbst werden also durch die neuen Verkehrsmittel verändert. Das Flugzeug dagegen wird zu einer derartigen Schaffung neuer Verkehrsbeziehungen in größerem Umfang kaum in der Lage sein, da es für den Verkehr von Massengütern nicht geeignet ist. Der Kraftbedarf, d. h. die Maschinenleistung, die beim Flugzeug zu einem Transport von 1 Tonne Nutzlast nötig ist, ist sehr viel höher als bei den konkurrierenden Verkehrsmitteln. Eine Zusammenstellung der neuesten Typen von Verkehrsflugzeugen des In- und Auslandes ergibt folgendes Bild:

Tabelle 1.

	Flugzeug-Typ	Motortyp und Leistung	Gesamtgewicht	Zuladung	PS pro t Zuladung
Deutsch:	Junkers G 24 . . . . .	3 Junkers L 2a 3 × 260 = 780 PS	6000 kg	2350	330
	Dornier, Merkur . . . . .	B. M. W. VI, 450 PS	3800 kg	1700	265
	Albatros L 73 . . . . .	2 B. M. W. IV, 2 × 230 = 460 PS	4600 kg	1600	290
	Rohrbach, Roland . . . . .	3 B. M. W. IV, 3 × 230 = 690 PS	5300 kg	1900	360
Englisch:	Avro 563 . . . . .	Rolls-Royce „Condor III“ 650 PS	4800 kg	1700	380
	De Havilland, Hercules (D. H. 66)	3 Jupiter Bristol 3 × 430 = 1320 PS	6700 kg	2550	520
	Handley-Page W 9 . . . . .	3 Armstrong-Siddeley „Jaguar“ 3 × 385 = 1155 PS	6600 kg	2600	445
	Supermarine „Swan“ (Flugboot)	2 Napier Lion 2 × 450 = 900 PS	6200 kg	2000	450
	Vickers Vanguard . . . . .	2 Rolls-Royce „Condor III“ 2 × 650 = 1300 PS	8350 kg	2600	500

Tabelle 1 (Fortsetzung).

	Flugzeug-Typ	Motortyp und Leistung	Gesamtgewicht	Zuladung	PS pro t Zuladung
Französisch:	Bleriot 115 . . . . .	4 Hispano Suiza 4 × 180 = 720 PS	5100 kg	2100	340
	Breguet „Leviathan“ . . . . .	4 Lorraine-Dietrich 4 × 250 = 1000 PS	6600 kg	2300	435
	Farman „Goliath“ . . . . .	2 Renault 2 × 300 = 600 PS	5000 kg	2500	240
	S. P. C. A. „Meteore 63“ . . . . .	3 Hispano Suiza 3 × 180 = 540 PS	4600 kg	2000	270
	Farman „F 170“ . . . . .	Farman 500 PS	3320 kg	1520	330

Bei dem nächststehenden Verkehrsmittel, dem Kraftwagen, ist die erforderliche Motorstärke nur ein Bruchteil davon.

Tabelle 2. Kraftwagen.

Gattung	Typ	Bremsleistung	Zulässige Höchstbelastung	PS/t
Personenwagen:	Rumpler . . . . .	50 PS	650 kg	77
	Ley „U 12“ . . . . .	48 PS	1200 kg	40
	Faun . . . . .	28 PS	550 kg	51
Omnibus:	Henschel . . . . .	50 PS	3000 kg	16,7
	Faun „NO 35“ . . . . .	70 PS	6000 kg	11,7
	Büssing „VI G. L.“ . . . . .	55 PS	7000 kg	7,9
Lastkraftwagen:	Frankfurter Maschinenbau A.-G. „Donar“ . . . . .	50 PS	5000 kg	10
	Büssing „V G.“ . . . . .	55 PS	6000 kg	9,2
	Henschel . . . . .	50 PS	5000 kg	10

Leider ist dieser hohe Kraftbedarf des Flugzeugs keine technische Rückständigkeit, sondern beruht auf dem Prinzip des Fliegens mit Maschinen schwerer als die Luft. Bei jedem Wagen wird das Eigengewicht durch die Räder unmittelbar auf den Boden übertragen, ohne daß dazu eine Motorleistung notwendig wäre. Erst um eine Bewegung zu erzeugen, ist zur Überwindung der entgegenstehenden Reibungs- und Luftwiderstände ein Kraftaufwand erforderlich. Diese Widerstände sind verhältnismäßig klein. Bei Eisenbahnzügen beträgt bei gerader, wagrechter Fahrbahn, bei einer Geschwindigkeit von 100/km/Std. der zu überwindende Widerstand ungefähr 10 kg pro Tonne des Zuggewichtes<sup>1)</sup>. Die Zugkraft, die die Lokomotive ausüben muß, ist also nicht mehr als rund 1/100 des Zuggewichtes. Bei einer Verringerung

<sup>1)</sup> „Erfurter Formel“.



der Zuggeschwindigkeit sinkt der Kraftbedarf sehr stark. Soll die Geschwindigkeit nur 50 km betragen, so ist der erforderliche Zug nur noch  $\frac{1}{230}$  des Zuggewichtes. Bei einem Flugzeug muß von vornherein eine gewisse Geschwindigkeit vorhanden sein, um das Flugzeug überhaupt „schwebend“ (gemeint ist damit wagrecht fliegend) erhalten zu können. Wird diese Geschwindigkeit nicht erreicht, so sackt die Maschine ab. Der physikalische Vorgang ist der, daß bei der raschen Bewegung der Flügel durch die Luft, infolge der nach besonderen Formen gebildeten Flügelprofile an diesen ein Auftrieb und gleichzeitig ein Widerstand erzeugt wird. Der Auftrieb hält die Maschine in der Luft, der Widerstand muß durch die vom Propeller ausgeübte Kraft, den sogenannten Schraubenzug, überwunden werden. Da die Größe des erforderlichen Auftriebs gegeben ist — er muß mindestens gleich dem Gewicht der Maschine sein —, ist damit auch der Widerstand in engen Grenzen gegeben. Das Verhältnis beider, die sogenannte

$$\text{Gleitzahl} = \frac{\text{Widerstand}}{\text{Auftrieb}},$$

hängt von der Profilform ab und kann leider nicht beliebig verbessert werden. Die besten aus Hunderten von Messungen in den aerodynamischen Versuchslaboratorien aller Länder gewonnenen Werte erreichen ungefähr die Grenze 1:25 (Profil LH bei einem Seitenverhältnis 1:8 = 1:24,4). Wenn die Flügelspannweite im Vergleich zur Flügeltiefe vergrößert wird, kann der Wert noch etwas verbessert werden, gleichzeitig wächst damit aber das Gewicht der Maschine, die weiter ausladenden Flügel werden schwerer, und der erreichte Vorteil geht wieder verloren. Praktisch ist auch dieser Wert 1:25 nicht zu erreichen. Denn erstens entsteht ein durch den Schraubenzug zu überwindender Luftwiderstand nicht nur an den Flügeln, sondern auch an allen anderen Teilen des Flugzeugs, Rumpf, Fahrgestell, Höhen- und Seitenruder usw. In der Größe ist dieser sogenannte schädliche Widerstand bei allen heute ausgeführten Flugzeugen dem Flügelwiderstand etwa gleich. Zweitens aber müßte man, um den bestmöglichen Wert des Widerstandes zum Auftrieb zu erzielen, bei größeren Geschwindigkeiten von etwa 180 oder 200 km in der Stunde einen anderen Nachteil in Kauf nehmen —, nämlich eine hohe Geschwindigkeit des Flugzeugs bei der Landung. (Vgl. Vogt in der Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt Nr. 10 des Jahrgangs 1926.) — Beide Einflüsse haben dazu geführt, daß die bei heutigen Flugzeugen vorhandenen Gleitzahlen — identisch mit dem Quotient:

$$\frac{\text{Schraubenzug}}{\text{Fluggewicht}}$$

noch wesentlich schlechter sind. Der wirksame Schraubenzug kann aus der Motorleistung nach der Formel errechnet werden:

$$\text{Schraubenzug } S = \frac{270 \cdot \text{Motorleistung} \cdot \text{Schraubenwirkungsgrad}}{\text{Geschwindigkeit in km/Std.}}$$

Der Schraubenwirkungsgrad beträgt dabei ungefähr 0,65<sup>1)</sup>. Damit ergeben sich bei einigen der oben genannten Flugzeuge folgende Werte:

<sup>1)</sup> Um Mißverständnisse zu vermeiden, sei hierzu wie zu allen folgenden Rechenansätzen bemerkt: Es sind stets nur die Haupteinflüsse berücksichtigt und Mittelwerte eingeführt. Der Fachmann wird daher die Erörterung mancher Probleme vermissen. An den wirtschaftlichen Konsequenzen würde jedoch durch eine noch etwas genauere Durchdringung nichts geändert, da die eventuellen Korrekturen stets gering sind.

Tabelle 3.

Typ	Fluggew. in kg	Motorleistung in PS	Geschwindgk. in km/Std.	Schraubenzug in kg	Gleitzahl
Albatros, L 73 . . .	4600	460	150	540	1:8,5
Dornier, Merkur . .	3800	450	163 <sup>1)</sup>	485	1:7,8
Junkers, G 24 . . .	6000	780	175	785	1:7,6
Rohrbach, Roland . .	5300	690	195	620	1:8,5
Handley Page, W 9 . .	6600	1155	186	1090	1:6,1
Vickers, Vanguard . .	8350	1300	180	1270	1:6,6
Breguet, Leviathan . .	6600	1000	165	1065	1:6,2

Dabei ist es, wie nochmals betont werden soll, nicht möglich wie bei allen anderen Verkehrsmitteln durch Verringerung der Geschwindigkeit den Wert der Gleitzahl wesentlich zu verbessern. In allen Fällen muß die Zugkraft, die zur Verfügung steht — und das heißt die Motorleistung — sehr hoch sein. Außerdem kann aber nicht jede beliebige Kraftquelle gewählt werden, da das Gewicht des Motors aufs äußerste beschränkt werden muß. Man ist vielmehr auf ganz hochwertige, also teure und empfindliche Explosionsmotoren angewiesen.

Infolgedessen sind die Beförderungskosten hoch, und nur Waren, bei denen es auf einen ganz besonders schnellen Transport ankommt, für den Lufttransport geeignet. Da solche Güter aber im gesamten Handelsverkehr nur die Ausnahme bilden, ist die Schaffung ganz neuer Linien des Güterverkehrs, die Erschließung neuer Produktionsgebiete, der Aufschwung neuer Wirtschafts- und Verkehrsmittelpunkte von der Luftfahrt nicht zu erwarten. Sie wird keine neuen großen Handelszentren erstehen lassen, sondern vielmehr die bestehenden, auf anderen wirtschaftlichen Grundlagen ruhenden Verkehrsplätze miteinander verbinden. Kurz gesagt: Sie wird den bestehenden Welthandel nicht in seiner Struktur verändern, sondern nur mit einem neuen, den bestehenden Verkehrsströmen sich anschmiegenden Netz von Schnellverbindungen überlagern. Die Knotenpunkte dieses Verkehrsnetzes werden dieselben sein wie die des heutigen.

#### b) Aktionsradius und Transozeandienst.

Nach dem eben Gesagten kann die Verkehrsbedeutung des Luftdienstes ziemlich sicher dahin begrenzt werden, daß er für den Massengüterverkehr nicht in Frage kommt, und daß infolgedessen seine Hauptaufgabe nicht die Herstellung neuer, sondern der Ersatz oder die Verbesserung bestehender Schnellverkehrslinien sein wird. Die zweite große Frage, die sich damit erhebt, ist die, ob er auf diesem Gebiet für sämtliche bestehenden Schnellverbindungen zu Wasser und zu Land eine Konkurrenz darstellen, oder ob sich aus seinen technischen Eigenschaften weitere Beschränkungen ergeben werden. Mit einem Wort, das große Problem, das hier noch zu lösen bleibt, ist die Überquerung der Ozeane, die Verbindung der Kontinente miteinander. Für den Landverkehr gibt es natürliche Hindernisse heute bereits nicht mehr. Die Überfliegung der Gebirge, technisch ausgedrückt, die Erreichung der notwendigen Flughöhe, ist kein technisches Problem mehr, sondern ein wirtschaftliches. Der Welthöhenrekord steht auf etwa 12000 m, das ist ungefähr die sechsfache Höhe der Alpenpässe (Mont Cenis 2082 m, St. Gotthard 2114 m, Splügen 2117 m, Brenner 1362 m). Erforderlich sind dazu nur Maschinen mit grö-

<sup>1)</sup> Weltrekordflug am 29. Juni 1926 mit 1000 kg Nutzlast.



berer Motorstärken, also noch größeren Beförderungskosten als in der Ebene, wo geringere Flughöhen ausreichen. Außerdem muß allerdings die Sicherheit des Fluges garantiert sein, da im Hochgebirge Notlandungen ausgeschlossen sind. Die Einrichtung von die Alpen überquerenden Linien ist daher auch in kurzer Zeit zu erwarten. Die Überwindung der mittelasiatischen Gebirge mit ihrer sehr viel größeren Höhe durch Verkehrsflugzeuge wäre allerdings noch schwierig, aber hier ist ja auch das Verkehrsbedürfnis gleich Null. Dagegen steht das Problem des Transozeandienstes heute im Mittelpunkt des Interesses. Die durch das Flugzeug mögliche Verkehrsbeschleunigung ist hier besonders groß. Die Schnelligkeit auch der modernen Schnelldampfer liegt nur wenig über 20 Seemeilen (= 37 km) pro Stunde, also noch beträchtlich unter derjenigen der Schnellzüge, die Differenzen werden folglich noch größer. Diese Unterschiede zeigen sich selbst bei den kurzen über See führenden Strecken, die heute betrieben werden. Nach den Fahrplänen des letzten Sommers beträgt z. B.

