

Biblioteka Główna i OINT  
Politechniki Wrocławskiej



100100212884

L 1758

m





# Flughafenanlagen





L. 4164. II.

Die

# Schlachthöfe und Viehmärkte der NEUZEIT.



Studien und Mittheilungen über ausgeführte Anlagen

nach

eigenen und fremden Reiseberichten,

unter

ausgedehntester Benutzung der vorhandenen Litteratur,

bearbeitet

von

Georg Osthoff,

Ingenieur und Stadtbaumeister in Oldenburg.



Mit 113 Abbildungen.

1. Aufl.

1958



LEIPZIG,

Verlag von Karl Scholtze.

1881.



*Inv. 1746.*

---

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung  
in fremde Sprachen, vorbehalten

---



3446504/1

## Vorwort.

Die praktische Auswertung des Flugzeuges für Verkehrszwecke verlangt die Schaffung entsprechender baulicher Anlagen der Bodenorganisation, die gemäß der speziellen Wirkungsweise des Verkehrsmittels hauptsächlich in Flughäfen und Landeplätzen konzentriert sind.

Die rasche und sprunghafte, durch die Fortschritte im Luftverkehr bedingte Entwicklung der Luftverkehrsanlagen verhinderte bisher eine Sammlung und Veröffentlichung der technischen Ergebnisse auf diesem Gebiete, welches durch innere Reichhaltigkeit und äußere weltumfassende Ausbreitung in kurzer Frist ungemein an Umfang zugenommen hat.

Ein Überblick über diesen Entwicklungsweg läßt jedoch erkennen, daß die erste Ausbauperiode der Luftverkehrsanlagen in gewissem Sinne einen Abschluß dadurch gefunden hat, daß sich, entsprechend den Anforderungen des gegenwärtigen, noch vielfach mit Versuchsproblemen befaßten Luftverkehrs, bestimmte technische Lösungen dieser Anlagen ergeben haben. Dieser Zeitpunkt gestattet es endlich, die bisher geschaffenen Ausführungsformen, die dabei gewonnenen Erfahrungen, sowie die daraus hervorgehenden neuen Richtlinien zur gesammelten Darstellung zu bringen und dadurch, wie anzunehmen wäre, ein schon bestehendes Bedürfnis sämtlicher Fachgruppen zu befriedigen.

Die erste zusammenfassende Veröffentlichung, die meine Mitarbeiter und mich vor eine keineswegs leichte Aufgabe gestellt und mancherlei sachliche Schwierigkeiten geboten hat, konnte nur durch größtes fachliches Interesse und hingebungsvollste Arbeit meiner Mitarbeiter und aller jener Fachleute und Firmen, die im weiteren Verlaufe des Buches genannt sind, und denen ich hier bestens danke, geschaffen werden. — An dieser Stelle will ich auch der überaus entgegenkommenden Förderung dieser Arbeit durch die Verlagsbuchhandlung Wilhelm Ernst & Sohn dankbar gedenken und für die vorbildliche Ausstattung dieses Buches meine und meiner Mitarbeiter vollste Anerkennung aussprechen.

Indem ich diesen Leitfaden des Flughafenbaues den Fachkreisen übergebe, möchte ich noch darauf hinweisen, daß in Anbetracht der besonderen Entwicklungsart dieser Materie der Umfang dieses Buches stark beschränkt werden mußte und daher die einzelnen Teilgebiete keineswegs erschöpfend behandelt werden konnten. Jedoch lag bei dieser Arbeit das Bestreben vor, die Grundzüge des Flughafenbaues unter stärkster Berücksichtigung der praktischen Anforderungen des Flugbetriebes festzuhalten und auf

## VI

sämtliche einschlägige Fachgebiete hinzuweisen, damit durch engstes Zusammenwirken aller wichtigen Faktoren das bisher Geschaffene voll ausgewertet und an der zukünftigen Entwicklung der Luftverkehrsanlagen erfolgreich weitergearbeitet werden kann.

Diese Entwicklung wird unter dem Zeichen des Langstreckenfluges und aller seiner Voraussetzungen, sowie unter der zunehmend wirtschaftlichen Einstellung des Luftverkehrs stehen. Aus den wissenschaftlichen Grundlagen des Flughafenbaues im engeren Sinne vereint mit jenen der Bodenorganisation der Flugstrecken, wird aber in Zukunft ein neues ausgedehntes Fachgebiet, der Luftwegebau, entstehen, zu dessen Werden das vorliegende Buch beitragen möge.

Stuttgart, Juli 1931.

**Max von Beyer-Desimon.**

---

# Inhaltsverzeichnis.

## I. Allgemeiner Teil.

Seite

1. Die technische Entwicklung der Flughafenanlagen . . . . .	1
Von Oberstleutnant und Feldpilot Nikolaus Wagner Edler von Florheim.	
2. Die Lage der Flugplätze im Zuge der Luftverkehrslinien . . . . .	9
Von Ing. Max von Beyer-Desimon.	
3. Meteorologische Gesichtspunkte für die Wahl des Fluggeländes . . . . .	12
Von Dr. Otto Dinkelacker.	
4. Anlage, Pflege und Nutzung des Rollfeldrasens . . . . .	16
Von Bundes-Planzenbau-Oberinspektor Ing. Josef Schwarz.	
A. Naturrasen als Rollfeldoberfläche . . . . .	16
B. Kunstrasen als Rollfeldoberfläche . . . . .	16
5. Die Organisation des Flughafenbetriebs. Verkehrsaufsicht und Verkehrsregelung im Luftverkehr . . . . .	27
Von Oberkommissär Hauptmann a. D. Feldpilot Hans Klepsch.	
A. Organisation . . . . .	28
a) Flughafenverwaltung . . . . .	28
b) Luftverkehrsunternehmen . . . . .	29
c) Behörden . . . . .	30
B. Betriebseinrichtung und -durchführung . . . . .	31
a) Flughafenverwaltung (Unterbringung, Bauleitung, Verkehrsdienst) . . . . .	31
b) Flugleitungen und technische Leitungen . . . . .	33
c) Die Behörden . . . . .	33
C. Verkehrsaufsicht und Verkehrsregelung . . . . .	34

## II. Flugplatzanlagen zu Lande.

Von Ing. Max von Beyer-Desimon.

1. Die Lage des Flugplatzes zum Siedlungszentrum . . . . .	37
2. Fluggelände und Rollfeld . . . . .	40
3. Der Ausbauplan des Flughafens . . . . .	50
4. Das Abfertigungsgebäude . . . . .	55
5. Flugzeughallen . . . . .	61
A. Anlage und Bemessung der Flugzeughallen . . . . .	61
B. Die konstruktive Ausführung der Flugzeughallen . . . . .	70
6. Hilfslandeplätze . . . . .	87
7. Sportflugplätze . . . . .	90

## III. Seeflughäfen.

Von Kapitänleutnant a. D. Otto Bertram.

1. Allgemeines über das Anlegen von Seeflughäfen . . . . .	94
2. Beschreibung einiger Seeflughäfen und deren Einrichtungen . . . . .	96
3. Flugzeugdocks und Hebeprahme . . . . .	100
4. Katapulte . . . . .	106

#### IV. Technische Einrichtungen der Flugplatzanlagen.

Von Ing. Stig Freiherr von Leijonhufvud.

	Seite
1. Tankanlagen und Brennstoffversorgung der Flugzeuge . . . . .	111
A. Tankanlagen nach dem Schutzgas-System . . . . .	113
B. Schutzgaslose Tankanlagen mit Motorpumpe oder Handpumpenbetrieb . . . . .	113
C. Hydraulische Tankanlagen . . . . .	113
D. Flugplatz-Tankwagen . . . . .	114
2. Signal- und Beleuchtungsanlagen . . . . .	115
Tagsignale . . . . .	115
A. Flughafen-Signale . . . . .	115
a) Ansteuerungssignal . . . . .	115
b) Flugplatzkennung . . . . .	115
c) Hindernisweisung . . . . .	116
d) Start- und Landesignale . . . . .	116
B. Strecken-Signale . . . . .	116
Nachtsignale und Beleuchtungsanlagen . . . . .	117
3. Funkanlagen der Flughäfen . . . . .	134

#### V. Besondere Anlagen.

1. Schulflugplätze und Fliegerschulen . . . . .	140
Von Flughafendirektor Dipl.-Ing. Heinrich Steinmann.	
2. Flugzeug-Werften . . . . .	148
Von Dipl.-Ing. Ottokar Paulssen.	

# I. Allgemeiner Teil.

## 1. Die technische Entwicklung der Flughafenanlagen.

Von Oberstleutnant und Feldpilot Nikolaus Wagner Edler von Florheim, Wien.

Die Entwicklung der Flughafenanlagen steht naturgemäß mit allen Wachstumsphasen des Flugwesens in engster Verbindung. Schon die ersten erfolgreichen Flugapparate verlangten Startplätze, Bau- und Bergungsschuppen, das erste Motorflugzeug der Brüder Wright eine Startvorrichtung. Die bescheidenen Anforderungen an die Ausgestaltung der Flugplätze stiegen so lange nicht wesentlich, als nur eine kleine Anzahl relativ langsamer Maschinen in Verwendung stand, die zwar ebene und feste, aber nicht besonders große Flugplätze bedingten. Zu jener Zeit war es allerdings wichtiger noch als heute, daß die Plätze frei lagen, weil Steighöhe und Steiggeschwindigkeit der Flugzeuge noch sehr geringe Werte erreichten.

Das erweckte öffentliche Interesse sicherte den Flugversuchen an vielen Orten Förderung, vor allem durch Überlassung von Ödland. In anderen Fällen aber hatten die Flieger vielfach Ursache, über Behinderung durch behördliche Maßnahmen zu klagen. Auf den ersten Flugplätzen entstanden bald Holzprovisorien, die stets Unterstellungsraum und Werkstätte vereinigten. Das war um so notwendiger, als fast jeder Flug und jede Landung langwierige Reparaturen nach sich zogen. Im Jahre 1909 wurden in der Umgebung einiger Städte Flugplätze angelegt, so auch in Berlin-Johannisthal, woselbst schon im gleichen Jahre eine öffentliche Flugveranstaltung stattfand.

1910 brachte die Heranziehung von Exerzierplätzen und die ersten Ankäufe eigener Flugfelder durch die Militärverwaltungen. Jeder Militärstaat schuf bald eine Zentralfliegerschule, der in den folgenden Jahren weitere militärische Fliegerschulen und die Anlage eigener Flugplätze der größeren europäischen Flugzeugfabriken für das Einfliegen ihrer Erzeugnisse folgten. Auf allen diesen Plätzen entstanden Flugzeughallen, anfangs für die Unterbringung einzelner, dann mehrerer Flugapparate. Den Schuppen wurden eigene Werkstätten angegliedert, in denen auch größere Instandsetzungsarbeiten durchgeführt werden konnten. Die erste stabilere Flugzeughalle soll nach R. Sonntag<sup>1)</sup> 1911 durch die Firma Otto Hetzer AG., Weimar, für den Verein für Luftverkehr zu Weimar errichtet worden sein. Schon 1912 wurde durch die Firma D. Hirsch, Berlin, am Flugplatz Johannisthal eine 170 m lange Halle in Eisenkonstruktion mit Pultdach und Schiebetoren erbaut, deren Ausführung für die damalige Zeit sehr bemerkenswert war (Abb. 1).

<sup>1)</sup> R. Sonntag, Über die Entwicklung und den heutigen Stand des deutschen Flugzeughallenbaues. Berlin 1913, Wilh. Ernst & Sohn.

Die Hauptschwierigkeiten bereitete anfangs der Bau weitklaffender Tore. Deshalb begnügte man sich oft mit der Anbringung von Segelleinenvorhängen. Der Nachteil ungenügenden Abschlusses der Hallen machte sich

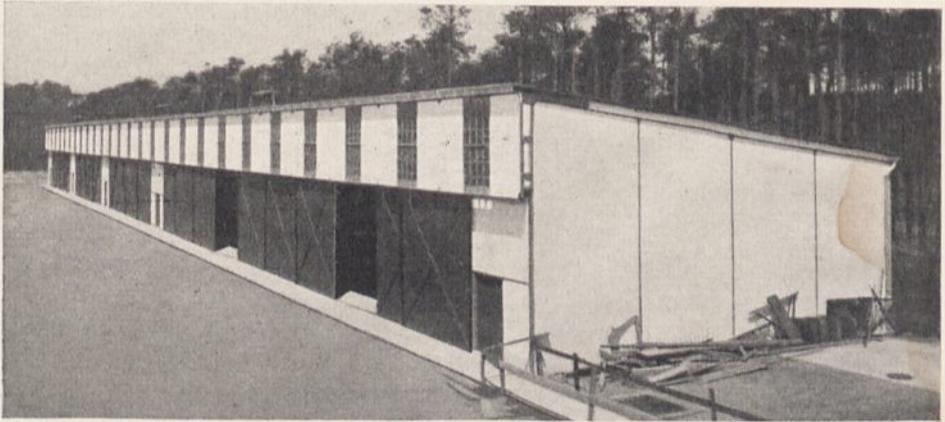


Abb. 1. Flugzeughalle der Rumplerwerke G. m. b. H., Berlin-Johannisthal (rd. 120 m lang).

bei stürmischem Wetter und in der kalten Jahreszeit aber so unangenehm fühlbar, daß er, vereint mit dem Bestreben, das Eindringen Unberufener in die Hallen zu verhindern, zwang, der Lösung der Torfrage ein besonderes Augenmerk zuzuwenden. Viele Bauherren und Meister beschäftigten sich mit dieser Frage; so kam es, daß fast ebenso viele Lösungsversuche wie Flugplatzanlagen entstanden, ja es gab Zeiten, in denen nahezu jede neu errichtete Hangarreihe auch ein neues Tormuster aufwies.

Von den ersten Hangarbauten abgesehen, ruhten wohl alle Hallen auf Mauerwerk oder Betonfundamenten. Der Hallenboden wurde anfangs durch Holzbelag, später durch Zementestrich gedeckt. Als erforderliche Grundrißfläche stellte man vielfach noch zur Zeit des Krieges durchschnittlich 180 bis 200 m<sup>2</sup> je Flugzeug in Rechnung, welche Werte heute schon für Mitteltypen als zu niedrig bezeichnet werden müssen. Das tragende Gerippe der Wände und des Daches wurde zuerst ausschließlich aus Holz hergestellt, erst später hat sich das Eisen als Baustoff durchgesetzt. Für die Wände der Hallen kamen Holzschalungen mit Pappebelag und Ziegelmauerwerk in Anwendung. Ältere Holzfachwerke neigten zu Rißbildungen, wodurch oft bedeutende Undichtigkeiten entstanden. Naturgemäß werden Holzbauweisen heute nur mehr als Provisorien verwendet. Das Dach der Längshallen wurde schon immer vorwiegend als Pultdach ausgeführt. Einzelhallen erhielten bei Holzbauweise meist Bogenbinder, bei Ausführung in Eisen ein Mansardendach. Die Eindeckung des Daches erfolgte früher fast ausschließlich durch Dachpappe auf Holzschalung.

Die Flugplätze der Vorkriegszeit kann man in Übungs-, Schul- und Fabrikflugplätze teilen, die vorwiegend militärischen Zwecken dienten. Dieselben hatten eine Flächenausdehnung von 0,1 bis 1,0 km<sup>2</sup>. Die Hallenbauten lagen fast stets auf einer Seite oder in einer Ecke der Plätze. Die Tore waren oftmals wie bei Luftschiffhallen der Hauptwindrichtung zugewendet, wodurch leicht eine Versandung der Halle eintrat.

Zu Beginn des Weltkrieges besaßen alle kriegführenden Mächte eine, an heutigen Maßen gemessen, nur recht bescheidene Flugwaffe. Der Großteil des fliegenden Personals und der Flugzeuge ging sogleich an die Fronten ab. Wenige, für die Ausbildung des Ersatzes bestimmte Personen und lediglich älteres Flugzeugmaterial blieben in der Heimat zurück. Die aus der Friedenszeit her übernommenen Flugplätze schienen anfangs der Ausbildung des Ersatzes zu genügen. Die Flugzeuglieferungen waren vorerst fast durchweg für die Ausgestaltung der bestehenden Feld-Fliegerformationen und deren Vermehrung bestimmt.

Anfangs oblag den Fliegerverbänden die Durchführung der Fernaufklärung gemeinsam mit den Kavalleriedivisionen. Das Schließen der Fronten brachte es bald mit sich, daß die Fliegertruppe zum Träger der gesamten Aufklärung wurde. Die den Fliegertruppen gestellten Aufgaben waren auch für die Wahl der Flugplätze bestimmend. Solche standen zu Kriegsbeginn überall in ausreichender Größe und Zahl zur Verfügung. Die Fliegertruppen waren aber auf die Unterbringung ihrer gegen Witterungseinflüsse recht empfindlichen Flugzeuge in Hangarzelten angewiesen. Während des Bewegungskrieges im Spätsommer und Herbst 1914 gab es an den Fronten natürlich auch nur solche bewegliche Flugplatzanlagen.

Die Errichtung der beweglichen Flughafenanlagen gab den Feldfliegerformationen viel zu schaffen. Bald haben aber die Energie der Führer, die allgemeine Hingabe aller an die Sache und die Übung es zuwege gebracht, daß die Errichtung einer derartigen Anlage, wie das Aufstellen der Hangarzelte, deren gründliche Verankerung samt der Schaffung von Wasserabzuggräben, das Bereitstellen der Betriebsstoffe, die gesicherte Unterbringung des Bombenvorrats, das Beziehen des Lagers usw., in einer knappen Stunde bewältigt werden konnte. Der Abbruch des Flugplatzes einschließlich der Verladung des Materials erforderte nur etwa eine halbe Stunde. Die Ebnung welliger oder von Gräben durchzogener Felder kostete viele Arbeitsstunden. Im späteren Verlaufe des Krieges waren es aber besonders die Folgen der Luftangriffe, die durch die Notwendigkeit der Einebnung von Sprengtrichtern und die Beseitigung anderer Zerstörungen in kurzer Zeit die Kräfte der Flugplatzmannschaften stark in Anspruch nahmen. Schon zu Beginn des Krieges wurde die verdeckte Aufstellung der Zelte und des Lagers angestrebt. Waldränder wurden bevorzugt, die Zelte nach Möglichkeit in diese hineingebaut. Die stets verderblicher werdende Bedrohung aus der Luft ließ die geschickte Tarnung aller Anlagen immer bedeutungsvoller erscheinen. Die Notwendigkeit, Hangarzelte, Flugzeugtransportwagen, Ersatzteile, Reservemotoren, Werkstätteneinrichtungen, Betriebsstoffe, Kampflast, Verpflegung für Mann und Pferd usw. mitzuführen, belastete die Fliegerkompagnien mit großen Trains. Die Beweglichkeit der Fliegertruppe litt stark unter deren Schwerfälligkeit. Dieser Nachteil trat an der Westfront mit ihrem dichten Kommunikationsnetz, das schnelle Eisenbahn- und Lastwagentransporte gestattete, weniger in Erscheinung. Um so empfindlicher dagegen in den wegearmen Gebieten Rußlands und Serbiens mit ihren oft viele Tagemärsche tiefen Sand- und Sumpfstrecken, um so mehr, als die im Osten und Südosten angesetzten Fliegerverbände fast ausschließlich auf den Pferdezug angewiesen waren.

Der Bedarf an Frontflugzeugen und Schulmaschinen zur Massenausbildung der Piloten wuchs rasch an und bedingte die Schaffung einer größeren Zahl neuer Flugplatzanlagen. Die Größe der Flugplätze an den Fronten

schwankte nach der Geländegestaltung des Kriegsschauplatzes und später auch nach ihren Zwecken. Während an der Westfront, in Rußland, Serbien und Rumänien zumeist große, geeignete Plätze gefunden werden konnten, war man an der Front gegen Italien, besonders im Gebirge (Abb. 2, 3, 4, 5), oft nur auf deren Unterbringung in schmalen Tälern angewiesen. Solche Plätze stellten



Abb. 2. Flugfeld Pergine vor Ausbau der ständigen Bauten.

um so größere Anforderungen an die Geschicklichkeit der Flugzeugführer, als stürmische Fallwinde — wie die berühmte Ora in Südtirol — den Start, das Hochgehen, das Niedergleiten und die Landung oft arg behinderten. Die großen Höhenunterschiede die zu überwinden waren brachten erhebliche Zeitverluste, die man durch die Wahl hochliegender Gefechtslandeplätze zu vermeiden suchte. Solche Plätze wiesen aber meist sehr ungünstige meteorologische Verhältnisse auf und bedurften oft größerer Planierungsarbeiten. Sie hatten bei Höhen von 2000 m und darüber auch den Nachteil, daß sich infolge der geringeren Luftdichte die An- und Auslaufstrecken der Maschinen bedeutend verlängerten. Es erwies sich auch als undurchführbar, von so hohen Plätzen mit zusätzlicher Kampflast zu starten.

Dauernd stieg die Wirkung der Luft- und Erdabwehrwaffen. Die gesamte Industrie arbeitete mit vollster Anspannung. Die vom Soldaten geforderte Erhöhung der Flug- und Kampfleistungen stellte den Techniker vor immer neue Aufgaben. Deren Lösungen mußten besonderen Versuchsabteilungen übertragen werden, die eigene Versuchsflugfelder benötigten. Die Ausbildung des Ersatzes entzog zeitweise (zumeist in ruhigeren Kampfzeiten) sogar der Front das Lehrpersonal. Die vorhandenen Flugfelder wurden nach Möglichkeit vergrößert und durch neue Flugplätze ergänzt, wie solche auch von den neuerbauten Flugzeugfabriken zum Erproben und Einfliegen ihrer Maschinen ausgebaut wurden.

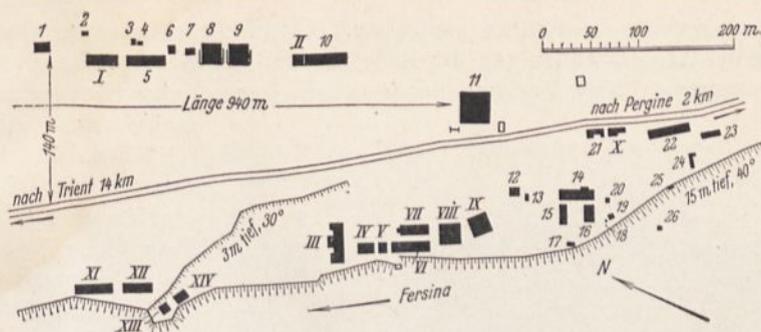


Abb. 3. Lageplan des Flugfeldes Pergine der k. u. k. österreichischen Fliegertruppen. Höhenlage des Flugfeldes 480 m, benutzbare Fläche  $940 \times 140$  m. Bodenbeschaffenheit: Hutweide.

#### Übersicht der ständigen Bauten des Flugfeldes Pergine.

Nummer der Bauten	Verwendung	Bebaute Fläche in m <sup>2</sup>
III	Offiziersheim	525
VI, XI, 5, 14	Mannschaftsbaracken	1607
I, VII, XII, 12	Kanzleibaracken	1000
	Flugzeughallen:	
VIII, IX	System Hptm. Neugebauer zu je 453 m <sup>2</sup>	3250
8, 9, 10	System Lord zu je 447, 447 und 484 m <sup>2</sup>	
11	System Waagner-Biro-Kurz Type II 965 m <sup>2</sup>	
II, IV, XIV	Werkstätten	610
1	Wagnerei	160
4	Schmiede	16
15, 24	Magazine	225
X, 7, 21	Kraftwagenschuppen	312
V, XIII, 6, 20	Küchenbaracken	227
13	Keller	22
18, 22, 23	Stallungen	485
2, 3, 17, 25	Latrinen	36
19	Flugdach	26
26	Schalhütte	6
	Summe	8527

So entstanden an den verschiedenen Fronten große, dauernd belegte, durch Luftabwehrmaßnahmen geschützte Häfen, mit reichlicher baulicher Ausgestaltung. Die wachsende Größe der Flugzeuge, ihr zunehmendes Gewicht und ihre höhere Flug- und Landegeschwindigkeit machten es immer mehr erforderlich, über feste, gut geebnete Plätze zu verfügen. Besonders die Bombenflugzeuge stellten hohe

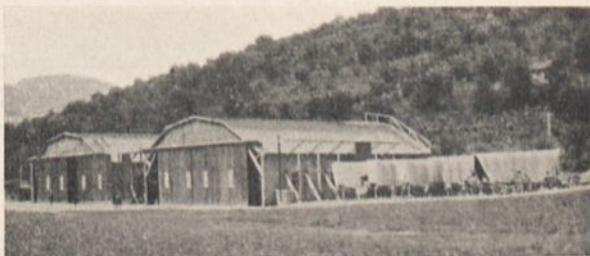


Abb. 4. Flugfeld Pergine. Hangar-System Lord.

Anforderungen an die Bodenorganisation. Als die zunehmende, abstoßende Wirkung der Abwehrwaffen von der Erde aus und der Masseneinsatz von Jagdfliegern immer größere Verluste der Tagbombengeschwader verursachte,



Abb. 5. Flugfeld Pergine.  
Eisenhangar, System Waagner-Biro-Kurz Type II.

mußte man sich entschließen, das Schwerkraft der Bombenangriffe gegen große, feste Ziele des feindlichen Hinterlandes in die Nachtstunden zu verlegen. Eigene Nachtbombenflugzeuge wurden gebaut. Sie konnten zwar kleinere Fluggeschwindigkeit entwickeln, mußten aber dafür große Reichweite

und großes Tragvermögen haben. Diese Luftlastschlepper bedurften nicht nur vorzüglicher, großer Flugplatzanlagen, sondern auch ausreichender Signal- und Beleuchtungseinrichtungen zur Sicherung von Start und Landung, zur leichteren Auffindung der Ziele und zur Rückkehr in die eigenen Flughäfen. Diese Bedürfnisse brachten den großen Flughäfen eine Ausgestaltung mit Beleuchtungsanlagen, die auch für die Verkehrsflughäfen der Nachkriegszeit ebenso richtunggebend waren, wie die schweren Bombenflugzeuge an sich für den Bau der späteren Verkehrsmaschinen. Näher der Front lagen die Beobachtungsfliegerverbände. Ihre Flugplätze erfuhren im Stellungskriege auch eine erhebliche Ausgestaltung, die aber jene der vorgenannten Plätze, der weitab liegenden schweren Bombengeschwader, natürlich nicht erreichte. Der Front zunächst lagen die Landeplätze der Jagdeinsitzer. Ihre Belegung wechselte nach dem operativen und taktischen Bedarf. Ihre Anlagen waren auf Beweglichkeit eingestellt, und das war wichtig, weil sie oft überraschend in den Bereich des feindlichen Geschützfeuers gerieten. Eine große Zahl flüchtig hergerichteter Bedarfs- und Notlandeplätze ergänzte das Bild. Sie sollten einerseits die schnelle Zusammenziehung starker Jagdfliegerkräfte dort erlauben, wo die Führung die Entscheidung suchte oder sie ihr aufgedrängt wurde, andererseits tunlichst die Bereitstellung von Schlachtfliegergeschwadern ermöglichen, endlich Flugzeugen, die ihren Bestimmungshafen nicht mehr zu erreichen vermochten, weil sie beschädigt oder ihre Besatzungen verwundet waren, eine gesicherte Landung verbürgen. Die Bezeichnung dieser Plätze erfolgte häufig erst auf Anforderung.

Im Etappengebiet und Hinterland entstanden gleichfalls immer mehr und immer größere Flughafenanlagen (Abb. 6, 7, 8). Die größten von ihnen dienten der Ausbildung des Ersatzes, sowie der Schulung im Geschwader- und Jagdflug. Große Flugzeughallen, Werkstätten und Unterkunftsbauten (Kasernen) wurden mit den reichen Mitteln, die der Krieg flüssig machte, in oft muster-gültiger Ausgestaltung errichtet. Manche der Zentralflughäfen des Krieges blieben in umgebauter Form noch wichtige Stützpunkte des europäischen Luftverkehrs. Das gleiche gilt von den Flugplätzen der großen Flugzeug-

fabriken, soweit diese nicht nach Kriegsende der Zerstörung anheimgefallen sind. Die kleineren Fliegerschulen der Flieger-Ersatzkompanien und der Artillerieaufklärer auf den Schießplätzen hatten mit dem Kriegsende ihre Be-



Abb. 6. Flieger-Etappenpark Lublin. Betriebshalle und Lager.  
Bohlenbelag zur Festigung der Rollwege.

deutung größtenteils verloren und wurden wohl fast überall aufgelöst. Die Mittelmächte mußten solche Anlagen zerstören. Die Häfen der im Heimat-schutz tätigen Jagdstaffeln teilten dieses Geschick.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß der Krieg, der so viel zerstörte, gerade der Luftfahrt, dem Luftfahrzeug-, Flugzeughallen- und Flughafenbau den gewaltigsten Aufschwung gebracht hat.

Aber der Krieg hat auch den Luftverkehr schon vorbereitet. Deutschland und Österreich-Ungarn dürften die ersten Staaten gewesen sein, die schon im Kriege an die Einrichtung ständiger Luftverkehrslinien geschritten sind. Die deutsche Heeresverwaltung<sup>1)</sup> richtete im

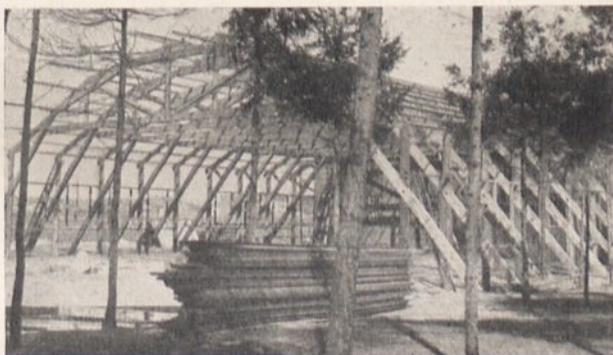


Abb. 7. Montage einer Holzhalle am Flugplatz Lublin.

Jahre 1917 in Rußland ein militärischen Nachrichten dienendes Luftpostnetz ein, das sich zwischen Petersburg und der Halbinsel Krim erstreckte. Die österreichische k. u. k. Luftfahrttruppe betrieb seit dem Frühjahr 1918 einen täglichen Luftverkehr in beiden Richtungen auf der Strecke Wien—Krakau—Lemberg—Kiew.

Eine weitere Linie Wien—Budapest wurde zeitweise betrieben. Ihre Verlängerung über Bukarest nach Odessa einerseits und Konstantinopel anderseits

<sup>1)</sup> Vgl. E. Kredel, Die deutsche Handelsluftfahrt. Hannover 1929, A. Sponholtz.

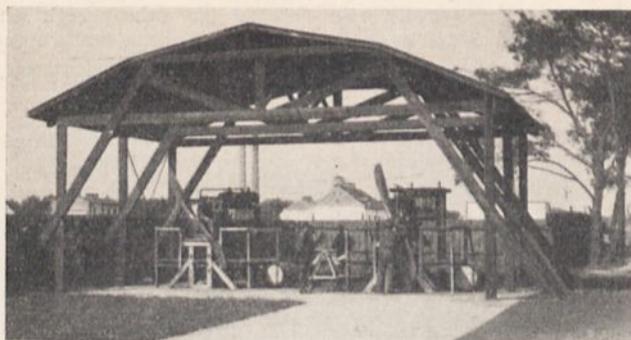


Abb. 8. Flugplatz Lublin. Bremsstände.

war vorbereitet. Die Fortsetzung der Luftverkehrslinien von Kossoli nach Syrien — Ägypten und Irak, sowie Trapezunt und Batum wurde von Organen des k. u. k. Kriegsministeriums erfolgreich betrieben. Ebenso war die Erweiterung des Luftverkehrsnetzes in der Ukraine angebahnt. Diese erste und

wirklich großzügige Luftverkehrsorganisation fand durch den Kriegsausgang ein jähes Ende.

In der Nachkriegszeit zählt die täglich in beiden Richtungen betriebene Strecke Berlin—Weimar zu den erst eingerichteten zivilen Fluglinien. Sie diente zur Verbindung der verfassunggebenden Nationalversammlung in Weimar mit der Reichshauptstadt und wurde nach Bedarf auch mehrmalig befliegen.

Die Entwicklung der Nachkriegszeit brachte in den meisten Fällen die klare Trennung der rein militärischen Flugplätze von den zivilen, neuzeitlichen Flughäfen und Verkehrslandeplätzen. Die europäischen Flughäfen mußten anfangs vielfach die vom Kriege her bestehenden Bauten benutzen, wurden jedoch im Laufe der letzten zehn Jahre allmählich nach technisch-wirtschaftlichen Gesichtspunkten des Luftverkehrs von Staat, Gemeinde oder Privatgesellschaften ausgebaut. Auch großzügige Neuanlagen wurden geschaffen, so z. B. in Deutschland der Zentralflughafen Berlin-Tempelhof, dessen erste Anfänge auf den provisorischen Ausbau im Jahre 1923 durch Junkers und Aero-Lloyd zurückreichen, und der seit der Gründung der Berliner Flughafengesellschaft im Jahre 1924 durch die Stadt Berlin nach einem systematischen Ausbauplan zu seiner jetzigen Größe entwickelt wurde<sup>1)</sup>. Heute weisen die meisten europäischen Flughäfen ausgedehnte bauliche Anlagen auf. Anders liegen die Verhältnisse in Amerika, besonders in den USA. Dort begnügte man sich bis vor kurzem mit der großzügigen Anlage geeigneter Flugplatzflächen und mit mehr oder minder einfachen Hochbauten für Abfertigung, Verwaltung und Flugzeugbergung. Erst in den letzten zwei Jahren brachte die Erstarkung des amerikanischen Luftverkehrs das Interesse für den Ausbau der Flugplatzhochbauten, die jetzt, vielfach nach europäischem Muster, auf den meisten Flughäfen der USA. errichtet wurden. Damit wäre das Bild der Entwicklung des Flughafenbaues abgeschlossen, und es sollen in den folgenden Abschnitten die Grundlagen für Lage und Ausgestaltung der neuzeitlichen Flughafenanlagen eingehend zur Darstellung gelangen.

<sup>1)</sup> Sauernheimer, Die Geschichte des Flughafens Berlin-Tempelhof. Berliner Flughafenführer. Sonderdruck.

## 2. Die Lage der Flugplätze im Zuge der Luftverkehrslinien.

Von Ing. Max von Beyer-Desimon, Stuttgart.

Die Lage der Flugplätze im Zuge der Luftverkehrslinien übt einen gewichtigen Einfluß auf die gesamte Wirkungsweise und auf die daraus folgenden Betriebsergebnisse des Luftverkehrs aus, daher ist es von größter technischer wie wirtschaftlicher Bedeutung, daß Auswahl und örtliche Festlegung der Flugplatzanlagen unter vollster Beachtung der hierfür maßgebenden Gesichtspunkte durchgeführt werden.

Der heutige Luftverkehr ist als solcher trotz einer gewiß erfolgreichen Entwicklung noch keinesfalls über ein Versuchsstadium hinausgeschritten, dessen Ergebnisse es erst ermöglichen werden, in Zukunft jene großzügigen Anwendungsformen auszubauen, welche die Luftfahrt zu einem für das Wirtschaftsleben bedeutungsvollen Faktor machen können. Demnach ist auch heute diese Frage der Bodenorganisation keineswegs restlos zu lösen, vielmehr können lediglich zweckentsprechende Basispunkte für ein möglichst weit ausgedehntes Versuchsnetz gewählt werden, bei deren Festlegung jedoch das große Ziel eines anzustrebenden Weltluftverkehrs nie aus den Augen zu verlieren ist. Ein sorgfältiges Studium der Betriebsergebnisse der letzten Jahre hat diese Erkenntnisse bestärkt, hat zur Ausschaltung kleiner, stark passiver Nebenlinien und zum Ausbau wichtiger zwischenstaatlicher Hauptstrecken geführt und schließlich das Interesse für transkontinentale und transozeanische Verkehrsprobleme wachgerufen. Nur die möglichst ununterbrochene Durchmessung großer Distanzen kann den Vorteil des Flugzeuges gegenüber den anderen Verkehrsmitteln, die erhöhte Reisegeschwindigkeit, voll zur Geltung bringen, doch stehen der Verwirklichung eines großzügigen Langstreckenflugverkehrs heute noch mancherlei technische, politische und finanzielle Schwierigkeiten entgegen, die erst allmählich beseitigt werden müssen, bevor der Zeitpunkt gekommen ist, ein die ganze Erde umspannendes, einheitliches Netz von Luftverkehrslinien zu entwickeln.

Diese Überlegungen, welche die Frage der Bodenorganisation im Luftverkehr stark beeinflussen, sind dem Verkehrstechniker heute schon wohlbekannt, nicht aber vielen Mitgliedern jener Kreise, die mit dem Ausbau der Flughafenanlagen direkt oder indirekt befaßt sind. Es ist daher von größter Wichtigkeit, daß sämtliche Interessenten ihre lokalen Sonderwünsche bezüglich innenstaatlicher, engmaschiger Luftverkehrsnetze, die niemals der Luftfahrt Erfolge zu bringen vermögen, diesen großen Problemen unterordnen und auch diesbezüglich aufklärend gegenüber allen Bevölkerungsschichten wirken.

Die von Prof. Dr.-Ing. Pirath<sup>1)</sup> durchgeführten Untersuchungen über die verkehrswissenschaftlichen und betriebstechnischen Grundlagen der Linienführung im Luftverkehr lassen zwei Streckensysteme des künftigen Luftverkehrs erkennen, die einerseits durch die Kontinentalnetze der einzelnen Erdteile und andererseits durch ein transkontinentales und transozeanisches Weltluftverkehrsnetz gebildet werden. Die kontinentalen Streckensysteme

<sup>1)</sup> Forschungsergebnisse des Verkehrswissenschaftlichen Instituts für Luftfahrt an der Technischen Hochschule Stuttgart, 2. Heft. Herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. Carl Pirath. München u. Berlin 1929. R. Oldenbourg. Dieser Abhandlung wurde auch Abb. 1 entnommen.

verbinden die wirtschaftlichen Schwerpunkte der einzelnen Länder innerhalb jedes Erdteils und sind in das Weltluftverkehrsnetz eingefügt. Die Wirtschaftszentren der Staaten und Kontinente, zwischen denen die Verkehrsströme von Personen, Post und hochwertigen Gütern kreisen, sind als Basispunkte der Kontinentalnetze und des Weltluftverkehrs in Betracht zu ziehen.

Die Festlegung der einzelnen Netzpunkte beider Flugstreckensysteme muß bei strengster Wertung der entsprechenden Lösungsmöglichkeiten hinsichtlich deren wirtschaftlicher Bedeutung als Sammel- und Verteilungsstellen der Verkehrsströme, wie auch hinsichtlich deren gegenseitiger Lage untereinander erfolgen (Abb. 1). Nach Prof. Piraths Untersuchungen für wirtschaftlich ausgebaute Kontinentalnetze in Europa und Nordamerika würden sich mittlere Flughafenaabstände von 400 bzw. 470 km ergeben. Die vielfach durch regionale Sonderwünsche in Europa bedingten Flughafenaabstände liegen jedoch wesentlich unter den oben angeführten Durchschnittswerten und sind daher weder verkehrlich noch betrieblich voll zu rechtfertigen. In den Vereinigten Staaten wie auch in kolonialen Gebieten übersteigen hingegen die Abstände der verkehrswirtschaftlich notwendigen Flughäfen oftmals die wirtschaftlichste Reichweite der Flughäfen, so daß in diesem Fall die Zwischenschaltung von Betriebsflugplätzen erforderlich ist.

Die Welt- und Landesflughäfen werden als verkehrs- und betriebstechnisch wichtige Flughafenanlagen auszubauen sein. Die dazwischenliegenden Verkehrslandeplätze sind, wie schon gesagt, vorwiegend aus betriebstechnischen Gründen anzulegen. In dieser Hinsicht werden auch die von den überseeischen Fluglinien getroffenen Küstenpunkte und Inseln als Flugstützpunkte eine hervorragende Bedeutung erhalten, um so mehr, als den amerikanischen Plänen zur Schaffung künstlicher schwimmender Inseln als Zwischenlandeplätze ein noch ziemlich problematischer Wert beizumessen ist.

Aus diesen gesamten Überlegungen geht auch hervor, daß die Ausgestaltung der Flugplätze eine sehr verschiedene sein wird. Die Weltflughäfen werden einen ziemlich einheitlichen Ausbau ihrer großzügigen Anlagen erhalten, Landesflughäfen müssen hingegen mehr den jeweiligen Erfordernissen des ungleich entwickelten Kontinentalverkehrs angepaßt werden, während Zwischenlandeplätze als solche lediglich einen zweckmäßigen Ausbau der erforderlichen betriebstechnischen Anlagen verlangen.

Wesentlich andere Grundsätze gelten für die dem privaten Sport- und Reiseflug dienenden Flugplatzanlagen, auf welche an dieser Stelle kurz eingegangen werden soll. Gleichzeitig mit der ständigen Zunahme, Verbesserung und Verbilligung der Kleinflugzeugkonstruktionen ist besonders in den finanziell stärkeren Kulturländern der Reiseflugverkehr mit privaten Kleinflugzeugen in Entwicklung begriffen. Dieser private Reiseverkehr wird sich jedenfalls nach Möglichkeit den öffentlichen Fluglinien anschließen und dessen Anlagen mitbenutzen, jedoch zu seiner freizügigen Entfaltung und betriebstechnischen Durchführbarkeit eine tunlichst große Anzahl von Flugplatzanlagen benötigen, die es den Privatfliegern ermöglichen, recht nahe an das jeweils gewünschte Reiseziel zu gelangen, nach Bedarf die bei Kleinflugzeugen beschränkten Betriebsstoffmengen längs der Flugstrecke zu ergänzen und ihre Flugzeuge bei längerem Aufenthalt zu bergen. Demnach müssen für diese Zwecke entsprechende Flugplätze, die natürlich wesentlich kleinere Dimensionen und einfachere Einrichtungen erhalten, derart angeordnet werden,

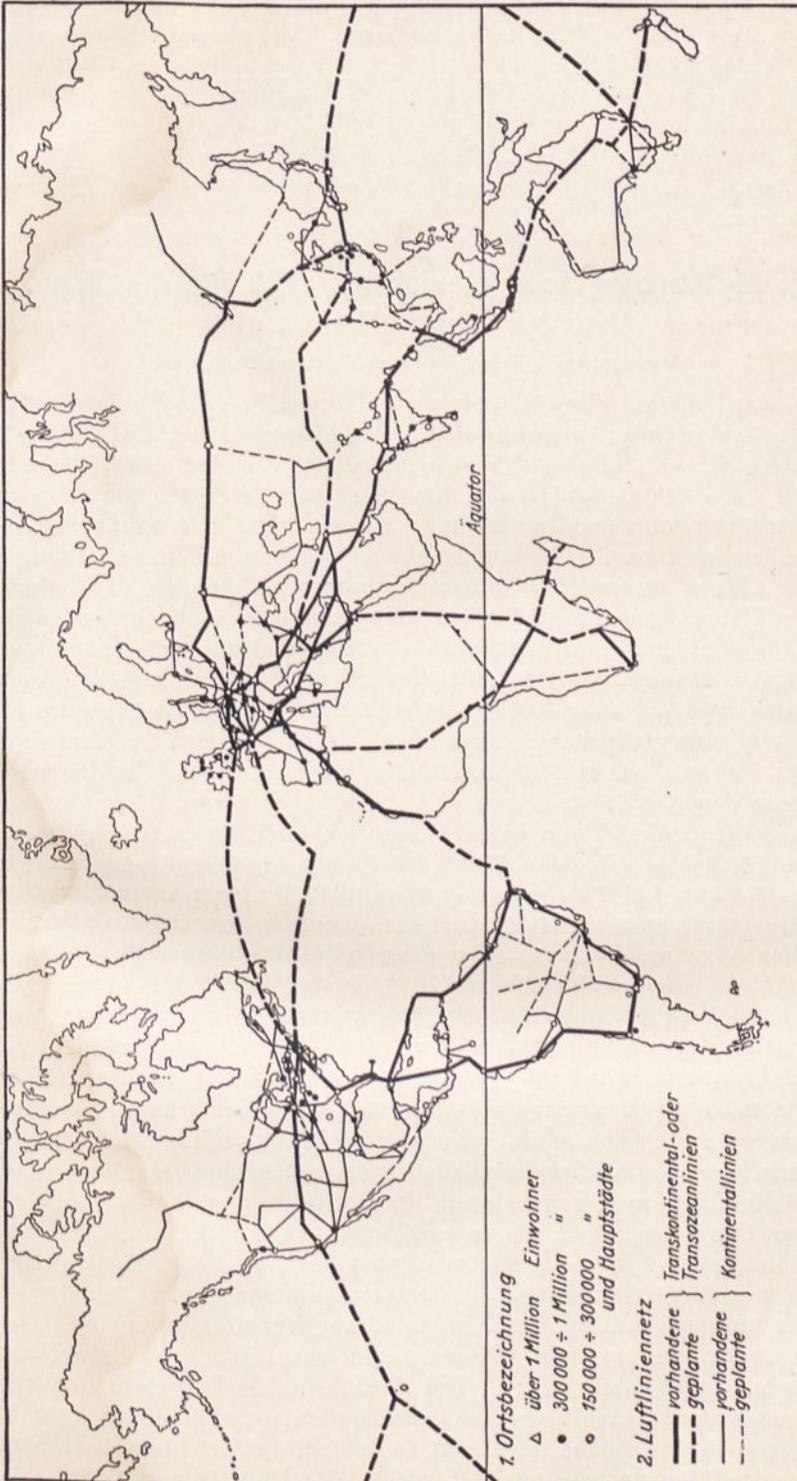


Abb. 1. Das Weltluftverkehrsnetz nach verkehrswirtschaftlichen Gesichtspunkten. Nach Prof. Dr. Carl Pirath<sup>1)</sup>.

daß dieselben möglichst viele verkehrswichtige Orte an das Liniennetz anschließen. Das Verkehrsbedürfnis ist in diesem Falle ganz anders zu beurteilen, und es werden hauptsächlich für derartige Anlagen alle jene Orte in Betracht kommen, die einen stärkeren Besuch durch Sportflugzeuge erwarten lassen. Daher können auch für die Festlegung der Reisesportflugplätze mit weit größerer Berechtigung lokale Sonderinteressen zur Geltung gebracht werden, die bei Anlagen des öffentlichen planmäßigen Luftverkehrs durchaus unzweckmäßig wären.