Tabelle 4.

Strecke	Flugzeit	Zug	Fahrzeit	Verhältnis der Flugzeit : Fahrzeit
Dortmund—München . . .	6 h 15'	D 48	15 h 32'	1 : 2,5
Köln—München . . . . .	4 h 50'	FD 264 D 58	9 h 40' 12 h 12'	1 : 2 1 : 2,5
Hamburg—Bremen—Köln . .	4 h 45'	D 94	8 h 8'	1 : 1,72
Berlin—Karlsruhe . . . . .	6 h 35'	FD 6 D 42	10 h 22' 12 h 06'	1 : 1,58 1 : 1,84
Basel—Amsterdam . . . . .	7 h 50'	D 173	13 h 48'	1 : 1,76
Berlin—Kopenhagen . . . . .	3 h 45'	D 11	10 h 45'	1 : 2,9
	(über Lübeck)		(über Warnem.)	
Hamburg—Kopenhagen . . .	1 h 45'	D 7	10 h 20'	1 : 5,9!

Hier kommen für den Luftdienst allerdings noch zwei weitere Vorteile hinzu. Das Flugzeug kann quer über Land und Meer hinweg der kürzesten Verbindungsstrecke folgen, und das unbequeme und zeitraubende Umladen von Zug auf Schiff und umgekehrt kann wegfallen. Gerade diese Linien haben sich daher auch besonders gut bewährt. Die bekanntesten sind außer den oben genannten die Verbindungen von London nach dem Kontinent. Alle diese Strecken sind aber verhältnismäßig kurz. Die Einrichtung größerer über See führender Linien ist bisher an dem zu geringen Aktionsradius der Flugzeuge gescheitert. Für den kommerziellen Verkehr ist der über Brauchbarkeit oder Unbrauchbarkeit entscheidende Wert nicht eigentlich die Größe der gesamten Zuladung, sondern die Größe der zahlenden Nutzlast. In den oben angegebenen Werten für die Zuladung (Tabelle 1) sind Führer, Beobachter und Brennstoff miteinbegriffen. Der Anteil des Brennstoffs wird infolge der hohen erforderlichen Motorleistung, sobald es sich um größere Entfernungen handelt, sehr groß.

Der Brennstoffverbrauch bei einigen der bekanntesten Motoren beträgt pro PS/Std.:

Tabelle 5.

Motor	Brennstoffverbrauch in kg	Ölverbrauch in kg
B. M. W. Bayrische Motorenwerke	0,225	0,015
Junkers Motoren . . . . .	0,23	0,01
Farman . . . . .	0,248	0,015
Lorraine-Dietrich . . . . .	0,235	0,0118
Napier Lion . . . . .	0,236	0,012
Bristol, Jupiter . . . . .	0,250	0,015
Armstrong-Siddeley, Jaguar . .	0,245	0,013
Rolls-Royce, Condor . . . . .	0,240	0,015

Mit Hilfe dieser Werte ist in der folgenden Tabelle für verschiedene moderne Verkehrsflugzeuge der Brennstoffverbrauch pro Stunde bei Höchstgeschwindigkeit ausgerechnet worden, und zwar sowohl der absolute Wert wie der Prozentsatz der Zuladung. Durch Division mit der Geschwindigkeit errechnet sich daraus weiterhin der Brennstoffverbrauch in Prozent der gesamten Zuladung für eine Strecke von 100 km.

Tabelle 6.

Flugzeugtyp	Betriebsstoffverbrauch pro Stunde		Geschwindigkeit pro Stunde in km	Betriebsstoffverbrauch pro 100 km in % der Zuladung
	in kg	% der Zuladung		
Albatros, L 73 . . . . .	110	6,9%	150	4,6%
Dornier, Merkur . . . . .	100	6,4%	163	3,9%
Junkers, G 24 . . . . .	187	7,9%	175	4,5%
Rohrbach, Roland . . . . .	165	8,7%	195	4,5%
Handley, Page, W 9 . . . . .	300	11,5%	186	6,2%
Vickers, Vanguard . . . . .	330	12,7%	180	7,0%
Breguet, Leviathan . . . . .	250	10,9%	165	6,5%
Farman, F 170 . . . . .	120	7,9%	203	3,9%

Diese Tabelle gibt allerdings verhältnismäßig ungünstige Werte, da jedesmal die Anteile für Höchstgeschwindigkeit errechnet worden sind; ist jedoch ein Kraftüberschuß vorhanden, und alle neueren Maschinen werden mit ziemlich erheblichem Kraftüberschuß gebaut, dann ist ein Flug auch noch bei gedrosseltem Motor möglich, und damit ergeben sich auch für den Brennstoffverbrauch etwas günstigere Werte. Der zuletzt aufgeführte Farman F 170 z. B. hat

bei einer Motorleistung von . . . . . 300 PS bzw. 215 PS  
 noch eine Betriebsgeschwindigkeit von . . . . . 180 km bzw. Mindestgeschwindigkeit 140 km  
 also einen Brennstoffverbrauch von . . . . . 70 kg/Std. bzw. 50 kg/Std.,  
 sind für 100 km = 2,6% der Zuladung bzw. 2,3% der Zuladung,  
 statt 3,9% der Zuladung wie oben für Höchstgeschwindigkeit.

Für die Junkers G 24 wird angegeben:

Reisegeschwindigkeit . . . . . 150 km/Std.  
 Betriebsstoffverbrauch . . . . . 120 kg/Std.  
 = 3,4% der Zuladung auf 100 km.



Für den Verkehr wird aber in vielen Fällen die volle Geschwindigkeit ausgenutzt werden müssen, z. B. wenn starker Gegenwind vorhanden ist — für eine sichere Rechnung ist es also nicht unberechtigt, den Brennstoffbedarf auf Grund der Höchstgeschwindigkeiten abzuschätzen.

Rechnerisch ergibt sich unter Benutzung der oben angegebenen Formel für den Schraubenzug:

$$S = 270 \cdot 0,65 \cdot \frac{N}{V}$$

(N = Motorleistung, V = Geschwindigkeit),

$$\text{also } N = \frac{V}{176} \cdot S.$$

Das Verhältnis des Schraubenzugs zum Gesamtgewicht kann ungefähr 1:7 gesetzt werden (vgl. Tabelle 3), also

$$S = \frac{G}{7},$$

wenn G das Gesamtgewicht der Maschine bedeutet. Da der Brennstoffverbrauch im Mittel 0,25 kg pro PS/Std. beträgt, also = 0,25 · N kg/Std., so wird der Brennstoffverbrauch

$$B = 0,25 \cdot \frac{V}{176} \cdot \frac{G}{7}$$

für eine Stunde, in der V km zurückgelegt werden, für einen Kilometer also:

$$B = \frac{0,25}{7 \cdot 176} \cdot G$$

und für 100 km: =  $\frac{25 \cdot G}{7 \cdot 176} = \sim 2,03\%$  des Gesamtgewichtes.

Je nachdem ob dann die Zuladung  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{2}$  des gesamten Gewichtes ausmacht, beträgt der Brennstoffverbrauch 4 bis 6 % der Zuladung<sup>1)</sup>.

Außer dem Brennstoffverbrauch sind in der Zuladung eines Flugzeugs noch das Gewicht für die Ausrüstung, Pilot usw. mitenthalten. Der Anteil dieser Gewichte (Führer, Ausrüstung, Kühlwasser) beträgt bei der Albatros L 73, ebenso bei Farman F 170 rund 20 % der Zuladung. Rechnet man von den restlichen 80 % die Hälfte auf Brennstoff, so ergibt sich bei einem mittleren Brennstoffverbrauch von 5 % der Zuladung pro 100 km ein Aktionsradius von rund 800 km — wenn kein Gegenwind vorhanden ist. Ist ein Gegenwind von 20 % der Fluggeschwindigkeit vorhanden, sinkt der Aktionsradius damit auf rund 650 km. Dieser Wert kann selbstverständlich etwas gesteigert werden, wenn man den Anteil der zahlenden Nutzlast herabsetzt, den Anteil des Brennstoffes erhöht, und damit die Rentabilitätsverhältnisse noch weiter verschlechtert. Der tatsächlich für den Brennstoff vorgesehene Anteil bei der gesamten Zuladung beträgt bei der

Albatros L 73 . . . . .	36%
Rohrbach, Roland . . . . .	42%
Havilland, Hercules . . . . .	44%
Handley Page W 9 . . . . .	34%
Breguet, Leviathan . . . . .	48%

<sup>1)</sup> Beim deutschen Seeflugwettbewerb betrug nach einer inzwischen erfolgten Veröffentlichung (vgl. Z. F. M. 1926, Seite 433) der Betriebsstoffverbrauch pro 100 Kilometer vom Gesamtgewicht 1,03 bis 2,22%, im Mittel 1,6 bis 1,9%, von der Zuladung 3,16 bis 6,72%, im Mittel 4,5 bis 5,0%, also fast genau wie hier errechnet.

Damit würden sich also bei 20 %igem Abzug für Gegenwind Aktionsradien in der Größenordnung von 500 bis 700 km ergeben. Bei Rekordflügen, wenn man nur Brennstoff, sonst nichts mitnimmt, und dazu die Maschine noch aufs äußerste überlastet, können natürlich ganz andere Entfernungen erreicht werden; das hat aber nichts mit dem planmäßigen Luftverkehr zu tun<sup>1)</sup>. Diese Aktionsradien genügen durchaus zur Überwindung der europäischen Binnenmeere. Die Entfernung Stettin—Kalmar auf der Strecke Berlin—Stockholm beträgt rund 380 km, die Strecke Amsterdam—London rund 360 km. Die direkte Verbindung von Frankreich nach Nordafrika (Toulon—Philippville) mit 700 km nähert sich schon der oberen Grenze. Die Entfernungen zwischen den Kontinenten überschreiten bei weitem das obige Maß. Auf der südatlantischen Route ist die zu überwindende größte Entfernung — vorausgesetzt, daß der unzugängliche, kaum über den Meeresspiegel emporragende St. Paul's Felsen als Landeplatz nutzbar gemacht werden könnte, rund 1800 km. Die Entfernung von den Kap Verdeschen Inseln bis Fernando de Noronha (was heute allein als Stützpunkt geeignet ist), beträgt 2300 km.

Auf der nordatlantischen Route wäre, falls der Weg über die Azoren gewählt werden sollte, die Strecke:

Lissabon—Azoren . . . . .	1650 km
Azoren—Neufundland . . . . .	2250 km
Neufundland—New York . . . . .	1800 km
Hamburg—Azoren . . . . .	3350 km
Azoren—New York . . . . .	3900 km

(vgl. Dr.-Ing. Rumpfer in „Schiffbau“, 1926, Seite 651)

Die direkte Strecke Plymouth—Neuyork 5400 km.

Die Entfernung der britischen Stützpunkte auf dem Weg nach dem Osten

Gibraltar—Malta ist rund 1800 km,

(kürzeste Route mit Überfliegung der französischen Hoheitsgebiete)

Malta—Alexandria rund 1550 km.

Diese Wege können mit den heutigen Mitteln noch nicht überwunden werden. Erreicht werden kann das Ziel nur durch eine Vergrößerung der Flugzeuge. Die zwei kritischen Fragen sind dabei:

1. Wie verhält sich bei steigender Größe die Gleitzahl (Verhältnis des erforderlichen Schraubenzugs zum Gesamtgewicht)? In der obigen Formel war gesetzt:

$$S = \frac{G}{7},$$

wäre es möglich mit einem Schraubenzug:

$$S = \frac{G}{14}$$

auszukommen, so wäre der Brennstoffverbrauch nur noch halb so groß.

2. Wie verhält sich bei steigender Flugzeuggröße der Anteil der Nutzlast am Gesamtgewicht?

<sup>1)</sup> Bei den letzten Transatlanticflügen mußten die Flugzeuge bis zur äußersten Grenze der Startfähigkeit überladen werden. Etwa  $\frac{2}{3}$  des Gesamtgewichtes waren Benzin. Jede Notlandung einer solchen Maschine mit vollen Behältern bedeutet größte Gefahr; der erste Versuch Fonck's führte aus diesem Grunde zur Katastrophe. Ein Start vom Wasser bei Seegang ist unmöglich; Lindbergh benutzte deshalb ein Landflugzeug.



Der Brennstoffverbrauch hängt ab von dem Gesamtgewicht; sinkt der Anteil der Nutzlast am Gesamtgewicht stark herab, so wird damit der Anteil des Brennstoffs an der Zuladung entsprechend größer. Diese beiden Werte, Nutzlastanteil am Gesamtgewicht und Gleitzahl, bei der tatsächlich geflogen wird, sind die entscheidenden. Theoretische Untersuchungen, die über diese Fragen angestellt wurden, haben zu teilweise widerspruchsvollen Resultaten geführt. Wichtiger sind die Erfahrungen, die bei den tatsächlich ausgeführten modernen großen Flugbooten gemacht wurden. Bei dem größten französischen Flugboot der Chantiers de Penhoets in St. Nazaire soll nach allerdings ziemlich unsicheren Meldungen bei einem Gesamtgewicht von 16 000 kg mit  $5 \times 420 = 2100$  PS eine Geschwindigkeit von 160 km erreicht werden können. Das ergäbe bei einem Brennstoffverbrauch von 0,25 kg pro PS/Std. einen Verbrauch von rund 505 kg pro Stunde, also

$$\frac{505}{1,6} = 330 \text{ kg für 100 km;}$$

das wäre also ebenfalls rund 2 % des Gesamtgewichtes in Übereinstimmung mit dem oben errechneten Mittelwert. Bei dem größten deutschen Flugboot, dem vor kurzem fertiggestellten Dornier „Superwal“ ist dagegen der Brennstoffverbrauch für eine Reisegeschwindigkeit von 160 km/Std. zu rund 200–210 kg pro Stunde angegeben worden, das Abfluggewicht zu 10 000 kg und der vorgesehene Nutzlastanteil zu über 50 % des Gesamtgewichtes. Dann wäre der Brennstoffverbrauch pro 100 km rund 1,25–1,26 % des Gesamtgewichtes und 2,5–2,6 % der Nutzlast. Bei Mitführung von rund 45 % der Nutzlast in Gestalt von Brennstoff würde sich damit ein Aktionsradius von 1700 bis 1800 km, und bei Abzug von 20 % für Gegenwind noch ein Aktionsradius von rund 1400 km erreichen lassen<sup>1)</sup> — das Doppelte des oben angegebenen Mittelwertes von 500–700 km für die derzeitigen Flugzeuge. Nach neueren Angaben soll allerdings die normale Zuladung nur 3600 kg betragen; — dann wäre der Brennstoffverbrauch pro 100 km wieder fast 3,5 %.