### 3. Meteorologische Gesichtspunkte für die Wahl des Fluggeländes.

Von Dr. Otto Dinkelacker, Stuttgart-Böblingen.

Bei der Neuwahl eines Flugplatzes spielt die Frage nach den meteorologisch günstigen Bedingungen eine ausschlaggebende Rolle. Die Zukunftsentwicklung eines Flughafens hängt nicht zuletzt von der mehr oder weniger günstigen Lage des Geländes ab. Ein ungünstig gelegener Platz bleibt für die Entwicklung ein steter Hemmschuh. Hat ein Platz z. B. häufig keine Start- bzw. Landemöglichkeit, so kommt er eben für den regelmäßigen Anflug nicht in Frage. Einen wesentlichen Fortschritt auf dem Gebiete der Beseitigung störender Witterungseinflüsse (Nebel) kann man in absehbarer Zeit nicht erwarten, da die hierzu erforderlichen Energien viel zu groß sind. Sind die betriebstechnischen Anlagen der Entwicklung der Fliegerei nicht mehr gewachsen, so läßt sich eine Änderung bzw. Neuschaffung erreichen; die Lage des Platzes dagegen läßt sich nicht mehr oder nur sehr schwer ändern. Deshalb müssen bei jeder Neuwahl eines Flugplatzes die meteorologischen Bedingungen in erster Linie den Ausschlag geben.

Im folgenden soll ein kurzer Überblick über die wichtigsten meteorologischen Grundlagen für die Wahl des Flughafengeländes gegeben werden.

Die Hauptforderung besteht darin, daß der Platz an möglichst vielen Tagen des Jahres günstige Sichtverhältnisse hat. Im freien Luftmeer sind Flüge ohne Sicht möglich, auch der Start kann blindlings erfolgen, aber die Landung birgt jedesmal besondere Gefahren in sich. Selbst wenn man mit der weiteren Vervollkommnung der Bordinstrumente rechnen darf, die derartige Landungen ermöglichen, so wird doch jederzeit ein nebelfreier Platz dem anderen vorzuziehen sein. Der Nebel ist und bleibt der Hauptfeind der Fliegerei. Bei jeder Neuanlage müssen daher die Nebelverhältnisse eingehend untersucht werden. Kann es doch vorkommen, daß zwei räumlich benachbarte Plätze sich in bezug auf Nebelhäufigkeit ganz verschieden verhalten: Der eine ist nebelreich, der andere nebelarm. Es darf z. B. nur der eine im Tal, der andere auf der Höhe liegen. Es ist eine längst bekannte Tatsache, daß örtliche Nebel (Bodennebel) sich in den Niederungen bilden, weil sich dort die von den Berghängen abfließenden kälteren Luftmassen sammeln bzw. mit den wärmeren des Tales mischen und dadurch den Anlaß zur Nebelbildung geben. Örtliche Begünstigungen, wie Industrieanlagen, mooriges Gelände, radioaktive Ausstrahlungen, tragen noch ihr gut Teil dazu bei. Ein Flugplatz soll also nie in einer ausgesprochenen Mulde und womöglich nicht in einem Tale liegen. Bei Stationen in Küstennähe ist darauf zu achten, daß der Platz nicht innerhalb der Zone des Küstennebels gewählt wird. Die Umgrenzung dieser Zone ist

von Ort zu Ort verschieden und muß jeweils durch Erfahrung und Beobachtung ermittelt werden.

Als weiterer Faktor, der sichtverschlechternd wirkt, ist der Dunst zu nennen, der durch Stadt- und Industrieanlagen gebildet wird. Eine ungeheure Zahl von kleinen Staub- und Rauchteilchen steigt über solchen Anlagen auf und wird vom Winde fortgetragen. Der Dunst vermindert wohl die Sicht, namentlich die Horizontalsicht, kann aber an und für sich die Fliegerei nicht stören. Ist dagegen die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt oder durch eine Temperatur-Umkehrschicht in Bodennähe oder durch eine Schlechtwetterlage die Grundlage zur Sichtverschlechterung bzw. Nebelbildung gegeben, so gibt dieser Dunst vollends den Ausschlag. Die Sicht sinkt rasch auf ein Mindest-

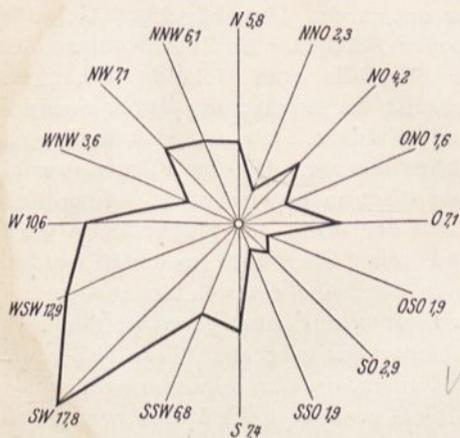


Abb. 1. Häufigkeit der verschiedenen Windrichtungen. (Flugplatz Stuttgart-Böblingen.) Von 620 Jahresbeobachtungen der Windstärken 2, 3 und 4 (Beaufort) entfallen auf die einzelnen Richtungen die beigefügten Häufigkeiten in Prozenten.

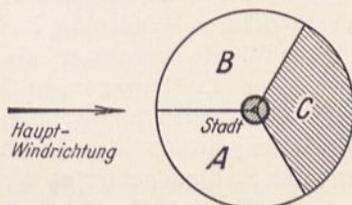


Abb. 2.

maß herab, und in solchen Gegenden wird der Nebel zuerst beginnen und zuletzt verschwinden. Da die Dunsteilchen vom Winde fortgetragen werden, müssen wir uns nach der Hauptwindrichtung erkundigen. Nimmt man die langjährigen Mittelwerte der Windrichtungen, so stellt sich für jeden Ort eine Richtung heraus, aus der die Winde am häufigsten wehen.

Als Beispiel hierfür mag ein Diagramm der Windverhältnisse des Flughafens Stuttgart-Böblingen dienen (Abb. 1). Auf den Strahlen der Windrose wurden die prozentualen Häufigkeiten der verschiedenen Windrichtungen im Verlauf eines Jahres aufgetragen, die sich bei mittelstarken Winden ergeben (4 bis 10 m/sek). Man sieht daraus, daß die Winde aus SW und WSW vorherrschend sind. Selten dagegen finden wir Winde aus SSO und OSO.

Die Hauptrichtung wird für die Wahl des Geländes besonders zu beachten sein. Legt man um die Stadt, die einen Flughafen anlegen will, einen Kreis und teilt ihn in drei gleiche Teile A, B, C (Abb. 2) derart, daß der eine Teil C der Hauptwindrichtung gegenüberliegt, so wird dieser Teil für die Anlage ungünstig sein. Der Dunst wird sich dort am stärksten bemerkbar machen und zur Sichtverschlechterung beitragen. Die beiden anderen Sektoren A und B werden den Vorzug haben. Dazu kommt noch eine weitere Begünstigung. Die Starts müssen stets gegen den Wind erfolgen, führen also nicht auf das Häusermeer zu, sondern von der Stadt weg. Die vorherrschende Windrichtung wird auch für die erforderliche Rollfeldform und für die Anlage von Start-

und Landebahnen von Bedeutung sein, worauf im II. Abschnitt dieses Buches eingegangen werden wird.

Mit den Winden hängt die Böigkeit und Turbulenz der Strömungen zusammen. Sie hat mit den meteorologischen Böen, die nachher besprochen werden, nichts zu tun. Die Luftströmungen sind selten gleichförmig, sondern schwanken nach Stärke und Richtung ununterbrochen um einen mittleren Wert. Je nach der Größe der Schwankung spricht man von einem schwach oder stark böigen Winde. Es können zwei Luftströmungen gleich stark sein, d. h. die gleiche Durchschnittsgeschwindigkeit haben, und doch ganz verschieden böig sein. Es kommt dabei sehr darauf an, aus welcher Richtung die Winde wehen. In Europa sind die Winde aus Nordwest bis Nordost im allgemeinen böiger als die Winde aus den übrigen Richtungen. Andererseits spielt namentlich bei schwächeren Winden die Bodenstruktur mit herein. Über hügeligem Gelände sind die Winde unruhiger als über ebenen Flächen. Endlich kommen die thermischen Luftbewegungen hinzu, die ebenfalls vom Gelände abhängen. Über Ackerflächen und sandigem Gelände ist die Erwärmung durch Sonnenstrahlung größer als über Wiesen und Wäldern. Die dadurch bedingten vertikalen Strömungen rufen die „Sonnenböen“ hervor. Für den Flieger sowohl wie auch für den Fluggast sind all diese Böen nicht erwünscht, namentlich nicht beim Start und bei der Landung. Bei der Wahl des Fluggeländes wird dieser Punkt zwar nicht ausschlaggebend sein, aber doch beachtet werden müssen, besonders dann, wenn der Platz in der Nähe eines Gebirges angelegt werden soll. Liegt das Gebirge in der Hauptwindrichtung, so werden sich die Abwinde im Lee recht unangenehm bemerkbar machen. Diese Fallwinde und die damit verbundenen Wirbel können bei starken Winden sogar gefährdend wirken, da der Führer unter Umständen die Gewalt über die Maschine verliert. In größerer Entfernung vom Gebirge dagegen macht sich die Leewirkung angenehm bemerkbar dadurch, daß mit den Abwinden eine Sichtverbesserung und häufig eine Wolkenauflösung verbunden ist. In runden Zahlen ausgedrückt, hat diese Leewirkung eines 1000 m hohen Gebirges bis in eine Entfernung von 100 km einen Einfluß.

Die Böen im meteorologischen Sinn sind plötzlich einsetzende Stürme. Der Wind ändert sich nach Größe und häufig auch nach Richtung sprunghaft. Damit verbunden sind meistens Regenfälle, Gewitter und Hagelschläge. Beim Übergang vom Flachland zum Gebirge werden diese Böen durch die Aufwinde wesentlich verstärkt und durch den Wolkenstau aufgehalten. Auf der anderen Seite des Gebirges treffen wir die umgekehrten Verhältnisse. Durch die Leewirkung wird die Böenfront abgeschwächt. Der Flugplatz wird also nach Möglichkeit so gewählt werden müssen, daß das Gebirge in der Hauptwindrichtung liegt. Ähnliche Verhältnisse wie an Gebirgszügen finden wir in Küstennähe beim Übergang vom Meer zum Land. Die Winde werden über dem Lande abgebremst und verursachen dadurch einen Luftwall, der als Hindernis zur Verstärkung der Fronten beiträgt. Diese Zone wird man daher ebenfalls umgehen.

Auf einem Gebirgsrücken oder auf einem Hochplateau soll ein Flugplatz dann nicht angelegt werden, wenn Niederungen mit günstigen Zuflugstraßen vorhanden sind. Einerseits wird das Gebirge häufig in Wolken stecken, während die Niederungen frei sind; andererseits benötigt man zum Start und zur Landung mit zunehmender Höhenlage entsprechend größere Geländeflächen. Unter den

Zuflugstraßen sind Umwegstrecken zu verstehen, die bei Schlechtwetterlagen noch befliegen werden können, während die Höhenrücken längst verdeckt sind.

Als ideale Lage eines Flugplatzes im Hügelland kann ein Platz bezeichnet werden, der auf einer Anhöhe so liegt, daß sich in der Hauptwindrichtung ein

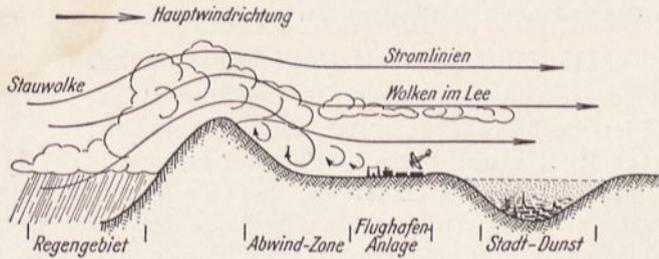


Abb. 3.

Höhenzug befindet, während in der entgegengesetzten Richtung die Stadt- und Industrieanlagen im Tale liegen (Abb. 3).

Das Gebirge schwächt die Störungsfronten ab, verringert die Niederschlagsmengen und -häufigkeit. Ferner wirkt das Gebirge begünstigend auf



Abb. 4. Dunst- und Nebelbildung in Tallagen. Das Bild zeigt, wie sich der Dunst in den Tälern durch die Rauchfahnen der Industrieanlagen zu Nebel verdichtet und wie die benachbarte höher liegende Landschaft nebelfrei bleibt.

Luftbild Paul Strähle-Schorndorf (W).

die Besserung der Sicht und die Hebung bzw. Auflösung der Wolken. Die benachbarte Tallage dagegen nimmt die von den Hängen abströmenden kälteren Luftmassen auf, die dort häufig den Anlaß zur Nebelbildung geben. Der Flugplatz selbst jedoch bleibt nebelarm. Der Dunst, der sich über der Stadt- und Industriegegend bildet, wird vom Wind fortgetragen, und der Platz wird dadurch nicht belästigt (Abb. 4).

Eine derart ideale Lage wird sich im allgemeinen nicht finden lassen, da das Gelände nur selten diesen Anforderungen entspricht. Wohl aber wird man einen Platz finden können, der den obigen Anforderungen wenigstens nahe kommt. Bei Plätzen, wo wenig oder gar keine Beobachtungen vorliegen, ist es ratsam, vor der endgültigen Festlegung möglichst langfristige Beobachtungen zu sammeln, denn nur so läßt sich von verschiedenen zur

Wahl stehenden Plätzen der bestgeeignete herausfinden. Die Mühe und der Kostenaufwand werden sich immer lohnen<sup>1)</sup>.

#### 4. Anlage, Pflege und Nutzung des Rollfeldrasens.

Von Bundes-Pflanzenbau-Oberinspektor Ing. Josef Schwarz, Wien.

##### A. Naturrasen als Rollfeldoberfläche.

Von besonderer Bedeutung sowohl für den Start als auch für die Landung der Flugzeuge ist die Beschaffenheit der Rollfeldoberfläche.

Die ersten Rollfelder waren spärlich bewachsene natürliche Wiesen, Weiden und unproduktive Grasländereien, die sich jedoch für diesen Zweck bald als weniger geeignet erwiesen, da die Flora derartiger Grasflächen zu wenig widerstandsfähig war und ein öfteres Mähen nicht vertrug. Der Pflanzenbestand solcher Rollfelder war meist aus Gräsern und Kräutern aller Art zusammengesetzt, die durch ein mehrmaliges Schneiden ihre natürliche Vermehrungsfähigkeit verloren. Infolgedessen wurde die grüne Pflanzendecke naturgemäß immer schütterer. Auch das Düngen und Walzen konnte die Grasnarbe nicht wesentlich bessern, da die düngerfliehenden Pflanzen durch die gereichten Düngemittel in ihrem Wuchse keine Stärkung, sondern vielmehr eine Schwächung erfuhren. Hierzu kam noch, daß die häufigen Verletzungen der Halme, die durch den Druck der Räder der Flugzeuge entstanden, und insbesondere das Aufwühlen des Bodens durch die den Rasen zerstörenden Schleifsporen ein rasches Absterben der Vegetation bewirkten. Zudem bildeten in den nicht benutzten Ecken des Fluggeländes die durch die Sonnenhitze verdorrten Pflanzenbestände besonders an trockenen, heißen Hochsommer Tagen eine nicht zu unterschätzende Feuersgefahr.

Bei längere Zeit anhaltendem Regenwetter wurden diese Rollfelder durch den Flugbetrieb vollständig zerwühlt und zerfahren und zeigten dann zahlreiche Furchen und Unebenheiten, die besonders den landenden Flugzeugen Gefahr brachten. Bei andauernder Trockenheit dagegen wirbelten die Flugzeuge auf solchen Flächen beim Start sowohl als auch beim Landen derart viel Staub auf, daß nicht nur Führer und Fluggäste, sondern auch die Flugmaschinen selbst darunter litten, wobei die dichten Staubwolken die Sichtverhältnisse für den Piloten bedenklich verschlechterten. Diese Mängel des Naturrasens führten späterhin zur Anwendung des Kunstrasens für die Festigung der Rollfeldoberfläche.

##### B. Kunstrasen als Rollfeldoberfläche.

a) **Die Vorbedingungen und Vorarbeiten.** Ein gutes Rollfeld muß elastisch wie der Rasen eines Golfgreens, staubfrei und auch für schwere Flugzeuge bei jedem Wetter befahrbar sein. Daher kam man in allen Fachkreisen übereinstimmend zu der Überzeugung, daß eine künstlich angelegte, gleichmäßig entwickelte, dichte grüne Rasendecke — ähnlich jener, welche beispielsweise die künstlichen Dauerweiden aufweisen — eine sehr geeignete Rollfeldfläche abgibt.

<sup>1)</sup> Vgl. E. Eklund, Über die Wahl des Flugplatzes von San Francisco. Monthly Weather Review 1929, Heft I. — H. Keil, Erfahrungsberichte des deutschen Flugwetterdienstes, 3. Folge, Nr. 19.

Da der Rasen des Rollfeldes in Anlage und Pflege vielfach der Kunstweide gleicht, war es naheliegend, die Vorbereitung, Kultivierung, Ansaat, Düngung und Pflege der Kunstdauerweide zu studieren und hierbei jene Tatsachen festzuhalten, die auch für die Anlage und Pflege eines künstlich berasteten Rollfeldes gelten.

In bezug auf die vorbereitenden Arbeiten sind beide Kunstgrünlandflächen vollkommen gleich zu behandeln. In beiden Fällen ist das Land so vorzubereiten, daß die daselbst ausgesäten Samen ein günstiges Keimbett und die heranwachsenden Pflänzchen jene Lebensbedingungen vorfinden, welche die Voraussetzung für ein rasches, üppiges Wachstum und einen dauernden Nachwuchs bilden.

Erste Vorbedingung für ein dauerndes Gedeihen der Pflanzen ist die Regulierung der Wasserverhältnisse. Daß auf dem Rollfelde versumpfte Stellen schon aus betriebstechnischen Gründen unbedingt beseitigt werden müssen, ist wohl selbstverständlich. Dennoch muß hier darauf hingewiesen werden, daß auch schon feuchte Stellen bzw. sogenannte „Naßgallen“, das sind Stellen, auf denen der mittlere Grundwasserstand weniger als 60 cm beträgt, ein gutes Gedeihen brauchbarer Grünlandpflanzen ausschließen. Auch für den Flugverkehr, insbesondere für die Landung der Flugzeuge können derartige feuchte Stellen des Rollfeldes bei langen Regenperioden zu weich und daher gefahrbringend werden.

Für die Entwässerung des Rollfeldes kommt nur die sogenannte Röhrendränge, d. i. die Ableitung des Wassers mittels gebrannter Tonröhren in Betracht, welche die überschüssigen Wassermengen unterirdisch abführt. Tagwasser, welches nicht in die Dräns geleitet werden darf und auf Wiesen und Weiden meist mittels offener Gräben abgeleitet wird, ist vom Rollfelde stets durch entsprechend dimensionierte Betonrohre abzuführen. Alle diese Rohrstränge müssen so tief im Boden liegen, daß sie der Einwirkung des Frostes entzogen sind.

So schädlich nun ein zu hoher Grundwasserstand für das Gedeihen wertvoller Grünlandpflanzen ist, so notwendig ist andererseits das Vorhandensein einer gewissen Wassermenge für die Vegetation. Während Ackerland nur bis zur Reife der Feldfrüchte Wasser benötigt, braucht Grünland den ganzen Sommer hindurch Wasser. Die je Hektar erforderliche Wassermenge wird bei Wiesen- und Weideland nach der erzeugten Trockensubstanzmenge berechnet, wobei angenommen wird, daß zur Erzeugung von 1 kg Trockensubstanz rd. 600 l Wasser notwendig sind, so daß beispielsweise bei einem Hektarertrag von 70 Doppelzentner Heu normalerweise eine Regenmenge in der Höhe von 420 mm vorausgesetzt werden muß.

Die Grasnarbe des Rollfeldes benötigt jedoch bedeutend weniger Wasser als Wiesen- und Weideland, weil der Rasen regelmäßig kurz geschnitten wird und daher auch ständig relativ wenig Blattmasse vorhanden ist. Nach den bisherigen Erfahrungen kann angenommen werden, daß das beraste Rollfeld nur ungefähr zwei Drittel der für Wiesen angesetzten Wassermenge braucht, und daher anstatt mit 420 mm mit 280 mm Jahresniederschlag das Auslangen findet.

Auf die unbedingte Notwendigkeit des Wassers für den Pflanzenwuchs auf dem Rollfelde wird deshalb nachdrücklichst hingewiesen, weil ohne die erforderlichen Wassermengen eben auch die besten Samenmischungen und

die kräftigsten Düngungen keinen Erfolg zu bringen vermögen. Eine große Anzahl von künstlichen Rasenflächen aller Art besitzt bloß deshalb eine mangelhafte Grasnarbe, weil bei ihrer Anlage der Wasserversorgung nicht das nötige Augenmerk zugewendet worden ist.

Bei der Neuanlage von Rollfeldern muß daher dieser Umstand besonders beachtet und namentlich auch für Regenanlagen — die nur wenige Stunden während der Abend- oder Nachtzeit in Funktion treten brauchen — oder für eine zeitweise Berieselung oder Bespritzung des Rollfeldes vorgesorgt werden.

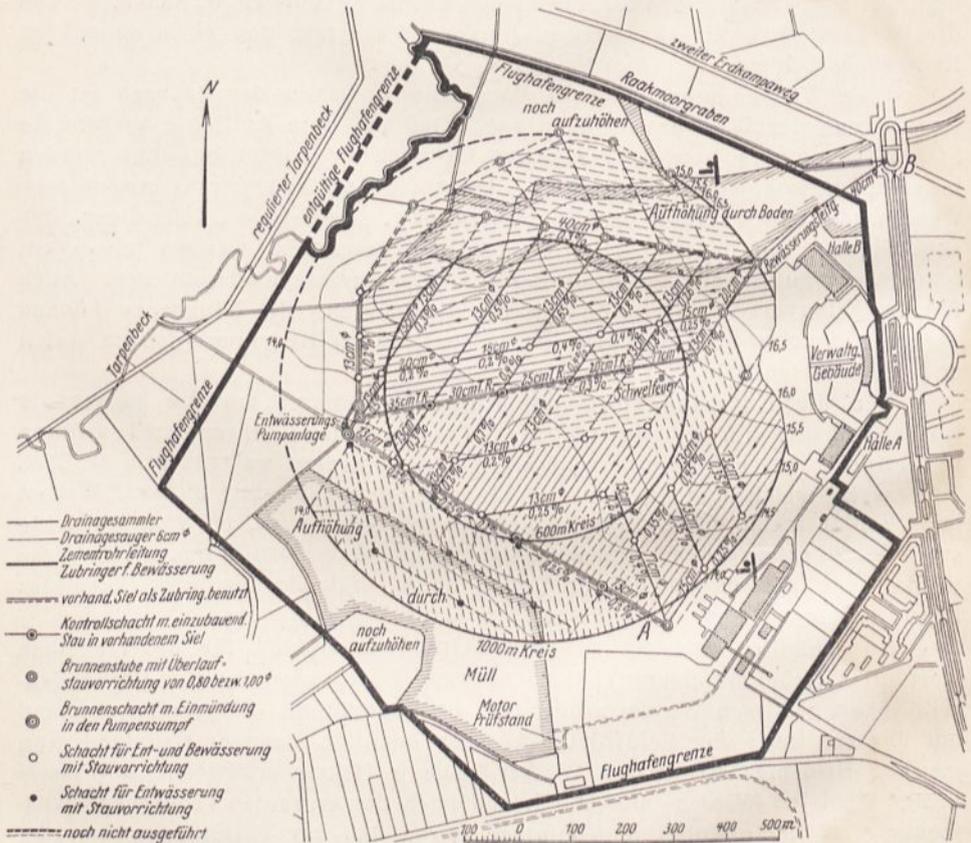


Abb. 1. Drainage und Bewässerungsanlage des Rollfeldes auf dem Flughafen Hamburg-Fuhlsbüttel.

Als Beispiel kulturtechnischer Anlagen für Rollfeldflächen sei die bauliche Ausführung auf dem Hamburger Flughafen (Abb. 1 u. 2)<sup>1)</sup> erwähnt, welche derart gelöst wurde, daß 6-cm weite, in 15 m Abstand verlegte Saugdräns das Wasser in 13 cm weite Sammldräns und diese das Wasser in Hauptleitungen von 17 bis 35 cm Weite nach den Vorflutern führen.

Das aus Abb. 1 ersichtliche Gefälle der Hauptleitungen und Sammldräns ist verschieden; das Gefälle der Hauptsauger beträgt mindestens 0,25 %.

<sup>1)</sup> Hohoff, Verbesserung sowie Ent- und Bewässerung des Rollfeldes auf dem Hamburger Flughafen. Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt 1930, Heft 16, S. 419. Dieser Veröffentlichung wurden auch die Abb. 1 u. 2 entnommen.

Die Saugdräns liegen an ihrem oberen Ende mindestens 50 cm unter Gelände.

Die Drainagegräben (Abb. 2) wurden auf das sorgfältigste nivelliert und so gestampft, daß die Sohle durchaus fest wurde. Auf der Sohle der Sammeldräns wurde eine im gestampften Zustand 10 cm starke Schlackenschicht eingebaut, um für die Dräns eine gleichmäßig feste Unterlage zu erhalten.

Für die Reinigung der Sammeldräns sind in den Hauptleitungen in bestimmten Abschnitten Schächte angeordnet, in welche Schosse eingebaut sind, die eine Absperrung der Zu- und Abflußöffnungen ermöglichen.

Bei anhaltend trockenem Wetter können durch eine Zuflußleitung aus den in nächster Nähe liegenden Moorgräben die Dränstränge in ganzer Länge oder streckenweise unter Wasser gesetzt werden, wodurch eine Bewässerung des Rollfeldes erreicht wird. Der Zufluß wird durch ein Schoß, daß in dem Schacht bei „B“ (Abb. 1) eingebaut ist, geregelt.

Ob die Verlegung des Saugdräns in eine Tiefe von 50 cm trotz der erwähnten Schlackenschicht genügt, ist allerdings vom Boden abhängig. In den meisten Fällen werden die Dränrohre durch Räder und die Sporen der schweren Flugzeuge, ja sogar durch die schweren Walzen, die alljährlich besonders im Frühjahr angewendet werden müssen, derartige Verschiebungen erleiden, daß ein klagloses Funktionieren der Drainage gefährdet erscheint.

Die Verlegung der Dränrohre in Tiefen von 70 bis 80 cm erhöht nicht nur die Frostsicherheit und schließt die Gefahr des Verwachsens der Rohrstränge aus, sondern auch das erwähnte Verrücken der einzelnen Rohre durch die Flugzeuge und Walzen ist weniger zu befürchten.

Sind diese Vorfragen erledigt, so kann zur Anlage des Rollfeldes geschritten werden. War das Grundstück Naturwiesen- oder Weideland, so muß es umgeackert und mit Scheibenegge (Abb. 3), Kultivator und Saatege in

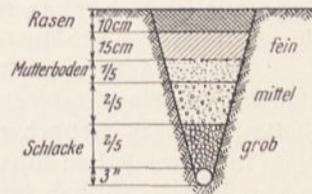


Abb. 2. Drainagegräben.

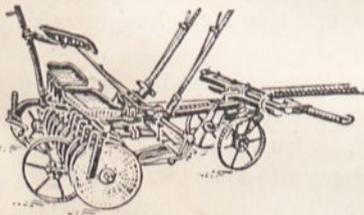


Abb. 3.

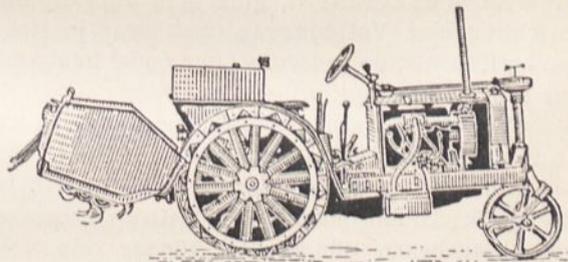


Abb. 4.

jenen Kulturzustand gebracht werden, wie ihn alle Feldfrüchte verlangen. Da die kleinsamigen Gras- und Kleearten bezüglich Bodenbearbeitung noch höhere Ansprüche stellen als die Getreidearten, ist eine gartenmäßige Vorbereitung des Feldes sowohl bei der Anlage einer Kunstweide, als auch eines künstlich berasteten Rollfeldes unerläßlich. Recht gute Dienste leistete die in Abb. 4 dargestellte Motorbodenfräse, die bei einem Arbeitsgange Pflug-, Federzahnkultivator- und Eggenarbeit verrichtet.

Die beste Vorfrucht für eine Kunstweide sind Hackfrüchte, also beispielsweise Kartoffeln oder Rüben, nach deren Aberntung dann die zur Rasenbildung erforderlichen Gras- und Kleearten das Feld bereits in einem fast unkrautfreien, krümeligen Zustande vorfinden, da das Unkraut durch das oftmalige Behacken zum allergrößten Teile vernichtet wird und der Boden durch die starke Stallmistgabe in einen guten Garezustand gelangt.

Bei der Anlage des Rollfeldes ist es aber selten möglich, zunächst durch Hackfrüchte eine geeignete Vorfrucht zu schaffen; auch stehen ausreichende Stallmismengen vielfach nicht zur Verfügung.

In diesen Fällen hilft man sich durch eine sogenannte „Gründüngung“ in der Weise, daß man im zeitigen Frühjahr Sommermischling anbaut, und zwar je Hektar rd. 180 kg Sommerwicken, 50 kg Hafer und 40 kg Erbsen. Dieser Mischling wird noch vor der Blüte — etwa Ende Juni — geschnitten, und zwar nicht zu knapp über dem Boden, da er sonst nicht nachwächst. Hierauf wird dem Felde durch einige Wochen Ruhe gelassen. In 3 bis 4 Wochen wächst der Mischling wieder etwas nach. Dieser Nachwuchs wird nun als sogenannte „Gründüngung“ ganz in den Boden eingeackert, um so jene Garewirkung zu erreichen, die bei der Stallmistdüngung erörtert wurde.

Will man auf die Futternutzung des Mischlings verzichten, so kann man den ganzen Pflanzenbestand natürlich auch schon im halbentwickelten Zustande bereits als Gründüngung einackern.

Nach der Einackerung des Mischlings folgen dann in etwa einwöchigen Abständen scharfe Eggenstriche kreuz und quer, so daß Ende Juli oder Anfang August die Aussaat der Sämereien für die Bildung des Rasens erfolgen kann.

Soll die Neuansaat im Frühjahr durchgeführt werden, kann im Spätsommer — etwa Ende August — Wintermischling gesät werden, der im April geerntet wird. Für den Wintermischling als Gründüngung gilt im großen und ganzen das vom Sommermischling Gesagte.

Die Aussaatmenge beträgt hier je Hektar rd. 170 kg Winterwicke und 60 kg Winterroggen.

An Kunstdünger gibt man zum Sommer- sowie auch zum Wintermischling eine Volldüngung, und zwar je Hektar etwa 500 kg Thomasmehl, 200 kg Kalisalz, 40 prozentig, und 60 kg Leunasalpeter. Der Kunstdünger wird nur seicht eingeeggt.

Vor der Aussaat der Samenmischung für den Rasen des Rollfeldes wird nochmals eine Kunstdüngergabe verabreicht, doch erst knapp vor dem Anbau. Die Düngung vor der Aussaat der Rollfeldmischung beträgt je Hektar etwa 300 kg Thomasmehl, 150 kg Kalisalz, 40 prozentig, und 100 kg Leunasalpeter. Die angegebenen Düngemittel können selbstverständlich auch durch andere Düngerarten entsprechend ihrem Nährstoffgehalt ersetzt werden.

In jenen Fällen, wo die Anlage bereits sehr dringend oder der Anbau einer Vorfrucht aus wirtschaftlichen Gründen unmöglich ist, kann die Aussaat der Grasmischung auch direkt erfolgen. Doch ist dann eine äußerst gründliche Bodenbearbeitung sowie eine Volldüngung der ganzen Fläche unerlässlich. Ohne eine geradezu gartenmäßige Vorbereitung des Bodens ist das Gelingen der Anlage mehr als fraglich.

**b) Die Zusammenstellung der Samenmischung.** Die zur Verwendung kommende Mischung von Gräsern und Kleearten ist sowohl den Arten als

auch den Mengen nach eine ganz verschiedene. Nicht nur Seehöhe und Klima, rauhe oder mildere Winter, feuchte oder trockene, schattenseitige oder sonnige Lage, sondern auch Krume und Untergrund, saure bzw. alkalische Bodenreaktion, Humus- und Kalkgehalt, Vorfrucht, Bodenbearbeitung, Düngung und Bewässerungsmöglichkeit, ferner ein entsprechendes Verhältnis zwischen flach- und tiefwurzelnden Pflanzen, Samen- und Wurzelvermehrern sowie die Herkunft der verwendeten Sämereien u. dgl. m. spielen dabei eine bedeutende Rolle. Die jeweils erforderliche Samenmischung kann daher nur von einem Fachmann ermittelt werden, der zunächst an Ort und Stelle die bezüglichen genauen Erhebungen anstellt.

Von Grasarten kommen in Betracht:

Timothee ( <i>Phleum pratense</i> )	Gemeine Rispe ( <i>Poa trivialis</i> )
Wiesenrispe ( <i>Poa pratensis</i> )	Kammgras ( <i>Cynosurus cristatus</i> )
Späte Rispe ( <i>Poa serotina</i> )	Fioringras ( <i>Agrostis alba stolonifera</i> )
Platthalmrispe ( <i>Poa compressa</i> )	

als sogenannte Menge a;

weiter

Wiesenschwingel ( <i>Festuca pratensis</i> )	Wiesenfuchsschwanz ( <i>Alopecurus pratensis</i> )
Knaulgras ( <i>Dactylis glomerata</i> )	Wehrlose Trespe ( <i>Bromus inermis</i> )
englisches Raygras ( <i>Lolium perenne</i> )	Rohrglanzgras ( <i>Phalaris arundinacea</i> )
Rotschwingel ( <i>Festuca rubra</i> )	Goldhafer ( <i>Trisetum flavescens</i> )
Schafschwingel ( <i>Festuca ovina</i> )	

als Menge b.

Von Kleearten werden zur Portion a gemengt:

Weißklee ( <i>Trifolium repens</i> )	Sumpfschotenklee ( <i>Lotus uliginosus</i> )
Schotenklee ( <i>Lotus corniculatus</i> )	Luzerne ( <i>Medicago sativa</i> ).
Bastardklee ( <i>Trifolium hybridum</i> )	

Um einen Überblick zu gewinnen, welche Flächen- bzw. Gewichtsanteile von den einzelnen Arten der Mischung eingenommen werden, sind in den nachfolgenden Mischungsrezepten, die natürlich nur ganz beiläufige Anhaltspunkte geben können, die entsprechenden Zahlenwerte angeführt.

Das Aussaatquantum ist für normale Reinheit und Keimfähigkeit, also jenen Gebrauchswert berechnet, der von den staatlichen Samenkontrollstationen für die Plombierung als unterste Grenze vorgeschrieben ist (vgl. Tabelle auf umstehender Seite).

Die angeführten Aussaatmengen mit 150% Zuschlag stellen wohl die Höchstmengen dar. Bei gut vorbereiteten und richtig gedüngten Böden genügt schon ein Zuschlag von 100% zur normalen Saatmenge, während bei ganz erstklassig vorbereiteten Grundstücken mit einem Zuschlage von nur 70 bis 80% das Auslangen gefunden werden kann.

Das Trennen der Samenmischung in Menge a und b ist deshalb wichtig, weil die an Gewicht, Form und Größe ganz verschiedenen Sämereien sich sehr schwer gleichmäßig über das Saatland verteilen lassen. Aus diesem Grunde ist nur das Zusammenschütten der annähernd gleichen Sämereien zu einer Portion ratsam. Die mit „a“ bezeichnete Samenmengen enthält die kleinsamigen, schweren, die mit „b“ bezeichnete die großsamigen, leichten Arten.

## Beispiele der Samenmischungen für Flugplatzrollfelder.

(Einschließlich eines Zuschlages von 150<sup>0/0</sup> zur normalen Aussaatmenge.)

Samenart	Für mittelschwere Böden in Normal-lagen <sup>1)</sup>		Für trockene Böden		Für feuchte Böden	
	je H e k t a r					
	Fl.- <sup>0/0</sup> <sup>2)</sup>	kg	Fl.- <sup>0/0</sup>	kg	Fl.- <sup>0/0</sup>	kg
Menge a.						
Weißklee . . . . .	5	1,80	5	1,80	2	0,72
Bastardklee . . . . .	—	—	—	—	4	1,56
Schotenklee . . . . .	5	2,25	8	3,60	—	—
Sumpfschotenklee . . . . .	—	—	—	—	6	2,52
Luzerne . . . . .	6	5,58	4	3,72	—	—
Timothee . . . . .	5	2,70	4	2,16	10	5,40
Wieserispe . . . . .	4	2,04	10	5,10	2	1,02
Späte Rispe . . . . .	3	1,45	—	—	8	3,86
Platthalmrispe . . . . .	2	0,96	5	2,40	—	—
Gemeine Rispe . . . . .	1	0,49	2	0,98	6	2,70
Kammgras . . . . .	10	7,80	8	6,24	5	3,90
Fioringras . . . . .	4	1,44	3	1,08	2	0,72
Menge b.						
Raygras, englisch . . . . .	15	24,80	8	13,22	10	16,50
Knautgras . . . . .	3	3,15	3	3,15	5	5,25
Wiesenschwingel . . . . .	6	10,26	4	6,84	10	17,10
Rotschwingel . . . . .	12	12,60	6	6,30	10	10,50
Schafschwingel . . . . .	—	—	8	6,96	—	—
Wehrlose Trespe . . . . .	10	21,30	15	32,00	—	—
Rohrglanzgras . . . . .	—	—	—	—	8	3,36
Wiesenfuchsschwanz . . . . .	5	2,10	2	0,84	9	3,78
Goldhafer . . . . .	4	1,20	5	1,50	3	0,90
Summe	100	101,92	100	97,89	100	79,79

Von besonderer Wichtigkeit ist es, alle zum Anbau erforderlichen Samenarten vorher auf Echtheit, Reinheit, Keimfähigkeit und Provenienz, die Kleearten sowie das Timotheegrass aber außerdem auf Seidefreiheit von einer staatlichen Samenkontrollstation prüfen zu lassen.

c) **Die Aussaat.** Das Aussäen der Sämereien, die, wie erwähnt, in zwei Portionen geliefert werden, erfolgt auf größeren Grundstücken am besten mit der Maschine.

Da die gleichmäßige Verteilung der Samenarten für das Gelingen der künstlichen Berasung eine große Rolle spielt, wird folgender Vorgang empfohlen, der sich bei der Anlage von Kunstrasenflächen bis jetzt immer sehr bewährt hat.

Die einlangenden Mengen *a* und *b* werden in je zwei Hälften ausgewogen. Die in der angeführten Tabelle vorgeschlagene Samenmischung für normale Bodenlagen umfaßt im vorliegenden Falle je Hektar eine Saatmenge von insgesamt 101,92 kg, und zwar wiegt die Portion *a* 26,51 kg, die Portion *b* 75,41 kg.

<sup>1)</sup> D. h. für Lagen, welche keinerlei abnorme Boden- und Klimaverhältnisse aufweisen.

<sup>2)</sup> D. h. Flächenprozent.

Durch die besprochene Teilung beider Portionen entstehen demnach zwei *a*-Portionen im Gewichte von je 13,25 kg und zwei Portionen *b* im Gewichte von je 37,70 kg.

Jede dieser vier Portionen (zwei *a*- und zwei *b*-Portionen) wird nun — soweit es sich um Handsaat handelt — mit etwa zehnmal soviel gesiebter Erde vermengt. Von diesen vier Portionen wird nun die eine *a*-Portion in der Längsrichtung und die andere in der Querrichtung auf das Feld gesät. Auch die Aussaat der *b*-Portion erfolgt in analoger Weise längs und quer. Dadurch wird erfahrungsgemäß eine ziemlich gleichmäßige Verteilung des Samens erreicht.

Zur Aussaat von Grassamen mit Maschinen ist eigentlich keine der am Markte vorhandenen Säemaschinen geeignet. Für den Anbau der *a*-Portion, also der Kleearten und kleinsamigen Gräser, findet der Kleesäekarren mit recht gutem Erfolge Verwendung. Wird die *a*-Portion mit einer Kleesäemaschine angebaut, so hat ein Beimengen von Erde selbstverständlich zu unterbleiben. Doch ist auch in diesem Falle die Maschine so einzustellen, daß das verfügbare Saatgut zur Längs- und Quersaat ausreicht.

Die Portion *b* kann man — wie jahrelange Erfahrungen lehren — sehr gleichmäßig mit einem Kunstdüngerstreuer aussäen. Dabei ist Grundbedingung, daß Erde, und zwar möglichst feingesiebte, in der angegebenen Menge dem Samen beigemischt wird.

Steht für die Aussaat der *a*-Portion keine Kleesäemaschine zur Verfügung, so kann natürlich auch diese Portion mit Erde vermischt und mittels des Kunstdüngerstreuers angebaut werden.

Nach der Aussaat sämtlicher Sämereien wird das Grundstück zunächst mit einer leichten Saategge abgeeggt und dann abgewalzt. Infolge der intensiven Bearbeitung und Düngung des Rollfeldes entwickeln sich daselbst zugleich mit den auflaufenden Gras- und Kleearten gewöhnlich auch allerlei Unkräuter, die den ersteren natürlich Wasser, Nährstoffe und Licht entziehen und somit so rasch wie möglich unterdrückt werden müssen. Zu diesem Zwecke ist in den ersten Monaten ein sorgfältiges Ausjäten bzw. Ausstechen der voluminösen Unkräuter, insbesondere der großen, grobstengeligen Disteln und der dornigen Hauhecheln, dringend geboten, zumal sie unter Umständen auch ein Hindernis für die über den Boden dahinrollenden Flugzeuge bilden. Ebenso muß auf die Bekämpfung von Mäusen, auf die Abhaltung von Maulwürfen sowie auf die Einebnung von Maulwurfs- und Ameisenhügeln schon von allem Anfang an besondere Sorgfalt verwendet werden.

**d) Die Pflege des Rollfeldrasens.** In der praktischen Grünlandwirtschaft kommt es nun recht häufig vor, daß zwar den Vorarbeiten sowie der Anlage des künstlichen Graslandes die größte Aufmerksamkeit geschenkt wird und die bezüglichlichen Vorschriften tatsächlich ganz genau eingehalten werden, daß aber dann der Rasen in der weiteren Folge ohne jede Düngung, Pflege und Neubesamung bleibt und daher im Aussehen und Ertrage rasch zurückgeht. Auf solchen vernachlässigten Grasländereien treten meist schon in den nächstfolgenden Jahren Kahlstellen auf, die sich von Jahr zu Jahr vergrößern, Unkräuter aller Art machen sich breit, und in wenigen Jahren gleicht dann das künstliche Grasland einer minderwertigen Naturwiese mit all den eingangs aufgezeigten Mängeln. Jene Kunstwiesen, Kunstweiden und künstlich besähten Sportplätze, die ich vor nunmehr 20 Jahren anlegte, sind infolge regelmäßiger

richtiger Düngung und Pflege noch heute so gut erhalten, daß sie allen an sie gestellten Anforderungen in vollem Maße entsprechen. Es muß eben nicht nur die Anlage, sondern auch späterhin die Düngung, Pflege und Nutzung genau nach den gegebenen Anleitungen erfolgen.

Im Spätsommer oder Vorherbst des ersten Jahres — wenn die Ansaat im Frühjahr erfolgt — gibt man meist nur eine schwache Stickstoffdüngung, um die jungen Pflänzchen etwas kräftiger in den ersten Winter zu bringen und ihnen so das Überwintern zu erleichtern.

Wenn auch eine schwache Gabe genügt, so muß sie dafür aus rasch löslichem Stickstoff bestehen, den die Pflanzen, durch feuchtes, warmes Herbstwetter begünstigt, in wenigen Wochen aufnehmen können. Chilesalpeter in Gaben von 80 bis 100 kg je Hektar leistet recht gute Dienste.

In dem der Ansaat folgenden Frühjahr, also nach der erstmaligen Überwinterung, zeigt es sich nun häufig, daß die Pflänzchen durch das öftere

Zufrieren und Auftauen des Bodens den notwendigen Zusammenhang mit der Erde zum Teil verloren haben und daher unrettbar verloren sind, wenn nicht rechtzeitig Abhilfe geschaffen wird.



Abb. 5. Rollfeld-Motorwalze.

Diese Hilfe bringt die schwere Walze der Firma Smoschewer & Co. in Breslau (Abb. 5). Durch das Anwalzen werden die gelockerten Pflänzchen wieder in den Boden eingedrückt, und die kapillare Tätigkeit wird gehoben, d. h. durch das Walzen werden die Haarröhrchen des Bodens verengt und das Wasser aus dem Untergrunde in die oberste Bodenschicht emporgezogen, wo sich die Wurzeln der wichtigsten, zumeist nur ganz

flach wurzelnden Gräser befinden. Ferner darf nicht übersehen werden, daß die meisten der zur Bildung eines dichten Rasens unentbehrlichen Gräser nur in einem genügend festen Boden gedeihen, weshalb ein wiederholtes Abwalzen des Rasens auch in den der Anlage folgenden Jahren notwendig erscheint.