### c) Reisegeschwindigkeit und Verkehrsstruktur.

Für die Entwicklung des transozeanischen Luftverkehrs sind nach den vorstehenden Darlegungen die entscheidenden Schritte zunächst noch von der technischen Seite her zu erwarten. Der Verkehrsfachmann und Kaufmann muß sich gedulden, bis der Ingenieur ihm das Werkzeug, das er braucht, in die Hand gibt. Über die Verkehrsgeographie dieses transozeanischen Luftverkehrs, über die Routen, auf denen er sich eventuell abspielen könnte, im einzelnen zu sprechen ist daher noch verfrüht. Im Landverkehr ist es anders. Auch wenn wirklich Projekte von Riesenflugzeugen in absehbarer Zeit ausgeführt werden könnten, würde sich an den charakteristischen Grundzügen des bereits bestehenden Systems von Luftlinien wahrscheinlich nicht viel ändern. Die Grenzen liegen hier heute schon nicht auf dem rein technischen Gebiet, sondern auf dem wirtschaftlichen — und dem technischen nur insoweit, als es die Wirtschaftlichkeit beeinflusst.

Am deutlichsten zeigt sich das hinsichtlich der Geschwindigkeit. Soweit der Luftdienst in den Dienst des Geschäftsverkehrs tritt, ist er ausgesprochener Schnellverkehr. Lediglich für die Bäderlinien, wie z. B. von Stettin nach den Ostseebädern, ist die Schnelligkeit der Beförderung nicht von ausschlaggebender Bedeutung. Die Reisenden, die diese Linien frequentieren, wollen in erster Linie fliegen, und sie

<sup>1)</sup> Rohrbach gibt für sein neuestes Flugboot „Rocco“ an: Aktionsradius mit Normalgewicht und Reisegeschwindigkeit 1300 Kilometer.

würden das auch tun, wenn die Reisegeschwindigkeit geringer wäre. Praktisch zählt zu diesen Linien allerdings auch in ziemlichem Maße — bis jetzt — die Strecke von Paris nach London. Die Frequenzzahlen zeigen auf dieser Strecke einen hohen Anteil der Amerikaner, die diese Gelegenheit benutzen, um auf ihrer Europafahrt sich den Genuß einer Luftreise zu verschaffen, den sie sich bis vor kurzem in Amerika selbst nicht gestatten konnten, da es einen öffentlichen Passagierverkehr dort nicht gab. Für alle übrigen Linien ist die erzielte Beschleunigung für ihre Verkehrsbedeutung maßgebend. Die von der Flugtechnik gebotenen Möglichkeiten können hier heute aus wirtschaftlichen Gründen bei weitem nicht ausgenutzt werden. Der Schnelligkeitsweltrekord steht auf rund 450 km. Die Reisegeschwindigkeit auch der neusten nach Aufhebung der Begriffsbestimmungen gebauten deutschen und der ausländischen Flugzeuge beträgt davon wenig mehr als ein Drittel, weit weniger als die Hälfte (vgl. Tabelle Nr. 3). Eine wirklich bedeutende Steigerung der Geschwindigkeit ist nur durch abnormale Erhöhung der Motorstärke möglich. Damit soll nicht gesagt sein, daß eine Erhöhung der Geschwindigkeit durch technische Verbesserungen ausgeschlossen sei. Nur wird es sich dabei nicht um sehr große Fortschritte handeln können.

Die Geschwindigkeit eines Flugzeugs kann rechnerisch aus den Motorstärken und der vorhandenen Flügelfläche nach einer Formel errechnet werden:

Geschwindigkeit in km pro Stunde

$$V = 38,25 \sqrt[3]{\frac{N}{F}} \cdot \sqrt[3]{s};$$

worin N die Bremsleistung des Motors in PS und F die Größe der Tragfläche in qm bedeutet; s ist nach der Formulierung von Prof. Everling die Schnellflugszahl. Diese Schnellflugszahl ist abhängig von dem Wirkungsgrad, mit dem der Propeller arbeitet, und den vorhandenen durch den Zug des Propellers zu überwindenden Luftwiderständen am Flügel und allen übrigen Teilen des Flugzeugs. Die Schnellflugszahl und damit die Geschwindigkeit wird um so besser, je größer der Wirkungsgrad der Schraube, und je kleiner die schädlichen Widerstände sind. Beide Werte können nicht unbegrenzt verbessert werden. Prof. Everling nimmt als theoretisch bestmöglichen Wert ungefähr 40 an, dabei ist aber vorausgesetzt, daß der Schraubenwirkungsgrad gleich 1 ist, was er in Wirklichkeit nie sein kann, und daß auch der schädliche Widerstand der Maschine auf ein Minimum herabsinkt. Die bei den heutigen Maschinen erreichten Werte gehen in den seltensten Fällen über 20 hinaus. Selbst wenn es indessen möglich wäre, diesen Wert noch wesentlich zu verbessern, ist die damit erreichte Steigerung der Geschwindigkeit gering, da sie nur mit der dritten Wurzel aus der Schnellflugszahl wächst. Würde die Schnellflugszahl um 50 % gesteigert werden können, so wäre die damit erreichte Erhöhung der Geschwindigkeit noch nicht einmal 15 %, also z. B. von 170 auf knapp 195 km.

Ebenso wenig ist es möglich, den anderen Faktor, von dem die Geschwindigkeit abhängt, das Verhältnis der Motorleistung zur Tragfläche, in beliebigem Maße dadurch zu verbessern, daß man die Flügelfläche verkleinert und zwar mit Rücksicht auf die Start- und Landeverhältnisse.

Die gefährlichsten Augenblicke jedes Fluges sind Start und Landung. Eine Landung kann nur dann gefahrlos ausgeführt werden, wenn die Landegeschwindigkeit der Maschine nicht zu groß ist — und diese Landegeschwindigkeit kann nur dann innerhalb einer vernünftigen Grenze gehalten werden, wenn die Flügelfläche nicht zu klein ist. Man kann jedes Flugzeug um so besser, d. h. mit um so geringerer



Fluggeschwindigkeit schwebend erhalten, je größer die Tragfläche ist (im Verhältnis zum Fluggewicht).

Der Wert:

$$\frac{\text{Gesamtgewicht der Maschine}}{\text{Flügelfläche}}$$

(die sogenannte Flächenbelastung) darf eine bestimmte Grenze nicht überschreiten. Wenn ein bestimmtes Gesamtgewicht der Maschine vorhanden ist, muß die Flügelfläche eine gewisse Größe haben. Für Landflugzeuge liegt bei den bisher ausgeführten Doppeldeckern der Wert der Flächenbelastung etwa zwischen 40 und 50, bei Eindeckern etwas höher, aber auch nur wenig über 60. Nur dann, wenn es durch ganz besondere Maßregeln möglich wäre, die Landegeschwindigkeit auch bei höherer Flächenbelastung niedrig zu halten, könnten noch bessere Leistungen herausgeholt werden. Anordnungen, die diesen Zweck erreichen wollen, sind schon mehrfach ausprobiert worden (Anordnung von Schlitzfenstern im Flügel zur Beeinflussung der Luftströmung usw.). Sie haben sich jedoch bisher wegen verschiedener anderer damit verknüpfter Schwierigkeiten keine allgemeine Geltung verschaffen können. Außerdem gilt dasselbe wie von der Verbesserung der Schnellfluggeschwindigkeit; der Einfluß einer Erhöhung der Flächenbelastung ist nicht sehr groß. Wäre es möglich, durch derartige spezielle Anordnungen eine Flächenbelastung zu erreichen, die 30% höher liegt, als die jetzt gebrauchte, würde damit die Schnelligkeit nur um etwa 9% wachsen. Über diese sehr enge Grenze hinaus ist eine Steigerung der Fluggeschwindigkeit nur durch eine Erhöhung der Motorleistung möglich. Diese Erhöhung müßte aber ganz ungeheuer sein, um wirklich bedeutende Geschwindigkeitserhöhungen zu erzielen.

Sollte die Geschwindigkeit um 50% erhöht werden, also von 160 auf 240 km, so müßte nach der obigen Formel die Motorleistung um 237% erhöht werden, wenn die bei höheren Geschwindigkeiten geringfügige dadurch bewirkte Verbesserung der Schnellfluggeschwindigkeit vernachlässigt und die Flächenbelastung, also die Landegeschwindigkeit konstant angenommen wird. (Könnte man die Landegeschwindigkeit entsprechend der Maximalgeschwindigkeit erhöhen, so würde die erforderliche Motorleistung ebenfalls nur im gleichen Verhältnis, also um 50% statt 237% wachsen.) Im ersteren Falle würde jedoch gleichzeitig durch den Einbau derartiger starker Motore das Gewicht der Maschine ebenfalls steigen, damit müßte wieder die Fläche vergrößert werden, um annehmbare Landeeigenschaften zu erhalten, und damit ginge der Vorteil teilweise wieder verloren. Diejenige Maschine, mit der der Geschwindigkeitsrekord von 450 km aufgestellt wurde, ist eine einsitzige Rennmaschine mit einer Motorleistung von etwa 450—500 PS und einem Gewicht von 1175 kg; sie hat also ungefähr dieselbe Motorstärke wie eine zweimotorige Verkehrsmaschine für 10 Personen bei einem Viertel des Gewichtes derselben. Auch für die Zukunft ist deshalb — falls nicht Fortschritte in ganz anderen Entwicklungsrichtungen als den bisherigen kommen sollten — für Verkehrszwecke mit einer Geschwindigkeit zwischen 150 und 200 km zu rechnen. Die mitunter in der Tagespresse gemeldeten Geschwindigkeits-Rekordleistungen im Verkehrsbetrieb stehen damit nicht im Widerspruch; sie kommen nämlich fast stets dadurch zustande, daß die Maschinen beim betreffenden Flug starken Rückenwind hatten, dann kommt natürlich die Windgeschwindigkeit zu der Eigengeschwindigkeit der Maschine hinzu, und die Rekordleistung ist fertig.

Diese Geschwindigkeit ist ungefähr die doppelte der Fahrgeschwindigkeit der Schnellzüge (80—90 km). Die Reisegeschwindigkeit des Luftverkehrs wird damit

rund  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{2}$  der Reisegeschwindigkeit des Eisenbahnverkehrs. Die Faktoren, die eine Verminderung der Reisegeschwindigkeit gegenüber der reinen Flug- bzw. Fahrgeschwindigkeit bedingen, sind bei beiden Verkehrsmitteln auch noch etwas verschieden. Der Eisenbahnverkehr ist, da er sich dem Gelände anpassen muß, zu sehr viel größeren Umwegen genötigt, als das Flugzeug. Im Mittel ist die Eisenbahntrennung zwischen zwei Plätzen um etwa 20% größer, als die Luftlinie, während das Flugzeug zu derartigen Umwegen nicht gezwungen ist. Dafür ist allerdings der Einfluß etwa vorhandener Gegenwinde für das Flugzeug größer als für den Eisenbahnverkehr.

Durch diese Fixierung der Reisegeschwindigkeit ist nun die innere Struktur des Luftliniennetzes in ziemlich weitgehendem Maße festgelegt. Für jedes Verkehrsmittel richtet sich die Zahl der Haltestellen nach der vorhandenen Fahrgeschwindigkeit. Je höher die Beförderungsgeschwindigkeit, um so größer müssen die Zwischenstrecken gehalten werden, weil sonst der Vorteil der höheren Geschwindigkeit wieder verloren geht. Die Gesamthaltezeit auf den Zwischenstationen einer Strecke darf einen bestimmten Prozentsatz der gesamten Fahrzeit zwischen den Endpunkten nicht übersteigen.

Ein Vergleich zwischen einigen der bekanntesten Fluglinien und den entsprechenden Schnellzugsstrecken ist in folgender Zusammenstellung durchgeführt. Die Strecken sind dabei folgende:

- Strecke I = Dortmund—München.
- Strecke II = Hamburg—Bremen—Köln.
- Strecke III = Berlin—Karlsruhe.
- Strecke IV = Berlin—Kopenhagen.

Tabelle 7.