Unsere Kulturgräser verlangen durchwegs, daß der Boden mindestens zweimal jährlich — und zwar im Frühjahr und Frühherbst — von den Unkräutern, wie Moosen und anderen den Rasen verfilzenden Pflanzen, gereinigt wird.

Die ersten für diese Arbeit verwendeten Geräte waren die sogenannten Gliedereggen, mit denen es gelang, ansehnliche Moosmengen von der Wiesenarbe abzukratzen. In den letzten zwei Jahrzehnten brach sich jedoch die Erkenntnis Bahn, daß das Moosabeggen allein nicht genügt, weil ja das Moos alljährlich wieder nachwächst. Die Ursache der Vermoosung des Rasens ist zumeist die Verarmung des Bodens an Nährstoffen bzw. die Nässe. Will man also dem ständigen Nachwachsen dieser äußerst lästigen Moospolster Einhalt gebieten, so muß man die eigentlichen Ursachen beseitigen.

Daher begann nun eine Anzahl von Maschinenfabriken mit der Erzeugung von Skarifiktoren und Tiefschnitteggen. Diese Geräte schnitten bzw. rissen die Grasnarbe zwar tiefer auf als die gewöhnlichen Moosseggen, hatten jedoch den großen Nachteil, daß sie die aus dem Boden herausgerissenen

Unkräuter, Moose usw. in ganz unregelmäßigen, winzig kleinen Häufchen auf der Wiese zurückließen, wo sie der nächste Gußregen in die bei der Bearbeitung entstandenen Lüftungsrinnen schwemmte, die dadurch vollständig verstopft und zum Keimbett einer neuen Moos- und Unkrautvegetation wurden.

Erst dem neuesten Geräte „Grünlandtriumph“ (Abb. 6)<sup>1)</sup>, dessen Erbauer und Patentinhaber der Verfasser ist, blieb es vorbehalten, auf dem Kunst- und Naturwiesenlande jene Arbeit zu leisten, die Anspruch auf Vollwertigkeit erheben kann. Diese Maschine stellt einen Rasenlüfter (Skarifikator) dar, dessen Eisenrahmen auf zwei Rädern und einem verstellbaren Deichselträger ruht. Elf keilförmige schrägstehende Messer, die in zwei hintereinanderliegenden Reihen angeordnet sind, ermöglichen das Zerschneiden des Rasens in einer Tiefe von 3 bis 15 cm. Durch das feste Eisengestell wird die schädliche hüpfende Gangart, wie sie bei den Gliedereggen beschrieben wurde, verhindert und ein ganz gleichmäßiges Zerschneiden der Grasnarbe gesichert.

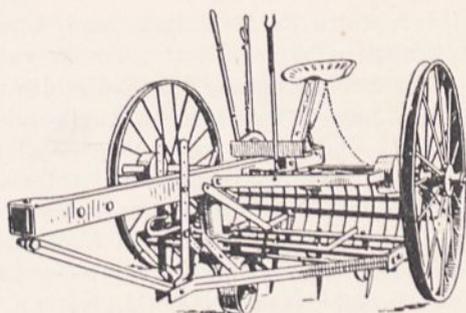


Abb. 6. Skarifikator.

Die erwähnten Messer schneiden den Grasboden infolge ihrer keilförmigen Gestalt so auf, daß die Schnittbreite oben am größten ist, was ein längeres Offenbleiben der Schnittrinnen gewährleistet. Dadurch wird dem Regenwasser und der Luft ein leichterer Zutritt zu den Pflanzenwurzeln ermöglicht.

Wie bereits erwähnt, ist es außerordentlich wichtig, die vom Gerät herausgerissenen Unkräuter sofort zu sammeln, um sie vom Grünlande ohne Zeitverlust und größeren Arbeitsaufwand wegbringen zu können. Das besprochene Gerät sammelt nun in einem Arbeitsgange das gesamte Unkraut mit Hilfe des rückwärts angebrachten Rechens, der durch Einflechten von Ruten nötigenfalls fast ganz geschlossen werden kann, um auch noch die kleinsten Moos- und Pflanzenreste mitnehmen zu können.

Die Maschine hat eine Arbeitsbreite von 1,40 m und ermöglicht es, mit einem Pferdegespann täglich eine Rasenfläche von 4 bis 5 ha zu bearbeiten. Mit Traktoren oder Raupenschleppern als Vorspann wird naturgemäß ein Vielfaches der obigen Fläche bewältigt.

Da der Rasen des Rollfeldes ständig kurz gehalten werden soll, kann für diese Arbeit eine Mähmaschine nicht entbehrt werden.

Der gleichfalls von der Firma Smoschewer in Breslau hergestellte Motorgrasmäher (Abb. 7) leistet die gewünschte Arbeit vorzüglich. Dieser

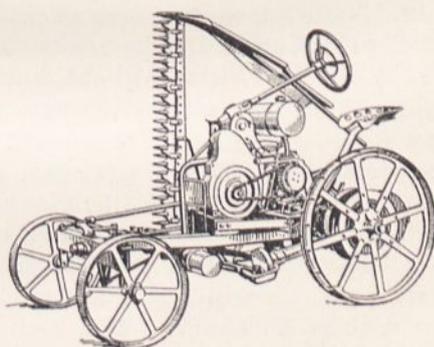


Abb. 7. Motorgrasmäher.

<sup>1)</sup> Das Gerät wird von der Firma Vertriebsunion in Wien hergestellt, wiegt rd. 270 kg und stellt sich ab Wien auf rd. 400 RM.

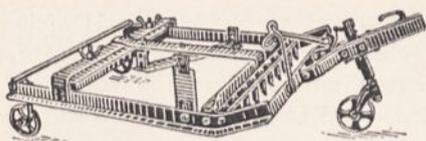


Abb. 8. Wiesenhobel.

Grasmäher gestattet die Einstellung jeder beliebigen Schnitthöhe, erfordert nur einen Mann Bedienung, hat einen stündlichen Brennstoffbedarf von 1,5 Liter und ermöglicht das Abmähen von 1 bis  $1\frac{1}{4}$  ha in einer Stunde.

Wenn sich im zeitigen Frühjahr auf dem Rollfelde Maulwurfs- und Ameisenhügel oder Furchen und sonstige Unebenheiten zeigen, leistet der Wiesenhobel (Abb. 8) sehr gute Dienste.

e) **Die Düngung des Rollfeldes** mit künstlichen Düngemitteln soll nicht, wie dies beim Wiesenlande häufig geschieht, bloß alle 2 oder 3 Jahre erfolgen, sondern — besonders im Anfang — alljährlich.

Erst einige Jahre nach der Anlage, wenn der Rasen bereits eine gewisse Dichte erreicht hat und dem Auswaschen des Düngers durch Regen- und Schneewasser einen wirksamen Widerstand entgegengesetzt, brauchen Phosphorsäure- und Kalidüngemittel nur jedes zweite Jahr verabreicht zu werden. Da der Pflanzenbestand des Rollfeldes zum größten Teil aus Gräsern, also Stickstoffzehrern, besteht und es bei diesen im vorliegenden Falle nur auf die Bildung der Blattmasse — also nicht des Samens — ankommt, darf vor allem die Stickstoffdüngung nicht verabsäumt werden.

Von den Stickstoffdüngemitteln sind die leicht löslichen den schwer löslichen vorzuziehen. Denn die flach wurzelnden Wiesenpflanzen benötigen die Nahrung in der obersten Bodenschicht; bei schwerer löslichen Düngemitteln besteht die Gefahr, daß sie in tiefere Schichten abgeschwemmt werden oder abwandern.

Auf mittelschwereren Böden hat sich folgende Düngung je Hektar bewährt:

Thomasmehl 600 kg	} jedes zweite Jahr im Herbst verabreicht.
Kalisalz, 40%, 250 kg	

Alljährlich wurden je Hektar rd. 180 kg Chilesalpeter gegeben, und zwar vor dem Vegetationsbeginn Ende Februar bis Anfang März 70 kg, nach dem ersten Schnitt im Mai 70 kg und im Spätsommer — Ende August — 40 kg. Nach Nährstoffen berechnet, ergibt dies jährlich rd. 54 kg Phosphorsäure, 50 kg Kali und 28 kg Stickstoff.

f) **Die landwirtschaftliche Nutzung des Rollfeldes.** Die Nutzung des auf dem Rollfelde gewachsenen Futters kann entweder durch Abmähen oder Abweiden erfolgen. Im ersteren Falle wird das Gras gemäht und dann entweder grün verfüttert, ensiliert oder zu Heu bzw. Grummet gedörrt. Das Gras muß auf dem Rollfelde schon gemäht werden, wenn es eine Höhe von 25 bis 30 cm erreicht hat, da es später ein Hindernis für den Flugverkehr wäre. Demzufolge muß alljährlich meist dreimal gemäht werden. In dieser Entwicklungsperiode ist das Futter zwar an Menge noch gering, dafür aber reich an Nährstoffen. Man kann im Durchschnitt mit einem Hektarertrag von rd. 35 bis 40 Doppelzentner Heu und Grummet jährlich rechnen.

Wenn es die Verkehrsverhältnisse erlauben und die wirtschaftliche Lage geboten erscheinen läßt, verdient die Nutzung des Graslandes durch Weidewiehe<sup>1)</sup> den Vorzug.

<sup>1)</sup> Da auf den meisten Flugplätzen in den ersten Morgenstunden, etwa von 3 bis 6 Uhr früh, kein Flugverkehr herrscht, kann auch diese Zeit, die für das Weidewiehe sogar die günstigste ist, zur Beweidung ausgenutzt werden.

Durch den Tritt der Weidetiere wird die Grasnarbe des Rollfeldes gefestigt, und durch das ständige Abbeißen der Blätter bleiben die Pflanzen immer zart, und das Unkraut kann nicht aufkommen. Bei der Besetzung des Flugplatzes mit Weidetieren kann man in günstigen Fällen je Hektar 2 Stück, unter weniger günstigen Umständen mindestens 1 Stück rechnen.

**g) Die Bekämpfung der tierischen Schädlinge.** Gegen die Engerlinge, das sind die Larven des Maikäfers, die oft das ganze Grasland unterwühlen und zerstören, hilft ein öfteres Beregnen im Sommer, ein Beweiden durch Schafe, ein Abwalzen mit der schweren eisernen Walze und nicht zuletzt das Lüften der Grasnarbe mit dem in Abb. 6 dargestellten Skarifikator.

Mäuse, die besonders in trockenen Jahren viel Schaden anrichten können, vertilgt man mit Mäusetyphusbazillus, Strichninweizen u. dgl. m.

Der Maulwurf ist zwar durch die Vertilgung einer Unmenge von Engerlingen, Drahtwürmern, Schnecken, Raupen usw. äußerst nützlich, kann aber doch bei massenhaftem Auftreten auf dem Rollfelde schädlich werden. Größere Maulwurfshaufen können besonders den leichteren Flugzeugen bei Start und Landung Gefahr bringen, daher müssen die Maulwurfshügel ständig eingeebnet werden.

**h) Die künstliche Verjüngung durch Nachsaat.** Da die auf dem Rollfelde wachsenden Gras- und Kleearten stets schon vor der Samenbildung abgemäht werden müssen und sich somit nicht von selbst durch natürlichen Samenausfall zu regenerieren vermögen, ist von Zeit zu Zeit eine künstliche Verjüngung durch Nachsaat notwendig, die in der Regel alle 3 bis 4 Jahre knapp nach der Ernte erfolgen soll. Die hierzu erforderliche Mischung und Menge des Saatgutes hängt naturgemäß in erster Reihe davon ab, in welchem Maße sich der Pflanzenbestand des Rollfeldes in der Zwischenzeit verändert bzw. verschlechtert hat, was wiederum am besten von jenem landwirtschaftlichen Fachmann beurteilt werden kann, unter dessen Mitwirkung die künstliche Berasung des ganzen Flugplatzes erstmalig vor sich ging.

**i) Die Verpachtung der Rollfeldnutzung.** Wird die landwirtschaftliche Nutzung des berasteten Rollfeldes einem Pächter überlassen, so ist sorgfältig darauf zu achten, daß alle Obliegenheiten desselben nicht bloß vom verkehrstechnischen, sondern auch vom landwirtschaftlich-betriebstechnischen Standpunkte im Vertrage so genau wie möglich festgelegt werden. Dies gilt namentlich für die Bodenbearbeitung, Düngung, Besamung, Pflege, Unkrautvertilgung, Schädlingsbekämpfung und Aberntung sowie gegebenenfalls auch für die Beweidung (Art und Anzahl der Weidetiere, Weidezeiten, ausschließliche Verwendung des anfallenden Mistes zur Düngung des Rollfeldrasens, Beistellung der erforderlichen Hilfskräfte u. dgl.). Es ist daher dringend zu empfehlen, bereits bei der Pachtausschreibung sowie insbesondere vor dem Abschluß des betreffenden Pachtvertrages auch einen auf dem Gebiet der Grünlandwirtschaft erfahrenen Fachmann zu Rate zu ziehen.

## 5. Die Organisation des Flughafenbetriebs.

### Verkehrsaufsicht und Verkehrsregelung im Luftverkehr.

Von Oberkommissär Hauptmann a. D. Feldpilot Hans Klepsch,  
Flughafen Wien-Aspern.

Um dem Bautechniker auch vom verkehrs- und verwaltungstechnischen Standpunkte aus jene Anforderungen zu veranschaulichen, die an eine moderne

Flughafenanlage in dieser Hinsicht seitens der Luftfahrtbehörde und der Luftfahrtunternehmungen gestellt werden, soll in folgendem die Art und Weise, in welcher die Verwaltung und der Betrieb eines Flughafens organisiert sind und der praktische Flugbetrieb sich daselbst abwickelt, besprochen werden.

### A. Organisation.

a) **Flughafenverwaltung.** Nur eine kaufmännisch eingestellte Verwaltung des Flughafens gewährleistet einen produktiven und gleichzeitig den technischen Fortschritten Rechnung tragenden Betrieb desselben. Selbst mit geringem Personalaufwande kann bei richtiger Organisation und zielbewußter Arbeit ein größerer Betrieb klaglos geführt und Ersprießliches geleistet werden. Zweckmäßig wird jede Flughafenverwaltung sich aus einer administrativen oder kommerziellen Abteilung und einer technischen oder Bauabteilung zusammensetzen. Je nach den in den einzelnen Staaten bestehenden Verhältnissen wird sich unter Umständen diesen beiden Gliedern als drittes eine eigene Verkehrsabteilung anreihen, welcher die Regelung und Hilfsdienste für den täglich sich in dem Flughafen abwickelnden Luftverkehr obliegen.

Von der Funktion der administrativen oder kommerziellen Abteilung hängt es ab, ob und wie weit der Flughafen sich selbst erhalten kann oder aber fremde Hilfe in Gestalt von Subventionen benötigt. Im voraus sei gesagt, daß bei günstigen Verhältnissen wohl die laufenden Instandhaltungen sowie die Verwaltung selbst bei kaufmännisch gut geführten Flugplätzen heute aus den Einnahmen gedeckt werden können, doch alle größeren Investitionen, wie es z. B. Hallenbauten, Grundankäufe, Einrichtungen für Nachtbeleuchtung usw. sind, nur unter Zuhilfenahme fremder Geldmittel durchgeführt werden können. In solchen Fällen wird es eine der Hauptaufgaben der kommerziellen Abteilung sein, günstige Verzinsung und Abschreibungsbedingungen zu erzielen.

Die Verrechnung der erzielten Einnahmen durch die kommerzielle Abteilung ist nach den Quellen, aus welchen sie stammen, in der Regel eine ziemlich komplizierte. Dieselben ergeben sich in erster Linie aus den von den zumeist eingemieteten Verkehrsunternehmungen zu entrichtenden Miet- oder Pachtzinsen für Flugzeughallen, Werkstätten, Büros und etwaigen Personalwohnungen, den von Besitzern platzfremder Flugzeuge zu zahlenden Unterstellgebühren, den Gebühren für Landungen und Abflüge der Flugzeuge, wozu noch der Ertrag aus verpachteten Grasnutzungen des Rollfeldes oder sonstiger anbaufähiger Flächen, die Einnahmen aus Reklamevermietungen, Grundvergebungen, Eintrittsgebühren der Zuschauer, Schau- und Rundflugveranstaltungen u. dgl. kommen.

Auf die Ausgabenseite sind die Kosten der normalen Instandhaltung, kleinerer Neuherstellungen, der verkehrstechnischen Betriebsführung, die Personalkosten, Steuern, Abschreibungen und Versicherungen zu setzen.

Aufgabe der technischen oder Bauabteilung bildet die laufende Instandhaltung der gesamten Flughafenanlage sowie aller zugehörigen Nebenanlagen. Das Rollfeld vor allem, vielfach einfach als „Wiese“ angesprochen, bedarf einer ständigen Pflege und Bearbeitung der durch die Schwanzkufen ungeheuer leidenden Grasnarbe. Die Baulichkeiten, in erster Linie die großen Flugzeughallen mit ihren vielen Lichteinfallöffnungen und großen Toranlagen, erfordern dauernde Reparaturen, Behebungen von Wetterschäden

und Konservierungsmaßnahmen. Denkt man dann an die Erhaltung der Zufahrtwege, Straßen und Plätze zwischen den Gebäuden, Gartenanlagen, an alle Reparaturen an Lichtanlagen, Wasserleitung, Kanalisation und schließlich an die Wartung und Instandhaltung der für den Luftverkehr notwendigen technischen Hilfsmittel, wie Signale, Nachtbeleuchtung, F.T.-Anlagen, Rauchofen, Fahrmittel, Telephon usw., so bekommt man einen Begriff von dem Umfang und der Vielartigkeit der Arbeiten, welche einer technischen Leitung oder Bauleitung erwachsen.

Der Umfang dieser Arbeiten und ihre häufige Dringlichkeit erfordern es, daß die Flughafenverwaltung über eine kleine Schar eigener Handwerker — Schlosser, Tischler, Elektrotechniker, Installateure, Kraftwagenlenker, Maurer — sowie Hilfsarbeiter verfügt, um möglichst viele Arbeiten zu Selbstkosten durchführen zu können. Größere Arbeiten werden jedoch mit Vorteil an gewerbliche Unternehmer zu vergeben sein.

Neben der Instandhaltung der in vorstehendem aufgezählten Anlagen werden unter Umständen aber auch kleinere Neuherstellungen in den Arbeitskreis der technischen Flughafenleitung fallen, die beispielsweise in Vergrößerungen des Rollfeldes, Planierung von Rollbahnen, Errichtung kleinerer Baulichkeiten, Anlegung von Verbindungswegen u. dgl. bestehen.

Für den Luftverkehr selbst wird die technische Abteilung insofern sorgen müssen, daß sie im Bedarfsfall platzfremde Flugzeuge beherbergen und in Wartung nehmen kann. Ist der Flughafenverwaltung nicht eine eigene Verkehrsabteilung angegliedert, so wird auch die Bedienung der den Luftverkehr regelnden Signale und Vorrichtungen, der Nacht-Landeeinrichtungen, unter Umständen sogar der Funk- und Wetterdienst der technischen Abteilung obliegen. Zumeist werden diese Dienstzweige einer eigenen Verkehrsabteilung zu unterstellen sein, wenn sie nicht überhaupt organisatorisch anderen Dienststellen, wie etwa der Sicherheitsbehörde oder einem staatlichen Funk- und Wetterdienste zukommen.

Erfordern es jedoch die Verhältnisse, wie oben erwähnt, eine eigene Verkehrsabteilung vorzusehen, so sind ihr zur Entlastung der Bauabteilung tunlichst alle den Luftverkehr und dessen Abwicklung betreffenden Arbeiten zu überweisen. In erster Linie wird sie die Start- und Landeregelung zu besorgen haben. Ihre Organe werden die gesamte Flugzeugbewegung im flugplanmäßigen und außerflugplanmäßigen Luftverkehr zu überwachen, festzuhalten und nach verschiedenen Gesichtspunkten zu verwerten haben. Ihre Tätigkeit wird ferner die Bedienung der Verkehrssignale, der Nacht-Landevorrichtungen, sowie die Vorsorge für Unfälle und Notlandungen umfassen. Der Flugsicherungsdienst — die Abgabe der Abflug- und Landemeldungen sowie der Wetternachrichten auf funktelegraphischem Wege, die Peilung von Flugzeugen sowie die Sammlung und Ausarbeitung der Wettermeldungen zwecks Bekanntgabe an die Flugzeugführer — wird durch eine F.T.-Station in Verbindung mit einer Flugwetterwarte zu versehen sein.

b) **Luftverkehrsunternehmen.** Die erwerbsmäßig Luftfahrt betreibenden Unternehmen kann man in zwei Gruppen teilen: jene Firmen welche regelmäßigen Luftverkehr auf Grund planmäßiger Zeiten und Verbindungen betreiben und in jene Gruppe von Unternehmern, welche fallweise bedarfsmäßige Flüge ausführen, wie dies Rundflüge, Reklame-, Höhenlichtbild- und Vermessungsflüge, bedarfsmäßige Transportflüge, Kunst- und

Schauflüge sind. In diese Kategorie fallen auch die Flugschulen. In der ersten Gruppe findet man nebst den vorwiegend privaten Luftverkehrsunternehmungen auch vereinzelt Linien in rein staatlichem Betriebe. Doch handelt es sich bei ihnen allen um rein kaufmännisch geführte Unternehmen, deren Leitung und kommerzielle Abteilungen sich zumeist im Stadtgebiet befinden, wo auch der Verkauf der Flugscheine, die Sammlung der Flugreisenden, des Gepäcks, die Annahme von Luftfrachtsendungen in eigenen Flugscheinbüros oder Frachtsammelstellen erfolgen, soweit diese Arbeiten nicht allgemeinen Reise- oder Fremdenverkehrsbüros und Speditionsfirmen übertragen sind.

Die den Verkehrsdienst praktisch betreibenden Glieder der Firmenorganisation sind die Flugleitungen und die technischen Leitungen (Betrieb), welche zumeist organisatorisch gleichgestellt, jedoch auf das engste Hand in Hand arbeiten müssen. Beide Dienststellen müssen naturgemäß auf dem Flugplatze selbst untergebracht sein. Die Aufgaben der Flugleitungen sind recht mannigfache und bestehen einerseits in der Abfertigung der abgehenden und ankommenden Fluggäste, ihres Reisegepäcks sowie der Fracht, der Verzollung der letzteren, anderseits in der Abfertigung der ankommenden und abgehenden Flugzeuge und ihrer Besatzungen.

Da die Flugplatzanlagen zumeist außerhalb des Stadtgebietes liegen, hat sich die Einrichtung eines sogenannten Zubringerdienstes sowohl für die Fluggäste als auch die Fracht- und Postsendungen als notwendig erwiesen. Hierzu werden zumeist Personenomnibusse und Lastwagen verwendet, welche den Schnellverkehr zwischen der Flugleitung auf dem Flugplatz einerseits und dem Flugschein- und Frachtenbüro in der Stadt anderseits besorgen.

Die Startbereitmachung der Flugzeuge zum Abfluge, die Wartung, Instandsetzung und Kontrolle nach der Landung derselben, das Nachfüllen der Betriebsstoffe, die Durchführung kleinerer Reparaturen, obliegen hingegen der technischen Leitung. Betreiben Flugunternehmen ausgedehntere Liniennetze, so empfiehlt sich in den Hauptknotenpunkten die Errichtung eigener Reparaturwerkstätten oder Werften, in welchen auch Arbeiten größeren Umfangs durchgeführt werden können, um das Abschieben reparaturbedürftiger Flugzeuge in die Erzeugerfabriken zu vermeiden. Bei Außenlandungen ist es ferner Aufgabe der technischen Leitungen, Hilfsmannschaften zur Flottmachung der Maschinen zu entsenden oder aber deren Bahntransport durchzuführen.

c) **Behörden.** Neben der Flughafenverwaltung und den Luftfahrtunternehmungen findet man auf den meisten Flugplätzen noch eine dritte Interessengruppe — die Polizei- und Zollbehörden. Als Verkehrspolizei regelt in gewissen Staaten die Polizeibehörde den Luftverkehr und überwacht die Einhaltung der Betriebsvorschriften der Flughäfen.

Außerdem obliegt der Polizei der normale Sicherheitsdienst im Flughafenbereich sowie bei Flughäfen mit direkten Auslandsverbindungen die Ausübung der paßpolizeilichen Kontrolle.

Ebenso macht der Auslandsverkehr die Anwesenheit von Zollorganen notwendig, welche nicht nur die gefällsamliche Revision des Reisegepäcks vornehmen, sondern auch die Fracht- und Flugpostsendungen sofort im Flughafen zolltechnisch behandeln, wodurch eine ganz wesentliche Zeitersparnis und Vereinfachung erzielt werden kann.

Schließlich sei noch an dieser Stelle der Postanstalt gedacht, welche bei der ständig wachsenden Bedeutung des Luftpostverkehrs in Zukunft eine wichtige Dienststelle darstellen wird.

## B. Betriebseinrichtung und -durchführung.

### a) Flughafenverwaltung (Unterbringung, Bauleitung, Verkehrsdienst).

Betrachten wir heute die nach modernen Gesichtspunkten errichteten Flughafenanlagen, so finden wir als Mittelpunkt der ganzen Anlage sowie des Betriebes das Verwaltungsgebäude. Es dient zur Unterbringung der Flughafenverwaltung, welche überall dort, wo sich der Flugplatz nicht im Eigentum und Betrieb einer einzelnen Flugunternehmung befindet, die Rolle des Hausherrn zu übernehmen hat. Betriebsführer der Flughäfen sind zumeist, wenn es nicht der Staat selbst ist, Gemeindeverwaltungen oder Betriebsgesellschaften privaten Charakters, in welchen jedoch die Stadtverwaltungen oder Territorialverwaltungen vertreten sind.

Für die Flughafenverwaltung sind daher entsprechende Büroräume vorzusehen, wobei jedoch nicht vergessen werden soll, daß verschiedene Gelegenheiten und Anlässe auch das Vorhandensein eines Repräsentationszwecken dienenden Raumes erfordern. Da es mit Rücksicht auf andere ebenfalls im Verwaltungsgebäude unterzubringende Parteien meist nicht möglich sein wird, für die Verwaltung sämtliche Räume im Erdgeschoß erhalten zu können, wird es sich gegebenenfalls als notwendig erweisen, ein Stockgebäude vorzusehen, so daß die mit dem Luftverkehr nicht in direktem Zusammenhang stehenden Zweige der Flughafenverwaltung und sonstiger Stellen im Stockwerk untergebracht werden können. Dies sind in erster Linie Direktion und kommerzielle Abteilung der Flughafenverwaltung, unter Umständen auch die Bauabteilung, statistische Büros, Dienstwohnungen usw.

Notwendig für den Flughafenbetrieb ist das Vorhandensein einer Werkstattanlage, in welcher die im Erhaltungsdienste beschäftigten Handwerker arbeiten, sowie Garagen und Magazine zur Unterbringung der Fahrzeuge, technischen Behelfe und Materialien für den Flughafenbetrieb. Die Lage dieses Gebäudes soll so gewählt werden, daß einerseits die Erreichung des Rollfeldes leicht möglich ist, andererseits aber auch die Zufahrt vom Flughafeneingang aus erfolgen kann.

Für den Stand der im Flughafendienst einzustellenden Handwerker ergibt sich ein reiches und vielseitiges Arbeitsgebiet. Lichtleitungen, Wasserleitungsanlagen, Kanalisation erfordern ständige Reparaturen. Die Instandhaltung der Hochbauten und die Behebung von Wetterschäden, machen die Einstellung von Schlossern, Tischlern, Maurern, Schieferdeckern, Klempnern, Elektrotechnikern, Installateuren, wie schon erwähnt, notwendig. Das Vorhandensein von Kraftfahrzeugen erfordert ferner Kraftwagenlenker. Eine ständige Gruppe von Hilfsarbeitern wird mit der Pflege des Rollfeldes, mit Einebnungen, Nachbesämung, Düngen, Instandhaltung der Wege, Säuberungsarbeiten, Gartenarbeiten, kurz an der Pflege der gesamten Anlage eine Fülle von Arbeit finden.

Sache der Bauleitung ist es, für diese Arbeiten einen geeigneten Plan festzulegen, die Durchführung der Arbeiten zu überwachen und die Materialbeschaffung durchzuführen.

Für die Bedienung der Nacht-Landeeinrichtungen, der verschiedenen optischen Signale (Rauchofen, Landeweiser usw.), wird eine eigene Personalbesetzung vorzusehen sein, welche ein verlässliches Funktionieren dieser für den Luftverkehr äußerst wichtigen Hilfsmittel gewährleistet.

Besitzt die Flughafenverwaltung eine eigene Verkehrsabteilung, in deren Wirkungskreis die Regelung des Luftverkehrs und Flughafenbetriebs, die Wartung und Betätigung der Signalmittel (Rauchofen, optische Signale, Raketenapparate, Nacht-Landeeinrichtungen, Landeweiser usw.) sowie der Flugsicherungsdienst fallen, so ist deren Unterbringung im Erdgeschoß des Verwaltungsgebäudes unbedingt erforderlich, da die verschiedenen Dienstverrichtungen einen direkten Zugang zum Rollfelde und engsten Kontakt mit den Flugleitungen und Flugzeugbesatzungen erfordern. Auf dem mit Rücksicht auf die einfliegenden oder startenden Flugzeuge zweckmäßig flach auszugestaltenden Dach des Verwaltungsgebäudes ist ein sogenannter Start- oder Verkehrsturm zu errichten, von welchem aus Angestellte der Verkehrsabteilung mit Signaltafeln und Wimpeln das Abfliegen der Flugzeuge regeln und anfliegende Flugzeuge mit akustischen Signalen ankündigen. Von der Verkehrsüberwachungsstelle werden auch die Ankunft- und Abflugzeiten, Kennzeichen der Flugzeuge, Flugziel und Abflugort in eigenen Vermerken geführt. Wenn eine Landung verhindert werden soll, wird vom Startturm aus ein entsprechendes Signal gegeben. In der Nacht werden die Beleuchtungs- und Signalvorrichtungen für die Landung eines Flugzeuges ebenfalls zweckmäßig vom Startturm aus betätigt.

In einem Tagebuch des Verkehrsüberwachungsdienstes werden die Flugresultate des laufenden Tages gesammelt. Sie dienen zu Kontroll-, Verrechnungs- und statistischen Zwecken. In den Arbeitsräumen des Wetterdienstes sind die von auswärts fernmündlich oder im Funkwege einlangenden Wettermeldungen auswärtiger Flughäfen, Streckenbeobachtungsstationen sowie Wetteranstalten auszuarbeiten, Wetterkarten für die einzelnen Flugstrecken zusammenzustellen und den Flugzeugführern vor dem Abfluge auszuhändigen. Die gemeinsame Ausnutzung der Funkanlagen durch Wetterwarte und Funkstelle bedingt es, daß unmittelbar anschließend die Räume der Funkstation und Nachrichtenstelle liegen.

Die Funkstelle hat sämtliche Meldungen über Flugzeugbewegungen an die Anschlußflugplätze zu vermitteln und solche Nachrichten von dort aufzunehmen, ferner befördert sie die Meldungen der Wetterstelle, steht mit jenen Flugzeugen, welche heute bereits mit Bord-Funkstationen ausgerüstet sind, in Verbindung und besorgt schließlich in der Zusammenarbeit mit auswärtigen Stationen oder eigens zu diesem Zwecke errichteten Peilstellen das Peilen der mit F. T.-Stationen ausgerüsteten Flugzeuge bei unsichtigem Wetter.

Eine wichtige Einrichtung für den Flugdienst sowie die Flughafenanlage bildet noch eine entsprechende Telephonanlage. Eine eigene Zentrale, welche gegebenenfalls im Obergeschoß untergebracht sein kann, hat den Überland-Fernsprechverkehr, die Verbindung mit dem Stadtnetz sowie durch eine ausreichende Anzahl von Nebenstellen auch die Verbindung mit allen wichtigen Stellen im Flughafen selbst zu besorgen. Ihr gutes Funktionieren ist ein nicht zu unterschätzender wichtiger Faktor für den ganzen Flug- und Flughafenbetrieb.

**b) Flugleitungen und technische Leitungen** (Unterbringung, Abfertigungs- und technischer Dienst). Jedes Verwaltungsgebäude soll für die Abwicklung des Reisendenverkehrs einen auch größere Personenansammlungen noch fassenden Abfertigungsraum besitzen, an welchen sich Warteräume, Toiletten und Waschräume anschließen. Unmittelbar angrenzend sollen im Erdgeschoß die Räume der Flugleitungen Platz finden. Die fortgesetzte Anwesenheit des Flugleiters bei Ankunft oder Abflug der Flugzeuge, die Verbindung mit den Besatzungen, der Betrieb mit Gepäck-, Fracht- und Poststücken, der notwendige Verkehr mit Fluggästen erfordern die möglichst zugängliche Anordnung der Flugleitungen im Verwaltungsgebäude. Hingegen ist die Unterbringung der sogenannten technischen Leitung aus praktischen Gründen tunlichst nahe dem Betriebe in den Flugzeughallen, am besten in einer derselben vorzusehen.

Bezüglich der Betriebsmittellagerung soll erwähnt werden, daß man sich bei Neuerrichtungen heute überall bereits zu unterirdischen Lagerungen wendet, welche ohne Rücksicht auf benachbarte Bauten angelegt werden und mittels Rohrleitungen und Zapfstellen das Tanken der Flugzeuge auf rasche Art und unter Ausschluß jedweder Brandgefahr ermöglichen. Es gibt Tankanlagen verschiedenster Typen, sie alle erübrigen die überholte Lagerung des Benzins in Eisenfässern, in offenen oder gedeckten Benzinlagern, welche stets ein gewisses Gefahrenmoment bilden, wenn man bedenkt, welche Mengen von Betriebsstoff für nur eine Woche bei einem einigermaßen dichten Luftverkehr und bei Einstellung mehrerer mehrmotoriger Flugzeuge auf Vorrat eingelagert werden müssen.

**c) Die Behörden.** Ähnlich den Flugleitungen müssen auch die staatlichen Behörden, die mit dem Luftverkehr, der Passagierabfertigung, Paß- und Zollkontrolle beschäftigt sind, in dem Abfertigungsgebäude in zweckmäßiger Lage untergebracht werden. Denn ihre Tätigkeit darf keine unnötige Verzögerung für die Abwicklung der Flugzeug- und Fluggästeabfertigung verursachen.

Die für die Unterbringung des sonstigen Sicherheitsdienstes notwendigen Räume schließen am vorteilhaftesten an die Paßkontrolle an.

Für die Zollkontrolle empfehlen sich Räume zunächst dem Eingang der angekommenen Fluggäste, unmittelbar an die Paßkontrolle anschließend. Ein größerer Schalterraum ist für die Reisegepäckkontrolle vorzusehen, während der anstoßende Zollraum sowohl einen Ausgang auf das Rollfeld, als auch einen solchen gegen die Straße besitzen soll. Die Berücksichtigung solcher Einzelheiten erleichtert ungemein die Abfertigung der Luftfrachtgüter bzw. Postsendungen. Während die mit Flugzeugen ankommenden Frachtstücke mittels Rollwagen von der Abfertigungsplatte zur Verzollung in das Zollamt geführt werden, erfolgt durch den anderen Ausgang die Zubringung der zur Absendung kommenden Zollgüter bzw. die Abstreifung der verzollten Sendungen in die Stadt. Transitgüter gelangen im Zollagerraum zu längerer oder kürzerer Einlagerung. Zu diesen Zollokalen gehört noch ein Büroraum für die diensthabenden Zollbeamten. Die Verzollung von Auslands-Flugpostsendungen erfordert häufig eine Zusammenarbeit mit dem Flugpostamt, dessen Unterbringung im Verwaltungsgebäude daher zweckmäßig erscheint.

### C. Verkehrsaufsicht und Verkehrsregelung.

Da der Luftverkehr, welcher, ähnlich dem Schifffahrt- und Straßenverkehr, nicht an starre Wege gebunden, in verkehrstechnischer Hinsicht einer Verkehrsordnung, auf Flugplätzen einer Flughafen-Betriebsordnung unterworfen ist, und auch sonst eine ganze Reihe von Vorschriften auf den Luftverkehr, seine Verkehrsmittel, Hilfseinrichtungen, das Personal usw. direkt oder indirekt Bezug nehmen, bedarf die Einhaltung aller dieser verkehrsregelnden Vorschriften seitens der Flugzeugbesatzungen, Flugplatzangestellten, Fluggäste und des Publikums einer Überwachung.

Jede Flughafen-Betriebsordnung sieht eine Reihe von Vorschriften vor, die im Interesse der Verkehrssicherheit zur Vermeidung von Unfällen, Zusammenstößen, gegenseitigen Behinderungen notwendig sind und heute fast internationale Geltung besitzen. Ihre Kenntnis ist auch für den Erbauer einer Flughafenanlage notwendig, um manche zu stellende Forderungen zu erfassen und zu berücksichtigen.

So sollen Abflug und Landung jedes Flugzeuges grundsätzlich aus aerodynamischen Gründen gegen den Wind erfolgen. Nur bei vollkommener Windstille kann eine Normalrichtung festgelegt werden. Die durch diese Regel bedingten Richtungen für den Start und das Landen sowie Ausrollen der Flugzeuge bei Berücksichtigung der vorherrschenden örtlichen Windverhältnisse müssen bei Auswahl und Anlage des Rollfeldes sowie hinsichtlich der Beschaffenheit der angrenzenden Geländezone unbedingt Berücksichtigung finden. Größere Hindernisse an der Flugplatzgrenze können das idealste Landegelände entwerten.

Nach dem Start sind enge Kurven in geringer Höhe verboten. Runden um den Flugplatz sind erst außerhalb dessen Grenze und stets entgegen der Uhrzeigerbewegung zu fliegen. Dadurch soll die Behinderung anderer startender oder landender Flugzeuge vermieden werden. Vor der Landung soll jedes Flugzeug, ausgenommen im Falle der Not, eine Linksrunde um den Flughafen fliegen, damit der Flugzeugführer sich verlässlich über die Landeverhältnisse orientieren kann. Gelandet darf nur dann werden, wenn das Rollfeld frei von Hindernissen ist. Zwei oder mehrere Flugzeuge dürfen weder gleichzeitig starten noch gleichzeitig landen. Das am niedrigsten und der Landerichtung zunächst fliegende Flugzeug hat Landevorrecht, desgleichen ein offensichtlich in Not befindliches Flugzeug.

Das Überfliegen des Rollfeldes selbst in geringer Höhe, das Ausführen enger Kurven, Spiralen oder Kunstflüge über demselben ist im allgemeinen nicht gestattet.

Das Rollen der Flugzeuge von der Flugzeughalle zum Abfertigungsplatz, von dort zur Abflugstelle und umgekehrt nach der erfolgten Landung zur Abfertigungsplatte und von dort zur Flugzeughalle hat stets so zu erfolgen, daß eine Behinderung anderer Flugzeuge, welche starten oder landen wollen, vermieden wird. Hierfür wird eine Rollbahn entlang des Rollfeldrandes sowie eine Teilung des Rollfeldes selbst in eine rechtsseitige Startzone, eine mittlere neutrale Rollzone und eine linksseitige Landezone, und zwar je nach der herrschenden Windrichtung vorgesehen. Auf manchen Flugplätzen versucht man bereits, diese Rollbahnen zu betonieren oder zumindest besonders zu planieren. Beim Rollen sich begegnende Flugzeuge haben einander nach rechts auszuweichen.

Motorstandproben sollen stets so vorgenommen werden, daß der abstreichende Propellerwind und Staub weder andere Flugzeuge noch Flugplatzbauten trifft.

Ein besonderes Kapitel bilden die feuerpolizeilichen Vorschriften, deren Handhabung schon mit Rücksicht auf die Eigenart des Betriebes eine strenge sein muß. Alle Kamine müssen gemauert sein. In Räumen, in welchen mit Benzin umgegangen wird, also in allen Flugzeughallen und Betriebsmittellagern, ist strengstes Verbot für Tabakrauchen, offenes Licht und Feuer. Die elektrischen Anlagen müssen den für Garagen erlassenen Vorschriften entsprechen, d. h. daß alle Kontakte funkensicher, die Beleuchtungskörper bruchsicher und gasdicht sind.

Seitens der Flugunternehmer ist für das Vorhandensein einer genügenden Anzahl von Hand-Feuerlöschapparaten — mindestens ein Apparat je eingestelltes Flugzeug — vorzusorgen. Aber auch sonst ist in den Flugzeughallen, Werkstätten, insbesondere in jenen, wo mit Benzin, Lacken, Schweißapparaten gearbeitet wird, ferner bei den Benzin-Zapfstellen durch bereitgestellte Sandbehälter, Wasserbottiche, Löschdecken, Löschschräume seitens der Flughafenverwaltung bzw. der eingemieteten Flugunternehmungen für die erste Bekämpfung von in der Entstehung begriffenen Bränden vorzusorgen. Erstere hat auch durch die Anlage einer Hydranten-Wasserleitung für einen entsprechenden Schutz der baulichen Anlagen vorzusorgen. Eine aus dem Flughafenpersonal bestehende Feuerbereitschaft soll mit dem Gebrauch der vorhandenen Löschmittel so weit vertraut sein, daß sie im Bedarfsfall die erste Bekämpfung eines Feuers bis zum Eintreffen der Berufsfeuerwehr übernehmen kann.

Die Einhaltung der vorstehend angeführten Vorschriften zu überwachen, ist Aufgabe der Flugpolizei.

Es wurde aber auch schon erwähnt, daß in ihren Wirkungskreis zumeist auch die Verkehrsregelung fällt, wenn dieselbe nicht durch die Verkehrsabteilung der Flughafenverwaltung versehen oder dem Ermessen der einzelnen Flugzeugführer anheimgestellt wird. Da ist an erster Stelle die Startleitung zu nennen, welche vom Verkehrsturm aus erfolgt. Die diensthabenden Beamten beobachten von diesem erhöhten Standpunkt aus den Flugplatz, dessen Umgebung sowie den Luftraum über demselben. Erhalten sie von der Startplatte aus das Zeichen, daß Flugzeuge startbereit sind, so erteilen sie einer Maschine nach der anderen mittels Signalscheiben oder Wimpel die Starterlaubnis. Ist der Abflug augenblicklich nicht möglich, weil etwa zur gleichen Zeit eben ein anderes Flugzeug zu landen beabsichtigt oder aber eine frühere Maschine das Flughafengebiet noch nicht verlassen hat, so erscheint am Verkehrsturm das Startverbotsignal. Dasselbe kann auch auf längere Zeit gezeigt werden, wenn beispielsweise das Rollfeld infolge eines Unfalls, einer Havarie nicht benutzbar ist, oder wenn infolge ungünstiger Witterung Abflüge nicht erfolgen sollen.

Auf größeren Flugplätzen geht die Startregelung so weit, daß vom Verkehrsturm aus vorerst nur die sogenannte Rollerlaubnis gegeben wird. Der Flugzeugführer hat dann zum eigentlichen, am Rollfelde mit einer Flagge markierten Startplatz zu rollen, der am Beginn der Startzone liegt, wo er mittels eines optischen Signals dann die eigentliche Starterlaubnis bekommt. Hierdurch wird es ermöglicht, das Flugzeug bis zum letzten Augenblick

seines Verweilens auf festem Boden zurückzuhalten, wenn es aus technischen oder sonstigen Gründen notwendig sein sollte.

Ein ähnlicher Vorgang wird bei der Landung von Flugzeugen beobachtet. Kommt ein Flugzeug in Sicht, so wird es je nach seiner Firmenzugehörigkeit vom Verkehrsturm aus durch Sirensignale den Flugleitungen und sonstigen, bei Ankunft einer Maschine in Tätigkeit tretenden Stellen (technischer Betrieb, Paß- und Zollkontrolle, Post usw.) avisiert. Auf verschiedenen Flughäfen wird den Flugzeugführern durch ausgelegte Plachensignale der jeweilige Landepunkt angezeigt.

Manchmal kann auch die Notwendigkeit entstehen, ein in der Luft befindliches Flugzeug zur Landung im Flughafen anzuweisen oder aber wegen gewisser Gefahren zu warnen. Falls hierzu nicht der F.T.-Verkehr zwischen Flughafen und Flugzeug Möglichkeit bietet, muß die Verständigung durch optische Signale vom Flughafen aus mittels Raketen, Blinklicht, Signalplachen usw. erfolgen. Eingetretene Havarien und Unfälle, welche vom Verkehrsturm aus wahrgenommen werden, veranlassen die Startleitung sofort, die Entsendung des Rüstwagens sowie die Verständigung der betroffenen Flugunternehmung vorzunehmen.

Ein besonderes Kapitel in der Verkehrsregelung nehmen die Starts und Landungen bei Dunkelheit ein. Die auf den einzelnen Flugplätzen hierfür vorgesehenen Hilfsmittel können sehr verschiedene sein. Man findet, je nach der Frequenz und Ausgestaltung des Flugplatzes, Einrichtungen in Form einfacher Lampen bis zu den vollkommensten, zentral geschalteten elektrischen Beleuchtungsanlagen. Ohne hier näher auf die einzelnen Ausführungen einzugehen, welche in einem anderen Abschnitt besprochen werden, soll nur erwähnt werden, daß man zwischen Ansteuerungskennung, Flugplatzkennung, Start- und Landeweisung, Rollfeldbeleuchtung, Hinderniskennung und Signalisierung zu unterscheiden hat, für welche es eigene Lichtapparaturen gibt, die überall dort, wo die Verkehrsregelung in Händen der Behörde liegt, zumeist ebenfalls von der Fluggolizei betätigt werden oder zumindest ihre Betätigung von ihr veranlaßt und eine Überwachung hinsichtlich ihres einwandfreien zweckentsprechenden Funktionierens ausgeübt wird.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß bei Planung und Ausbau eines Flughafens aus wirtschaftlichen Erwägungen besondere Rücksicht auf eine möglichst zweckentsprechende, reibungslose Abwicklung der betriebs- und verkehrstechnischen Vorgänge zu nehmen ist und daß die zu schaffende Anlage im Interesse der Betriebsicherheit durch klare und übersichtliche Anordnung sämtlicher Teile die erforderliche Regelung und Beaufsichtigung des Flughafenverkehrs gestattet.