	Strecke: I		II		III		IV	
	D-Zug	Flugzeug	D-Zug	Flugzeug	D-Zug	Flugzeug	D-Zug	Flugzeug
Zahl der Zwischenaufenthalte . . . .	28	4	11	4	17	4	8	1
Gesamtzeit der Aufenthalte . . . .	2 h —	1 h 15'	— 55'	1 h 15'	1 h 30'	1 h 35'	1 h 34'	— 15'
Gesamte Fahr- bzw. Flugzeit . . . . .	15 h 32'	6 h 15'	8 h 08'	4 h 45'	12 h 06'	6 h 35'	10 h 45'	3 h 45'
Aufenthaltszeit in % der Gesamtzeit . . . . .	12,9%	20%	11,3%	26,3%	12,4%	24%	14,6%	6,7%

Das Bild, das sich aus dieser Tabelle ergibt, ist allerdings insofern etwas schief, als die Zeitverluste durch die Zwischenstationen beim Eisenbahnverkehr sehr viel mehr als beim Flugverkehr durch die Verringerung der Fahrgeschwindigkeit vor und nach den Stationen beim Anfahren und beim Bremsen vermehrt wird, und bei scharf organisiertem Flugbetrieb die Aufenthalte auf den Zwischenstationen vielleicht noch etwas gekürzt werden können. An dem Gesamtbild würden aber auch sehr erhebliche Korrekturen dieser Art nicht sehr viel ändern. Wesentlich ist, daß eine sehr starke Konzentration des Luftverkehrs auf wenige Punkte unvermeidlich ist, wenn er überhaupt seinen Zweck erfüllen soll. Vom wirtschaftlichen und sozialen



Standpunkt aus kann man die damit verbundene weitgehende Ausschaltung der mittleren und kleineren Städte aus dem Schnellverkehr vielleicht bedauern. Tatsächlich ist sie jedoch so stark durch die technischen Eigenschaften des Flugzeugs bedingt, daß auf die Dauer keine anderen Rücksichten gegen diesen Zwang zur Zentralisierung sich weiter durchsetzen können. Die Lösung der damit entstehenden Schwierigkeiten wird vielmehr auf anderen Wegen (Einrichtung von Zubringerlinien) gesucht werden müssen. Ohne die Einrichtung von Luftlinien über größere Strecken, und das heißt in Europa über internationale Strecken, kann der Luftverkehr niemals die Bedeutung für das Wirtschaftsleben gewinnen, die ihm zukommt. Daß für Entfernungen bis etwa 500 km der Nachtschnellzug, der die sonst nutzlosen Nachtstunden auszunützen gestattet, eine gefährliche Konkurrenz für das Flugzeug bedeutet, ist oft genug betont worden; wenn auch damit durchaus nicht gesagt ist, daß der Luftdienst nicht auch für geringere Strecken Anwendungsmöglichkeiten finden kann. Das ändert nichts daran, daß die Konkurrenzbedingungen besser werden, wenn die Flugstrecke größer wird, und daß auf diesen größeren Strecken die Zahl der Zwischenstationen aufs äußerste verringert werden muß. Der Nachteil, den der Ausfall der Zwischenstationen mit sich bringt, darf auch nicht übertrieben werden. Auch bei den Schnellzügen entfällt der Hauptanteil derjenigen Bevölkerungsteile, die durch den Zug angeschlossen werden, auf die Großstadt. — Mitunter ist es sogar im Flugbetrieb möglich, durch Einbeziehung größerer Städte, die von den direkten Eisenbahnlinien nicht berührt werden, ohne großen Zeitverlust noch größere Bevölkerungsteile anzuschließen als durch den Schnellzug.

Z. B. sind auf der Strecke Hamburg—Köln durch den D 94 angeschlossen folgende Orte:

	Einwohnerzahl
Altona . . . . .	182 071
Hamburg . . . . .	1 053 983
Harburg . . . . .	72 715
Bremen . . . . .	289 667
Osnabrück . . . . .	88 334
Münster . . . . .	104 750
Hamm . . . . .	49 902
Hagen . . . . .	98 690
Barmen . . . . .	184 923
Elberfeld . . . . .	165 074
Ohligs . . . . .	29 628
Köln . . . . .	693 266
Summa	3 013 003

Durch das entsprechende Flugzeug sind angeschlossen folgende Plätze:

	Einwohnerzahl
Hamburg . . . . .	1 053 983
Bremen . . . . .	289 667
Dortmund . . . . .	319 933
Essen . . . . .	466 133
Mülheim . . . . .	126 350
Düsseldorf . . . . .	428 999
Köln . . . . .	693 266
Summa	3 378 331

Auf der Strecke Köln—München hält der FD 264 an folgenden Orten:

	Einwohnerzahl
Köln . . . . .	693 266
Bonn . . . . .	90 116
Koblenz . . . . .	58 753
Wiesbaden . . . . .	104 177
Mainz . . . . .	109 388
Frankfurt a. M. . . . .	458 422
Würzburg . . . . .	88 625
München . . . . .	671 548
Summa	2 274 295

Das entsprechende Flugzeug landet in folgenden Städten:

	Einwohnerzahl
Köln . . . . .	693 266
Frankfurt a. M. . . . .	458 422
Fürth . . . . .	72 579
Nürnberg . . . . .	384 272
München . . . . .	671 548
Summa	2 280 087

Für den Luftverkehr bedeutet diese Beschränkung auf die Großstadt durchaus keine Vorteile, sondern lediglich eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber Mängeln in der Organisation des Zubringerdienstes. Bei der hohen Reisegeschwindigkeit des Flugverkehrs im Vergleich zu europäischen Verkehrsentfernungen werden die Zeitverluste beim Transport vom Abgangsort bis zum Flughafen und vom Flughafen bis zum Bestimmungsort ebenso groß oder größer als die reine Flugzeit. Um so unangenehmer können dadurch auch die Folgen werden, wenn der Zubringerdienst nicht funktioniert. Alle Streitigkeiten, die heute durch die Konkurrenzbestrebungen benachbarter Städte entstehen, würden wegfallen, wenn man ohne Schaden beide anfliegen könnte.

### III. Politische und andere Einflüsse.

Für den tatsächlichen Aufbau des Luftliniennetzes der Gegenwart und der nächsten Zukunft sind außer den besprochenen durch die technischen Grundbedingungen gegebenen Forderungen:

Anpassung an die bestehenden Verkehrsströme;  
Beschränkung — vorläufig! — auf kontinentale und halbkontinentale Linien;  
Konzentrierung des Verkehrs auf die Hauptknotenpunkte,

noch andere Rücksichten maßgebend. Teils wirtschaftlicher Natur: die Vorteile des Flugdienstes werden auf großen Strecken besonders groß; die Anlagekapitalien und Vorarbeiten für eine Luftlinie einschließlich der Bodenorganisation sind viel geringer und billiger, als diejenigen einer Eisenbahnstrecke. Gerade in schwach bevölkerten Kolonialgebieten mit weit auseinander liegenden Siedlungen und geringer Entwicklung des Eisenbahnverkehrs ist das Flugzeug deshalb vielleicht noch eher am Platze als in denjenigen Gebieten, in denen es mit der schärfsten Konkurrenz eines ausgebildeten Schnellverkehrs zu kämpfen hat. Die einzige Luftlinie der Welt, die bisher ohne Subventionen in der Lage war, einen Überschuß herauszuwirtschaften — die Scadta —, hat gerade in derartigen Verhältnissen ihren Erfolg gefunden. Sehr oft spielt und spielen aber auch Gründe ganz anderer Art mit, die man



in Deutschland nur allzuleicht übersah oder unterschätzte, da sie beim Ausbau des eigenen Luftnetzes wegfielen; nämlich politische und militärische Gesichtspunkte. In der Geschichte des deutschen Luftverkehrs gab es bisher nur politische Hemmungen für den Luftverkehr, im Ausland oft das Gegenteil, nämlich politische Förderung. Ebenso wie im Kriegs- oder Handelsschiff sah man im Flugzeug ein Mittel politischer Repräsentation. Militärische Luftgeschwader flogen nach verbündeten Ländern, um die Freundschaft ihrer Luftflotten zu betonen, und in regelmäßig betriebenen Luftverkehrslinien erblickte man die beste Gelegenheit, dauernd die Flagge des Landes zu zeigen. So organisierte Frankreich seine große europäische Luftlinie zu den Hauptstädten der kleinen Entente, Warschau, Belgrad, Bukarest.