---

## II. Flugplatzanlagen zu Lande.

Von Ing. Max von Beyer-Desimon, Stuttgart.

### I. Die Lage des Flugplatzes zum Siedlungszentrum.

Sind die Vorbedingungen zur Projektierung eines Flugplatzes gegeben, so muß in erster Linie die Auswahl eines als Fluggelände geeigneten Gebietes in der Umgebung der Stadt getroffen werden. Die Verschiedenheit des jeweiligen Falles läßt schwerlich allgemein geltende Regeln zu, doch sollen hier die grundlegenden Gesichtspunkte für die Lösung dieser Aufgabe zur Darstellung gelangen und es ermöglichen, an Hand dieser Momente die erforderlichen Erhebungen und nach sorgfältiger Abwägung der oft gegensätzlichen Bedingungen die beabsichtigte Wahl zu treffen.

Die auftretenden Gesichtspunkte lassen sich nach verkehrstechnischer, betriebstechnischer und bautechnisch-wirtschaftlicher Hinsicht gliedern, wenngleich auch enge Zusammenhänge eine starke, gegenseitige Beeinflussung dieser Faktoren herbeiführen.

Verkehrstechnisch betrachtet, soll die Dauer der Verbindung zwischen Abflugort und Reiseziel einen Minimalwert erreichen, was besagt, daß bei gegebener Flug-Reisegeschwindigkeit die Zubringerstrecken tunlichst kurz sein sollen. Daher ist eine nahe Lage des Verkehrsflugplatzes zum Stadtzentrum wünschenswert, wobei jedoch beachtet werden muß, daß nicht immer der nähere Flugplatz die kürzeren Zubringerfahrten aufweist.

Außer einem günstigen Anschluß an das Vollbahnnetz, welcher besonders betriebstechnisch von Bedeutung ist, kommen als Zubringer hauptsächlich Kraftwagen sowie städtische Straßen- und Schnellbahnen in Betracht, deren Linienführung für die rasche Verbindung mit dem Flugplatz maßgebend sein wird. Umwege der Zufahrt, Bahnkreuzungen, Brückenüberfahrten und andere Hindernisse, welche die Geschwindigkeit der Zubringerfahrzeuge herabmindern, können manchmal die Verbindung naher Flugplätze gegenüber weiteren ungünstiger erscheinen lassen.

Eine Übersicht der Entfernungen einiger Flughäfen von den Stadtzentren soll als Anhaltspunkt für derartige Überlegungen dienen (vgl. Tafel 1 auf umstehender Seite).

Aus obiger Zusammenstellung ersieht man, daß die meisten modernen Verkehrsflugplatzanlagen innerhalb eines Umkreises von max. 10 km vom Stadtzentrum liegen, wobei die beigefügten Einwohnerzahlen eine entsprechende Vergleichsbasis geben sollen. Alle Anlagen, die außerhalb des 10-km-Ringes liegen, sind meist ehemalige Militärflugplätze, welche später für Verkehrszwecke umgebaut wurden und daher eine verkehrstechnisch wenig günstige Lage besitzen.

Tafel 1.

Stadt	Entfernung des Flug- hafens vom Stadtzentrum km Luftlinie	Einwohner- zahl der Stadt
Amsterdam-Schiphol . . . . .	9,00	734 500
Berlin-Tempelhof . . . . .	3,50	4 024 200
Budapest . . . . .	10,00	929 000
Buffalo (municipal airport) . . . . .	8,00	550 000
Cleveland (m. a.) . . . . .	13,00	984 500
Dresden-Heller . . . . .	4,00	619 200
Frankfurt a. M.-Rebstock . . . . .	3,50	467 600
Hamburg-Fuhlsbüttel . . . . .	8,80	1 079 200
Köln . . . . .	6,00	700 250
Königsberg-Devau . . . . .	4,70	279 950
Halle—Leipzig-Schkeuditz . . . . .	14,20	679 200
London-Croydon . . . . .	14,00	4 615 000
Malmö-Bultofta . . . . .	3,50	117 200
München-Oberwiesenfeld . . . . .	5,30	680 700
Paris-Le Bourget . . . . .	12,00	2 871 400
Philadelphia (m. a.) . . . . .	8,00	2 035 900
Prag-Kbely . . . . .	8,00	676 700
Stuttgart-Böblingen . . . . .	16,00	342 000
Wien-Aspern . . . . .	10,00	1 865 800

Die betriebstechnischen Gesichtspunkte folgen aus den speziellen Anforderungen des Flugwesens an geeignete Luftverkehrsanlagen. Gute Einflugmöglichkeiten, also hindernisfreie Lage, Vermeidung nebelreicher Niederungen, sowie eine entsprechende Ausdehnung des Fluggeländes sind Bedingungen, die unbedingt berücksichtigt werden müssen. Außerdem darf die nähere Umgebung des Flugplatzes weder zu dichte Verbauung, noch ausgedehnte natürliche Landungshindernisse, wie Baumbestände, Wasserläufe, Sümpfe und dergleichen, aufweisen, denn Flugzeugdefekte in geringer Höhe nach dem Start können zu raschen Hilfslandungen zwingen, die unter den erwähnten ungünstigen Verhältnissen zu folgenschweren Unfällen führen müssen.

Die großen Nachteile starker Nebelbildungen für den Luftverkehr wurden schon an anderer Stelle besprochen, doch soll noch gesagt werden, daß gerade bei Nebel alle Bauwerke größerer Höhenausdehnung für die in der Nähe des Flugplatzes oft niedrig fliegenden Maschinen Gefahren mit sich bringen und daher Stadtgebiete, die besonders zahlreiche derartige Hochbauten aufweisen, für eine Flugplatzanlage nicht geeignet sind.

Bei Flughäfen wird, wie schon erwähnt, ein direkter Eisenbahnanschluß besonders betriebstechnisch sehr wichtig sein, da dadurch der Zu- und Abtransport ganzer Flugzeuge, schwerer Werkstücke und der Betriebsstoffmengen wesentlich erleichtert und verbilligt wird.

Vom bautechnisch-wirtschaftlichen Standpunkte aus wäre zu beachten, daß in größerer Entfernung vom Stadtzentrum meist billigere Boden-

preise geltend sind, und daher leichter großzügige und erweiterungsfähige Anlagen mit relativ geringeren Baukosten hergestellt werden können. Die durchschnittlichen Bodenpreise für Flughafensflächen schwanken normal zwischen 1 RM bis 2 RM je m<sup>2</sup>, doch besitzen sehr zentral gelegene Flughafengründe einiger Weltstädte Bodenwerte von 10 RM bis selbst 20 RM je m<sup>2</sup>. Abgesehen von derartigen Ausnahmefällen dürfen die Grunderwerbskosten nur insoweit für die Platzwahl als ausschlaggebend in Betracht gezogen werden, als durch ein billigeres Grundstück keine wesentliche Beeinträchtigung des verkehrstechnischen Wertes der Anlage hervorgerufen wird. Höhere Anlagekosten, die bei entsprechender Stadtnähe des Fluggeländes auch volle Berücksichtigung der betriebstechnischen Bedingungen ermöglichen, werden sich meist verantworten lassen, betriebstechnische Mängel jedoch können einen Flughafen trotz verkehrstechnisch günstigster Lage unbrauchbar machen.

Alle diese Überlegungen gelten in erster Linie für Verkehrsflugplätze, während für andere Anlagen, wie z. B. Schul- und Sportflugplätze, sinngemäße Modifikationen dieser Bedingungen, entsprechend der späteren Besprechung, Platz greifen können und müssen.

An dieser Stelle sollen noch zwei Sonderfälle Erwähnung finden, und zwar:

- a) Zwei oder mehrere Städte besitzen gemeinsam einen Flughafen;
- b) Eine Stadt besitzt mehrere Verkehrsflugplätze.

Zu a): In dicht besiedelten Industriegebieten kann es der Fall sein, daß zwei oder mehrere naheliegende, wichtige Siedlungszentren Anschluß an das Luftliniennetz durch Errichtung eines gemeinsamen Flughafens suchen. Das verkehrswirtschaftliche Gewicht der entsprechenden Wirtschaftszentren wird, abgesehen von der Geländegestaltung, die Lage des Flugplatzes beeinflussen, der bei zwei Städten meist zweckmäßig in deren Verbindungslinie liegen dürfte. Entfernungen von über 20 km des Flughafens vom jeweiligen Stadtinnern werden jedoch eine derartige Lösung, die dann beiden Teilen wenig Nutzen bringen würde, kaum ratsam erscheinen lassen.

Zu b): Abgesehen von den schon erwähnten Spezialflugplätzen, die stets günstigerweise eine räumliche Trennung von den Anlagen der Handelsluftfahrt erhalten, wird manchmal für Verkehrsflughäfen der Vorschlag gebracht, bei größerer Entfernung derselben vom Stadtzentrum, einen mehr zentral gelegenen Verkehrslandeplatz, der nur der Aufnahme bzw. Abgabe der Passagiere und Luftfrachten dienen soll, anzulegen. Die Unterbringung der Flugzeuge sowie die Vornahme der Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten erfolgt demnach im entfernten Hauptflughafen, der allein mit den erforderlichen Hallen- und Werkstattbauten ausgestattet ist. Zu diesem Zweck müssen die nächstgelegenen Flugzeuge stets dahin überflogen werden. Diese Anordnung zweier zusammenhängender Flugplätze bringt derart große betriebstechnische Nachteile mit sich, daß sie nur in den seltensten Fällen und dann nur als Provisorium anzuwenden wäre. Der besonders in Amerika häufig anzutreffende Fall, daß eine Stadt mehrere unzusammenhängende Verkehrsflughäfen besitzt, die getrennt von verschiedenen Verkehrsgesellschaften angeflogen werden, zeigt große verkehrs- und betriebstechnische Mängel und bedingt bei geringer Verkehrsdichte eine Unwirtschaftlichkeit der Betriebsführung der einzelnen Anlagen.

## 2. Fluggelände und Rollfeld.

Auf Grund der auf S. 37 dargestellten Gesichtspunkte wird die Wahl eines geeigneten Fluggeländes getroffen, innerhalb dessen dann die engere



Abb. 1. Flächenverteilung eines Flughafens.

Festlegung und Begrenzung des Flughafengebiets erfolgen muß. Aufbau und Gliederung des Flugplatzes in ebener und räumlicher Richtung einerseits und die lokalen Verhältnisse andererseits werden diese Aufgabe bestimmen. Die Flächen-disposition eines Flughafens geht aus Abb. 1 hervor, welche die erforderlichen Grundelemente: Rollfeld, Bebauungsfläche und Randzone schematisch zur Darstellung bringt. Die Gestaltung der Flughafenanlage in der dritten Dimension muß nach dem Gesichtspunkt erfolgen, daß der über dem Flughafengebiet liegende Luftraum von Luftfahrthindernissen gemäß den später folgenden Erörterungen freigehalten wird.

Formung und Dimensionen von Rollfeld, Schutzzone und hindernisfreier Flughafenzone<sup>1)</sup> werden in erster Linie durch die Bewegungsvorgänge der Flugzeuge bei Start und Landung bedingt, wobei sieben verschiedene Phasen unterschieden werden können.

- Start:
1. Das Flugzeug rollt vom Abfertigungsplatz zum Startpunkt.
  2. Anlauf des Flugzeugs vom Startpunkt bis zur Stelle des Abhebens.
  3. Steigflug bis zur Erreichung der Reiseflughöhe.
- Landung:
4. Gleitflug des Flugzeugs bis zum Punkt des „Abfangens“ (Verflachung des Gleitwinkels in Bodennähe).
  5. Ausschweben bis zum Aufsetzpunkt (allmähliche Verringerung der Schwebefähigkeit).
  6. Ausrollen des Flugzeugs.
  7. Das Flugzeug rollt zum Abfertigungsplatz.

Die Bewegungsvorgänge 2, 5 und 6 erfolgen stets gegen den jeweils herrschenden Wind, der Start bzw. Landepunkt wechselt daher mit der Windrichtung.

Während bei kleineren Flughäfen die Flugzeuge auf dem kürzesten Weg von der Abfertigung zu dem meist unweit des Rollfeldrandes liegenden Startpunkt rollen, regeln die Betriebsvorschriften großer Flughäfen mit starker Verkehrsintensität diesen Bewegungsvorgang vielfach derart, daß jede abfliegende Maschine den Startpunkt nur durch Fortbewegung längs der Peripherie

<sup>1)</sup> Es ist zu unterscheiden zwischen der „hindernisfreien Flughafenzone“ und dem allgemeinen Begriff „Flughafenzone“, der das gesamte Flughafengebiet im weiteren Sinne und den darüberliegenden, für den Betrieb der Luftfahrzeuge erforderlichen Luftraum umfaßt. Die Flughafenzone ist durch die neue deutsche Verordnung über Luftverkehr festgelegt.

RGBl. Nr. 33 v. 29. Juli 1930. Verordnung über Luftverkehr vom 19. Juli 1930. § 36: „Die Flughafenzone wird bei der Genehmigung des Flughafens festgesetzt und soll nicht größer sein als der Luftraum über dem mit 10 km Halbmesser um den Mittelpunkt des Flughafens geschlagenen Kreis; sie ist Geländemerkmale anzupassen, die aus der Luft gut erkennbar sind. Der Luftraum über geschlossenen Ortschaften soll möglichst in die Flughafenzone nicht einbezogen werden.“

des Rollfeldes bis zu der dem Startpunkt am nächsten liegenden Stelle erreichen darf.

Anlauf­länge und Steig­winkel sind durch die Flug­leistungen der verschiedenen Flugzeug­typen, deren Beladung sowie durch die jeweiligen meteorologischen Verhältnisse bedingt, außerdem wird auch der Anlaufweg durch die Beschaffenheit des Start­geländes wesentlich beeinflußt. Im all­gemeinen kann gesagt werden, daß die Extremwerte der Start­leistungen einerseits durch die Verkehrsflugzeuge und andererseits durch die außerordentlich rasch steigenden Kampf­flugzeuge gebildet werden (Abb. 2), dazwischen liegen die verschiedenen Typen der Militär- und Sportflugzeuge je nach Flächen- und Leistungsbelastung der Maschinen. Die deutschen Bauvorschriften für Flugzeuge (D. V. L.-Vorschriften 1928 § 4503) besagen, daß ein Flugzeug bei Windstille vom Stand bis 20 m Höhe nicht mehr als 650 m zurücklegen darf, woraus sich für 350 m Anlauf ein Minimalsteig­winkel von 1:15 ergibt. Die gleiche Vorschrift gilt auch für die Landung. Die durch diese Vorschrift bedingten

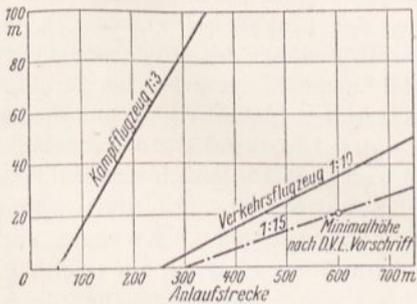


Abb. 2. Ablauf­längen und Steig­fähigkeit der Flugzeuge.

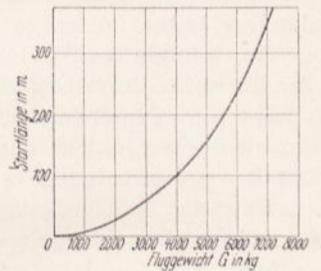


Abb. 3. Zunahme der Start­länge bei wachsendem Fluggewicht eines Flugzeugs.

Mindeststartleistungen werden jedoch von allen in Betrieb befindlichen Verkehrs­maschinen in günstigem Sinne übertroffen, so daß für diese Typen die Anlauf­länge von 200 bis 300 m und ein durchschnittlicher Steig­winkel von 1:10 angenommen werden kann. Die Start­leistungen der gleichen Type sind ferner vom jeweiligen Fluggewicht abhängig. Größeres Fluggewicht erhöht natur­gemäß den Anlaufweg und vermindert die Steig­fähigkeit, welche erstere Funktion in Abb. 3 für ein dreimotoriges Verkehrsflugzeug von 6,5 t zulässigem Fluggewicht dargestellt ist. Der Verlauf der Kurve nach Überschreitung eines Fluggewichts von 6500 kg läßt die rasche Zunahme der Start­länge bei höheren Belastungen erkennen. Stark überlastete Flugzeuge, wie sie z. B. bei Ozeanüberquerungen zum Einsatz gelangten, benötigten ohne Zuhilfenahme besonderer Startbahnen Startwege bis zu 1,5 km.

Einen weiteren Einfluß übt der Zustand des Luftmediums bei diesen Bewegungsvorgängen des Flugzeugs aus, wobei geringere Luftdichte<sup>1)</sup> bei Flugplätzen in größeren Höhenlagen eine Zunahme der Start­länge zur Folge hat. Die Bewegung der Luft bei Start mit Gegenwind erhöht die Relativ­geschwindigkeit des Flugzeugs zur Luftmasse und bewirkt daher kürzeren Start und rascheres Steigen.

<sup>1)</sup> Vgl. Airport Rating Regulations, 1. Mai 1928. Department of Commerce, Aeronautics Branch, Washington D. C., Diagramme.

Nicht unberücksichtigt darf schließlich die Beschaffenheit der Rollfeldfläche bei Untersuchung des Startvorgangs bleiben. Die Neigungsverhältnisse wie auch die Oberflächenstruktur des Rollfeldes lösen Kräftewirkungen auf das in Bewegung befindliche Flugzeug aus, die das gesamte Kräftespiel des Startvorgangs beeinflussen. Ein Gefälle der Rollfeldfläche in der Startrichtung vermindert den Anlaufweg, während ein Ansteigen des Geländes eine Verzögerung der Bewegung, somit eine Verlängerung der Startstrecke mit sich bringt. Die Oberflächenstruktur des Rollfeldes wirkt auf die Größe des Reibungswiderstands zwischen Laufrad und Unterlage. Infolge des parabolisch zunehmenden Auftriebs bei wachsender Geschwindigkeit nimmt der Reibungswiderstand entsprechend ab und erreicht im Moment des Abhebens den Wert Null. Dem Bewegungsvorgang 3 (Steigflug) wäre insofern eine besondere Bedeutung zuzumessen, als der normale Steigflug bis zur Erreichung der Reiseflughöhe durch eine etwaige Betriebsstörung des Triebwerks besonders bei einmotorigen Flugzeugen eine unerwartete Unterbrechung erfahren und das noch in Bodennähe befindliche Flugzeug dadurch zum raschen Aufsuchen eines Außenlandegeländes im engen Umkreis des Flughafens gezwungen werden könnte. Da infolge der noch geringen Höhenlage des Flugzeugs in diesem Falle die Rückkehr desselben zum Rollfeld nicht immer gefahrlos durchführbar ist, so liegt es im Interesse der zu fördernden Sicherheit, wenn die nähere Umgebung des Flughafens günstiges Außenlandegelände aufweist.

Die Bewegungsvorgänge 4 bis 7 (Landing) stellen im wesentlichen eine Umkehrung des Startvorgangs dar. Sämtliche für den Startvorgang gebrauchten Gesichtspunkte gelten daher in sinngemäßer Übertragung auch für die Landung. Das Flugzeug geht aus dem Normalflug in den Gleitflug über und nähert sich dem Gleitwinkel 1:5 bis 1:10 der Rollfeldfläche. In Bodennähe erfolgt die allmähliche Herabminderung des Gleitwinkels (Abfangen), bis das Flugzeug horizontal ausschwebt, bei Verlust des Schwebevermögens aufgesetzt und nach erfolgtem Auslauf zum Stillstand kommt. Das gelandete Flugzeug rollt hierauf auf dem kürzesten Weg über das Rollfeld zum Abfertigungsplatz.

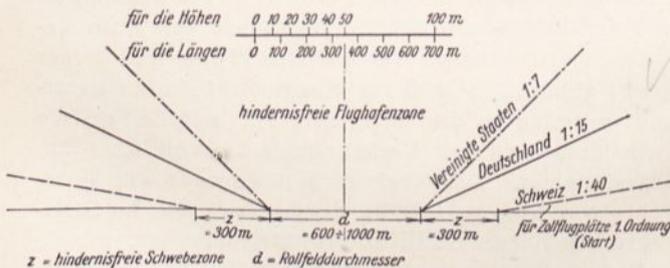


Abb. 4. Darstellung der hindernisfreien Flughafenzone.

Der Landeweg setzt sich, wie aus obenstehender Darstellung hervorgeht, aus der Ausschwebestrecke und dem Ausrollweg zusammen. Erstere beträgt bei Verkehrsflugzeugen rd. 150 m, letztere 200 bis 300 m, so daß der gesamte Landeweg eine durchschnittliche Länge von rd. 400 m aufweist. Die Einführung des Spornrades oder einer schwenkbaren Spornkufe bei schweren Flugzeugtypen verkürzt zwar einerseits die Startweglänge, hat aber andererseits eine wesentliche Zunahme der Ausrollstrecke zur Folge. Die Anbringung von Laufradbremsten ist daher von besonderer Wichtigkeit. Derartige Laufradbremsten stehen schon bei verschiedenen Flugzeugmustern in Verwendung.

Aus diesen betriebstechnischen Grundlagen ergeben sich die Anforderungen an die Dimensionierung von Rollfeld und hindernisfreier Flughafen-

zone (Abb. 4), die in Deutschland durch folgende Bestimmungen des Reichsverkehrsministeriums<sup>1)</sup> festgesetzt sind:

Öffentliche Flughäfen werden nach Größe und Art ihrer Einrichtungen in Flughäfen erster und zweiter Ordnung eingeteilt.

„Im öffentlichen Flughafen erster Ordnung muß das Rollfeld eben, so groß und so gelegen sein, daß Flugzeuge in allen Richtungen wenigstens 600 m rollen und anschließend daran sich unbehindert im Winkel 1:15 in die Luft erheben, d. h. auf je 15 m Bodenstrecke 1 m Höhe gewinnen können. Liegt der Flughafen innerhalb geschlossener Ortsteile, so ist eine Rolllänge von mindestens 1000 m in jeder Richtung erforderlich.

Die Umgebung des Flughafens in einem Umkreis von etwa 1,5 km um die Rollfeldgrenzen soll frei von Luftfahrthindernissen sein; vorhandene Luftfahrthindernisse sind entsprechend der Vorschrift des § 90 der Verordnung über Luftverkehr kenntlich zu machen.

Als Luftfahrthindernisse sind insbesondere natürliche oder künstliche Erhebungen anzusehen, die in die im Winkel 1:15 geneigte Flugbahn hineinragen.“

Die Vorschriften der anderen europäischen Staaten gleichen im wesentlichen den deutschen Bestimmungen. Eine bemerkenswerte Ausnahme machen die Anforderungen an genehmigungspflichtige Flugplätze der Schweiz (Eidgenössisches Luftamt vom 24. April 1928), welche folgende Minimalwerte der Rollfelddimensionen in der Richtung der vorherrschenden Winde festlegen.

#### 1. Zollflughäfen I. Klasse:

a) Start:	Ebene Rollzone . . . . .	600 m
	Hindernisfreie Schwebzone . . . . .	300 „
	Steigwinkel (äußere Hindernisfreiheit) 1:40	
b) Landung:	Ebene Rollzone . . . . .	400 „
	Hindernisfreie Schwebzone . . . . .	300 „
	Gleitzone 1:20	

Die Breite richtet sich nach den vorhandenen Windrichtungen, sie muß aber mindestens 400 m betragen.

#### 2. Zollflughäfen II. Klasse und Flugplätze des internen gewerbsmäßigen Verkehrs:

a) Start:	Ebene Rollzone . . . . .	450 m
	Hindernisfreie Schwebzone . . . . .	300 „
	Steigzone 1:40	
b) Landung:	Ebene Rollzone . . . . .	300 „
	Hindernisfreie Schwebzone . . . . .	300 „
	Gleitzone 1:20	

Minimalbreite 200 m.

#### 3. Flugplätze der Sportfliegerschulen:

a) Start:	Ebene Rollzone . . . . .	300 m
	Hindernisfreie Schwebzone . . . . .	300 „
	Steigzone 1:40	
b) Landung:	Ebene Rollzone . . . . .	200 „
	Hindernisfreie Schwebzone . . . . .	300 „
	Gleitzone 1:20.	

<sup>1)</sup> Verordnung über Luftverkehr v. 19. Juli 1930 Punkt E; dazu Anlage 6: Anweisung über die Anlegung öffentlicher Flughäfen.

Wesentlich geringere Anforderungen stellen die amerikanischen Zulassungsbedingungen für öffentliche Flugplätze, ein Umstand, der durch die meist erheblich günstigeren Flugleistungen der amerikanischen Flugzeuge erklärt werden kann. Als Minimalanforderung werden zwei sich unter mindestens  $60^\circ$  kreuzende Rollfeldstreifen von wenigstens 150 m Breite mit anschließender Steigzone 1:7 gestellt. Selbst amerikanische Fachleute erkennen die Gefahren, welche diese Bestimmungen auch für Flugzeuge mit guten Start- und Lande-Eigenschaften mit sich bringen und befürworten eine Festlegung der Minimallänge der Startfläche mit 750 m und die Forderung einer hindernisfreien Steigzone im Winkel 1:8 bis 1:10.

Mit Rücksicht auf das günstige Schwebevermögen mancher Flugzeugtypen und auf die Anforderungen des Nebel- und Nachtflugs an das Landegelände ist es zweckmäßig, wenn die nächste Umgebung des Rollfeldes vor der Errichtung baulicher Anlagen, welche als Luftfahrthindernisse angesehen werden können, tunlichst geschützt ist. Die neue deutsche Verordnung über Luftverkehr beachtet diesen Gesichtspunkt durch die Festlegung einer Bauzone, worüber folgende Anordnungen getroffen werden:

„Wenn im Umkreise von 0,5 km um die Rollfeldgrenzen Bauwerke, Masten, Starkstrom- oder Funkanlagen oder andere den Luftverkehr störende Anlagen errichtet werden sollen, so hat die Baupolizeibehörde oder die sonst zur Genehmigung oder Errichtung solcher Anlagen zuständige Behörde vor ihrer Entscheidung den Flughafenunternehmer zu hören und die Stellungnahme der zuständigen Landesbehörde einzuholen. Dasselbe gilt im Umkreis von 0,5 bis 1,5 km um die Rollfeldgrenzen bei Anlagen dieser Art, die sich höher als 25 m über das Rollfeld erheben sollen.“

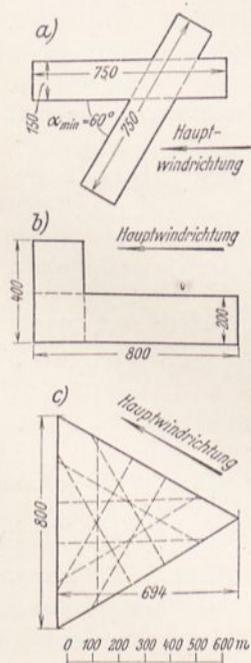


Abb. 5. Rollfeldformen.

Unter Voraussetzung gleicher Startstreckenlängen nach allen Richtungen ergeben sich als Rollfeldformen der Kreis und die regelmäßigen Vielecke. Da jedoch die zur Verfügung stehenden Grundstücke meist unregelmäßige Flächenumrisse aufweisen, wird sich die eigentliche Rollfeldform durch Einfügung der Start- und Landefläche in das jeweils vorhandene Flughafengebiet unter Berücksichtigung der erforderlichen Minimalmaße ergeben. Zweckmäßig ist es jedenfalls, wenn die größte Rollfelddimension in Richtung der vorherrschenden Winde (häufigste Starts und Landungen) und die kürzeste in Richtung der Luftströmungen größter Geschwindigkeit (kürzeste Anlauf- und Ausrollstrecken) zu liegen kommen. Das Bestreben, das Ausmaß der Rollfeldfläche durch günstige Flächenformen tunlichst zu reduzieren, hat vorwiegend im Ausland zu Vorschlägen geführt, die eine Auflösung der Gesamtfläche in eine Reihe einzelner Start- und Landeflächen bezwecken. Die Kombinationen dieser Flächenstreifen ergeben Rollfelder, die mehr oder minder vielseitige Start- und Landerichtungen aufweisen und daher oftmals Start- und Landevorgänge in einer von der jeweiligen Windrichtung abweichenden Richtung bedingen (Abb. 5, 6a u. b). Mit Rücksicht auf die erforderliche

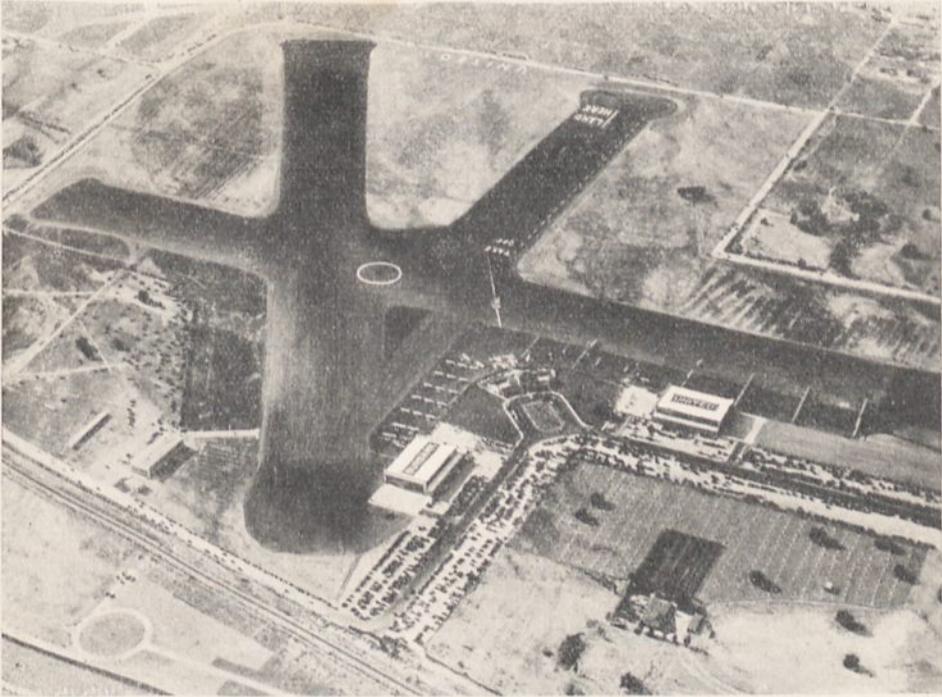


Abb. 6a. United Airport Burbank Californien (Boeing System).

Sicherheit des Start- und Landevorgangs soll diese Abweichung  $22,5^\circ$  nicht überschreiten; diese Bedingung wird auch bei Anlage künstlicher Startbahnen zu beachten sein. Eine tunlichst zentrale Lage der Flugplatzhoch-

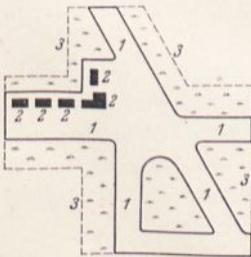


Abb. 6b. Rollfeldform nach dem Boeing-System (U. S. A.).

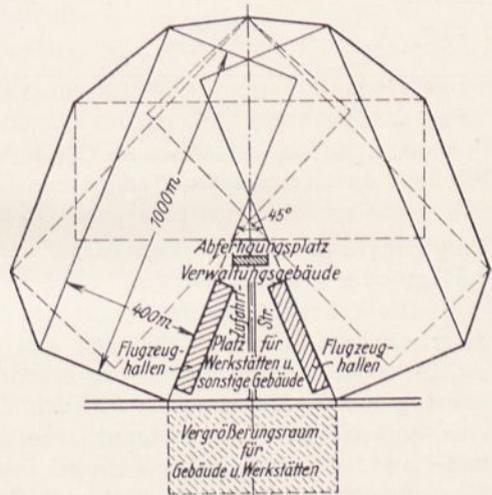


Abb. 7. Flugplatz nach einem französischen Vorschlag.

bauten sucht der in Abb. 7b dargestellte französische Vorschlag einer Rollfeldform zu entsprechen, der trotz vorgeschobener Aufstellung der Verkehrs- und Betriebsbauten das Vorhandensein vielseitigster Start- und Landerichtungen bietet.

Um nun das Rollfeld zweckentsprechend in das Fluggelände einzufügen, empfiehlt es sich, besonders bei schwierigen Fällen, eine genügende Anzahl von Längs- und Querprofilen des Fluggeländes aufzunehmen und mit Hilfe dieser Unterlagen unter Beachtung des jeweils vorgeschriebenen Steigungswinkels der hindernisfreien Flughafenzone die genaue Festlegung der Rollfeldmitte und des Rollfeldumfangs vorzunehmen. Die Herstellung vom Profil des Fluggeländes gibt fernerhin Aufschluß über die zur Herstellung einer ebenen Rollfeldfläche gegebenenfalls erforderlichen Erdbewegungen und wird die

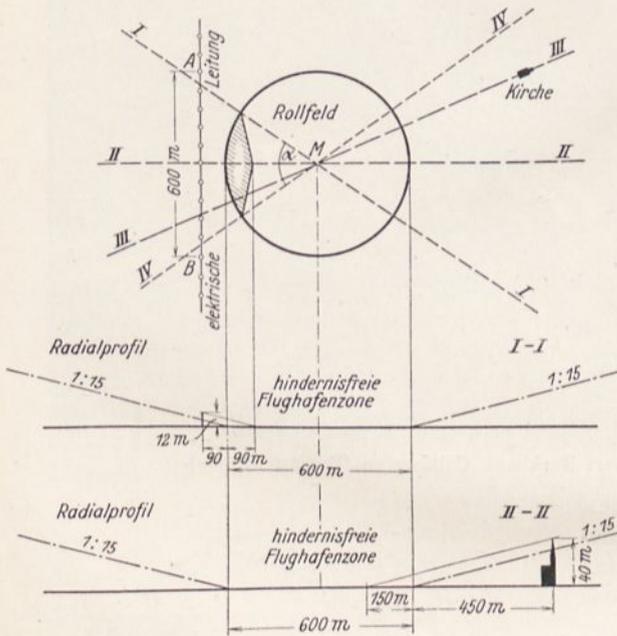


Abb. 8. Radialprofilmethode zur Überführung der hindernisfreien Flughafenzone.

der Kirchturm dauernd signalisiert und die Leitung auf der Strecke A—B verlegt oder gekabelt werden.

Die Oberfläche des Rollfeldes soll eben, dauernd fest und dennoch elastisch sein. Geländeneigungen von 1 % sind im allgemeinen, solche von 2 % in besonderen Fällen (Gebirgsgegend) noch zulässig. Von besonderer Bedeutung für den Flugbetrieb ist auch der Verlauf der Neigungen. Während eine einheitliche Gesamtneigung innerhalb der genannten Grenzen für Start und Landung kein Hindernis bietet, erschweren wechselnde Neigungen diese Bewegungsvorgänge beträchtlich und führen zu Überbeanspruchung und vorzeitiger Abnutzung des Flugzeugmaterials. Die Anforderungen an eine ebene Rollfeldfläche bedingen auch den sorgfältigen Ausgleich kleiner Bodenebenheiten, welche Arbeiten auch nach Inbetriebsetzung eines Flughafens dauernd fortzusetzen sind.

Eine durchaus zweckmäßige Rollfeldoberfläche wird heute durch Anlage einer dichten Grasnarbe (s. I. Abschnitt, Kapitel 4) geschaffen, deren Eigenschaften sowohl Zähigkeit als auch Elastizität umfassen. Ungünstige Boden-

richtige Wahl des Flughafen-gebiets auch in dieser Hinsicht fördernd beeinflussen. Ist jedoch ein vorhandenes Projekt nachzuprüfen, so zeichnet man in gewissen Peripherieabständen Radialprofile durch den Rollfeldmittelpunkt, legt in jedem dieser Profile die hindernisfreie Flughafenzone fest und kann daraufhin beurteilen, ob und inwieweit die vorgeschlagene Lösung den jeweiligen Anforderungen entspricht (Abb. 8). Man erkennt daraus sogleich, daß im Profil III — III der 40 m hohe Kirchturm, sowie die zwischen den Profilen I — I und IV — IV verlaufende, 12 m hohe Hochspannungsleitung in die Flughafenzone hineinragen. Bei Beibehaltung dieser Lösung müßten

verhältnisse können jedoch zur Vornahme künstlicher Festigung der Rollfeldfläche zwingen, welche Maßnahme auch durch Indienststellung schwerer Großflugzeugtypen und eine starke Zunahme der Verkehrsdichte in den Flughäfen bedingt werden kann. Eine Schonung der Grasnarbe großer Flughäfen ist durch Anlegung kurzer betonierter Startstreifen in Verbindung mit einer das Rollfeld umsäumenden Rollbahn zu erreichen (Abb. 9). Die Länge dieser

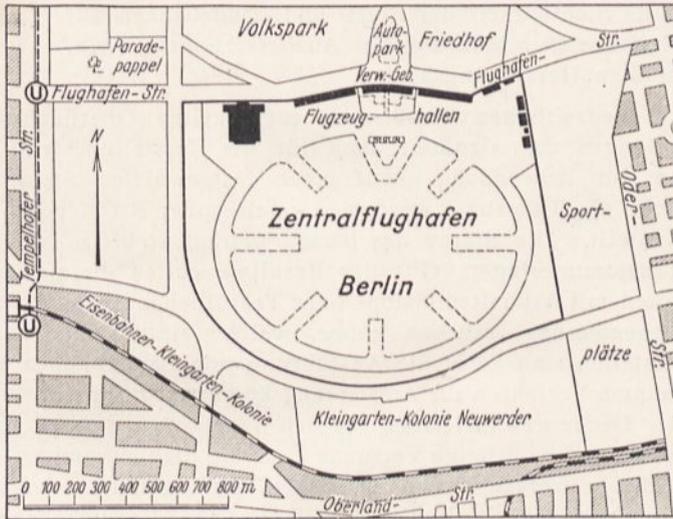


Abb. 9. Flughafen Berlin-Tempelhof. Projekt für den Ausbau der Rollfeldfestigung.

Startstreifen kann geringer gehalten werden als die gesamte Anlaufstrecke der Flugzeuge, doch müssen dieselben derart bemessen sein, daß das Flugzeug bei Verlassen der Betonplatte schon eine starke Gewichtsverminderung durch Auftrieb erhält und daß sich daher der Übergang auf den Rollfeldrasen ohne Einsinken in die geänderte Unterlage vollzieht. Trotzdem wird jedoch der Ausbildung dieser Übergangsstelle Beachtung zugewendet werden müssen. Die im Projekt Berlin-Tempelhof vorgesehenen Startbahndimensionen betragen 150 bis 270 m Länge und 60 m Breite. Die Landungen erfolgen bei dieser Ausgestaltung auf der elastischen Rasendecke.

Auf den europäischen Flughäfen wurde bisher, abgesehen von Ausnahmefällen, mit Rasendecken als Rollfeldoberfläche das Auskommen gefunden. Wesentlich anders liegen die Verhältnisse in Amerika, wo Klima, ungünstige Bodenverhältnisse und vielfach kleine Rollfeldflächen schon frühzeitig zur Ausführung von durchlaufenden Start- und Landebahnen geführt haben (Abb. 6a). Während die Startbahnen eine glatte und harte Oberflächenstruktur zeigen sollen, müssen Landebahnen eine entsprechende raue und elastische Oberfläche bieten, die den zur Vernichtung der potentiellen Energie nötigen Reibungswiderstand und die zur milden Aufnahme der dynamischen Wirkungen erforderliche Elastizität aufweist. Die Startbahn muß jedoch trotz ihrer glatten Oberfläche auch bei nasser Witterung brauchbar sein. Sie darf daher nicht so glatt sein, daß ein Rutschen der Laufräder des Flugzeuges eintreten kann.

Diesen Anforderungen wären noch folgende wichtige Gesichtspunkte hinzuzufügen<sup>1)</sup>:

1. Haltbarer Unterbau,
2. Ebene dauerhafte Oberfläche,
3. Staubfreier, wasserdichter Belag,
4. Quergefälle zur Ableitung des Oberflächenwassers,
5. Gute Entwässerung der Unterschicht,
6. Gute Sichtbarkeit der Start- und Landebahnen aus größerer Höhe,
7. Einfache Durchführung der Ausbesserungsarbeiten,
8. Mäßige Herstellungskosten.

Die im neuzeitlichen Straßenbau entwickelten Oberflächenfestigungsverfahren gelangen zum Großteil auch für die Herstellung von Start- und Landebahnen zur Anwendung. Auf einer festgewalzten Steinschlag- und Schotterdecke als Unterbau werden Asphalt- oder Betondecken für Startbahnen hergestellt. Die Stärke des Belags beträgt 10 bis 20 cm (Beton oder Asphalt auf Betonunterlage). Günstige Resultate sollen die gewalzten Sand-Schotter-Decken mit Asphaltemulsion- oder Teerölbehandlung (Tränkverfahren und Oberflächenteerung) ergeben haben, welche einfach und mit mäßigen Kosten herzustellen sind. Für die Ausführung von Landebahnen können nur die letztgenannten Verfahren zur Anwendung kommen, da nur diese die nötige Elastizität der Decke gewährleisten. In den Vereinigten Staaten von Amerika werden gegenwärtig großzügige Versuche über die Eignung und zweckmäßigste Ausführung dieser verschiedenen Bauweisen durchgeführt. So besitzt der städtische Flughafen in St. Louis eine Reihe von Versuchsbahnen, die in ständiger Beobachtung stehen. Die Ergebnisse dieser Versuche werden voraussichtlich wertvolle Aufschlüsse über die praktische Brauchbarkeit der zu vergleichenden Verfahren geben.

Bei Herstellung dieser Decken darf die vorhergehende richtige Regelung des Grundwasserstandes und der raschen Abfuhr von Tagwässern durch Anlage eines Entwässerungssystems nicht außer acht gelassen werden. Die amerikanischen Ausführungen zeigen meist zwei neben den Längsseiten der Startbahn verlaufende Rohrstränge, die das Tagwasser in die Hauptleitungen des Entwässerungsnetzes abführen. Jene Flughäfen, die nur Startbahnen vorgesehen haben, müssen ausreichend große Rasenflächen zur Vornahme der Landungen besitzen. Die künstlich gefestigten Bahnen müssen schon aus entsprechender Höhe (min. 600 m nach amerikanischer Vorschrift) für den Flugzeugführer ersichtlich sein. Betonbahnen heben sich durch ihre helle Farbe von der übrigen Bodenfläche gut ab, dunkle Oberflächenbeläge hingegen müssen durch eine rd. 1 m breite beiderseitige Abgrenzung aus hellem Material (weiß, chrom-, oder orange-gelb) gekennzeichnet werden. Die Längsdimensionen, der Start- und Landebahnen schwanken zwischen 500 und 1000 m, die Breite der Startstreifen beträgt 20 bis 50 m, diejenige der Landestreifen 60 bis 100 m.

Besondere Bedeutung kommt den künstlich gefestigten Startbahnen für den Anlauf stark belasteter und überlasteter Langstreckenflugzeuge<sup>2)</sup> zu, wie sie z. B. für die teils versuchten, teils auch durchgeführten Ozeanüberquerungen eingesetzt wurden. Zu den schon angeführten Anforderungen

<sup>1)</sup> Vortrag R. H. Simson, Asphalt Paving Conference 1929, West Baden Spr.

<sup>2)</sup> Vgl. A. Pröll, Der Start schwerbelasteter Flugzeuge. Z. F. M. 1928, 2. Heft.

an eine normale Startbahn kommt in diesem Sonderfall noch die Möglichkeit, die Startbahn mit einem Abrollhügel zu verbinden, d. h. die Startfläche mit Gefälle anzulegen. Eine solche Ausführung befindet sich am Werkflugplatz der Junkers-Flugzeugwerke AG. in Dessau (Abb. 10 u. 11 a, b, c, d). Die Startbahn besitzt eine Länge von 750 m, ist 10 m breit und hat ein Maximalgefälle von 1%. Sie ist aus Beton 1:8 auf einer 20-cm-Schotterlage hergestellt und hat sich beim Start der „Bremen“, zu dem der Ozeanüberquerung vorangehenden Flug Dessau—Baldonel gut bewährt. Das mit rd. 50% überlastete Transoceanflugzeug „Bremen“ (Gesamtfluggewicht 3700 kg gegenüber

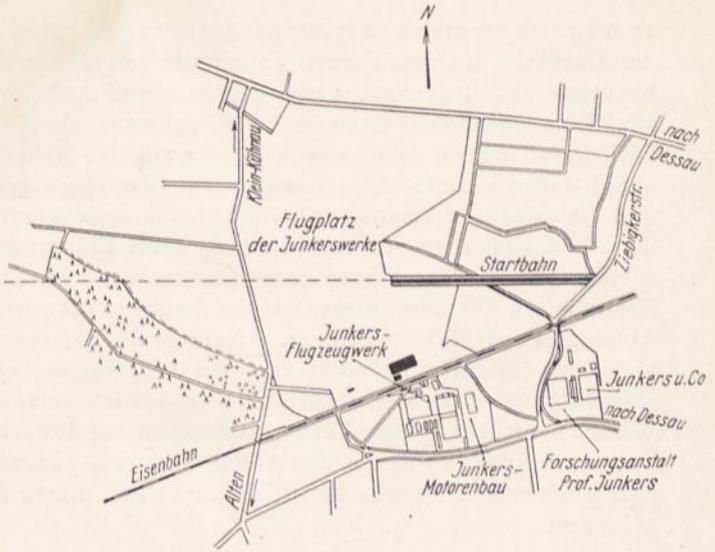


Abb. 10. Flugplatz und Startbahn der Junkerswerke in Dessau.

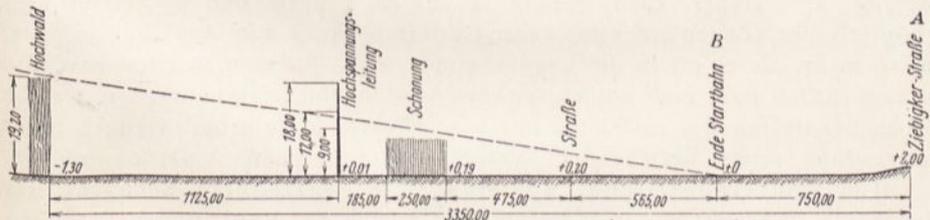
geringem Gefälle hergestellt und hat sich beim Start der „Bremen“, zu dem der Ozeanüberquerung vorangehenden Flug Dessau—Baldonel gut bewährt. Das mit rd. 50% überlastete Transoceanflugzeug „Bremen“ (Gesamtfluggewicht 3700 kg gegenüber

a) Kopf der Startbahn.

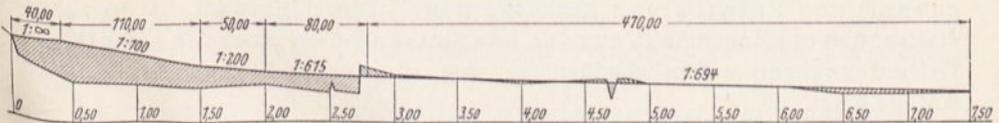


Abb. 11 a bis d. Startbahn der Junkerswerke in Dessau.

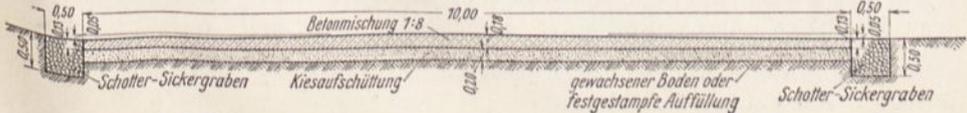
b) Längsschnitt durch die Startbahn und das Vorgelände



c) Startbahn-Längsschnitt A—B, 20fach überhöht



d) Startbahn-Querschnitt



2500 kg des normalen W-33-Typs) hatte bei verhältnismäßiger Windstille auf der Startbahn in Dessau einen Anlauf von 550 bis 600 m. In Baldonel dagegen benötigte das Flugzeug bei wenig günstigem Startgelände unter sonst gleichen Verhältnissen 1400 bis 1500 m. Der Schwanz des Flugzeugs war in beiden Fällen auf einem Spornwagen gelagert<sup>1)</sup>, der nach dem Abflug von selbst abfiel. Durch diese Anordnung wurde der Reibungswiderstand vermindert und ein günstiger Anstellwinkel zu Beginn des Anlaufs erreicht.

Das Bestreben, die Anlaufstrecken der Flugzeuge zu verkürzen, hat verschiedenartige Vorschläge gezeitigt, welche die Anwendung zusätzlicher Kraftquellen für den Start zwecks baldiger Erreichung der erforderlichen Abfluggeschwindigkeit bringen. Naturgemäß können derartige Kraftquellen und Starteinrichtungen nicht von den Flugzeugen selbst mitgeführt werden, sondern müssen auf der Startstelle vorhanden sein und von außen her ihre Wirkung ausüben. Eine Verwirklichung dieser Vorschläge stellen die Startkatapulte dar, die heute den Abflug kleiner Seeflugzeugtypen vom Schiff aus ermöglichen und im Abschnitt „Seeflughäfen“ dieses Buches zur Besprechung gelangen.

### 3. Der Ausbauplan des Flughafens.

Der Wahl und Festlegung des Flugplatzes im Fluggelände wird der Entwurf des Ausbauplanes folgen, eine Arbeit, die vielfach neue, interessante Probleme und Lösungen ergibt. Der Ausbauplan bedeutet die günstigste Auswertung der jeweils gegebenen örtlichen Lage für die bauliche Ausgestaltung einer Flugplatzanlage und enthält die Disposition der Flugplatzhochbauten, sowie sämtlicher anderer Anlagen, die mit jenen in engerer Verbindung stehen, wie Flugsteige, Abfertigungs- und Abbremsplattformen, Rollbahnen, Zufahrtstraßen, Anschlußgleise, Parkplätze.

Die Flugplatzhochbauten selbst stellen Verkehrs- und Betriebszentren dar, deren Lage für den technischen und betriebswirtschaftlichen Wert, wie auch für die Ausbaufähigkeit des Flughafens von größter Bedeutung ist. Daher kann gerade in diesen Fragen der Fachmann sein schöpferisches Können und seine ganze Gestaltungskraft zum Ausdruck bringen, um so mehr, als er oft in die Lage kommen wird, Anlagen zu entwerfen, die voraussichtlich bald eine umfangreichere Ausdehnung erfahren werden, welche jedoch bei Beginn des Ausbaues mit beschränkten Mitteln und vielfach unter Verwendung schon bestehender älterer Objekte geschaffen werden müssen.

Um eine einheitliche, systematisch gegliederte Bebauung des Flughafens zu erreichen, ist es unerläßlich, gleich bei Beginn der Entwurfsarbeiten einen Gesamtentwurf herzustellen, welcher der voraussichtlichen, zukünftigen Entwicklung Rechnung trägt. Dieser Entwurf ist so zu gestalten, daß er sinngemäß in einzelne Bauphasen geteilt einen den jeweiligen Erfordernissen entsprechenden, in sich abgeschlossenen Ausbau der Anlage zeigt.

Die für Flugplatzhochbauten verfügbaren Flächen werden sich aus der Form der gesamten Flughafenfläche und jener des Rollfeldes ergeben. Alle jene Flughäfen, deren Rollfelder einheitliche kreisrunde, oder polygonale

<sup>1)</sup> Vgl. Dr. A. R. Böhm, Dessau, Junkers-Frachtflugzeug W 33 als Transozeanflugzeug „Bremen“. Z. d. V. d. L., Bd. 72, Nr. 40.

Flächen darstellen, werden die Anordnung der Hochbauten in Frontal- oder Ecklösung (Abb. 12 u. 13) bedingen, während die aus verschiedenen Start- und Landestreifen zusammengesetzten, meist sehr unregelmäßigen Rollfeldflächen, welche z. B. in Nordamerika vorherrschen, es gestatten, die Bebauungsflächen zwischen die einzelnen Rollfeldflächen einzuschieben (Abb. 14).

Die Frontallösung (Abb. 12) (vgl. auch Berlin-Tempelhof) stellt eine übersichtliche Gebäudeanordnung am Rollfeldrande dar und gewährt die Möglichkeit, das große freie Vorgelände der Hochbauten zweckmäßig als Abfertigungs- und Aufstellungsplattformen der Flugzeuge auszubilden. Bei größerer Ausdehnung der erforderlichen Bebauungsfläche besitzt diese Lösung jedoch den Nachteil, daß durch die langgestreckte, meist ziemlich geradlinige Form dieser Anlage eine beträchtliche Verminderung des tunlichst frei zu haltenden Start- und Einschweberaumes am Rollfeldrande entsteht. Besonders mit Rücksicht auf die zukünftige Zunahme der Flüge bei unsichtigem Wetter

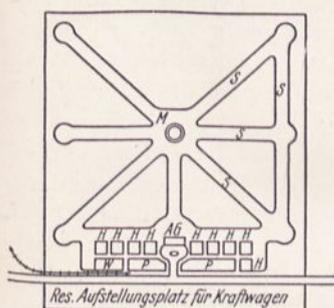


Abb. 12. Frontallösung.

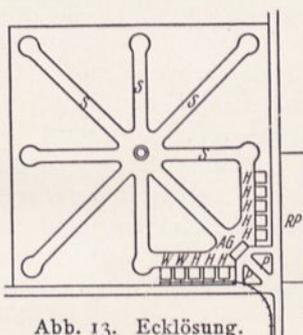
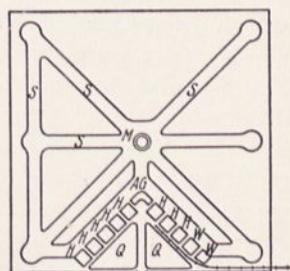


Abb. 13. Ecklösung.

Abb. 14.  
Keilförmige Bebauung.

und zur Nachtzeit ist es, wie schon an früherer Stelle betont, erforderlich, daß die Umrandung des Rollfeldes möglichst frei von Flughindernissen gehalten wird, und daß daher die Flughafenhochbauten keine allzu lange Front in einer Richtung des Rollfeldrandes entwickeln.

Günstiger in dieser Beziehung ist die Ecklösung (Abb. 13), bei welcher die Gebäude in gebrochener Front auf zwei Seiten des Flugfeldes verteilt und weiter vom Rollfeldmittelpunkt entfernt liegen.

Von der Gruppe der Randlösungen leitet die keilförmige Bebauung (Abb. 14) zu jenen Lösungen über, welche in das Rollfeldgebiet vorgeschobene Flugplatzhochbauten vorsehen. Die keilförmige Anordnung der Hochbauten weist durch die gebrochene Gebäudefront einen Vorteil der Ecklösung auf, kann jedoch, gerade im Gegensatz zu dieser, durch eine weit vorgeschobene Lage des Baukomplexes gekennzeichnet werden. Die Nachteile dieser Lösung gegenüber den Randlösungen bestehen besonders in ungünstigen Einschwebeverhältnissen und beschränkten Freiflächen vor den Hochbauten. Günstig dabei ist selbstverständlich die zentrale Lage des Abfertigungsgebäudes, besonders für den Fall von Flughäfen mit vorwiegendem Durchgangsverkehr. Sämtliche Anordnungen der Hochbauten zwischen einzelnen Rollfeldstreifen, also alle Lösungen, die das eigentliche Rollfeld in eine Reihe von Startbahnen auflösen und die restlichen Teilflächen zur Errichtung der verschiedenen Bauten benutzen, sind aus betriebstechnischen Gründen für größere Flugplätze wenig empfehlenswert.

Grundsätzliche Unterschiede beim Entwurf des Ausbauplanes müssen für Anlagen mit vorwiegendem Durchgangsverkehr und für Endflughäfen gemacht werden. Flughäfen mit Durchgangsverkehr verlangen das Abfertigungsgebäude tunlichst nahe am Rollfeldrande, während die Flugzeughallen in etwas weiterer Entfernung angeordnet werden können. Wichtig ist auch in diesem Falle die Anbringung mehrerer Zapfstellen auf der Abfertigungsplattform, damit die Brennstoffnachfüllung bei den durchgehenden Flugzeugen rasch und unter Vermeidung unnötiger Rollwege erfolgen kann. Endflughäfen erfordern ein größeres Vorfeld vor dem Abfertigungsbau und vor den Flugzeughallen, wie auch eine betriebstechnisch günstige Lage der Hallen zur Abfertigungsplattform. Die Abfertigungsplattform selbst ist zweckmäßig in bestimmte Abschnitte zu gliedern, so daß eine übersichtliche Aufstellung und eine klare einfache Bewegungsführung der Flugzeuge des End- und Durchgangsverkehrs möglich ist.

Das Studium der verschiedenen durchführbaren Bewegungsführungen wird in den einzelnen Fällen stets eine wertvolle Grundlage für die Anordnung der hochbaulichen Anlagen bieten, wobei außer den Bewegungsvorgängen des Flugbetriebs auch jene des Personen- und Güterverkehrs, sowie des Zubringerdienstes in Betracht zu ziehen sind.

Die Verbindung zwischen den Abfertigungsgebäuden und der Abfertigungsplattform stellt bei größeren Flugplätzen zweckmäßig ein Flugsteig her, der wenigstens teilweise mit einer leichten Schutzdache versehen sein und bei stärkerem Verkehr eine Trennung für Zu- und Abgang der Fluggäste erhalten kann. Besonders in den Vereinigten Staaten von Amerika findet man auch Absperrungseinrichtungen, welche einen Abschluß gewisser Teile der Abfertigungsplattform gegen das Reisepublikum bezwecken, so daß die Fluggäste zwangsläufig vom Abfertigungsbau in die Flugzeugkabinen geleitet und davon abgehalten werden, zu nahe an das Triebwerk und die Leitwerkorgane der Flugzeuge heranzutreten.

Anschließend an die Abfertigungsplattform kann bei Großflughäfen, wie schon an früherer Stelle besprochen wurde, am Rande des Rollfeldes verlaufend, eine Rollbahn angeordnet werden, welche an verschiedenen Stellen ihres Umfanges in radial gerichtete Startbahnstreifen übergeht und von den abrollenden Flugzeugen benutzt wird. Bei Flughäfen mit schwächerem Verkehr wird man vorläufig auf diese Ausführung verzichten, jedoch, wenn möglich, einen gewöhnlichen Fahrweg rund um das Rollfeld anlegen, damit die einzelnen Punkte des Rollfeldes leicht durch Kraftwagen und Traktoren erreichbar sind.

Wichtig ist ferner die Lagebestimmung der einzelnen Flugplatzhochbauten untereinander und die Lage der äußeren Zufahrtwege zu diesen. Das Abfertigungsgebäude wird zweckmäßig zentral gelegen sein, damit von diesem aus die anderen Bauten auf kürzesten Wegen erreichbar sind. Ein Zusammenbau von Abfertigungsgebäude und Hallen ist jedoch aus bau- und betriebstechnischen Gründen, wie auch mit Rücksicht auf die dadurch stark verminderte Feuersicherheit zu vermeiden. Solange das Interesse des Publikums am Flugbetrieb, wie auch die Veranstaltung von Schauflügen zu Zwecken der Luftverkehrspropaganda als Nebeneinnahme der Flughäfen praktisch auswertbar sind, müssen auch entsprechende Freiflächen für Flughafenbesucher vorgesehen werden. Flughäfen mit umfangreicherem Werkstättenbetrieb erfordern eine zweckmäßige Lage der Werftbauten zu den Hallen, damit der Verkehr

zwischen diesen Objekten leicht und reibungslos bewerkstelligt werden kann. Die zum Flughafen führende Hauptverkehrsader soll derart in Flughafenstraßen aufgeteilt werden, daß das Abfertigungsgebäude auf kürzestem Wege erreichbar ist und die übrigen Hochbauten untereinander und mit der Hauptzufahrt in guter Verbindung stehen. Der Vorplatz auf der Zufahrtseite des Abfertigungsgebäudes soll unter Berücksichtigung der bei verstärktem Verkehr auftretenden Bewegungsvorgänge der Fahrzeuge und Fußgänger angelegt werden. Geeignete Flächen sind hierbei als Standplätze für Kraftfahrzeuge frei zu halten. Wichtig ist auch ein naher Anschluß der Flughäfen an die städtischen Straßen- und Schnellbahnen, wie gegebenenfalls an die Eisenbahn. Daher müssen die

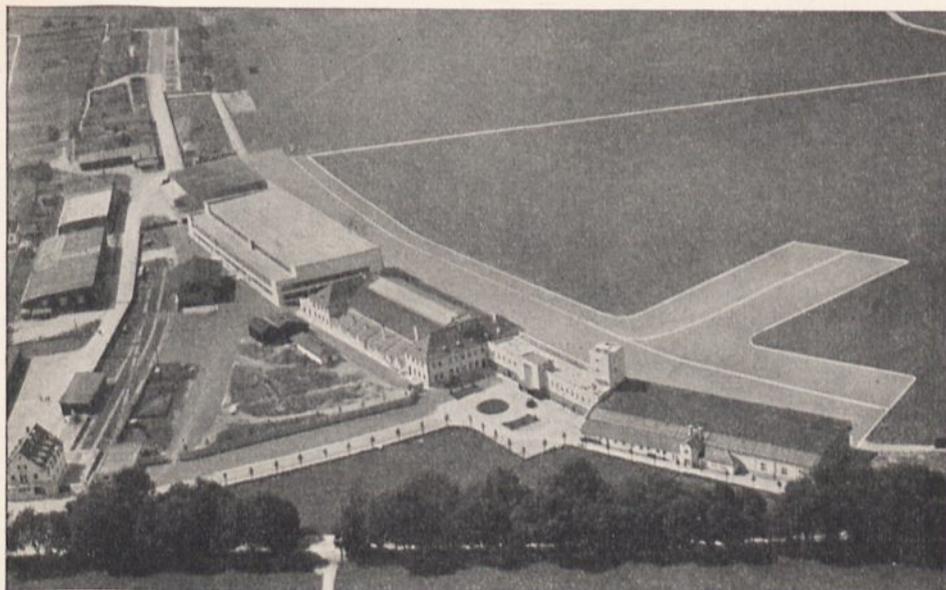


Abb. 15. Flughafen Stuttgart-Böblingen. Gesamtansicht.

entsprechenden Gleisanlagen rechtzeitig dem Ausbauplan eingefügt werden.

Als Ausführungsbeispiel eines solchen Entwurfs sei in Abb. 16 der Ausbauplan eines Großflughafens als Frontallösung dargestellt und besprochen. Vorausgeschickt muß werden, daß es sich dabei um eine theoretische Annahme handelt, die naturgemäß nicht direkt auf andere praktische Fälle übertragbar ist, welcher Spezialfall aber Gelegenheit bietet, eine Reihe von stets wiederkehrenden, beachtenswerten Gesichtspunkten zu betonen und hervorzuheben: zentrale Lage des Abfertigungsgebäudes in rd. 150 m Entfernung vom Rollfeldrand, — das Verkehrsproblem zwangsläufig geregelt durch streng gesonderte Anfahrtwege (Straßen, städtische Schnellbahn), wie auch durch vorgesehene Standplätze für Kraftwagen, getrennte Eingänge für Fluggäste, Personal und Zuschauer. — Güterverkehr seitlich vom Abfertigungsgebäude mit eigener Zufahrt. — Auf der Flugfeldseite des Abfertigungsbaues ausgedehnte betonierte Aufstellungsplattform für Flugzeuge, daran anschließend eine 25 m breite Rollbahn rings um das Rollfeld. — Die Lösung ist für einen Flughafen mit

kombiniertem End- und Durchgangsverkehr gedacht. — Getrennte Flugsteige für Abflug und Ankunft. — Beiderseits des Abfertigungsgebäudes liegen die Flugzeughallen in rd. 200 m durchschnittlicher Entfernung. Die Hallen rechts vom Abfertigungsgebäude für Flugzeugtypen bis zu 40 m Spannweite, die links liegende Halle als Kontroll- und Wartungshalle für Großflugzeuge (vgl. Kapitel 5), dahinter die Werfthalle, die mit der Großflugzeughalle durch ein Rollbahngleis verbunden ist. Ein Aufstellungsplatz für Großflugzeuge und ein Gleisanschluß an das Bahnnetz vervollständigen diesen Teil der Anlage. Tankanlagen mit Unterflurzapfstellen sind vor den Flugzeughallen bei der Abfertigungsplattform und am Aufstellungsplatz für Großflugzeuge vor-

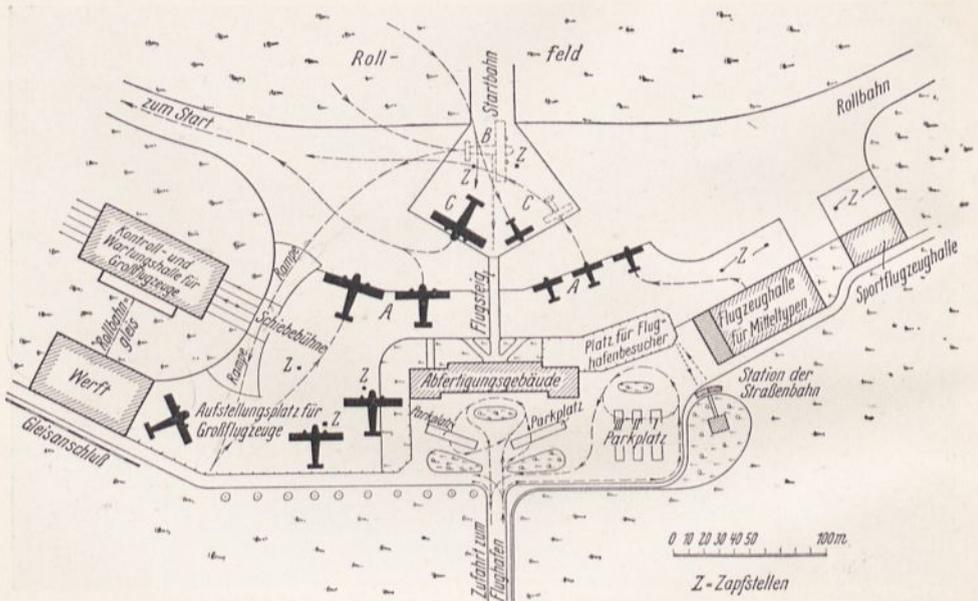


Abb. 16. Ausbauplan eines Flughafens (Frontallösung).

gesehen. Zur Aufnahme der Flughafenbesucher ist ein abgesperrter Raum anschließend an das Abfertigungsgebäude angeordnet, wie auch ein Teil der ebenen Dachfläche des Abfertigungsgebäudes vorgesehen. Diese Plätze sind vom übrigen Flugbetrieb vollständig getrennt und besitzen gesonderte Zugänge.

Wie schon erwähnt, wird eine derartig weit verzweigte Anlage in den seltensten Fällen sogleich im vollen Umfang zum Ausbau gelangen, vielmehr werden bei Herstellung des Gesamtentwurfs bestimmte Ausbaustadien festgelegt und diese dann den jeweiligen Anforderungen der Entwicklung und den vorhandenen Geldmitteln entsprechend ausgeführt. Einige solcher Ausbaustadien sind für den vorliegenden Spezialfall in Abb. 17 dargestellt. Man kann daraus das planmäßige Werden der Anlage ersehen und die Bedeutung eines schon zu Beginn des Ausbaues festgelegten Gesamtprojektes, das allein eine zweckmäßig gegliederte, systematisch erschlossene und den jeweiligen Betriebserfordernissen entsprechende Lösung ermöglicht.

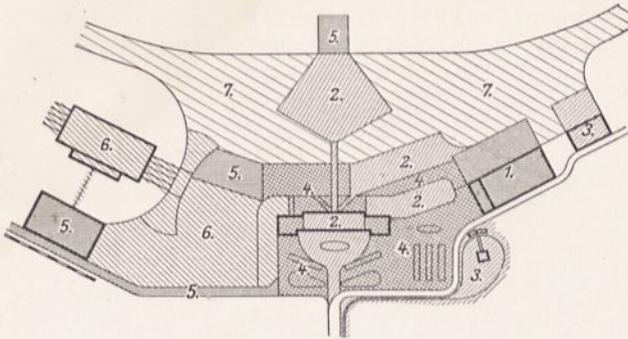


Abb. 17. Darstellung der einzelnen Ausbaustadien im Ausbauplan eines Flughafens.

1. Ausbaustadium: Herstellung einer Flugzeughalle für Verkehrsflugzeuge und Festigung des Hallenvorgeländes. Die Halle weist einen seitlichen Anbau auf, der im ersten Ausbaustadium zur Unterbringung sämtlicher Büro- und Abfertigungsräume dient, späterhin jedoch für die Kanzleiräume der technischen Leitung vorgesehen ist.
2. Ausbaustadium: Errichtung des Mitteltraktes des Abfertigungsgebäudes, Herstellung zweier Abfertigungsplattformen samt Flugsteigen. Die gegen die Flugzeughalle zu gelegene Plattform dient zur Aufstellung der abgehenden Flugzeuge, während die zentral vorgeschobene Plattform für ankommende und durchgehende Maschinen bestimmt ist. Einebnung und Abgrenzung eines Zuschauerplatzes.
3. Ausbaustadium: Errichtung einer Sportflugzeughalle und Festigung des Hallenvorgeländes.
4. Ausbaustadium: Anbau von zwei Seitentrakten an das Abfertigungsgebäude. Erweiterung des Vorplatzes auf der Zufahrtsseite des Abfertigungsgebäudes. Ausbau der Abfertigungsplattform, eines weiteren Flugsteiges und Herrichtung der bezeichneten Freiflächen (Kunstrasen usw.).
5. Ausbaustadium: Ausbau der Werftanlage und einer Zufahrtstraße zu dieser. Erweiterung der Abfertigungsplattform gegen die Werft zu. Etwaige künstliche Festigung von Startbahnstreifen.
6. Ausbaustadium: Errichtung einer Kontroll- und Wartungshalle für Großflugzeuge. Künstliche Festigung des Aufstellungsplatzes für Großflugzeuge.
7. Ausbaustadium: Künstliche Festigung des bezeichneten Vorgeländes und Ausbau der Rollbahn am Rollfeldrand.

#### 4. Das Abfertigungsgebäude.

Das Abfertigungsgebäude des Flughafens dient gleich dem Stationsgebäude der Eisenbahn zur Unterbringung der für den Verkehrsdienst, die Betriebsleitung und die Verwaltung erforderlichen Räumlichkeiten. Auch der Ausbau dieses Abfertigungsgebäudes muß dem Verkehrsumfange des Flughafens tunlichst angepaßt werden. In vielen europäischen Flughäfen wurden die Abfertigungsgebäude reichlich überdimensioniert, so daß dieselben mit Rücksicht auf den gegenwärtigen Verkehrsumfang durch erhöhte Anlage- und Erhaltungskosten die wirtschaftlichen Ergebnisse der Flughäfen äußerst ungünstig beeinflussen. In starkem Gegensatz dazu stehen noch die Abfertigungsbauten vieler amerikanischer Flughäfen, deren einfacher, ja vielfach noch primitiver Ausbau sich wirtschaftlich günstig auswirkt. Eine technisch wie wirtschaftlich zweckmäßige Ausgestaltung des Abfertigungsbaues kann daher nur erreicht werden, wenn gleich beim Entwurf desselben ein sorgfältig durchdachter, systematischer Ausbauplan festgelegt und unter dessen Zugrundelegung eine den jeweiligen verkehrs- und betriebs-technischen Erfordernissen entsprechende Ausbaustufe dieses Bauwerks hergestellt wird.

Räumliche Erweiterungsmöglichkeiten bestehen in Aufbauten und Zubauten. Sind im Verlaufe des Ausbaues Aufbauten von Stockwerkteilen geplant, so müssen die Mauern und Fundamente des Unterbaues rechtzeitig

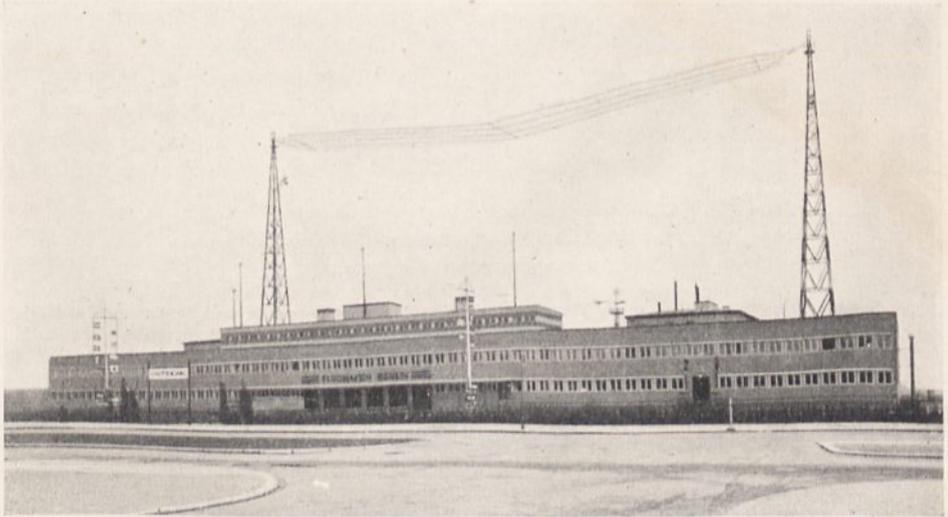


Abb. 18a. Flughafen Berlin-Tempelhof. Abfertigungsgebäude, Zufahrtseite.  
Aufnahme: Photo-Klinke & Co., Berlin.

stärker bemessen und ausgeführt werden, damit sie die späteren Zusatzlasten tragen und auf den Baugrund unter Beibehaltung der zulässigen Bodenpressung übertragen können. Auch auf eine zweckmäßige Aufbaumöglichkeit ent-



Abb. 18b. Flughafen Berlin-Tempelhof. Abfertigungsgebäude, Rollfeldseite.  
Aufnahme: Photo-Klinke & Co., Berlin.

sprechender Dachteile ist rechtzeitig Rücksicht zu nehmen. Bei Anbauten, welche mit einem schon bestehenden Bauwerk verbunden werden, ist zur Vermeidung nachträglicher Senkungen und der damit verbundenen Risse deren Fundierung sorgfältigst durchzuführen und die Bindung der einzelnen Gebäude-teile erst nach erfolgter Setzung herzustellen.



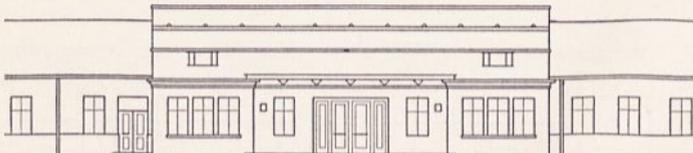
Für die Einteilung dieser Räume im Grundrißbild ist zu beachten, daß die einzelnen Raumgruppen trotz anstrengender Zusammenziehung eine entsprechende sachliche Trennung erfahren müssen und daß deren spezielle und gegenseitige Lage unter Berücksichtigung aller Benutzungsgrundsätze bestimmt wird. Die Empfangshalle wird zweckmäßig im Mittelpunkt des Gebäudes angeordnet. Durch diese Festlegung ergibt sich die Möglichkeit, die Betriebsräume auf der einen Seite der Halle zusammenzufassen und die dem Personenverkehr und Restaurationsbetriebe dienenden Räume

auf die gegenüberliegende Hallenseite zu verlegen, wodurch ein langgestrecktes Bauwerk entsteht, dessen

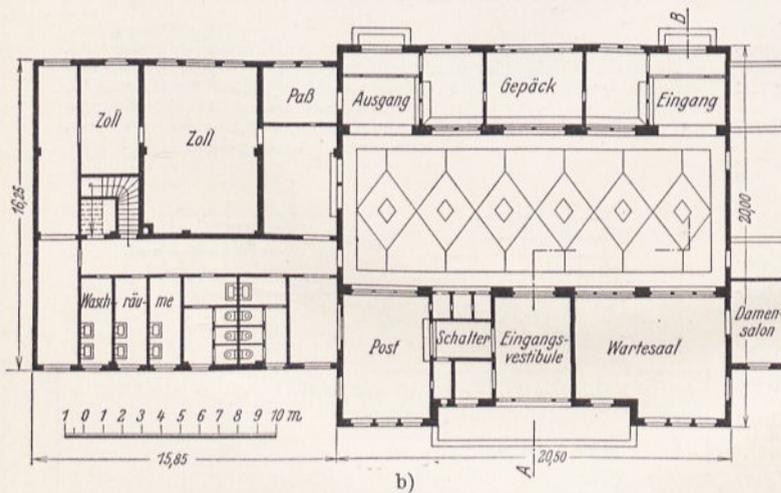
eine Längsfront gegen das Flugfeld zu liegen kommt. Verwaltungs- und Wohnräume können in den Obergeschossen des Abfertigungsgebäudes Platz finden, während die Räumlichkeiten des Güterverkehrs anschließend an die Betriebsräume im Erdgeschoß

oder bei größeren Anlagen in einem gesonderten kleinen

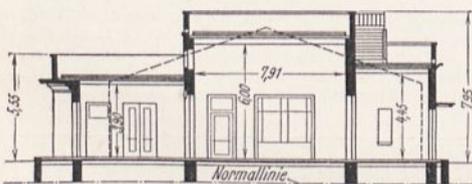
Gebäude untergebracht werden sollen. Jedenfalls müssen letztere nahe am Landungsplatz der Flugzeuge liegen und gleichzeitig den Zubringerfahr-



a)



b)



c)

Abb. 20a bis c.

Ansicht, Grundriß und Schnitt des Abfertigungsgebäudes Wien - Aspern.

zeugen eine gute Zufahrtmöglichkeit bieten, damit die Umladung der Güter auf kürzestem Wege erfolgen kann. Besondere Rücksicht ist ferner bei Anlagen mit starkem Verkehr auf tunlichste Trennung und zwangläufige Führung der Wege des Reisepublikums zu nehmen. Die Diensträume der Flugleitung, der Wetterwarte und der Flugpolizei sollen einen offenen Ausblick auf das Fluggelände besitzen und außerdem durch ihre gegenseitige Lage eine nahe Verbindung zwecks Nachrichtenaustausches ermöglichen. Diese letztere Forderung gilt auch besonders für die Räume des Funkdienstes, welche ihrerseits wieder einen engen Kontakt mit den obengenannten Stellen aufweisen müssen. Zum Zwecke

der Verkehrsregelung durch die Luftpolizei ist weiter an erhöhter Stelle ein kleiner Beobachtungsturm vorzusehen. Meist wird daher am Dache des Aufnahmegebäudes ein turmartiger Ausbau ausgeführt, der freie Sicht gewähren soll, ohne jedoch durch allzu große Höhe ein Luftfahrthindernis zu bilden. Der Beobachtungsstand ist bei manchen architektonischen Lösungen auch als Erker oder turmartiger Vorbau der Flugfeldfront des Abfertigungsgebäudes oder als selbständig gegen das Rollfeld zu gelegenes Objekt geringerer Höhe anzutreffen. Letztere Ausführung hat den Vorteil, durch deren vorgeschobene Lage einen engeren Kontakt der betreffenden Dienststelle mit den bei Start und Landung direkt beschäftigten Organen zu gehen, doch weisen beide Gestaltungsarten den Nachteil schlechterer Sichtverhältnisse auf. Auch der Flugwetterdienst benötigt zur Vornahme verschiedener Beobachtungen eine hochliegende Plattform, von der aus die erforderlichen Messungen unbeeinflusst von störenden Boden-Luftströmungen vorgenommen werden können. Die Warte- und Restaurationsräume sollen wenigstens teilweise die Aussicht auf das Flugfeld gestatten, wobei letztere derart anzulegen und zu bemessen sind, daß sie außer vom Reisepublikum auch von den Besuchern des Flughafens benutzt werden können.

Die Durchführung dieser Entwurfgrundsätze an praktischen Beispielen zeigen die beigefügten Abbildungen. Die Grundrißlösungen des Verwaltungsgebäudes Berlin-Tempelhof (Abb. 19) entsprechen dem gegenwärtigen Ausbaustand dieses Baues und enthalten sämtliche Raumgruppen in übersichtlicher Weise zusammengefügt. Das Abfertigungsgebäude des Flughafens Wien-Aspern (Abb. 20) entspricht wesentlich kleineren Verhältnissen, ist jedoch als gelungene Lösung eines Erweiterungsentwurfes nicht uninteressant. Das dargestellte Gebäude wurde zwischen schon bestehende ältere Objekte, die einen Teil der Verwaltungs- und Betriebsräume enthalten,

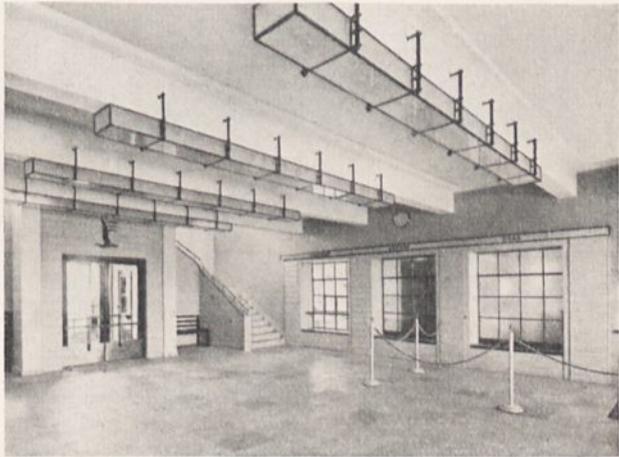


Abb. 21. Innenansicht der Abfertigungshalle des Flughafens Stuttgart-Böblingen.



Abb. 22. Ansicht des Abfertigungsgebäudes London-Croydon.

eingefügt und mit diesen zu einem einheitlichen Ganzen verbunden, welchen besonderen Verhältnissen auch die Grundrißlösung (Abb. 20) Rechnung trägt.

Die architektonische Durchbildung des Abfertigungsgebäudes soll zweckmäßige Formgebung und bedingungslose Betonung des neuzeitlichen Verwendungszweckes in würdevoller, künstlerisch empfundener Gestaltung zum

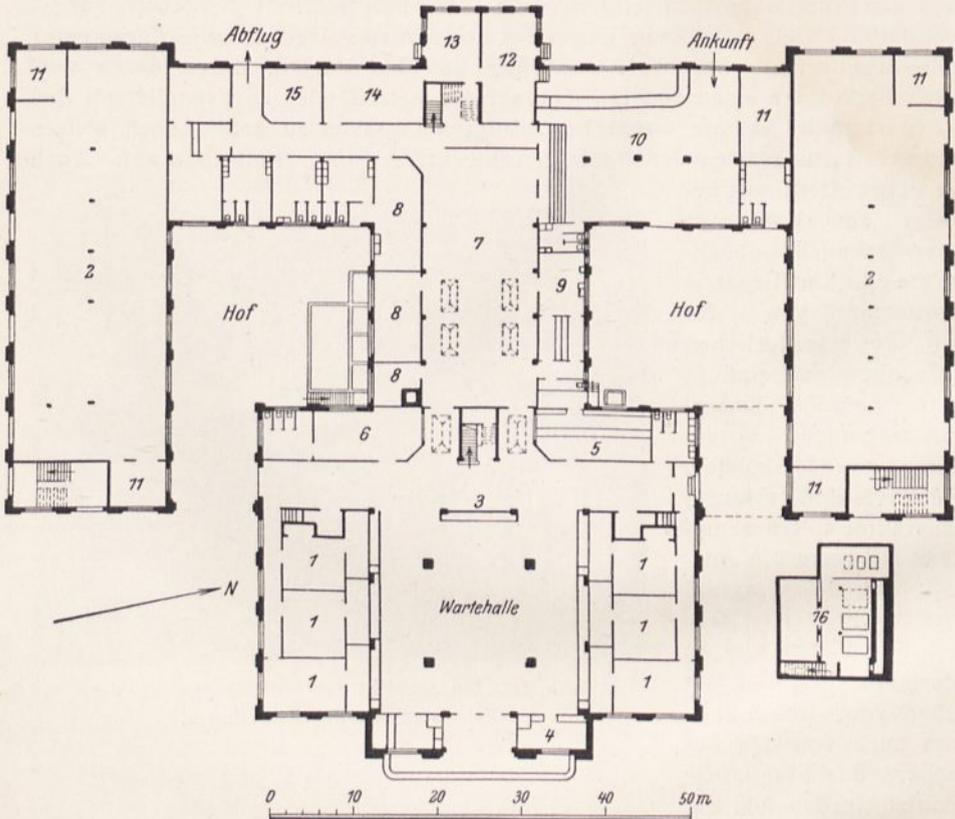


Abb. 23. Grundriß des Abfertigungsgebäudes London-Croydon.

- |   |                                |                         |
|---|--------------------------------|-------------------------|
| 1 Schalerräume der Luftverkehrsgesellschaften | 6 Warteraum für Damen          | 12 Flugwache            |
| 2 Fracht                                      | 7 Paßkontrolle                 | 13 Startpersonal        |
| 3 Wetterkarte                                 | 8 Diensträume                  | 14 Betriebsbüro         |
| 4 Verkaufsstand                               | 9 Umkleieraum                  | 15 Wetterdienst         |
| 5 Erfrischungsraum                            | 10 Zollkontrolle               | 16 Pumpen- und Heizraum |
|   | 11 Diensträume der Zollbeamten |                         |

Ausdruck bringen. Proportionale Dimensionierung der einzelnen Bauglieder, gebrochene Fronten langgestreckter Komplexe und einfache klare Linienführung unter Vermeidung originell sein wollender Exzentrizitäten sind Bedingungen, die zur Erreichung eines architektonisch gelungenen Entwurfs unerlässlich sind. Durch richtige Anwendung dezent abgetönter Farbverputze kann im Verein mit stilvoller Gartenarchitektur eine malerische Gesamtwirkung des Bildes erzielt werden.

In seiner Eigenart ungemein interessant ist das Abfertigungsgebäude des Flughafens Frankfurt a. M., Hof Rebstock. Dieses Bauwerk stammt von einem ehemaligen Gutshof, dessen Anfänge bis zum Jahre 1300 zurückreichen.

Heute ist der alte Gutshof unter Wahrung des mittelalterlichen Gepräges in einen den modernsten Anforderungen entsprechenden Flughafen umgestaltet (Abb. 24). Wenn auch eine derartige architektonische Lösung dem Grundsatz einer Hervorhebung des besonderen Verwendungszweckes widerspricht,



Abb. 24. Flughafen Frankfurt a. M.-Rebstock.

so hat dieselbe dafür den Vorzug einer starken Anpassung an den Lokalcharakter des Ortes, und es kann auch den künstlerischen Wert von Neuentwürfen heben, wenn diese ohne Verminderung anderer Gestaltungsgrundlagen eine Beeinflussung durch den Landesstil erkennen lassen.

## 5. Flugzeughallen.

### A. Anlage und Bemessung der Flugzeughallen.

Mehr als jedes andere Verkehrsmittel bedarf das hochwertige Flugzeug sorgfältiger Wartung und Pflege, damit es jene Betriebsicherheit aufweist, die zu dessen praktischer Verwendbarkeit unbedingt erforderlich ist.

Zum Schutze vor schädlichen Witterungseinflüssen und zur Vornahme aller erforderlichen Kontroll- und Wartungsarbeiten finden die außer Betrieb befindlichen Flugzeuge in Flugzeughallen Aufstellung. Die Flugzeughallen, deren Herstellungskosten für größere Flughäfen rd. 20 bis 30% der Gesamtanlagekosten des Flughafens betragen (80 bis 100 RM/m<sup>2</sup>), bilden somit einen wichtigen Bestandteil der Luftverkehrsanlagen, auf dessen zweckmäßigste Ausgestaltung größter Wert zu legen ist.

Der Behandlung dieser Fragen soll eine kurze Zusammenstellung über die Hauptabmessungen und Gewichte verschiedener kennzeichnender Größenklassen von Landflugzeugen vorangehen und dadurch dem Bautechniker ein allgemeiner Überblick über die Größenverhältnisse der wichtigsten Flugzeugkonstruktionen gegeben werden. Spezielle Werte der einzelnen Typen sind in Dr. von Langsdorffs „Taschenbuch der Luftflotten“ übersichtlich zusammengestellt.

Dem Stande der heutigen Entwicklung des Flugzeugbaues entsprechend können die zivilen Landflugzeuge ihrer Größe, Tragfähigkeit und Triebwerksausrüstung nach in drei Klassen geteilt werden, und zwar:

Klasse I: Sport-, Schul- und Reiseflugzeuge, Flugzeuge für Bedarfsluftverkehr.  
Zuladung bis 0,5 t.

Klasse II: Einmotorige und kleinere mehrmotorige Verkehrs-, Post- und Frachtflugzeuge. Flugzeuge für Spezialzwecke. Zuladung bis 1,7 t.  
 Klasse III: Vorwiegend mehrmotorige Verkehrs- und Frachtflugzeuge. Zuladung über 1,7 t.

Die ungefähren Grenzen der Abmessungen und Gewichte der diesen Klassen entsprechenden Flugzeuge sind in Tafel 2 zusammengestellt.

Klasse		I	II	III
Flügelspanweite $b$ in m:	min	8,00	15,00	25,00
	max	15,00	25,00	—
Länge $l$ in m:	min	6,00	8,00	15,00
	max	8,00	15,00	—
Höhe $h$ in m:	min	—	3,00	4,00
	max	3,00	5,00	—
Fluggewicht in t:	min	0,30	1,50	5,00
	max	1,50	5,00	—

In letzter Zeit sind Neukonstruktionen entstanden, welche die durchschnittlichen Abmessungen der heute im Verkehr eingesetzten Großflugzeuge wesentlich überschreiten<sup>1)</sup>. Wengleich aus verschiedenen Gründen von der Einführung einer weiteren Klasse abgesehen wurde, so wird die zukünftige Entwicklung nach Einsatz dieser vielfach noch im Versuchsstadium befindlichen Typen in den normalen Verkehrsdienst eine Berücksichtigung in dieser Richtung verlangen.



Abb. 25. Fairchild-Verkehrsflugzeug mit umklappbaren Tragflächen (USA.).

Die Flügelspanweiten sind bei einigen Modellen der Klassen I und II durch Umlegen der Flügel für Transport und Unterbringung zu vermindern. So hat z.B. der amerikanische Fairchild-Hochdecker (Abb. 25), ein Verkehrsflugzeug für fünf Personen, eine Breitendimension von 13,4 m, die nach Umklappen der Flügel

in die Richtung der Flugzeuglängsachse nur 3,90 m beträgt. Da jedoch derartige Konstruktionen besonders bei mittleren Typen noch ziemlich selten sind, so kann man in der Regel nur für bestimmte private, nicht aber für öffentliche Hallenbauten mit derartigen Ersparnissen rechnen.

Die Unterbringungsfrage der Flugzeuge wird je nach deren Größenklassen verschieden zu lösen sein. Abgesehen vom Verwendungszweck der Flugzeuge, der gegebenenfalls besondere Spezialanlagen erfordert, können folgende, allgemein geltende Grundsätze für Verkehrsflugplätze gegeben werden.