Noch deutlicher als hier die politischen Motive sind es bei der Organisation des großbritannischen Luftdienstes in den Kolonialgebieten militärische Vorteile, die den Ausschlag geben. Bei der militärischen Kontrolle seines mesopotamischen Kolonialgebietes stützt sich England seit längerer Zeit in erster Linie auf die dort stationierten Luftstreitkräfte. An Schlagfertigkeit wie an Schlagkraft erwiesen sie sich den Kolonialtruppen überlegen; innerhalb weniger Stunden war es mit ihrer Hilfe bei Ausbruch lokaler Unruhen möglich, in sonst sehr schwer zugänglichen Gebieten, militärische Wirkungen auszuüben, denen die Eingeborenen nichts Ebenbürtiges gegenüber zu setzen hatten, und die deshalb ihren Eindruck nicht verfehlten. Gerade durch diese Gebiete wird jetzt die erste große Koloniallinie des britischen Luftdienstes gelegt. Von Kairo führt sie über Bagdad und Basra am Persischen Golf entlang bis nach Karachi an der Grenze Indiens; Anfang 1927 soll sie eröffnet werden<sup>1)</sup>. Mit ihren Flughäfen, Tankstationen, Notlandeplätzen, mit der durch sie ermöglichten genauen Erforschung der meteorologischen und geographischen Verhältnisse bildet sie für die Sicherung des ganzen nahen und mittleren Ostens eine Etappenlinie ersten Ranges. — Nicht umsonst hat deshalb auf der Reichskonferenz 1926 der Luftminister Sir Samuel Hoare in seiner großen Rede vor den Premierministern der Dominions festgestellt, daß „the civil and military aspects of air communication are inextricable connected and the development of Imperial air lines, whether by aeroplane or airship is vital to Empire defence“. — Was es für ein Reich wie das britische wirtschaftlich und politisch bedeutet, wenn in Zukunft der Premierminister von Australien statt wie jetzt in 60 in 11 Tagen nach der Zentrale gelangen kann, braucht wohl nicht näher ausgeführt zu werden.

Derartige Einflüsse werden jedoch nicht den entscheidenden Richtungsfaktor der künftigen Entwicklung bilden können; je mehr der Luftverkehr anwächst, um so weniger wird es möglich sein, durch irgendeine Subventionspolitik sein Wachstum in eine bestimmte Richtung zu lenken, und um so stärker werden die ihm innewohnenden verkehrstechnischen Tendenzen zur Geltung kommen.

<sup>1)</sup> Ist inzwischen geschehen.

## Die Schifffahrtsstelle beim Bayerischen Staatsministerium für Handel, Industrie und Gewerbe.

Ein Rückblick auf die ersten fünf Jahre des Bestehens.

Von Ing. Dr. Klaus Serrat, Volkswirt R. D V., München.

### I. Vorgeschichte.

Die Hebung der Binnenschifffahrt, die in der jetzigen Zeit eine so bedeutende Rolle im Staatsleben einnimmt, wurde vor dem Kriege im Lande Bayern nicht besonders von staatlicher Seite aus gepflegt. Die Schifffahrt wurde nur von Privatgesellschaften ausgeübt, während jetzt der Bayerische Staat am Bayerischen Lloyd, der einzigen deutschen Donauschifffahrts-Aktiengesellschaft (Sitz in Regensburg) stark beteiligt ist. Die Verkehrsverhältnisse lagen in jedem Hafen anders. In Bayern behandelte vor dem Kriege die bayerische Eisenbahnverwaltung die Belange der bayerischen Häfen, während die bayerische Zollverwaltung den Betrieb der Häfen innehatte. Hafenreferate oder ähnliche Einrichtungen kannte man bei der Bauverwaltung nicht; wobei zugegeben werden muß, daß der Binnenschifffahrtsverkehr vor dem Kriege in viel ruhigeren Bahnen lief, als heute. Doch kann man auf den ersten Blick die damalige verstreute bayerische Binnenschifffahrtspolitik erkennen.

Mit Kriegsbeginn trat hierin eine Änderung ein. Die militärischen Erfordernisse machten die Ausnützung der Schifffahrt und Eisenbahn notwendig. So wurde für die deutsche Binnenschifffahrt eine eigene zentrale Stelle errichtet, die als Transportzentrale hervorragende Dienste leistete. Im Mai 1916 entstand eine Schifffahrtsbehörde als Organ des Feldeisenbahnchefs: „Die Schifffahrtsgruppe beim Chef der Eisenbahnabteilung des stellvertretenden Generalstabs der Armee“ — abgekürzt: „Sg“ —. Die Sg. bearbeitete die Nach-, Abschub- und sonstigen Transporte der Armeen des Ostens auf dem Seewege, sowie die hierfür in Betracht kommenden Binnenschifffahrtsstraßen der Heimat und des besetzten Gebietes“. Daneben suchte sie „der durch den Krieg notleidenden schifffahrttreibenden Bevölkerung lohnbringende Beschäftigung zu verschaffen“.

Bei der fortschreitenden Ausdehnung der kriegerischen Operationen entstanden für die Binnenschifffahrt neue Aufgaben, die durch eine umfassende Neuregelung im März 1917 gelöst wurden. Ihr Träger für die Wassertransporte war als Nachfolgerin der Sg. die „Schifffahrtsabteilung beim Chef des Feldeisenbahnwesens“, abgekürzt: „S.A.“. Außendienststellen wurden an allen wichtigen Verkehrsplätzen eingerichtet, mit Schifffahrtsbeauftragten — abgekürzt: „Sba“ — besetzt, denen an weniger wichtigen Plätzen „Betriebsstellen“ oder auch nur an Privatfirmen übertragene „Meldestellen“ unterstellt wurden. Nach der Revolution behielt die S. A. zunächst noch ihre militärischen Befugnisse in Unterstellung unter den Chef des Feldeisenbahnwesens. Für die infolge der Verkehrsnot auftretenden Aufgaben wurde die S. A. hierauf als zivile Reichsbehörde dem Reichsminister für die wirtschaftliche Demobilisierung unterstellt, um dann bei der Verreichlichung der Eisenbahnen und Wasserstraßen dem Reichsverkehrsministerium, Abteilung Wasserstraßen, unterstellt zu werden.