Flugzeugtypen der Klasse I, die eine geringere Reichweite besitzen und im Überlandflug meist kürzere Tagesstrecken zurücklegen, sollen auf jedem Flugplatz untergebracht werden können. Daher empfiehlt es sich, bei jeder Flugplatzanlage mindestens eine Halle für Kleinflugzeuge vorzusehen.

Flugzeuge der Klasse II werden meist bei Hauptlinien nur in den Endflughäfen derselben und in jenen Zwischenflughäfen eingestellt werden, die

<sup>1)</sup> Z. B.: Junkers G 38, Handley Page T 42.

Kopfstationen einer Nebenlinie sind oder in denen Maschinenwechsel vorgenommen wird. Längere Nebenflugstrecken benötigen auch im Endpunkt der Linie eine Unterbringungsmöglichkeit. Daher werden Flugzeughallen für Typen der Klasse II nur in den Anfangs- und Endflughäfen sowie in den oben erwähnten Zwischenflughäfen der Hauptlinien und gegebenenfalls auch in den Endpunkten größerer Nebenlinien zur Aufstellung gelangen.

Für die Flugzeuge der Klasse III, die ausschließlich im Durchgangsverkehr der Hauptlinien eingesetzt werden, braucht eine Unterbringungsgelegenheit nur in den Endflughäfen der Hauptstrecken und in jenen Zwischenflughäfen vorhanden zu sein, die Zentralflughäfen eines Landes sind und daher den im internationalen Verkehr eingesetzten Großflugzeugen der nationalen Luftverkehrsgesellschaften als Heimathafen dienen.

Die Zahl und die Abmessungen der jeweils erforderlichen Flugzeughallen hängen außer von den Größenverhältnissen der Flugzeuge naturgemäß auch von der Anzahl der zu bergenden Maschinen ab.

Bei der Bemessung von Hallen für Flugzeuge der Klasse I ist die Anzahl der im Flughafen dauernd stationierten Kleinflugzeuge wie auch jene der nächstliegenden Maschinen des Durchgangsverkehrs in Rechnung zu stellen und schließlich für beide Werte ein gewisser Reservezuschlag anzunehmen, der Ausnahmefälle und eine voraussichtliche Verkehrszunahme mit 20 bis 50% berücksichtigt. Darüber hinauszugehen, dürfte kaum ratsam, vielmehr in einem solchen Falle mit der Neuherstellung einer weiteren Halle zu beginnen sein.

Auch für Klasse II gelten die gleichen Bemessungsgrundlagen. Bei Verkehrsflugplatzanlagen wird die Zahl der zu bergenden Maschinen aus Flugzeugeinsatz und Flugplan des zugehörigen Streckennetzes genau hervorgehen, doch muß auch dieser Wert durch einen entsprechenden Erweiterungszuschlag erhöht werden.

Flugzeuge der Klasse III zeigen schon heute gewaltige Abmessungen, deren weitere Zunahme in den nächsten Jahren vorauszusehen ist. Während die Großflugzeuge bis rd. 35 m Flügelspannweite noch unschwer mit den Flugzeugen der Klasse II in normalen Hallen eingestellt werden können, stellt die Unterbringungsfrage größerer Typen den Bau- und Betriebstechniker vor ein neues Problem. Vorschläge zur Lösung dieser Frage zeigen grundsätzlich verschiedene Ansichten. Vielfach wird der Standpunkt vertreten, entsprechende Großflugzeughallen zu errichten, die auch noch vergrößerten Flugzeugtypen Platz bieten. Diese Auffassung trifft auch für Flugzeugtypen der gemischten Bauweise insofern zu, als Flugzeuge dieser Konstruktion in den Flughäfen unbedingt dauernd in Hallen untergebracht werden müssen. Der große Raumbedarf derartiger Flugzeuge bedingt jedoch gewaltige bauliche Anlagen, deren übermäßig hohe Ausbau- und Erhaltungskosten eine schwere Belastung der Flughäfen zur Folge haben würden. Dieser große Nachteil der gemischten Bauweisen hebt die Bedeutung der Ganzmetallkonstruktionen im Großflugzeugbau, welche Ausführungsart es gestattet, besonders größere Typen unbeschadet längere Zeit im Freien aufzustellen, umso mehr, als die technische Fortentwicklung auf diesem Gebiet dahingeht, alle empfindlichen Konstruktionsteile in das Innere der Flugzeugzelle zu verlegen oder entsprechend zu verkleiden. Die ständige Aufstellung wetterbeständiger Großflugzeuge im Freien auf besonders eingerichteten Aufstellungsplätzen wurde ebenfalls in verschiedenen Vorschlägen behandelt, die eine direkte Übertragung ähnlicher, in der Schifffahrt und im

Eisenbahnwesen bestehender Verhältnisse bringen und lediglich im Falle umfangreicher Grundüberholungen die Bergung der demontierten Großflugzeuge in Werfthallen vorsehen.

Mit Rücksichtnahme auf die täglich erfolgenden Kontroll- und Wartungsarbeiten, die besonders bei Großflugzeugen eine gewisse Zeit in Anspruch nehmen und genauestens durchgeführt werden müssen, wie auch zur Vornahme der laufenden Instandsetzungsarbeiten ist es jedoch unbedingt erforderlich, die Flugzeuge vorübergehend, nur auf die Dauer dieser Arbeiten, in einer ent-

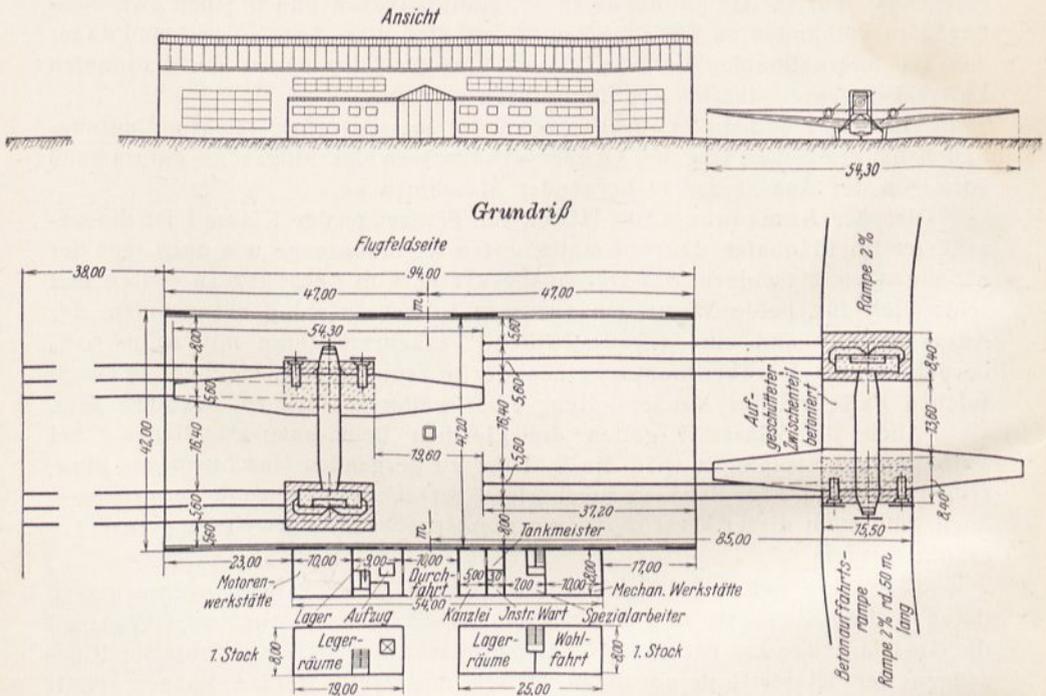


Abb. 26. Kontroll- und Instandsetzungshalle für Großflugzeuge.

sprechenden Spezialhalle zu bergen, deren Ausgestaltung eine rasche und gründliche, von Witterungseinflüssen unabhängige Durchführung der entsprechenden Arbeiten gewährleistet. Nach erfolgter Kontrolle und Behebung allfälliger Beanstandungen können dann die Flugzeuge bis zur neuerlichen Inbetriebsetzung auf besonderen Standplätzen gesammelt werden. Eine derartige Kontroll- und Instandsetzungshalle wurde vom Verfasser in Vorschlag gebracht<sup>1)</sup> und ist in Abb. 26 dargestellt.

Von besonderer Wichtigkeit für die Leistungsfähigkeit einer derartigen Anlage sind folgende Gesichtspunkte:

1. Rasche Ein- und Ausbringung der Flugzeuge (zweckmäßig maschinell mit zwangsläufiger Führung);
2. Praktische Einrichtung der Halle mit allen technischen Behelfen zur möglichst zeitsparenden Durchführung aller Arbeiten;

<sup>1)</sup> von Beyer-Desimon, Zur Frage der Unterbringung von Großflugzeugen. Bau-techn. 1929, S. 621.

3. Verbindung der Kontroll- und Wartungshalle mit entsprechenden Werkstattäumen, damit größere Instandsetzungsarbeiten ohne längere Besetzung der Halle durch das Flugzeug durchgeführt werden können (Demontage des Konstruktionsteils in der Halle, dann Ausbringen des Flugzeugs und Vornahme der Arbeit in den Nebenräumen);
4. Bei Werftflughäfen nahe Verbindung zwischen Halle und Werft, zwecks günstiger Zusammenarbeit beider Anlagen.

Diese Anforderungen wurden als Entwurfsgrundlagen für die Kontroll- und Wartungshalle angenommen. Das vorliegende Projekt sieht die gleichzeitige Behandlung von zwei Großflugzeugen vor und ermöglicht es, bei durchlaufendem Betrieb eine beträchtliche Anzahl von Flugzeugen abzufertigen.

Als weiterer Gesichtspunkt für die Anlage von Flugzeughallen kommt die Anordnung der Flugzeuge im Halleninnern in Betracht. Die kreuzförmige



Abb. 27. Flugzeughalle Berlin-Tempelhof.

Grundrißform der Maschinen ermöglicht es, durch verschiedene, zweckmäßige Aufstellungsarten eine günstige Raumausnutzung der Hallen zu erzielen. Besonders die leichtbeweglichen Flugzeuge der Klasse I können ziemlich eng gestellt werden, während bei den größeren Typen der Klasse II stark gedrängte Anordnungen zur Vermeidung zeitraubender und kostspieliger Rangierarbeit zu vermeiden sind. Aus diesem Grunde wird es auch zweckmäßig sein, reichlich bemessene Toröffnungen und nicht allzu große Bautiefen der Hallen auszuführen.

Großflugzeuge unter 35 m Flügelspannweite werden wohl meistens gemeinsam mit den Typen der Klasse II in Flugzeughallen untergebracht werden. Sie müssen dann derart stehen, daß sie während der Dauer ihres Aufenthalts in der Halle möglichst wenig oder gar nicht verschoben werden müssen. Bei Typen größerer Abmessungen muß aber unter allen Umständen jegliches Rangieren innerhalb der Halle unterbleiben. Die Aufstellungsanordnungen der Großflugzeuge zeigen stets weit ungünstigere Raumausnutzungen, und derartige Typen benötigen je laufendes Meter Flügelspannweite naturgemäß weit größere Hallenflächen als Flugzeuge der Klassen I und II. Tafel 3 zeigt verschiedene Aufstellungsmöglichkeiten und deren Raumausnutzung und soll den Flächenbedarf der einzelnen Flugzeugklassen bei den ent-

von Beyer-Desimon, Flughafenanlagen.

Tafel 3. Raumanutzung bei verschiedenen Aufstellungsarten von Flugzeugen der Klassen I bis III.

$F$  = Flächeninhalt der Halle in  $m^2$ .  $\Sigma l$  = Summe der Flügelspannweiten  $l$ .

$F/\Sigma l$  = Flächenbedarf in  $m^2$  je lfd. m Flügelspannweite.

1.

Klasse I



$$F = 400 \text{ m}^2$$

$$\text{Flugz. } 1 \times 12 \text{ m} = 12 \text{ m}$$

$$1 \times 10 \text{ m} = 10 \text{ m}$$

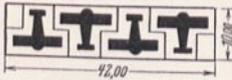
$$2 \times 9 \text{ m} = 18 \text{ m}$$

$$\Sigma l = 40 \text{ m}$$

$$F/\Sigma l = 10 \text{ m}^2/\text{m}$$

2.

Klasse I



$$F = 420 \text{ m}^2$$

$$\text{Flugz. } 4 \times 10 \text{ m} = 40 \text{ m}$$

$$\Sigma l = 40 \text{ m}$$

$$F/\Sigma l = 10,5 \text{ m}^2/\text{m}$$

3.

Klasse I



$$F = 600 \text{ m}^2$$

$$\text{Flugz. } 5 \times 11,5 \text{ m} = 57,5 \text{ m}$$

$$\Sigma l = 57,5 \text{ m}$$

$$F/\Sigma l = 10,5 \text{ m}^2/\text{m}$$

4.

Klasse I



$$F = 935 \text{ m}^2$$

$$\text{Flugz. } 2 \times 15,0 \text{ m} = 30,0 \text{ m}$$

$$5 \times 11,5 \text{ m} = 57,5 \text{ m}$$

$$\Sigma l = 87,5 \text{ m}$$

$$F/\Sigma l = 10,7 \text{ m}^2/\text{m}$$

5.

Klasse II



$$F = 1386 \text{ m}^2$$

$$\text{Flugz. } 5 \times 20 \text{ m} = 100 \text{ m}$$

$$\Sigma l = 100 \text{ m}$$

$$F/\Sigma l = 13,9 \text{ m}^2/\text{m}$$

6.

Klasse II



$$F = 1425 \text{ m}^2$$

$$\text{Flugz. } 2 \times 25 \text{ m} = 50 \text{ m}$$

$$1 \times 20 \text{ m} = 20 \text{ m}$$

$$2 \times 15 \text{ m} = 30 \text{ m}$$

$$\Sigma l = 100 \text{ m}$$

$$F/\Sigma l = 14,3 \text{ m}^2/\text{m}$$

7.

Klasse II



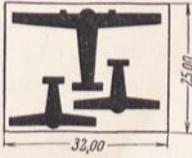
$$F = 832 \text{ m}^2$$

$$\text{Flugz. } 4 \times 17 \text{ m} = 68 \text{ m}$$

$$\Sigma l = 68 \text{ m}$$

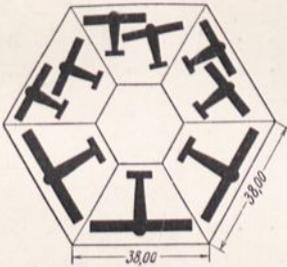
$$F/\Sigma l = 12,3 \text{ m}^2/\text{m}$$

8.  
Klasse II/III



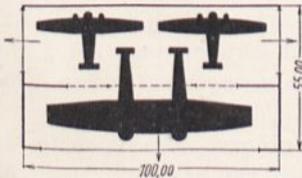
$$\begin{aligned}
 F &= 800 \text{ m}^2 \\
 \text{Flugz. } 1 \times 29 \text{ m} &= 29 \text{ m} \\
 2 \times 17 \text{ " } &= 34 \text{ " } \\
 \Sigma l &= 63 \text{ m} \\
 F/\Sigma l &= \underline{12,7 \text{ m}^2/\text{m}}
 \end{aligned}$$

9.  
Klasse II/III



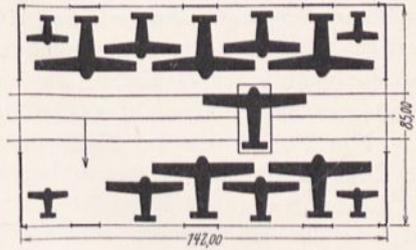
$$\begin{aligned}
 F &= 3750 \text{ m}^2 \\
 \text{Flugz. } 3 \times 28 \text{ m} &= 84 \text{ m} \\
 6 \times 16 \text{ " } &= 96 \text{ " } \\
 \Sigma l &= 180 \text{ m} \\
 F/\Sigma l &= \underline{20,8 \text{ m}^2/\text{m}}
 \end{aligned}$$

12.  
Klasse III



$$\begin{aligned}
 F &= 5500 \text{ m}^2 \\
 \text{Flugz. } 1 + 80 \text{ m} &= 80 \text{ m} \\
 2 \times 42 \text{ m} &= 84 \text{ " } \\
 \Sigma l &= 164 \text{ m} \\
 F/\Sigma l &= \underline{33,6 \text{ m}^2/\text{m}}
 \end{aligned}$$

10.  
Klasse II/III



$$\begin{aligned}
 F &= 12070 \text{ m}^2 \\
 \text{Flugz. } 6 \times 40 \text{ m} &= 240 \text{ m} \\
 4 \times 30 \text{ " } &= 120 \text{ " } \\
 4 \times 16 \text{ " } &= 64 \text{ " } \\
 \Sigma l &= 424 \text{ m} \\
 F/\Sigma l &= \underline{28,5 \text{ m}^2/\text{m}}
 \end{aligned}$$

11.  
Klasse III



$$\begin{aligned}
 F &= 4280 \text{ m}^2 \\
 \text{Flugz. } 2 \times 40 \text{ m} &= 80 \text{ m} \\
 2 \times 30 \text{ " } &= 60 \text{ " } \\
 \Sigma l &= 140 \text{ m} \\
 F/\Sigma l &= \underline{30,6 \text{ m}^2/\text{m}}
 \end{aligned}$$

13.  
Klasse III



$$\begin{aligned}
 F &= 3950 \text{ m}^2 \\
 \text{Flugz. } 2 \times 54,30 \text{ m} &= 108,60 \text{ m} \\
 \Sigma l &= 108,60 \text{ " } \\
 F/\Sigma l &= \underline{36,4 \text{ m}^2/\text{m}}
 \end{aligned}$$

sprechenden Anordnungsformen geben, welche Werte sich gegenwärtig zwischen 10 und 30 m<sup>2</sup> je Meter Flügelspannweite bewegen.

Auf Grund dieser Darlegungen kann für den jeweiligen Fall unschwer die Bemessung der erforderlichen Hallenflächen erfolgen, wobei berücksichtigt werden muß, daß zusammenhängende Hallenbauten über 200 m Länge aus betriebstechnischen Gründen, wie mit Hinsicht auf die erhöhte Feuersgefahr gedrängter Bebauung nicht ausgeführt werden sollen.

Die Torhöhen der Flugzeughallen sind meistens wesentlich größer als die Konstruktionshöhen der zu bergenden Flugzeuge, und man kann besonders bei älteren Hallenausführungen Abmessungen sehen, die bei kleinen Torweiten beträchtliche Höhenmaße zeigen. Das Verhältnis war dadurch entstanden, daß damals verschiedene Fachleute mit einem starken Höhenwachstum bei geringer Zunahme der Spannweiten der Flugzeugneubauten gerechnet und daher die Hallen entsprechend überdimensioniert hatten.

Diese vorgesehene Entwicklung ist zwar nicht eingetreten, aber auch bei neueren Bauausführungen finden wir in verschiedenen Ländern sehr ungleiche Verhältnisse der Torweiten zu den Torhöhen, wie Tafel 4 zeigt:

	Tafel 4.	$l/h$	$n$
London-Croydon . . . . .		50 : 11	4,55
Rotterdam-Walhaven . . . . .		50 : 12	4,17
Berlin-Tempelhof . . . . .		44 : 8	5,50
Halle-Leipzig . . . . .		60 : 10	6,00
Malmö-Bultofta . . . . .		50 : 8	6,25
Großflugzeughalle, Projekt der Junkers-Werke, Dessau . .		100 : 16	6,25
Hamburg-Fuhlsbüttel . . . . .		80 : 8	10,00

Eine Erklärung für diese wechselnden Verhältnisse ist sicherlich durch die ungleichen Bauhöhen der jeweils vorherrschenden Flugzeugtypen in den einzelnen Ländern gegeben, und es besitzen bei gleichen Spannweiten jene Hallen größere Torhöhen, die vorwiegend zur Bergung der stets höheren Doppeldecker bestimmt sind (England, Frankreich).

Aber auch dieses Moment ist keine ausreichende Begründung für eine starke Überdimensionierung der lichten Tor- und Hallenhöhen, die manchmal sogar ein Vielfaches der Bauhöhe eines großen Doppeldeckers betragen (Le Bourget<sup>1)</sup>). Derartige Abmessungen erhöhen nicht nur unbegründet die Herstellungs- und Erhaltungskosten, sondern ermöglichen auch kaum eine nur halbwegs wirksame Heizung des Hallenraumes in der kalten Jahreszeit.

Es ist daher erforderlich, bei Bemessung der lichten Torhöhen die Bauhöhen der verschiedenen Flugzeugtypen zu berücksichtigen und bei Hinzufügung eines natürlich gerechtfertigten Reservezuschlags ungerechtfertigte Überdimensionierungen zu vermeiden.

Für größere Flugzeughallen werden nach obiger Zusammenstellung Verhältniszerte  $n = 5,5$  bis  $6,5$  als zweckentsprechend erscheinen. Diese Annahmen gelten natürlich nur für den Normalfall einer Einbringung der Flugzeuge in Richtung der Längsachse derselben in die Halle.

Bei Quereinbringung von Großflugzeugen auf Schiebebühnen wird die erforderliche Torspannweite durch das Maß der Flugzeuglänge bestimmt, woraus

<sup>1)</sup> Wronsky, Einiges über den Flughafen Le Bourget. Der Luftweg, Jahrg. 26, Nr. 6.

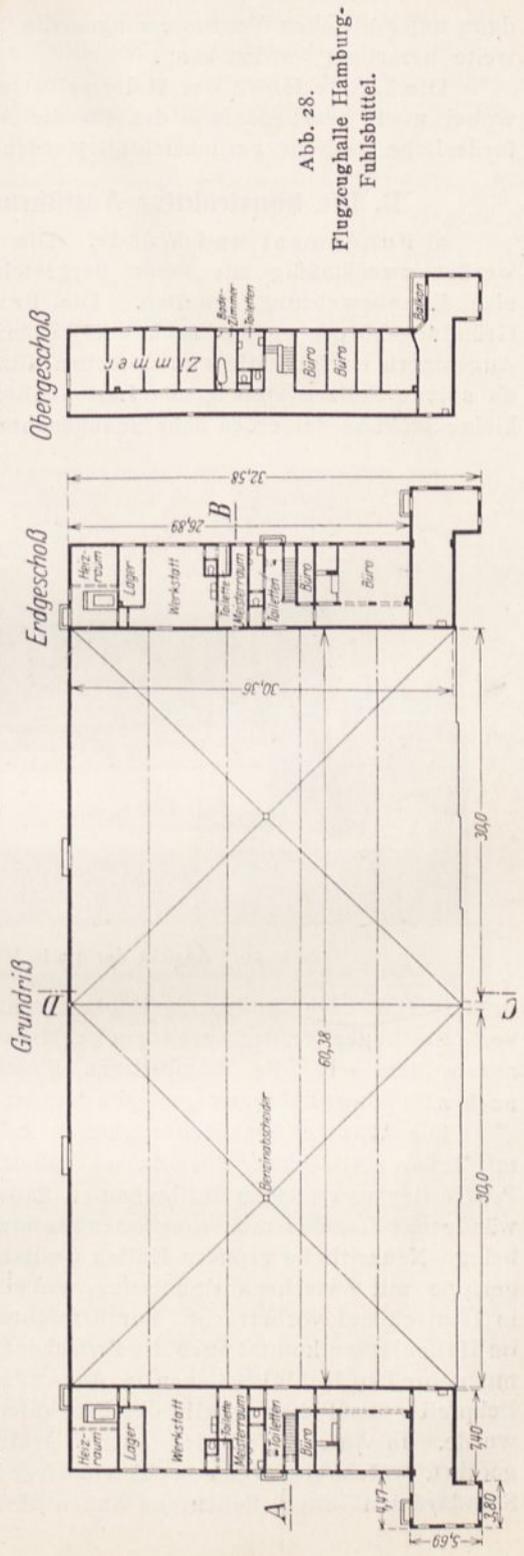
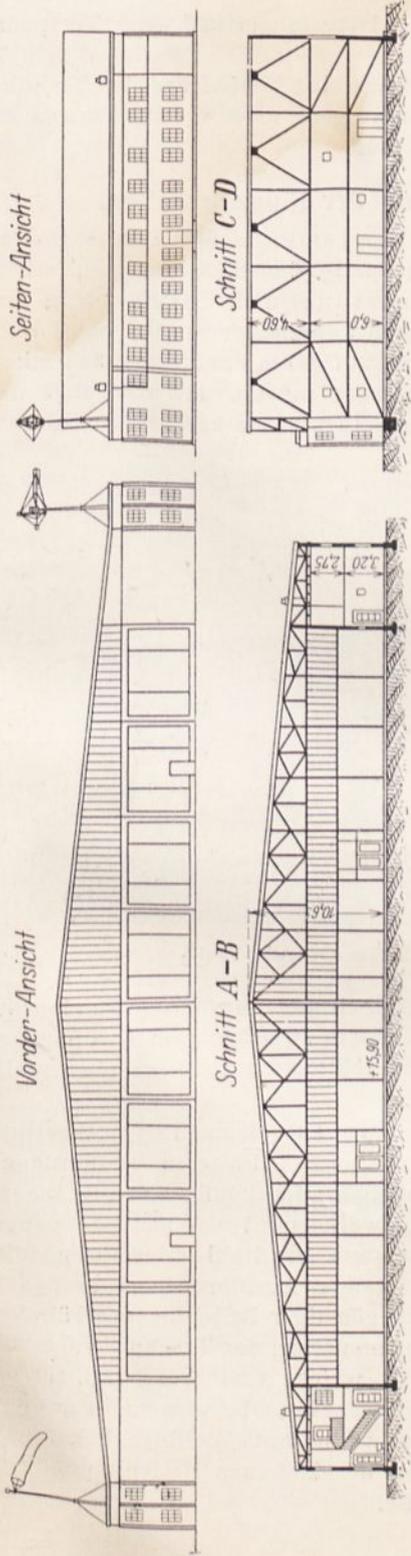


Abb. 28.  
Flugzeughalle Hamburg-Fuhlsbüttel.

dann unter gleichen Voraussetzungen die Torhöhe mit etwa  $\frac{1}{4}$  der Torspannweite berechnet werden kann.

Die lichte Höhe der Halle selbst ergibt sich hierauf aus der Torhöhe, wobei noch gegebenenfalls die für die Anbringung eines Deckenkrans erforderliche Bauhöhe berücksichtigt werden muß.

### B. Die konstruktive Ausführung der Flugzeughallen.

a) Fundament und Wände. Die Fundamente der Flugzeughallen werden zweckmäßig aus Beton hergestellt und können, wenn erforderlich, eine Eisenbewehrung erhalten. Die Bemessung und Formgebung der Gründungskörper erfolgt nach den bekannten Lehren der Statik; besonderes Augenmerk ist im Falle von Zwischenstützen auf deren Fundierung zu lenken, da solche Stützen stets große Lasten übertragen müssen und eine auch nur kleine Senkung derselben sehr unangenehme Folgen haben kann. Dem Stützen-

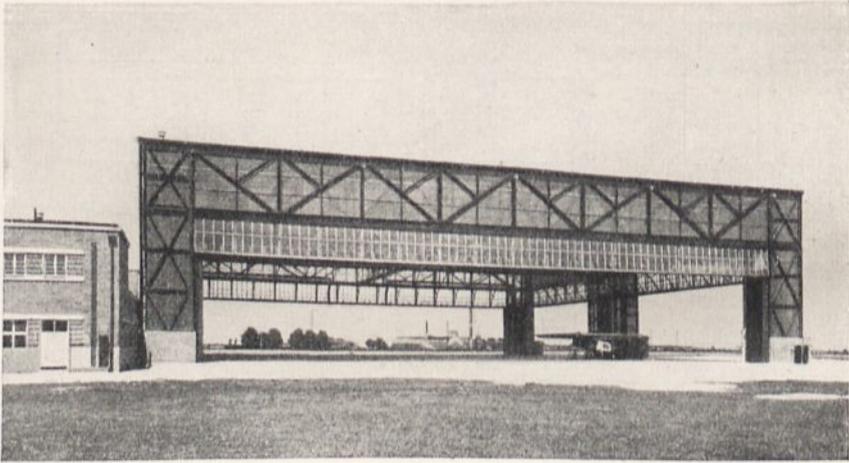


Abb. 29. Ansicht der Halle München-Oberwiesenfeld.

druck und der Bodentragfähigkeit entsprechende armierte Fundamentverbreiterungen werden besonders bei Mittelstützen zwischen zwei Toröffnungen anzuordnen sein. Bei ungünstigen Bodenverhältnissen muß gegebenenfalls auch zu Pfahlgründungen gegriffen werden.

Die Wände der Flugzeughallen bestehen aus einem Tragwerkgerippe mit äußerer Abdeckung oder Zwischenausmauerung. Bei älteren Ausführungen, Provisorien und kleinen Hallenbauten findet man noch häufig hölzerne Riegelwände mit Ziegelausmauerung oder Eisenfachwerke mit Holz- und Dachpappebelag. Neuzeitliche größere Hallen besitzen stets ein Stahl- oder Eisenbetongerippe mit Zwischenausmauerung, wobei erstere Ausführungsart besonders in Deutschland vorherrscht. Zur Erreichung günstiger Belichtungsverhältnisse im Halleninnern kommt auch die Zwischenausmauerung der Tragkonstruktionen mit gepreßten Hohlglassteinen in Anwendung, welche Ausführung z. B. für die Eckpfeiler der Flugzeughalle des Flughafens München-Oberwiesenfeld gewählt wurde. In Amerika werden auch Eisentragwerke mit Wellblechbelag ausgeführt, welche Bauweise wohl vorwiegend bei kleineren Hallen, speziell in Standardausführung, Bedeutung haben dürfte.

Das Gerippe der Eisenfachwerkkonstruktionen wird derart bemessen und ausgebildet, daß es die erheblichen Belastungen durch die Dach-, Tor- und Krankonstruktionen, sowie Wind- und Schneedruck aufzunehmen und in die Fundamente zu übertragen vermag. Bei Ausführung dieser Konstruktion sollen die Höhen der Fachwerkfelder bis zu 5 m betragen und die Abstände der Stiele 2,5 m nicht überschreiten. Gegebenenfalls müssen noch Teile des Gerippes als stärker konstruierte Eckstützen ausgeführt werden. Ein Montagebild der Flugzeughalle in Kottbus (Abb. 31) läßt die Entstehung und Gestaltung eines solchen Traggerippes deutlich erkennen. Auf dem Bilde ist die Torseite dem Beschauer zugewendet, an den vorderen Hallenecken stehen stärker ausgebildete Seitenstützen; an der linken Hallenseite ist ein Werkstattanbau angeordnet. Die Zwischenausmauerung besteht aus  $\frac{1}{2}$  Stein starkem

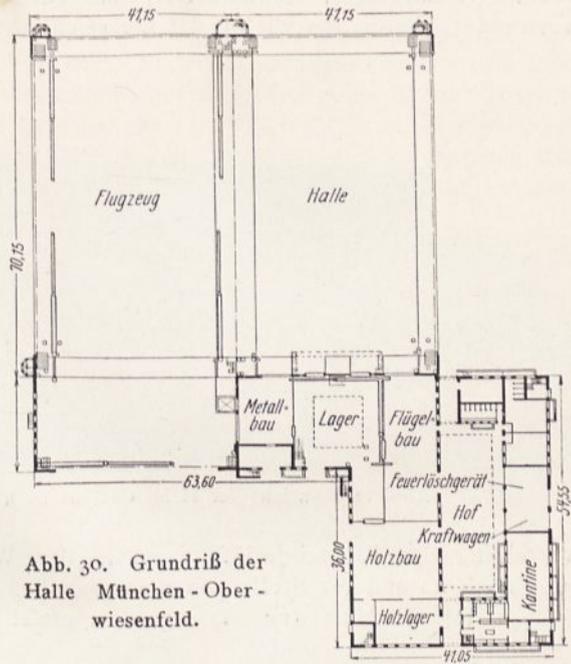


Abb. 30. Grundriß der Halle München - Oberwiesenfeld.

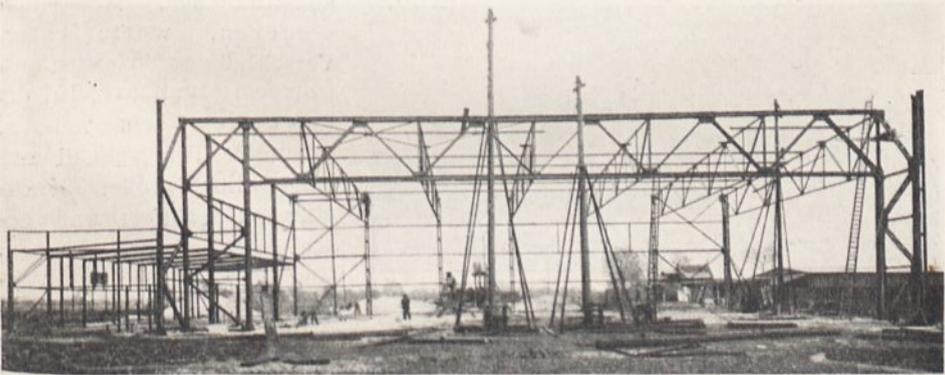


Abb. 31. Montage der Flugzeughalle Kottbus (D. Hirsch, Berlin).

Mauerwerk, wozu Ziegelklinker oder Leichtsteine Verwendung finden können. Eisenbetonhallen (Abb. 33 u. 34) werden häufiger auf Militärflugplätzen ausgeführt, kommen aber auch auf Zivillughäfen in Anwendung. Bei derartigen Konstruktionen wird das Eisenfachwerk durch ein Rahmengerippe aus Eisenbeton ersetzt, welches dann meistens mit einem Eisenbetonbogendach in Verbindung steht. Das Eisenbetongerippe erhält ebenso wie beim Eisenfachwerkbau eine Zwischenausmauerung aus Ziegeln oder Leichtsteinen.

Werkstattbauten, die entweder zwischen zwei Hallen eingebaut (Tempelhof, Abb. 27) oder seitlich an eine Halle angebaut sind, können auch in Massivmauerwerk ausgeführt werden. Größere Flugzeughallen werden meist teilweise unterkellert und die dadurch entstehenden unterirdischen Räume als Lager Räume (Gummilager, Kohlenkeller) und zur Unterbringung der Heizanlage verwendet. Besonders wichtig ist die reichliche Bemessung und gleichmäßige



Abb. 32. Ansicht der Halle Cottbus nach deren Fertigstellung.

Verteilung der Lichteinfallöffnungen in den Wänden, auf deren Ausgestaltung noch an anderer Stelle näher eingegangen werden soll.

- b) Die Hallentore. Die großen, meist eine Hallenseite<sup>1)</sup> einnehmenden Toröffnungen der Flugzeughallen verlangen Torkonstruktionen, die einen sicheren, wetterfesten Verschluss gewährleisten und trotzdem tunlichst leicht beweglich sein müssen, damit die Tore schnell und ohne allzu großen Kraftaufwand geöffnet und geschlossen werden können. Von den vielen in Vorschlag gebrachten Torkonstruktionen<sup>2)</sup> werden heute

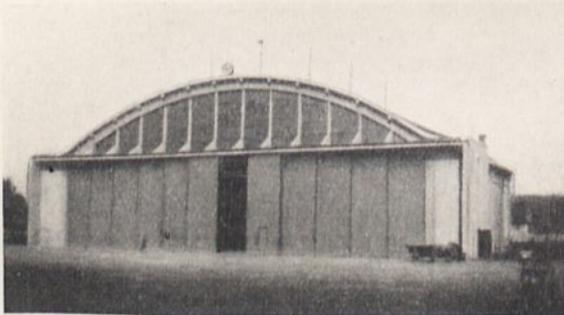


Abb. 33. Eisenbeton-Flugzeughalle mit Schiebetor.

vorwiegend nur zwei Typen ausgeführt, nämlich gegliederte Schiebe- und Schiebefalttore.

<sup>1)</sup> Hallen mit großer Raumtiefe besitzen manchmal in mehreren Seitenwänden Toröffnungen, so z. B. die Flugzeughalle in München-Oberwiesenfeld (Bautechn. 1930, S. 253), welche Anordnung zwar das Aus- und Einbringen der Flugzeuge sehr erleichtert und nicht immer zu vermeiden ist, die aber mit Rücksicht auf die bei Öffnen mehrerer Hallentore eintretende Zugwirkung betriebliche Nachteile besitzt.

<sup>2)</sup> Eine ausführliche Zusammenstellung dieser Konstruktionen enthält das Buch: R. Sonntag, Über die Entwicklung und den heutigen Stand des deutschen Flugzeughallenbaues. Berlin 1913, Wilh. Ernst & Sohn.

Das Schiebeter steht wegen seiner Einfachheit besonders bei kleineren und mittleren Hallen viel in Verwendung. Die Torfläche ist dabei in einzelne Tortafeln bis zu 6 m Breite geteilt<sup>1)</sup>. Die Tortafeln sind oben und unten mit Laufrollen bzw. Führungsrollen versehen auf entsprechenden Schienen seitlich verschiebbar.

Die Tortafeln können an den oberen Laufrollen hängen und an der Unterkante geführt werden oder umgekehrt. Erstere Anordnung belastet die Dachkonstruktion auch im senkrechten Sinne oder erfordert einen eigenen Torträger und führt bei kleinen Durchbiegungen der Tragkonstruktion zu unerwünschten Klemmungen. Ruht jedoch das Gewicht der Tortafeln auf den unteren Laufschienen, während die oberen Führungsschienen keine senkrechte Belastung

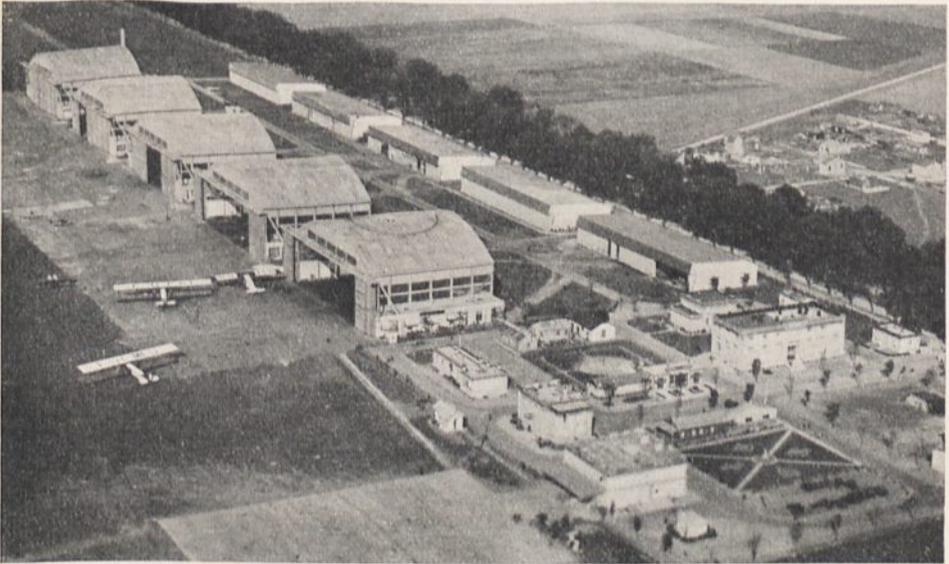


Abb. 34. Flughafen Paris-Le Bourget. Eisenbeton-Flugzeughallen, dahinter die Reihe der Werkstätten und Lagerhallen.

erhalten, sondern lediglich als seitliche Führung dienen, so sind für ein hemmungsloses Arbeiten der Toranlage nur eine gute Fundierung der Laufschienen und deren sorgfältige Reinhaltung nötig. Die Tortafeln stehen meist derart auf nebeneinanderliegenden Schienen gestaffelt, daß die eine Hälfte der Tafeln nach links, die andere Hälfte auf die rechte Seite der Öffnung geschoben werden kann. Eine Halle mit einer Toröffnung von 30 m Spannweite und 5 m Höhe besitzt demnach z. B. sechs Tortafeln im Ausmaße von je  $5 \times 6$  m, die gestaffelt angeordnet, auf drei nebeneinanderliegenden Schienen laufen.

Zur völligen Freigabe der Toröffnung müssen die Tortafeln seitlich über diese hinausgeschoben werden, was eine Verlängerung der Lauf- und Führungsschienen um mindestens eine Tortafelbreite erfordert. Wenn die Flugzeughalle keinen Anbau besitzt, vor dessen Wand die ausgeschobenen Tortafeln gestellt werden können, so muß ein eigenes Ausschubgerüst vorhanden sein, welches die Tortafeln in dieser Stellung aufzunehmen vermag (Abb. 35).

<sup>1)</sup> Neuere Leichtbauweisen sehen sogar Tortafelbreiten bis 10 m vor.

Besteht jedoch nur eine einseitige Ausschubmöglichkeit für die Schiebetore einer Hallenöffnung (z. B. Doppelhalle) oder besitzt die Halle große Spannweite, so werden zur Vermeidung allzu großer und daher schwer beweglicher Tortafeln entweder je mehrere benachbarte Tortafeln auf die gleiche Laufschiene gestellt, oder es muß eine entsprechend größere Zahl von nebeneinanderliegenden Laufschiene gelegt werden. Vielfach werden auch neuere Konstruktionen ausgeführt, welche durch entsprechende Führungs- und Ablenkschiene die Aufstellung der geöffneten Tortafeln in den vorderen Ecken der Halle oder an den Seitenwänden derselben bezwecken, wobei dann die Tortafeln in geöffnetem Zustande hintereinander zu stehen kommen und ein besonderes Ausschiegerüst entbehrlich wird.

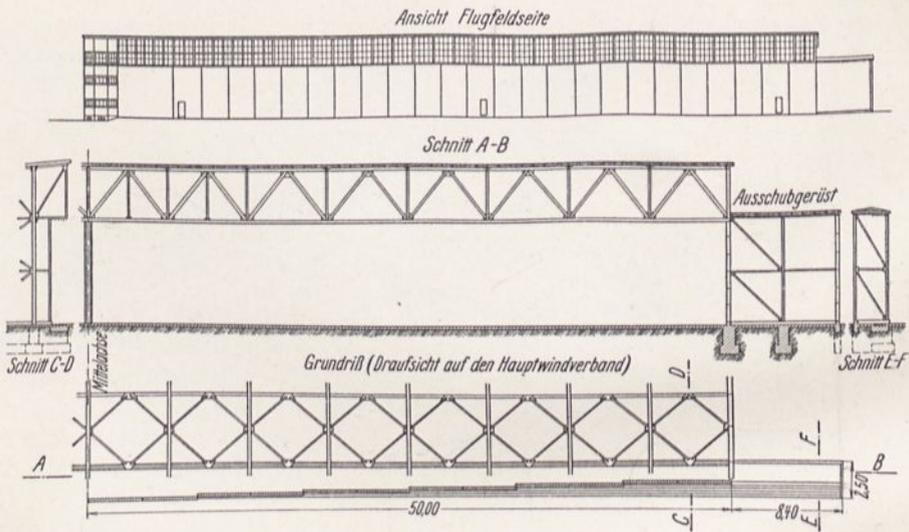


Abb. 35. Flugzeughalle Malmö-Bultofta mit Schiebetoranlage.

Eine sehr interessante Lösung einer Schiebetoranlage befindet sich bei der großen Montagehalle der Dornierwerke in Altenrhein (Abb. 36). Die Toröffnung ist durch drei Tortafeln verschlossen, die auf gesonderten Schienen laufen und alle nach einer Seite ausgeschoben werden. Bemerkenswert dabei ist die Durchbildung des Ausschiegerüsts, das von der normalen Rahmenform abweichend eine in Torflügelhöhe angebrachte Kragkonstruktion darstellt. Die einzelnen Torflügel sind trotz ihrer Größe ungemein leicht gebaut (Traggerippe aus Profileisen mit Eternitschieferhaut) und daher sehr leicht beweglich.

Die Schubtore kleiner Anlagen werden normal mit der Hand bewegt, wogegen für größere Toröffnungen Winden mit Handantrieb oder elektrisch betätigte Bewegungseinrichtungen vorgesehen werden müssen. Dadurch können die Torbewegungen ohne größeren Personalaufwand leicht und rasch durchgeführt werden. Bei Toranlagen mit Seilantrieb auf Plätzen mit ungünstigen Grundwasserverhältnissen kann die Anbringung eines im Boden versenkten Kabelkanals auf Schwierigkeiten stoßen. In diesem Falle sind Aufhängung der Tortafeln und Montage der Bewegungseinrichtungen an die Oberkante desselben zu verlegen.

Das Schiebefalttor. Die Bestrebungen, größere Torkonstruktionen ohne Staffelung der Tortafeln auszubilden und nach erfolgter Öffnung mit größtmöglicher Raumersparnis anzuordnen, haben schon frühzeitig zu Vorschlägen von Schiebefalttoren geführt, die mittels Scharniere verbundene



Abb. 36. Hallenanlage der Dornierwerke in Altenrhein.

Tortafeln besitzen, welche lediglich in einer Ebene angeordnet sind und beim Öffnungsvorgang derartig gefaltet werden können, daß sie an einer, oder bei Doppeltoren an beiden Seiten der Toröffnung in der Halle selbst leicht Platz finden.

Eine neuzeitliche, sehr zweckmäßige Ausführung des Schiebefalttores wird auf Grund langjähriger Erfahrungen im Flugzeughallenbau von der Firma D. Hirsch, Berlin-Lichtenberg, hergestellt. Diese einfache und sehr betriebsichere Konstruktion, ein Patent dieser Firma, steht schon seit mehreren Jahren bei verschiedenen Flugzeughallen in Verwendung, so auch bei den Großflugzeughallen des Zentralflughafens Berlin-Tempelhof. Eine Beschreibung<sup>1)</sup> der Toranlagen des östlichen Hallenkomplexes sei hier kurz wiedergegeben: Abb. 37 zeigt die Gesamtansicht der Halle, bestehend aus der mittleren Werft und den rechts und links anschließenden Flugzeughallen.

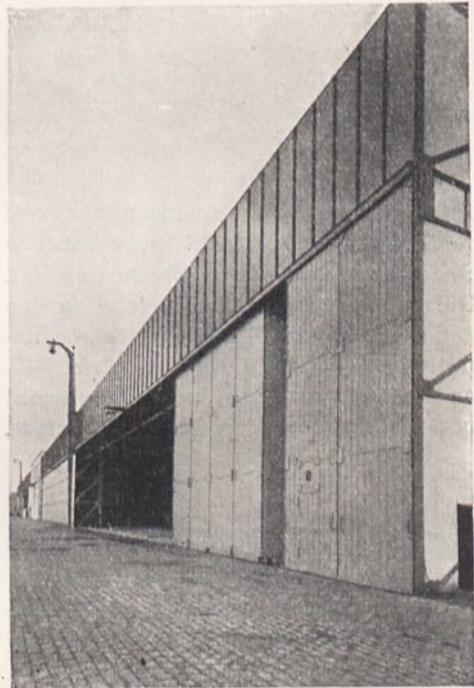


Abb. 37. Flughalle Berlin-Tempelhof mit Schiebefalttoranlage (Pat. D. Hirsch, Berlin).

Jede der vier Hallenöffnungen von je 40 m lichter Weite und 8 m lichter Höhe ist durch eine Toreinheit, die aus einzelnen Flügeln von 2 m Breite und 8 m Höhe besteht, geschlossen. Jeder einzelne Flügel ist von kräftigen U-Eisen umrahmt, die noch durch Riegel und Diagonalstäbe versteift wurden. Die Füllung aus gespundeten Bohlen sorgt im Winter bestens gegen das Eindringen

<sup>1)</sup> Ill. Motorzeitung 1927, Heft 5.

der Kälte. Die einzelnen Flügel sind durch Scharniere miteinander verbunden, die abwechselnd mit den Innen- bzw. Außenflächen der Tore vernietet wurden. Je zwei Torflügel ruhen auf zweirolligen Wagen aus Stahlguß (Abb. 38).

Die Wagen und die sich genau über ihnen befindenden, in der oberen Führungsschiene laufenden Zwangrollen werden an diesen Stellen der Tore

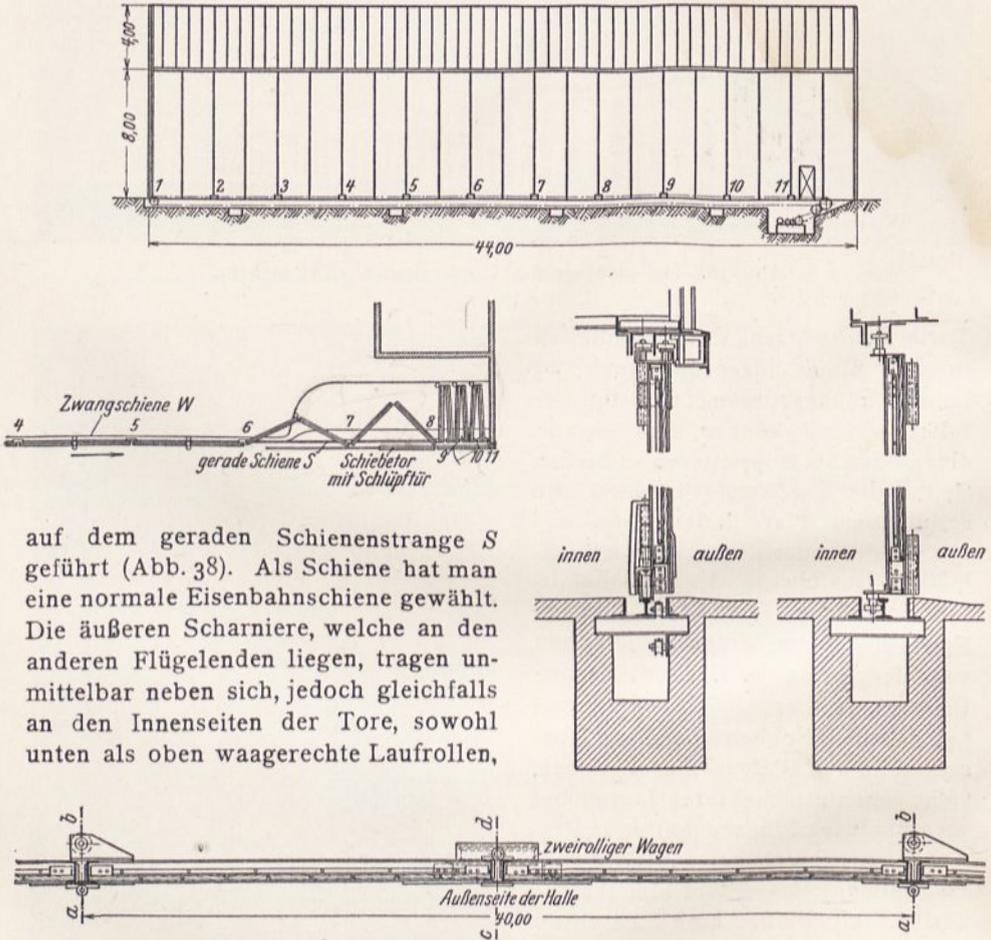


Abb. 38. Schiebefaltoranlage der Firma D. Hirsch, Berlin.

die auf den aus Winkeleisen bestehenden Zwangsschienen *W* abrollen. Die untere verläuft neben der Schiene *S* in gerader Richtung und sorgt dafür, daß die Torscheibe vor der Hallenhauptöffnung stets eben bleibt. Erst am Ende der Toröffnung ist die Zwangsschiene weichenartig abgezweigt und zwingt so die einzelnen Torscheiben, sich nacheinander nach innen zu falten. Die oben laufende Führungsschiene unterstützt diese von der unteren eingeleitete Bewegung und verhindert ein Klemmen der Tore bzw. ein Zurückbleiben oder Voreilen der oberen Windrollen. Von besonderer Wichtigkeit bei der Konstruktion ist es, daß die Faltbewegung im Gegensatz zu früheren Ausführungen erst am Ende der Hallen und nach innen in einer besonderen Nische in voll-

ständigem Witterungsschutz stattfindet. Die zusammenklappenden Tore beschränken so keineswegs die lichte Hallenweite, sondern gestatten volle Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Raumes. Die untere Schienenkonstruktion, auf der die zweirolligen Wagen laufen, besteht aus der Fahrschiene und den beiden Winkeleisenzwangschienen. Unter ihr ist ein durchlaufender Kanal (D.R.P. a.) angeordnet, der folgenden Zwecken dient: Zunächst soll er den Flugsand und den Schmutz, der sich stets zwischen den Schienen sammelt und der den fahrenden Toren großen Widerstand bietet, aufnehmen; sodann soll er die einwandfreie Abwicklung des Winterflugverkehrs dadurch unterstützen, daß er Ansammlungen von Schnee und Eis und damit ein Festfrieren der Tore unmöglich macht.

Der maschinelle Antrieb des Tores erfordert ein Führungseil, das auf seitlich befestigten Rollen in der einen Richtung gleichfalls in den Kanal geführt ist, in der anderen Richtung in Höhe der Eisenbahnschienen zwischen diesen und dem einen Zargenwinkel verläuft. Das Seil ist am ersten Torwagen festgeklemmt, und somit wird die Zugkraft an dieser Stelle auf die gesamte Tor-scheibe übertragen. Soll das Tor, das im geschlossenen Zustande eine Ebene bildet, geöffnet werden, so wird durch das genannte Seil die Torfläche in der Richtung zur Winde geschoben, und die einzelnen Flügel falten sich nach und nach zusammen. Die Flügel stehen parallel zur Querwand und liegen in der Tornische Scheibe an Scheibe zusammen. Die zweirolligen Wagen stehen jetzt sämtlich in einer Reihe hintereinander. Der für die Tornische gebrauchte Raum erfordert bei seiner Länge von 4 m nur eine Breite von 2 m, so daß die Tore auf dem denkbar kleinsten Raum untergebracht sind. Durch ein Schiebeter, das nicht nur den Regen abhält, sondern auch eine einheitliche Hallenfront in architektonischer Beziehung gewährleistet, wurde die Front der Nische verdeckt.

Der Maschinenraum mußte, da es seitlich an Platz mangelte, in einem Keller unter der Tornische vorgesehen werden. Die Antriebmaschine besteht aus einem gekapselten Drehstrommotor von 5,7 PS Leistung, der mittels Zahn-rädervorgelege die Seiltrommel in Tätigkeit setzt. Trommeldurchmesser und Trommellänge sind so groß gewählt worden, daß das endlose Stahlseil nur in einfacher Lage auf der mit Rillen versehenen Trommel Platz findet. Selbstverständlich ist auch ein Reserve-Handbetrieb vorhanden, der ein Öffnen und Schließen des Tores bei Versagen der maschinellen Anlage gestattet. Das Windwerk wird durch einen Kontroller in Betrieb gesetzt, der ein Handrad besitzt; bei Nichtgebrauch wird dasselbe abgenommen, um Unberufenen eine Betätigung unmöglich zu machen. Denkt man daran, daß das Öffnen bzw. Schließen der Tore nur durch einen einzigen Mann geschieht, dessen Arbeit lediglich in der Bedienung des Kontrollers besteht, so sieht man, daß es sich in der Tat um ein rein maschinelles Werk handelt.

Die Seilgeschwindigkeit beträgt rd. 10 m/min, so daß das Öffnen oder das Schließen des Tores, nur 4 Minuten erfordert. In den Endstellungen der Tore sorgen Endausschalter dafür, daß der Strom automatisch unterbrochen wird und die Toranlage rechtzeitig zur Ruhe kommt.

Eine weitere interessante Tor-konstruktion<sup>1)</sup> stellt das Schwenktor dar, das für Flughallen in den Vereinigten Staaten ausgeführt wurde. Bei dieser

<sup>1)</sup> Vgl. Gescheit und Wittmann, Neuzeitlicher Verkehrsbau. Potsdam 1931, Verlag Müller & I. Kiepenheuer G. m. b. H. Diesem Werk wurden auch die Abb. 39 u. 40 entnommen.

Ausführung wird die in mehrere Tafeln gegliederte Torfläche bei Öffnen des Tores um eine in der Toroberkante liegende Horizontalachse gedreht, so daß die geöffnete Torfläche eine Horizontallage einnimmt (Abb. 39).



Abb. 39. Flugzeughalle Cleveland, USA., mit Schwenktor. (The Austin Company, Engineers & Builders, USA.)

Diese Konstruktion, deren technische Lösung aus Abb. 40 hervorgeht, hat starke Beanspruchungen der verschiedenen Bauglieder zur Folge und bedingt eine besonders biegungsfeste und dennoch leichte Ausführung der Tortafeln.

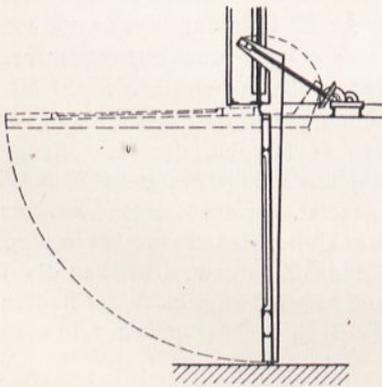


Abb. 40. Schwenkvorrichtung der Toranlage.

Wie aus diesen Ausführungen zu ersehen ist, haben sowohl die Schiebetore wie auch die Falttore eine weitgehende technische Vollendung erreicht, doch stellen die ständigen Fortschritte des Flugzeughallenbaues stets neue Probleme an die Ausführung der Torkonstruktionen. Besonders die Verwendung von Leichtbauweisen für kleine und große Toranlagen wird in dieser Richtung Erfolge bringen, wenn dadurch die nötige Festigkeit, geringes Eigengewicht, leichte Beweglichkeit und einfache Herstellungsart vereint werden können.

c) Dachkonstruktionen und Eindeckung. Die Dachkonstruktionen der Flugzeughallen erfahren durch den Verwendungszweck der Hallen eine starke Beeinflussung, die dahin geht, möglichst große stützenfreie Spannweiten mit tunlichst wirtschaftlichen Tragwerken zu erreichen. Die

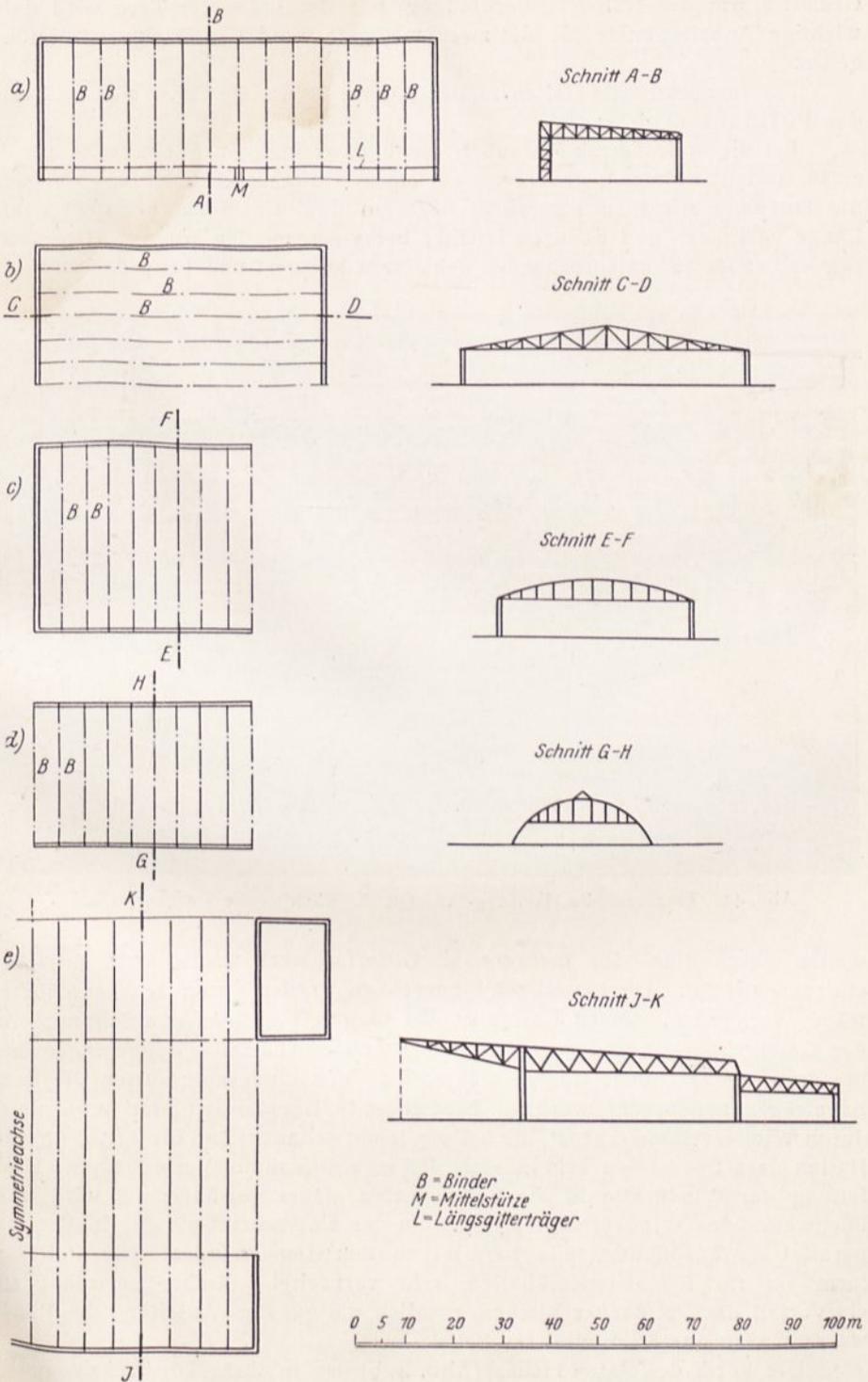


Abb. 41. Dachkonstruktionen für Flugzeughallen.

Grundrißform der Halle in Verbindung mit der Lage der Tore wird dabei wichtige Anhaltspunkte für die zweckmäßigste Wahl der Dachkonstruktionen geben.

Für langgestreckte Hallen mit geringerer Raumtiefe eignet sich am besten das Pultdach (Abb. 41a).

Bei dieser Konstruktion ruhen die Fachwerkbinder  $B$  einerseits auf der einen Hallenlängswand, andererseits auf einem Unterzug-Gitterträger, der gegen die Torebene etwas zurückgerückt liegt, so daß die Binder um rd.  $\frac{1}{10}$  ihrer Länge vorkragen und dadurch leichter bemessen werden können. Der Unterzug selbst ist auf entsprechenden Eckstützen gelagert und bei größeren Spann-

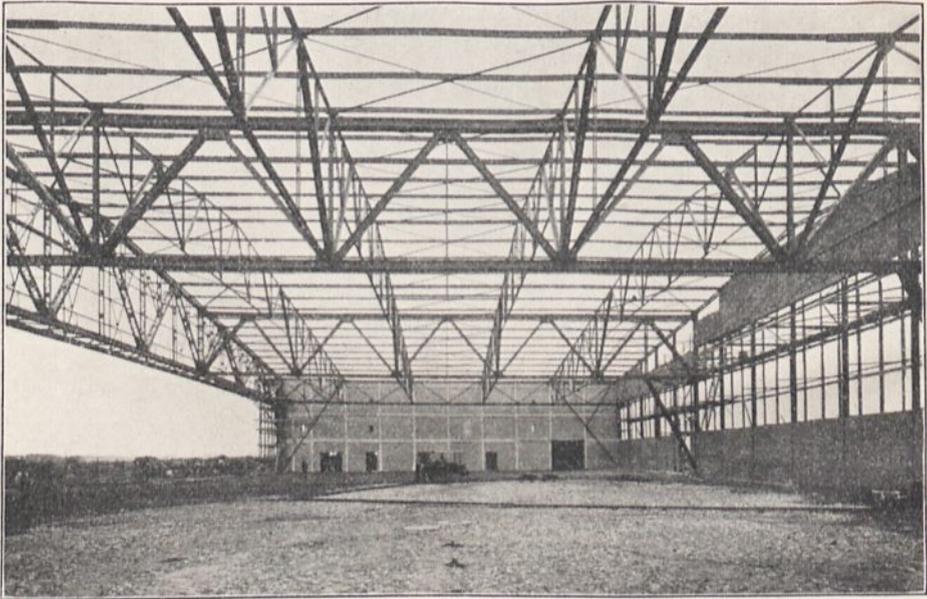


Abb. 42. Flugzeughalle Hamburg-Fuhlsbüttel. Blick in die Dachkonstruktion.

weiten durch eine oder mehrere, als Gitterfachwerk ausgebildete Zwischenstützen entlastet. Die torseitigen Binderenden werden durch den Torschürzen-träger verbunden, dessen Untergurt die oberen Torschienen aufnimmt. Auf den Untergurten der Binder sind in entsprechenden Abständen Fetten angeordnet, die dann die Dachhaut tragen, während an den Binderuntergurten die Kranbahnträger angebracht werden. Die gesamte Dachkonstruktion wird weiter durch Windverbände ergänzt, die bei den leicht gebauten und oft weit geöffneten Hallen derart bemessen sein müssen, daß eine Aufnahme, Verteilung und Überleitung der Windkräfte in die Seitenstützen sicher gewährleistet wird. Die Fachwerke des Windverbandes liegen in der Untergurtebene der Binder teils parallel zur Toröffnung, teils parallel zu den Giebelwänden. Die Pultdachform ist für Eisenfachwerkhallen sehr verbreitet. Nicht unerwähnt soll ein Vorteil des Pultdaches bleiben, nämlich die günstige Ableitung des Regenwassers nach der Rückseite des Bauwerks.

Die Form des Satteldaches (Abb. 41b) ist in ihrer konstruktiven Ausbildung für langgestreckte Hallen geringer Raumtiefe weniger geeignet, kann

jedoch auch in diesem Falle zweckmäßig entworfen und ausgeführt werden.

Gleiche Voraussetzungen wie für das Satteldach gelten auch für die Bogendächer (Abb. 41c, d), die besonders bei ziemlich quadratischen Hallenrundrissen gern ausgeführt werden. Die Bogenträger werden meist mit tief liegendem Zugband vielfach in Eisenbeton hergestellt und ruhen auf den durch Pfeiler verstärkten Seitenwänden oder werden auch bei kleineren Spannweiten mit hochliegendem Zugband und Fundamentwiderlagern gebaut.

Von den vielseitigen Speziallösungen für Dachkonstruktionen sei hier noch ein Vorschlag der Junkers-Werke für eine Großflugzeughalle herausgegriffen (Abb. 41e). Diese sehr zweckmäßige Konstruktion sieht ein Auskragen der Pultdachbinder der Mittelhalle vor, wobei die Kragträger in einem zweiten Ausbaustadium der Hallenanlage angeschlossen werden, so daß eine nachträgliche Erweiterung dieses vorwiegend für Werkzwecke gedachten Bauwerks möglich ist (vgl. Abschn. V, Kapitel 2). Der durch Anschluß der Kragbinder hinzukommende Hallenraum ist lediglich durch einzelne frei stehende Stützen von der Mittelhalle getrennt, die der vorgedachten Aufstellung der Flugzeuge keineswegs hinderlich sind.

Die Eindeckung der Hallendächer erfolgt bei kleineren Flugzeughallen meist durch Wellblech- oder Kunstschieferbelag auf entsprechender Schalung. Größere Hallen erhalten vorwiegend Hohl- und Leichtsteindecken, welche zwischen den Fellen eingebracht, abgeglichen und mit mehreren Lagen teerfreier Pappe eingedeckt werden. Besonders militärischen Zwecken dienende Eisenbetonhallen werden auch mit Eisenbetondecken versehen, die erhöhte Feuer- und Bombensicherheit besitzen.

d) Hallenboden und Festigung des Hallenvorgeländes. Der Boden im Innern der Halle wird zweckmäßig aus Beton mit Zementestrich auf Steinschlagunterlage ausgeführt. Bestimmte kleinere Teile der Bodenfläche, die zum Abstellen demontierter Flugzeugteile dienen, wie auch die dauernden Arbeitsplätze der Werfthallen werden mit Bohlenbelag oder besser Holzpflaster ausgestattet. Das Hallenvorfeld wird durch die künstlich gefestigte Abbremsplattform gebildet, die genügend Platz bieten muß, um die in der Halle zu bergenden Flugzeuge darauf aufzustellen und zu rangieren. Diese Flächen werden aus Beton, Asphalt oder Steinpflaster hergestellt und erhalten gegen das Rollfeld zu ein leichtes Gefälle.

e) Die Lichtöffnungen. Von besonderer Wichtigkeit für die gründliche und rasche Durchführung der Arbeiten in den Hallen sind günstige Belichtungsverhältnisse. Ein ausreichender Einfall des Tageslichtes muß auch bei geschlossenen Hallentoren vorhanden sein, aus welchem Grunde die gesamte Belichtungsfläche 15 bis 25 % der Hallengrundfläche betragen soll. Diese Lichtfläche setzt sich aus den Wandfenstern, Lichtbändern über den Toröffnungen und Lichtöffnungen in der Dachhaut zusammen und wird besonders bei amerikanischen Hallen noch durch Fenster in den Tortafeln ergänzt. Bestimmte Teile der Lichtöffnungen sind als entsprechend regulierbare Lüftungsklappen auszubilden. Bei der Anbringung von Dachoberlichtern ist stets auf die Schneeverhältnisse Rücksicht zu nehmen, wie auch gegebenenfalls auf die erhöhte Fliegergefahr im Kriegsfall.

f) Nebenräume und Werkstätten. Zur Vornahme der Instandsetzungsarbeiten an den Flugzeugen müssen anschließend an die Flug-

zeughallen entsprechende Werkstattträume angeordnet werden, deren Ausgestaltung von der Größe und betriebstechnischen Bedeutung der jeweiligen Hallenanlage abhängig ist und die einen Flächeninhalt von etwa 15 bis 20 % der nutzbaren Hallenfläche erhalten. Ohne Berücksichtigung der größeren Instandsetzungs- und Werftanlagen, die eine gesonderte Behandlung erfahren, können für Flugzeughallen folgende Arbeits- und Lagerräume als erforderlich in Betracht kommen:

1. Kanzlei der technischen Leitung, Meisterbude,
2. Lager, Gummilager,
3. Motorwerkstatt,
4. Arbeitsraum für Fahrgestell, Steuerung- und Leitwerkreparaturen,
5. Instrumentenwerkstätte,
6. Werkzeuglager und Werkzeugausgabe,
7. Wohlfahrträume.

Diese Räume werden entweder in die Halle selbst eingebaut oder in einem gesonderten Anbau zusammengefaßt. Auf dem Flughafen Paris-Le Bourget sind die verschiedenen Werkstätten und Lagerräume der einzelnen Luftverkehrsgesellschaften in gesonderten Hallen untergebracht, welche Hallen in einer langen Reihe parallel zum Rollfeldrand hinter den Flugzeughallen liegen (Abb. 34). Die Raumanordnung muß den betriebstechnischen Anforderungen entsprechen und tunlichst kurze Wege zu den verschiedenen zusammenhängenden Arbeitsstellen aufweisen. Es ist auch darauf zu achten, daß trotz Anbringung der verschiedenen Durchgangsöffnungen zwischen dem Hallenraum und den Werkstätten, wie auch mit Rücksicht auf die Hallentore und Wandfenster, noch hinreichend größere freie Wandflächen in der Halle vorhanden bleiben, die zum Abstellen verschiedener Flugzeugteile benutzt werden können.

g) Die technischen Einrichtungen der Hallen und Werkstätten. Die technischen Einrichtungen der Flugzeughallen und Werkstättenanlagen sind naturgemäß den jeweiligen betriebstechnischen Erfordernissen anzupassen. Eine kurze Zusammenstellung dieser Einrichtungen soll dafür gewisse Anhaltspunkte geben:

Beleuchtung: Zweckmäßige Deckenbeleuchtung und entsprechende Anschlußstellen an den Wänden und im Hallenboden (versenkt und abdeckbar) für die Kabel der Handlampen.

Kraftstrom: Zum Betrieb der Krananlage, elektrischer Arbeitsmaschinen, Ventilatoren usw.

Heizung: Dampf- oder Luftheizung sowohl in den Werkstätten, wie auch in der Halle selbst. Die Heizanlage wird meist unterirdisch eingebaut. In Verbindung mit der Heizung muß eine entsprechende Entlüftung stehen (Luftschächte, Luftklappen und Ventilatoren). Für den Winterbetrieb müssen Wasser- und Ölvorwärmer vorgesehen werden.

Nutz- und Trinkwasserleitung.

Telephonverbindung zum Abfertigungsgebäude.

Krananlage: Für Montagearbeiten an Flugzeugen. Es kommen dafür Laufkatzen, Handlaufkrane und elektrisch betriebene Laufkrane in Anwendung. Erstere werden gemäß Tafel 4 angebracht, wobei die Laufkatzenräger an den Untergurten der Dachbinder befestigt sind. Die Laufkatzen bestreichen dabei naturgemäß nur die Längsrichtung der Halle. Für größere Werfthallen sind Laufkrane mit Handantrieb oder elektrischem Antrieb geeignet (vgl.

Abschn. V, Kap. 2). Auch bei diesen Ausführungen werden die Kranbahnträger meist an den Untergurten der Binder aufgehängt. Bei der Wahl der Abmessungen für neue Hallen ist auf den erforderlichen Raum für die Krananlage Bedacht zu nehmen. Auch die Befestigungsmöglichkeit der Kranbahn ist schon

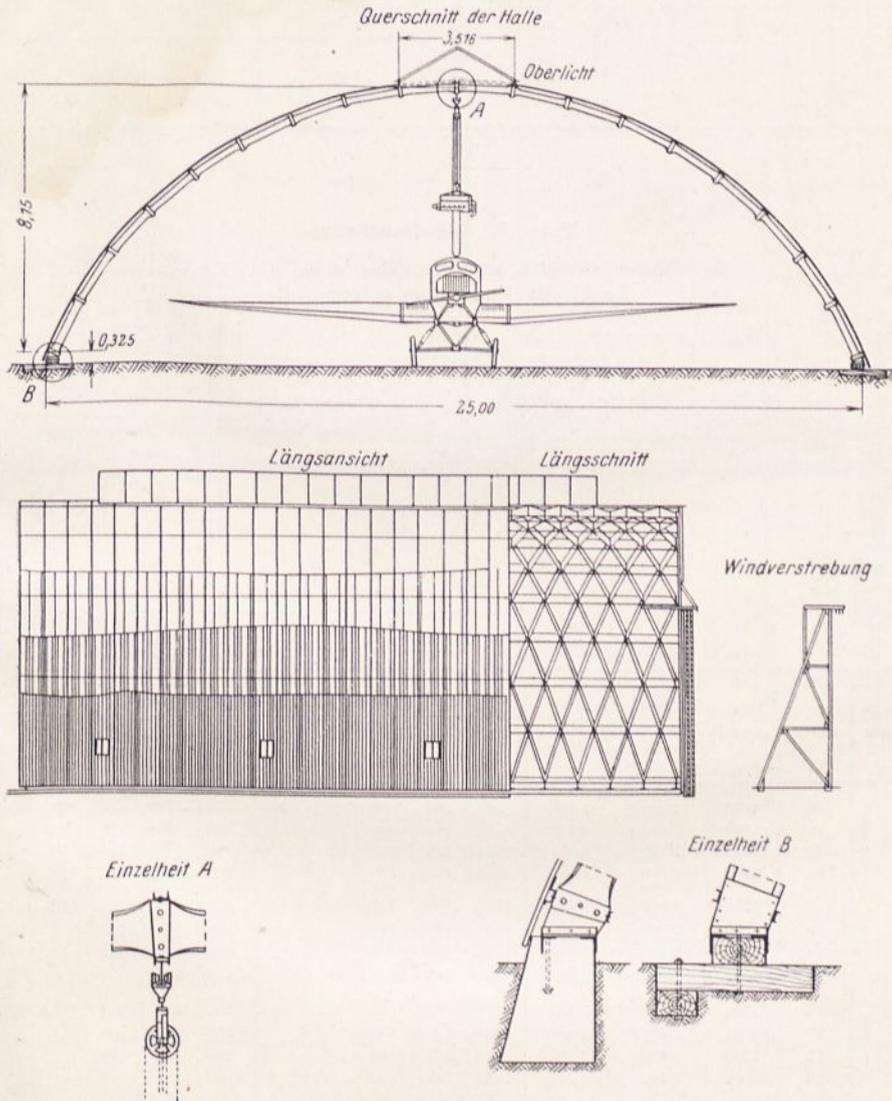
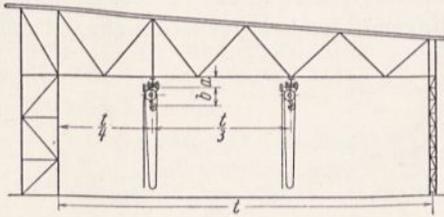


Abb. 43. Transportable Flugzeughalle der Firma Junkers, Dessau.

beim Entwurf vorzusehen, wie auch die Beanspruchung der Hallenkonstruktion durch die Raddrücke des Deckenkran zu berücksichtigen ist. In den Tafeln 4, 5, 6 sind entsprechende Zahlenwerte für einige Krantypen zusammengestellt.

Feuerlöscheinrichtungen (vgl. Abschn. I, Kap. 4): Handfeuerlöscher (z. B. Kohlensäurefeuerlöscher „Total“) müssen entsprechend den feuerpolizeilichen Vorschriften an den Wänden der Hallen und Werkstätten

**Tafel 4. Deckenlaufkatzen mit Handkettenzug**  
der Maschinenfabrik Andritz AG., Graz, Steiermark.

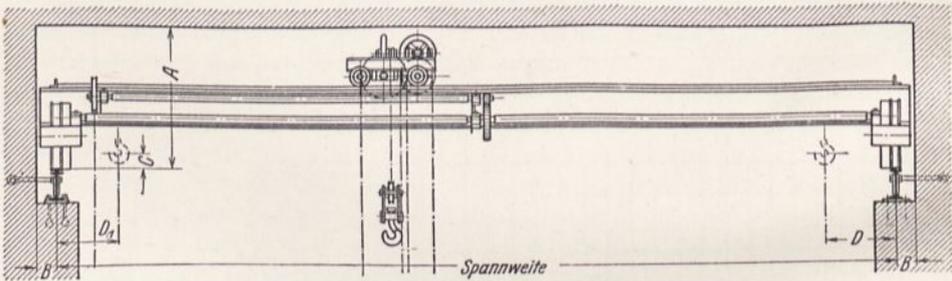


**Ungefähre Hauptabmessungen.**

Tragkraft in kg	a m	b m
1000	0,26	0,85
2000	0,30	0,90
3000	0,35	0,95

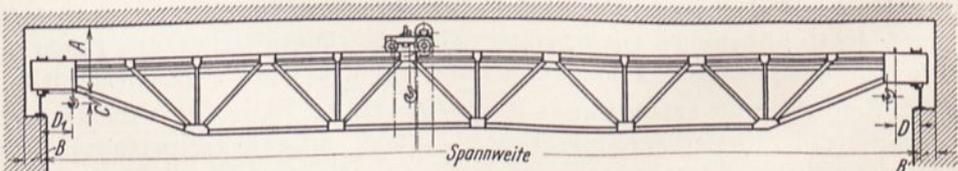
**Tafel 5. Handlaufkrane**

der Maschinenfabrik Andritz AG., Graz, Steiermark.  
Bauart U: Kopfstücke untergebaut.

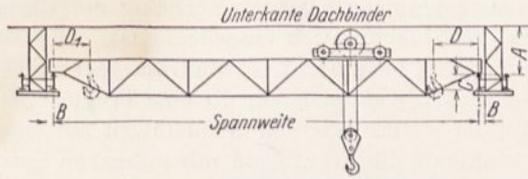


Tragkraft kg	Spannweite m	Radstand rd. mm	Größter Rad- druck rd. kg	Gewicht des Kranes mit Katze rd. kg	Ungefähre Baumaße in mm										
					Bauart U					Bauart V					
					A	B	C	D	D <sub>1</sub>	A	B	C	D	D <sub>1</sub>	
2 000	6	1650	1 400	1 400	930	180	80	560	400		750	180	100	600	550
	10	1700	1 650	2 300	1010	185	160				750	180	100		
	14	1950	2 050	4 050	1100	190	250				750	185	100		
	18	2250	2 550	5 900	1200	190	350				800	190	50		
3 000	6	1700	2 000	1 750	1030	185	130	630	400		800	185	100	650	600
	10	1750	2 400	3 100	1110	190	210				800	185	100		
	14	2000	2 850	5 000	1200	195	300				860	190	50		
	18	2300	3 350	6 900	1300	195	400				850	200	50		
5 000	6	1900	3 150	2 300	1200	200	150	725	500		950	200	100	750	675
	10	2000	3 550	3 800	1300	205	250				950	205	100		
	14	2200	4 100	5 750	1400	215	350				950	215	50		
	18	5002	4 750	8 100	1450	215	400				1000	215	50		

Bauart V: Kopfstücke vorgebaut.



**Tafel 6. Elektrisch betriebene Laufkrane**  
der Maschinenfabrik Andritz AG., Graz, Steiermark.



Tragkraft t	Spannweite m	Radstand mm	Größter Raddruck kg	Gesamt-Kran-gewicht kg	Abmessungen in mm					Tragkraft t	Spannweite m	Radstand mm	Größter Raddruck kg	Gesamt-Kran-gewicht kg	Abmessungen in mm				
					A	B	C	D	D <sub>1</sub>						A	B	C	D	D <sub>1</sub>
3	8	2200	3 300	8 000	1550	190	470	700	850	15	8	2300	10 900	13 100	2000	250	550	900	1000
	10	2300	3 500	8 600							10	2400	11 300	14 200					
	12	2400	3 900	9 500							12	2500	11 700	15 700					
	14	2500	4 300	10 600							14	2600	12 200	17 700					
	16	2600	4 700	12 400							16	2800	12 600	19 900					
	18	2800	5 000	13 100							18	2900	13 100	21 900					
	20	2900	5 400	14 500							20	3200	13 800	23 700					
	25	3200	5 900	19 200							25	3400	15 500	30 200					
	30	3400	6 500	24 000							30	3600	17 300	35 000					
	5	8	2200	4 500							8 300	1600	200	500					
10		2300	4 900	8 900	10	2400	14 300	16 700											
12		2400	5 300	9 900	12	2500	14 800	18 500											
14		2500	5 600	11 200	14	2600	15 300	20 500											
16		2600	6 000	12 100	16	2800	16 100	23 000											
18		2800	6 400	13 900	18	3000	16 700	24 900											
20		2900	6 800	15 500	20	3200	17 500	27 500											
25		3200	8 000	20 600	25	3400	19 200	33 400											
30		3400	9 000	26 000	30	3600	21 000	39 000											

verteilt und befestigt sein. Weiterhin kommen auch größere fahrbare Feuerlöcher zur Anwendung.

h) Transportable Hallen. Von größter Bedeutung für die Anlage von Flugplätzen ist die serienmäßige Herstellung der sogenannten transportablen Hallen. Abgesehen von der hervorragenden Brauchbarkeit derartiger Konstruktionen für Zwecke des Militärflugwesens, worauf hier nicht näher eingegangen werden soll, sind leichte, einfach aufzustellende Hallen auch für den zivilen Luftverkehr sehr zweckmäßig. Vor nicht allzu langer Zeit ist es der Firma Junkers<sup>1)</sup> gelungen, eine neue Type transportabler Flugzeughallen (Abb. 43 bis 45) zu schaffen, die entschieden eine ungemein beachtenswerte Errungenschaft auf dem Gebiete des Flugzeughallenbaues darstellt.

Die Halle findet im Gegensatz zu bisher gebräuchlichen Hallentypen auf Eisenbahnschwellen, die als Ersatz für feste Fundamente dienen, Aufstellung<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Hugo Junkers, Kaloriferenwerk, Dessau.

<sup>2)</sup> Bei Bedarf können naturgemäß auch leicht entsprechende Betonfundamente ausgeführt werden.

und kann daher unmittelbar auf dem gewachsenen Boden erbaut werden. Auf diesem Schwellenfundament erhebt sich, aus einzelnen, gleichen, leichten Stablamellen und Fetten zusammengesetzt, ein netzartig montiertes Tonnengewölbe, das mit verzinkten Wellblechplatten eingedeckt ist. Die Mittelfette ist durch leichte Querverstrebungen ausgesteift, so daß die gesamte Tiefe der Halle mit einer Laufkatze bestrichen werden kann, die eine Tragfähigkeit von 2 t gewährleistet. Die Rückwand ist mit leichten Windstützen ausgesteift und mit Wellblech verkleidet, während die Frontwand mit hohen, in Einzelteile zerlegbaren eisernen Toren geschlossen wird. Über den Toren ist ein zerlegbarer Windträger angebracht, der den Winddruck der Tore aufnimmt. Die Belichtung



Abb. 44.

Transportable Flugzeughalle der Firma Junkers, Dessau. Montagebild nach 250 Arbeitsstunden. Im Vordergrund des Bildes der Torträger, links das fahrbare Montagegerüst.

der Halle erfolgt durch ein breites, kittlos verlegtes Firstsatteloberlicht, außerdem sind für die Aufstellung etwaiger Werkbänke in den unteren Hallenblechplatten auf beiden Seiten der Halle kleinere Fenster zur Belichtung vorgesehen. Die gesamten Verbindungen der Einzelteile erfolgen mit Hilfe von Schrauben, so daß eine leichte Montage, aber ebenfalls eine leichte Demontage gewährleistet ist. Da, abgesehen von den Fenstern, alle Teile aus Metall hergestellt sind, sind auch Be-

schädigungen bei etwaiger Demontage nicht zu erwarten. Da keine Betonfundamente notwendig sind, ist bei einer Demontage das Material 100%ig wieder zu verwenden, was bei anderen bisherigen Hallentypen als ausgeschlossen erscheint, da dann zum mindesten die Fundamente, dann aber auch die Dachhaut und ein Teil der restlichen Konstruktionen stets verlorengehen.

Die Hallenkonstruktion zeichnet sich durch rasche Aufstellarbeit (rd. 550 Arbeitsstunden), besondere Dauerhaftigkeit (30 bis 50 Jahre Lebensdauer) und Festigkeit aus, besitzt leicht und sicher arbeitende Tore und ermöglicht trotz Verwendung kleinster Bauglieder die Anbringung von Laufkatzen zur Aufnahme der erforderlichen Lasten.

Ein weiterer, sehr wichtiger Vorteil besteht darin, daß infolge der gleichen kleinen Einzelteile eine gestapelte Halle außergewöhnlich geringen Packraum einnimmt, so kann eine Halle von 500 m<sup>2</sup> Grundfläche in zwei 20-t-Eisenbahnwaggons nebst allem zur Montage notwendigen Werkzeug verfrachtet werden oder in vier Lastautomobilen nebst Anhängern. Aber auch bei Transporten durch Lastträger- Maultier- oder Kamelkarawanen bieten sich keine erheblichen Hemmungen, so daß gerade in Ländern, die weder durch die Eisenbahn noch durch Straßen erschlossen sind, der Bau derartiger Hallen vorteilhaft und

aussichtsreich ist, besonders, da auch die Montage so gut wie keine Schwierigkeiten macht und selbst Eingeborene zum Aufstellen verwendet werden können. Daraus ergibt sich schon, daß dieser Hallentyp für den Luftverkehr in Afrika, Australien, Südamerika und großen Teilen Asiens Vorteile bietet, die mit anderen bekannten Konstruktionen nicht erreichbar sind.

Aber auch in Europa und besonders in Deutschland verdient diese zerlegbare Halle Beachtung. Für alle kleineren Flugplätze (besonders Sportflugplätze) werden damit billige Unter-

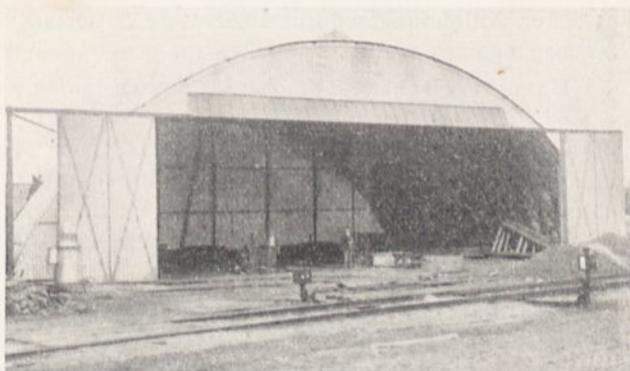


Abb. 45. Transportable Fugzeughalle der Firma Junkers, Dessau. Die fertig eingedeckte Halle nach 550 Arbeitsstunden.

kunftsmöglichkeiten geschaffen, die im Falle anderer Disposition wieder versetzt oder anderen Zwecken zugänglich gemacht werden können.

Auch größere Flughäfen können mit Vorteil derartige Hallen als dauernde Unterbringungsgelegenheit für Kleinflugzeuge, als Reservehallen während des verstärkten Sommerverkehrs für Mitteltypen und als Garagen für den Wagen- und Gerätepark des Flughafens verwenden, um so mehr, als die transportablen Hallen keineswegs den Erweiterungen der baulichen Anlagen im Wege stehen und stets leicht in den Ausbauplan eingefügt werden können.

#### Normalisierte Typen der transportablen Hallen der Firma Junkers.

Vorläufig sind lieferbar:

Type	Spannweite:	Höhe:	Hallentor:
Type 11	25 m	8,50 m	19 × 5,50 m
„ 12	30 m	9,50 m	24 × 5,50 m
„ 13	35 m	11,00 m	28 × 6,00 m
„ 14	40 m	11,00 m	32 × 6,00 m.

Diese Typen werden normalerweise komplett, also mit Toren, Oberlichtern und Seitenfenstern, Wellblecheindeckung und Kranbahn geliefert.

## 6. Hilfslandeplätze.

Die technische Vervollkommnung des Flugzeugs, wie auch der ständig zunehmende Ausbau verschiedenartiger, der Flugsicherung dienender Einrichtungen haben für die Sicherheit des Luftverkehrs wesentliche Fortschritte gebracht. Wissenschaft und Praxis kämpfen vereint gegen die noch bestehenden Gefahrenquellen, so daß die Aussicht auf eine weitere relative Verringerung der Flugzeugunfälle vorhanden ist. Während Abstürze infolge unrichtiger Flugzeugführung oder schwerer Havarien besonders bei Verkehrsflugzeugen schon heute zu den größten Seltenheiten zählen, ereignen sich verschiedentlich unvorhergesehene Zwischenlandungen mit oftmals schwerwiegenden Folgen. Die Ursachen dieser Notlandungen sind einerseits durch besonders

ungünstige Witterungsverhältnisse gegeben (Nebel, Schneesturm) und anderseits auf technische Gründe zurückzuführen (Triebwerks- und Steuerungsstörungen, Betriebsstoffmangel), wobei nach den Betriebsergebnissen der Deutschen Luft-Hansa A. G.<sup>1)</sup> in den Jahren 1926 bis 1928 durchschnittlich 63,1 % der Notlandungen durch ungünstige Witterung und 36,9 % durch technische Ursachen bedingt waren.

Unvorhergesehene Zwischenlandungen auf unvorbereitetem Gelände, die nach den Angaben der gleichen Quelle rd. 31 % sämtlicher Notlandungen umfaßten, führen besonders bei Großmaschinen leicht zu schweren Brüchen und manchmal durch Entzündung der Brennstoffvorräte zur gänzlichen Vernichtung der Flugzeuge. Daher muß durch entsprechenden Ausbau eines dichteren Netzes geeigneter Hilfslandeplätze längs der Flugstrecken derartigen Unfällen begegnet werden.

Die Entfernung der Hilfslandeplätze untereinander ist sowohl aus der Geländebeschaffenheit und den meteorologischen Verhältnissen der zu überfliegenden Landstriche, aus der normalen Flughöhe in den einzelnen Streckenabschnitten und schließlich aus der Einteilung des Verkehrs (Tag- und Nachtflugdienst) abzuleiten. Flachlandstrecken mit günstigem Landegelande werden naturgemäß weniger Hilfslandeplätze benötigen als Gebirgsstrecken und Nachtfluglinien, welche geeigneter unvorbereiteter Freiflächen entbehren oder deren Auffindung schwer und nur mit großem Zeitverlust zulassen.

Ferner wird durch die relative Flughöhe der Aktionsradius des zur Notlandung gezwungenen Flugzeugs und weiterhin der erforderliche Abstand der Hilfslandeplätze bedingt. Den tunlichst einzuhaltenden Normalflughöhen zwischen 500 und 1500 m entsprechen daher Abstände der Hilfslandeplätze von durchschnittlich 10 bis 30 km, die es den Flugzeugen in jedem Streckenpunkte gestatten würden, das nächstliegende Notlandefeld im Gleitfluge zu erreichen. Mit Rücksicht auf die ständige Zunahme der mehrmotorigen Verkehrstypen, die bei Ausfall eines wesentlichen Teiles der Gesamtmotorenleistung doch eine Verlängerung des normalen Gleitfluges gestatten, können die mittleren Entfernungen der Hilfslandeplätze für Gebirgs- und Nachtflugstrecken mit durchschnittlich 50 bis 70 km als zweckmäßig angenommen werden. Natürlich spielt bei dieser Disposition auch der Kostenstandpunkt eine maßgebende Rolle. Zur Verminderung dieser Ausgaben für Grundpacht kommen in manchen Ländern, besonders bei Nachtfluglinien, vielfach Grundstücke als Notlandefeld zur Anwendung, deren landwirtschaftliche Nutzung voll erhalten werden soll, wodurch mehrmalige Wechsel der vorgesehenen Plätze hervorgerufen werden. Diese rein wirtschaftliche Einstellung hat jedoch große betriebstechnische Nachteile zur Folge, da bei wechselnden Grundstücken eine dauernde Signalisierung, genaue Festlegung in den Karten und somit die rasche und sichere Auffindung der Notlandeplätze erschwert und teilweise unmöglich gemacht wird. Daher geht man heute immer mehr zur Anwendung dauernder Hilfslandeplätze über. Während bei einem ziemlich dichten Flugstreckennetz mit kleinen Flughafenabständen, wie ein solches gegenwärtig in Mitteleuropa besteht, die angegebene Zahl geeigneter Hilfslandeplätze als ausreichend angesehen werden kann, liegen die Verhältnisse in Ländern anderer Erdteile mit größeren, oftmals

<sup>1)</sup> E. Milch, Die Sicherheit im Luftverkehr. Berlin 1929.

unwegsamen Gegenden durchlaufenden Flugstrecken insofern anders, als nicht nur längs, sondern auch seitlich dieser Flugstrecken Hilfslandeplätze angeordnet werden sollen, die auch bei Kursabweichungen eine unvorhergesehene Zwischenlandung auf vorbereiteten Flächen gestatten. In Amerika unterscheidet man daher Zwischenlandeplätze (intermediate fields) und Hilfslandeplätze (auxiliary fields)<sup>1)</sup>. Erstere sind in rd. 48 km Abstand längs der Flugstrecken gelegen und dienen größtenteils unvorhergesehenen Zwischenlandungen, wurden jedoch auch fallweise zur normalen Betriebstoffergänzung benutzt. Sie sind daher entsprechend ausgebaut und eingerichtet. Die auxiliary fields bilden ein Band von Hilfslandeplätzen zwischen den jeweiligen Flughäfen und werden ausschließlich von Flugzeugen im Falle einer Notlandung aufgesucht.

Die örtliche Lage der Hilfslandeplätze ist tunlich an Verkehrswegen in Nähe von Siedlungen, damit nach erfolgter Notlandung bei Unterbrechung des Fluges der Abtransport von Passagieren, Gütern und gegebenenfalls des Flugzeugs selbst baldigst angebahnt und durchgeführt werden kann. Bei der Auswahl der Grundstücke zur Einrichtung dieser Plätze ist auf Nebelfreiheit, günstige Einschwebebedingungen sowie auf eine hinreichende Größe der freien Flächen zu achten. Die erforderlichen Ausmaße des Rollfeldes hängen sowohl vom vorhandenen Einschwebegelande wie auch von den auf der jeweiligen Strecke zum Einsatz gelangenden Flugzeugtypen ab. Sie sollen jedoch auch bei sehr günstigen Einschwebebedingungen nicht kleiner als  $300 \times 300$  m sein. Der Auslauf größerer Flugzeugtypen kann zwar nach allgemeiner Einführung der Radbremsen bei stärkerer Betätigung derselben im Notfalle eine Verkürzung erfahren, doch soll ein späterer Start des Flugzeugs gegebenenfalls vom Hilfslandeplatz aus auch mit Nutzlast möglich sein, so daß auf Strecken, die auch mit Großmaschinen befliegen werden, die Fläche der Hilfslandeplätze wenigstens in einer Richtung einen längeren Rollweg besitzen soll.

Bei dauernder Festlegung der Notlandeplätze werden fast ausschließlich Grundstücke gewählt werden, die günstige Bodenverhältnisse und das Vorhandensein einer Grasnarbe aufweisen. Wassergräben und sonstige Geländeunebenheiten müssen vor Indienststellung dieser Flächen beseitigt werden. Wichtig ist fernerhin eine Signalisierung der Hilfslandeplätze durch farbige Kennzeichen bei Tag (Platzecken) und Aussetzung von Landelichtern zur Nachtzeit. Die zweckmäßigste Lösung für die Kennung von Hilfslandeplätzen des Nachtflugverkehrs ergibt sich bei Anlage dieser Plätze in unmittelbarer Nähe der Nachtstrecken-Hauptfeuer. Anstrebenswert wäre ferner die Anbringung eines einfachen Windrichtungsanzeigers (Windsack usw.). Auch kann die Aufstellung der in Amerika in Verwendung stehenden Kennfunkbaken günstig mit der Lage der Hilfslandeplätze vereint werden. Die amerikanischen Zwischenlandeplätze besitzen außerdem ein kleines Betriebsstofflager sowie eine Diensthütte für einen Aufsichtsposten, der zugleich den Wettermeldedienst auszuüben hat und auch mit Arbeiten am Flugzeug vertraut sein muß.

Die großzügige Anlage und Erhaltung von Hilfslandeplätzen zur Streckensicherung verursacht naturgemäß erhebliche Kosten, die jedoch zur Erhöhung

<sup>1)</sup> Department of commerce: Aeronautics Bulletin vom April 1928 „Construction of Airports“ U.S.A.

der Regelmäßigkeit und Sicherheit des Flugverkehrs unbedingt aufgebracht werden müssen. Die erforderliche Verbesserung der wirtschaftlichen Ergebnisse des heutigen Luftverkehrs zwingt zwar zu größter Sparsamkeit, doch wäre es gänzlich verfehlt, durch unzulänglichen Ausbau der bodenorganisatorischen Anlagen der Strecke jene Summen frei zu machen, die wenigstens teilweise ohne größere Bedenken für repräsentative Bauten der Flughäfen verausgabt werden.

## 7. Sportflugplätze.

Dem großzügigen Ausbau von Sportflugplätzen zur allgemeinen Benutzung für den privaten Sport- und Reiseflugverkehr ist insofern besondere Bedeutung



Abb. 46.

Beispiel für die Ausführungsform eines Verwaltungshauses auf Sportflugplätzen.

beizumessen, als erst eine größere Zahl derartiger Anlagen die praktische Auswertung des Flugzeugs zu Sport- und Geschäftszwecken ermöglicht. Derartige Anlagen können sowohl als lokale Arbeits- und Übungsstellen der Flugsportinteressenten, wie auch als Flugplätze für den Reiseverkehr dienen. Größere Sportflugplätze gestatten auch gelegentlich die Veranstaltung von besonderen Schauflügen und können gegebenenfalls von Verkehrsflugzeugen als Hilfslandeplätze benutzt werden.

Grundlegende Gesichtspunkte für die Austeilung der Sportflugplätze wurden schon im I. Teil des Buchs (S. 10) gegeben. Die wünschenswerte starke Verbreitung dieser Anlagen wie auch deren Verwendungszweck bedingen eine einfache Ausgestaltung. Die technischen Richtlinien für den Ausbau der Sportflugplätze lassen sich unschwer aus den grundsätzlichen Anforderungen an Verkehrsflugplätze ableiten. Eine wichtige Rolle spielt außerdem die günstige Lage der Sportflugplätze zu den Siedlungszentren, um so mehr, als bei diesen Anlagen ein regelmäßiger Zubringerdienst mittels Kraftwagen, wie ein solcher bei den Verkehrsflugplätzen besteht, nicht durchführbar ist. Daher sollen Sportflugplätze leicht durch öffentliche Verkehrsmittel erreichbar sein, eine Forderung, die durch geringere Rollfeldgrößen dieser Anlagen gefördert wird, wobei jedoch naturgemäß auf günstige Start- und Einschwebeverhältnisse zu achten ist. Als Rollfeldfläche werden je nach den vorhandenen Einschwebebedingungen dem Umfange des Verkehrs und den in Verwendung stehenden Flugzeugtypen Grundstücke von 16 bis 25 ha genügen.

Die baulichen Anlagen der Sportflugplätze müssen in erster Linie eine oder mehrere leichte Flugzeughallen umfassen, die der Größe der Flugzeuge entsprechend Torspannweiten von 14 bis 16 m und Torhöhen zwischen 4 und 5 m erhalten sollen. Eine größere Raumersparnis bei Sportflugzeughallen ist dann möglich, wenn vorwiegend Flugzeuge mit umklappbaren Flügeln verwendet werden. Einfache Holzhallen und leichte Eisenkonstruktionen mit Holz- oder Wellblechbelag werden für Sportflugplätze am besten geeignet sein.

Auch die transportablen Flugzeughallen der Junkers-Werke (S. 85) können für diesen Zweck mit Vorteil Verwendung finden.

Zur Vornahme der Instandsetzungs- und Überholungsarbeiten muß auch ein Werkstatttraum vorhanden sein, der meistens an die Halle angebaut



Abb. 47. Gesamtansicht des ~~See~~<sup>Sport</sup>flughafens Heston-Air-Park bei London.

wird. Nur größere Anlagen erhalten eine gesonderte Reparaturhalle mit anschließender Werkstätte.

Während bei kleineren Sportflugplätzen lediglich ein Wohnhäuschen für den Flugplatzwärter (Fernsprechananschluß) benötigt wird, kann bei stärker

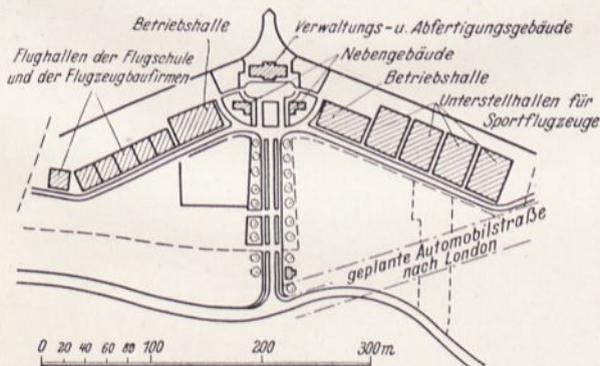


Abb. 48. Ausbauplan des Sportflughafens Heston-Air-Park.

benutzten Anlagen der Raumbedarf des Flugplatzgebäudes dahin anwachsen, daß ein Dienstraum für die Flugplatzverwaltung, Aufenthaltsräume der Sportflieger wie auch Restaurationsräume erforderlich werden.

Als Beispiel für ein derartiges kleines Flugplatzgebäude ist in Abb. 46 das provisorische Diensthause der Polizeiflugwache in Gleiwitz dargestellt,

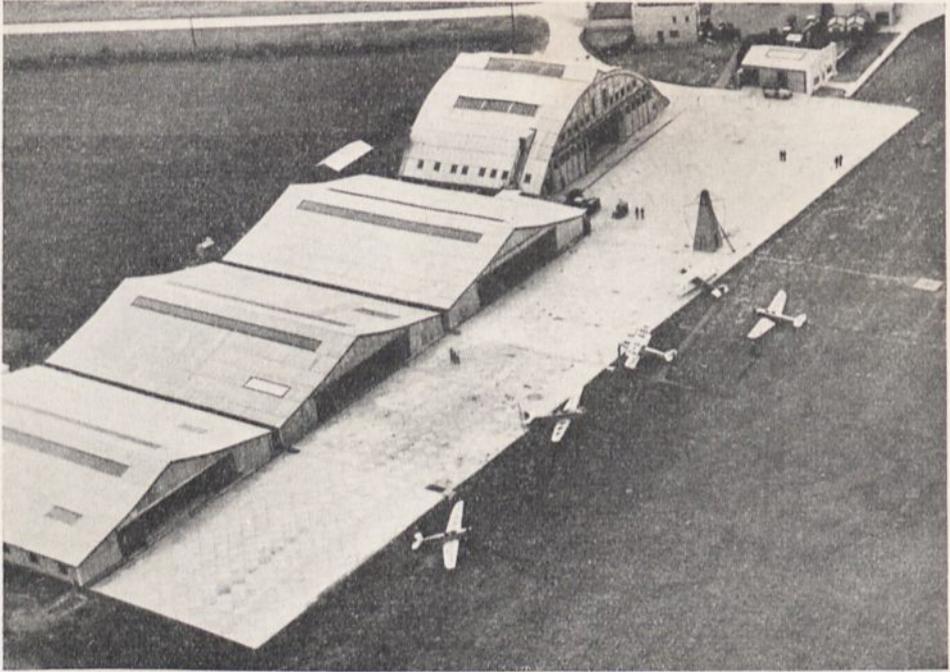


Abb. 49. Heston-Air-Park. Unterstellhallen für Sportflugzeuge und Betriebshalle.

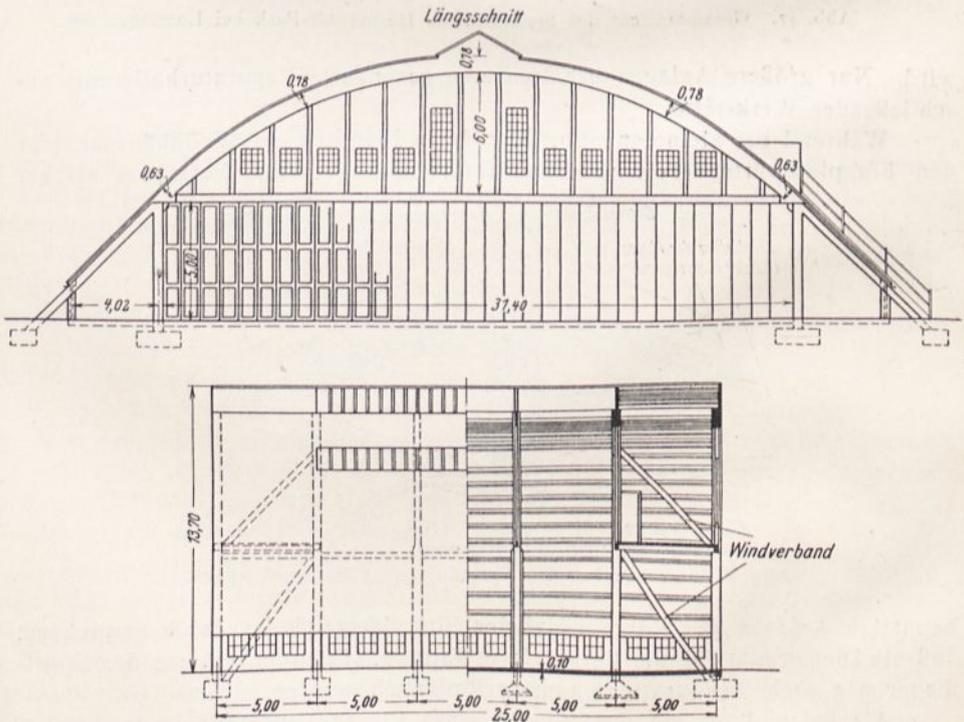


Abb. 50. Heston-Air-Park, Betriebshalle.

welches sich zur Aufstellung auf einem Sportflugplatz sehr eignen würde. Das Haus ist in Holzbauweise ausgeführt und bietet, mit farbigem Anstrich versehen, ein architektonisch gefälliges Bild.

Die Unterbringung der Betriebsstoffe wird bei Sportflugplätzen in entsprechenden kleinen Brennstofflagern erfolgen, für deren Errichtung die jeweiligen polizeilichen Bestimmungen ausschlaggebend sind.

England, gegenwärtig ein Hauptsitz der europäischen Sportfliegerei, besitzt mehrere großzügig ausgebaute Sportflugplätze, von welchen sich besonders der neuangelegte Heston-Air-Park (Abb. 47 bis 50) durch modernste Ausgestaltung auszeichnet. Die Flugplatzhochbauten bestehen aus einer großen Flugzeughalle (Eisenbeton-Bogenträger) mit  $31 \times 5,70$  m freier Toröffnung und eingebauten Kanzleien und Werkstatträumen, drei weiteren Hallen in Eisenkonstruktion mit Satteldach für Flugzeuge mit umklappbaren Tragflächen, ferner einem Klubhaus, zwei kleinen Verwaltungsbauten, F. T.-Station, Öllager und einem Reparaturschuppen verschiedener Sportflugzeugfirmen. Vor den Hallen liegt eine große Abbremsplattform wie auch Zapfstellen der unterirdisch eingebauten Tankanlage. Ein derartig muster-gültig gebauter Sportflugplatz verursacht naturgemäß erhebliche Anlage- und Betriebskosten und kann daher nur in kapitalkräftigen Ländern durch Zusammenschluß staatlich reichlich unterstützter Flugsportvereine und unter tatkräftigster Mithilfe der Gemeindeverwaltungen errichtet und erhalten werden. Der Heston-Air-Park ist ein proportional verkleinerter Verkehrsflughafen und enthält die wesentlichsten technischen Bestandteile derartiger Anlagen. Wie schon angedeutet wurde, können jedoch Sportflugplätze mit wesentlich geringeren Mitteln angelegt werden und dadurch eine größere Verbreitung erlangen, die im Interesse der Weiterentwicklung des Sportflugwesens sehr zu begrüßen wäre.

---

### III. Seeflughäfen.

Von Kapitänleutnant a. D. Otto Bertram, Berlin.

#### I. Allgemeines über das Anlegen von Seeflughäfen.

Abgesehen von verkehrspolitischen und militärischen Gesichtspunkten, die für die Anlage von Flughäfen an bestimmten Orten ein wichtiges Moment darstellen, sind für den Ausbau von Seeflughäfen eine Reihe grundlegend anderer Untersuchungen und Überlegungen notwendig, als bei der Planung eines Landflughafens.

Der wichtigste Punkt für die Projektierung eines Seeflughafens ist die Auswahl des Platzes als solcher. Man muß hierbei unterscheiden zwischen Seeflughäfen, bei denen der Wasserstand im allgemeinen ziemlich gleich bleibt, und zwischen Seeflughäfen im strömenden Gewässer mit Tidenhub. Erforderlich ist vor allem eine Wasserfläche, die einen Start im Ausmaße von etwa 2 km bei einer Wassertiefe von tunlichst 4 m in allen Windrichtungen gestattet. Sie soll so liegen, daß ein Aufkommen von Seegang nur in beschränktem Maße möglich ist. Die Wasserfläche muß eine möglichst große Tiefe und, wenn möglich, flache Ufer haben, damit auch für die Flugzeuge der Zukunft, deren Tiefgang auf über 3 m und mehr kommen kann, Start und Landung ohne Gefährdung durchführbar sind. Da nicht vorauszusehen ist, welche Größenabmessungen die modernen Hochseeflugboote später einmal haben werden, so ist es schwer, bestimmte Zahlen anzugeben. Man muß daher die Angabe von 5 km Startlänge nur als Annäherungszahl betrachten.

Ob in der Zukunft überhaupt der Start solcher Riesenflugboote noch auf dem Wasser in der bisher geübten Art und Weise vor sich gehen wird, oder als Raketenstart, oder auf einem langsamlaufenden Katapult, muß erst die Zukunft zeigen.

Ich will mich in meinem Beitrag über „Seeflughäfen“ darauf beschränken, die Eigenart der Seeflughäfen im Gegensatz zu den Landflughäfen hervorzuheben, und gehe daher auf die beiden gemeinsamen Anlagen und Einrichtungen nicht weiter ein.

Die Haupteinrichtungen eines Seeflughafens sind: 1. Vorrichtungen, um ein Seeflugzeug vom Wasser auf das Land zu bringen, und 2. Einrichtungen, um Seeflugzeuge auf dem Lande zu transportieren, 3. Liegeplätze für Seeflugzeuge.

Als Aufschleppmöglichkeiten für Seeflugzeuge kennt man betonierte oder Holz-Ablaufbahnen, die so tief in das Wasser hineinreichen, daß Seeflugzeuge mit eigenen Rädern oder eigenen Transportwagen, die im Wasser untergebaut werden, bei jedem Wasserstand mit untergebauter Aufschleppvorrichtung stets sicher auf die Ablaufbahn gelangen können, ferner Schienengleise mit eigenen Transportwagen, die ebenfalls so weit, wie oben beschrieben, in das tiefe Wasser hineinreichen, Drehkrane mit großer Auslage, die die Flugzeuge

direkt vom tiefen Wasser auf die Landtransportwagen setzen, und Hebebühnen, die ebenfalls nur in tiefem Wasser möglich sind und im allgemeinen nur für kleine Flugzeuge Verwendung gefunden haben. Es sind dies die ortsfesten, d. h. an Land eingebauten Hebemöglichkeiten. Außerdem existieren aber noch Hebeprahme sowie Docks und Schwimmkrane, die aber auch ihrerseits wieder die Möglichkeit haben müssen, die Flugzeuge an Land abzugeben. Aus der Art des Aufschleppens ergibt sich zwangsläufig auch die Art des Fortbewegungsmittels an Land.

An Liegeplätzen für Seeflugzeuge muß man unterscheiden ortsfeste unbewegliche Brücken an Land, bewegliche Brücken oder Pontons, die alle gepolstert sein müssen, Stichkanäle, einfache Strandliegeplätze und Bojen.

Welche Art der Liegeplätze gewählt wird, hängt ganz von der Eigenart des betreffenden Seeflughafens ab.

Im allgemeinen verwendet man zur Unterbringung von Seeflugzeugen in Hallen die gleiche Art der Hallen, wie sie auch auf Landflugplätzen üblich ist. Sie müssen lediglich, der Eigenart des Seeflugzeuges entsprechend, das durch Unterbauen von Transporträdern im allgemeinen auf Land eine größere Höhe hat, größere lichte Torhöhen aufweisen. Praktisch sind eingelassene Baugruben, um von unten an die Bootsboden heranzukommen. Außer diesen Landhallen verwendete man früher auch noch sogenannte Wasserhallen, d. h. Hallen, in denen die Seeflugzeuge im Wasser in der Halle an einem Ponton liegen können.

Schwimmende Werkstätten, die dorthin geschleppt werden können, wo sie jeweils gebraucht werden, Tankboote zum Auffüllen von Benzin, sowie die schwimmende Nachlandbeleuchtung, bestehend aus mehreren hintereinander verankerten Leuchtbojen, vervollständigen die Zahl der für Seeflughäfen charakteristischen Einrichtungen.

Aus der Aufzählung dieser für Seeflughäfen besonderen Einrichtungen ersieht man bereits, wie schwierig und teuer diese Art der Bauten auf Häfen mit großem Tidenhub sich gestalten dürfte. Man wird daher im allgemeinen, wenn es irgend möglich ist, in strömenden Gewässern mit Tidenhub auf ortsfeste Anlagen verzichten bzw. sie nur in beschränktem Maße errichten, dafür aber mehr Docks und Hebeprahme wählen.

Der Vollständigkeit halber möchte ich noch die schwimmenden Flugplätze für den transatlantischen Luftverkehr erwähnen, wie sie von der „Armstrong Seadrome Development Company“ in New York vorbereitet werden. Es handelt sich hierbei allerdings um schwimmende Landflugplätze, deren erster zwischen New York und den Bermudas verankert werden soll.

Die technische Konstruktion des schwimmenden Flugplatzes ist folgende: Das Landungsdeck ist 60 m breit und 360 m lang. Auf halber Länge ist es auf beiden Seiten verbreitert, um Platz für Hotelbau, Radiostation, Flugzeugschuppen usw. zu gewinnen. Natürlich ist es wegen des Seegangs nicht möglich, das Deck in Höhe der Wasserfläche oder nur wenig darüber anzubringen, es ruht 25 m hoch über dem Wasser auf 32 unter sich verstreuten runden Pfeilern. Die Wellen gehen unter ihm durch, ohne gebrochen zu werden. Die ganze Konstruktion wird von 32 Auftriebtanks von je 1100 Tonnen Rauminhalt getragen, die auf die einzelnen Pfeiler verteilt sind. Das Gesamtgewicht der Anlage ist so berechnet, daß die Tanks nicht auf der Oberfläche schwimmen, sondern 7,5 m unter dem Wasserspiegel beginnend bis in eine

Tiefe von 17 m hinabreichen. Auf diese Weise werden sie vom Seegang, der nur die Oberflächenschicht des Wassers in Bewegung setzt, wenig beeinflusst. Zur Erhöhung der Sicherheit ist jeder einzelne Tank für sich noch einmal in mehrere wasserdichte Schotten unterteilt. Ein Stück unterhalb jedes Auftriebtanks sind Gewichtstanks angebracht, welche den Schwerpunkt der ganzen Anlage nach unten verlegen und ihr somit Stabilität verleihen. Diese Gewichtstanks haben zur Dämpfung etwaiger Schlingerbewegungen die Form großer waagrecht im Wasser ruhender Scheiben. Verankert ist die Anlage nur an einer Querseite. Auf diese Weise erreicht man, daß sich das Landungsdeck immer nach der Windrichtung dreht. Die Tiefanker und das Ankerkabel hat eine New Yorker Firma konstruiert. Das drei Meilen lange Ankerkabel ist so stark, daß es eine vierfache Sicherheit garantiert. Es wird ähnlich sein wie das vom „Meteor“ auf seiner Expedition verwendete Tiefsee-Ankerkabel, das nach unten immer dünner wird.

Mehrfach wurde die Anlage schon im Modell auf ihre Stabilität geprüft. Es soll sich dabei gezeigt haben, daß sie durch Wellengang nur 5 % der Beeinflussung erfährt wie ein Ozeandampfer mit gleicher Wasserverdrängung und daß sie den heftigsten Stürmen gewachsen ist. Warten wir ab, ob sich der schwimmende Flugplatz im großen ebenso sicher erweist wie im kleinen, und vor allem: ob für einen transatlantischen Flugverkehr überhaupt ein Landflugplatz — wenn auch ein schwimmender — in Frage kommt.

## 2. Beschreibung einiger Seeflughäfen und deren Einrichtungen.

Der Flughafen Stettin, 65 km von der Ostsee entfernt im Binnenlande am Dammschen See gelegen, ist wohl der geschützte Seeflughafen, den

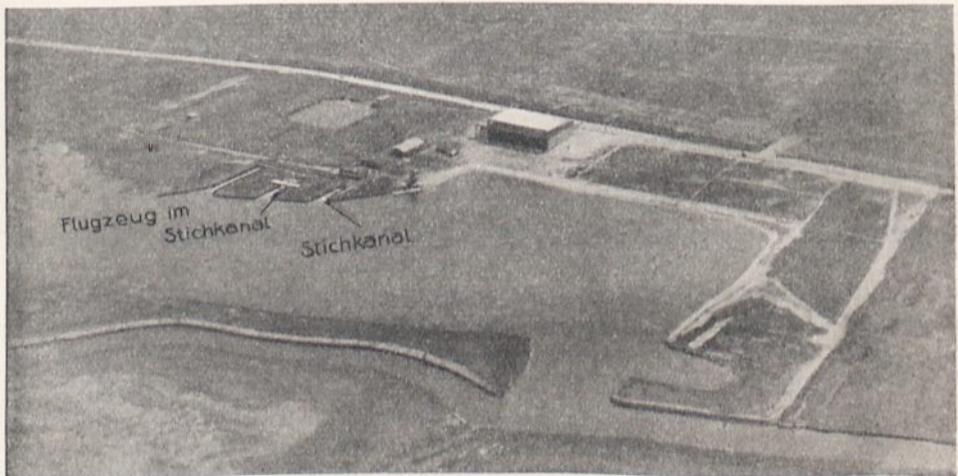


Abb. 1. Gesamtansicht des Seeflughafens Stettin.

man sich vorstellen kann. Man hat am Süden des Dammschen Sees noch ein besonderes Hafenbecken für diesen Zweck ausgebaggert, in dem die Flug-

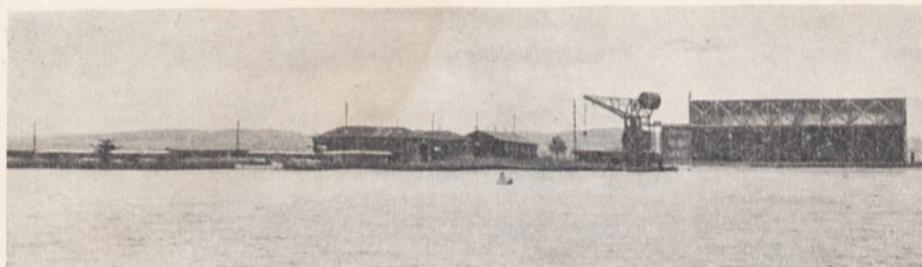


Abb. 2. Hafenanlage mit Halle und Kran. — Zwei Wale in Stichkanälen.

zeuge so geschützt wie überhaupt nur möglich liegen und an Land gebracht werden können.

Stettin ist Land- und Seeflughafen zu gleicher Zeit. Sein Charakteristikum als Seeflughafen besteht in den besonders für den Luftverkehr außerordentlich praktischen Liegeplätzen, die in Form von Stichkanälen in das Ufer eingebaut worden sind, und in



Abb. 3. Im Kran aufgehörter Superwal.



Abb. 4. Inneres der Flugzeughalle auf dem Flughafen Stettin.  
von Boyer-Desimon, Flughafenanlagen.

einem großen Kran, der bis zu 10 t Hebefähigkeit hat und, wie Abb. 3 zeigt, einen Superwal bequem aus dem Wasser heben kann.



Abb. 5. Lageplan. Land- und Seeflughafen Travemünde.

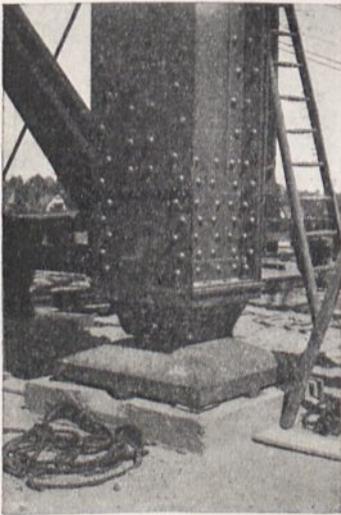


Abb. 7. Stützenfuß.  
(Flugzeughalle Travemünde.)

Das mit dem Kran aus dem Wasser gehobte Flugzeug wird hier auf einer besonderen Transportbahn in die Halle transportiert, eine Halle von  $35 \times 53$  m Abmessungen, in der in der Hauptsache Seeflugzeuge repariert werden.

Als Liegeplätze sind ferner dort der gesamte sandige Rand des Hafenbeckens sowie die im Hafenbecken verankerten Bojen vorgesehen.

Travemünde, direkt an der Ostsee und der Pötenitzer Wiek gelegen, ist ein kombinierter Land- und Seeflughafen<sup>1)</sup> (Abb. 5). Die besondere Eigenart dieses Hafens besteht in der nach allen Richtungen erweiterungsfähigen Anlage einer Flugzeughalle von  $12 \times 60$  m lichter Einfahrt (Abb. 6 u. 7) und in den großzügig angelegten Landungsbrücken, einem mit dem Wasserstand sich bewegenden Verkehrsponton sowie in seiner großen Ablaufbahn mit danebenliegenden

Schienengleisen für große und kleine Flugzeuge und den zweckmäßig gefestigten Transportwegen zum Auf- und Abschleppen der Seeflugzeuge.

<sup>1)</sup> Vgl. Leo, Seeflughalle des Hanseatischen Flughafens auf dem Priwall bei Travemünde. Bautechn. 1928, S. 294.

Als Liegeplätze sind außer den Brücken und Pontons der ganze sandige Rand der Wasserkante sowie eine entsprechende Anzahl von Bojen vorgesehen.

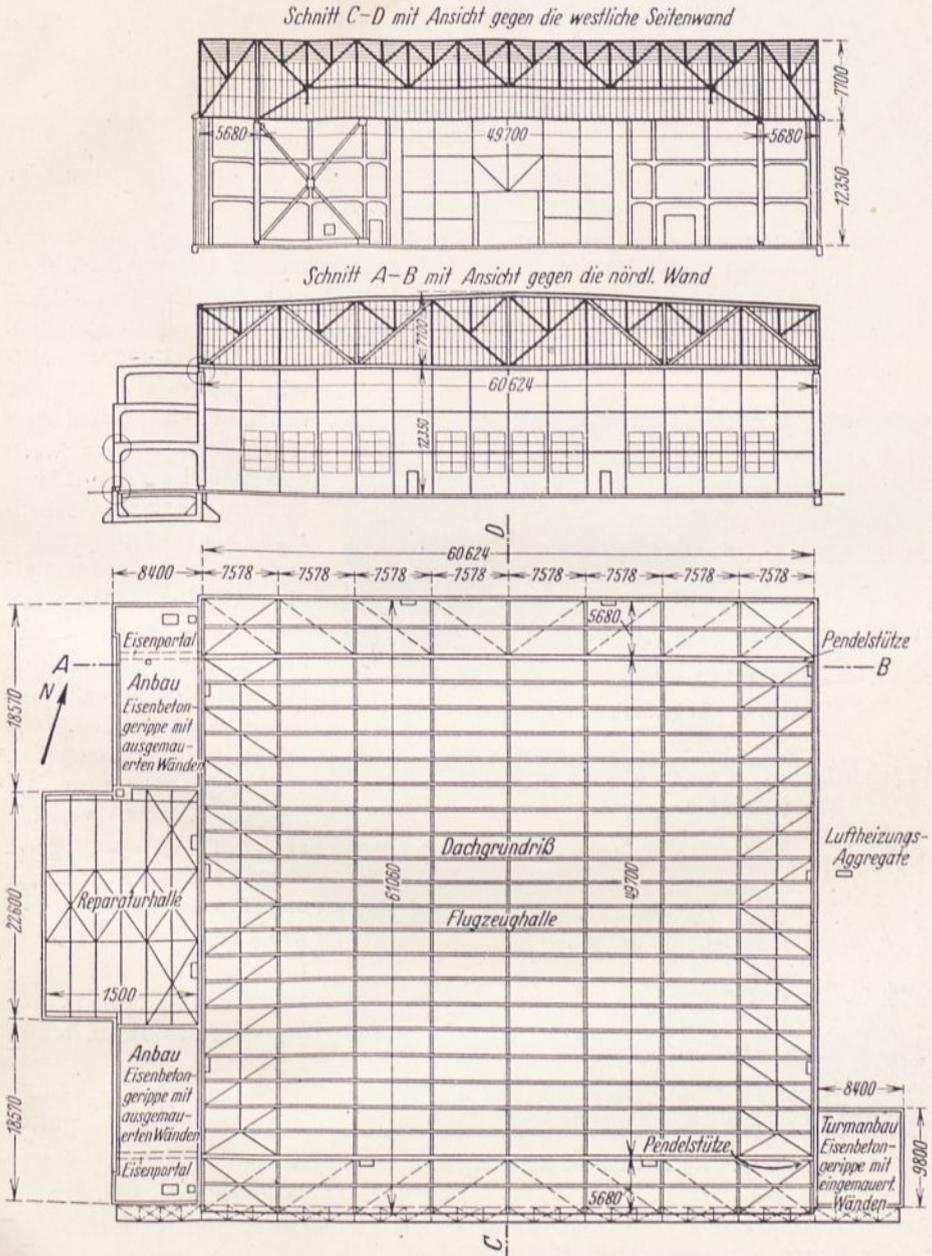


Abb. 6. Grundriß und Schnitte der Flugzeughalle in Travemünde.

Die Halle mit einer Abmessung von  $60 \times 60 \times 12$  m ist bereits so gebaut, daß darin die zur Zeit größten Seeflugzeugtypen der Welt, die Rohrbach-Romar und die Do X aufgeschleppt und untergestellt werden können.



Abb. 8. Flugzeughalle in Travemünde mit großer betonierter Plattform.

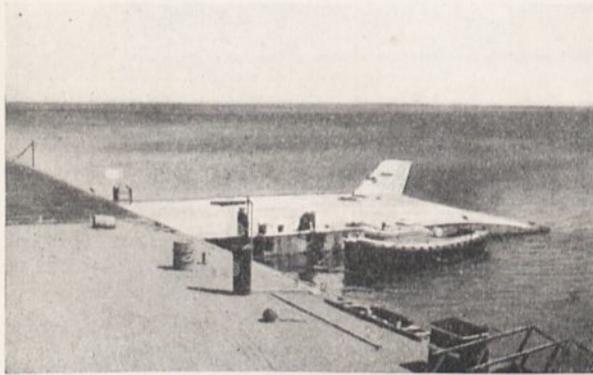


Abb. 9. Ablaufbahn in Kalmar.



Abb. 10. Ablaufbahn in Kalmar.

Ganz besonders charakteristisch ist die vor der Halle gelegene große Betonplattform und die betonierte Transportbahn vom Landflugplatz zum Seeflughafen (Abb. 8).

Stichkanäle in der Art wie in Stettin können hier nicht gebaut werden, da der Uferrand zu hoch und der Unterschied im Wasserstand zu groß ist.

Mit einfachen Mitteln hergestellt ist der provisorische Hafen von Kalmar/Schweden mit seinen hölzernen Ablaufbahnen, die in der Hauptsache als Liegeplätze dienen, da ringsherum steiniges Ufer ist (Abb. 9 u. 10).

Norderney (Abbildung. 11), der größte noch während des Krieges gebaute Seeflughafen, mit seinen langen, durch den Tidenhub von 4 m bedingten Ablaufbahnen bis ins tiefe Wasser zeigt ebenfalls Zementplattform und Transportbahnen sowie zwei Hallen von  $100 \times 25$  m und eine Halle von  $50 \times 50$  m Abmessung mit 10 m lichter Torhöhe.

Links auf dem Bilde sieht man aufgespültes Gelände mit einem im Bau befindlichen Kran, um die

Maschinen direkt aus dem tiefen Wasser auf Land zu setzen. (Die moderne Art des Baues von Gezeiten-Seeflughäfen.)

### 3. Flugzeugdocks und Hebebrähme.

Im Gegensatz zu den in Norderney noch ortsfesten Einrichtungen hat man auf der Weser eine besondere Art der Anlage geschaffen. Ein Anlegeprahm für Seeflugzeuge, der an der geschüttesten Stelle der Weser bei Blexen



Abb. 11. Seeflughafen in Norderney.

vor Anker liegt und zu dessen Ergänzung nur einige wenige ortsfeste Anlagen an Land gebaut wurden (Abb. 12, 13 u. 14). Der gesamte Verkehr und die Handhabung des Flugzeuges findet nur auf dem Wasser an dem Pramm statt, der an seiner Rückseite eine Ablaufbahn hat, an die das Flugzeug herangeht, und die durch Auspendeln der unter ihm befindlichen Luftkasten gehoben werden kann. Man kann hier Flugzeuge bis zu 20 t aus dem Wasser heben. Der Pramm, oder

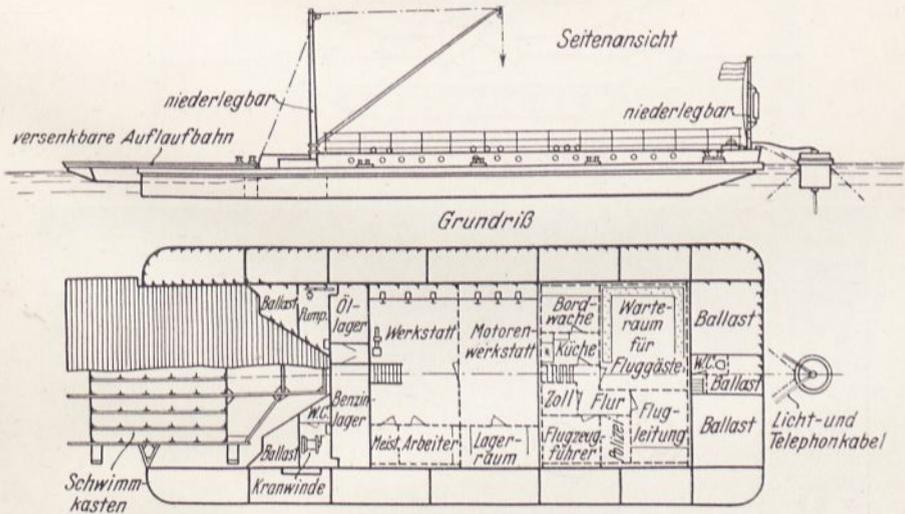


Abb. 12. Anlegeponton in Blexen.

besser das Anlegeponton selbst, hat Büro mit Telefon, Werkstatt, Funkstation, Benzintanks, Aufenthaltsraum, kurz und gut alles an Bord, was zum Betrieb eines modernen Seeflughafens gehört. Besonders günstig ist, daß das Flugzeug längsseit liegen und nach vorn ablegen kann. Hallen sind dort zur Zeit noch nicht vorhanden, ebenso keine Aufschleppvorrichtung an Land. Da aber das moderne Hochseeflugzeug sowieso Hallen nur zur Grundüberholung braucht, so kann diese ungeheure Ausgabe für viele Häfen gespart werden, indem eine

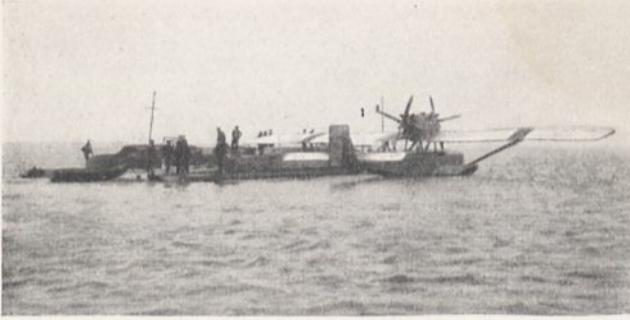


Abb. 13. Anlegeponton in Blexen.

zentrale Reparaturwerkstatt an besonders geschützter Stelle angelegt wird, die dann zu diesem Zwecke aufgesucht wird.

Manila. Abb. 15 zeigt den Transport eines Flugbootes in eine Eisenkonstruktionshalle auf einem Schienenwagen, der

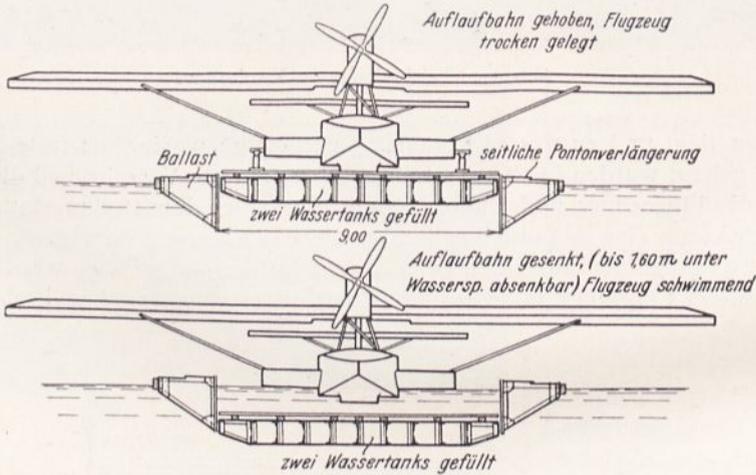


Abb. 14. Anlaufbahn des Anlegepontons in Blexen.

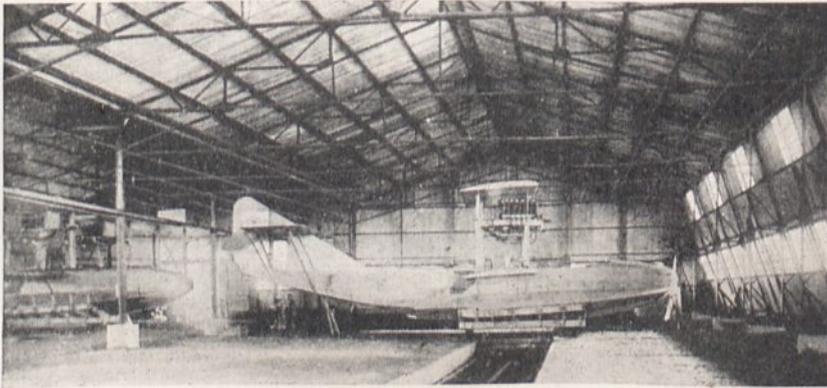


Abb. 15. Halle für Flugboote in Manila.

versenkt ist, wodurch die Halle niedriger gehalten werden kann.

Über die Verwendung von Flugzeug-Hebedocks ist bis jetzt außer in England und Deutschland nichts bekanntgeworden. Die Engländer halten ihre Docks leider so geheim, daß ich darüber nur wenig in Erfahrung bringen konnte.

Das in Deutschland gebaute Dock der Flenderwerke stellt einen ersten Versuch zur Lösung dieser Frage dar.

Aus Abb. 16, 17 u. 18 ersieht man den Vorgang des Eindockens in klarster Weise. Das Versenken des Docks geschieht in der gleichen Form

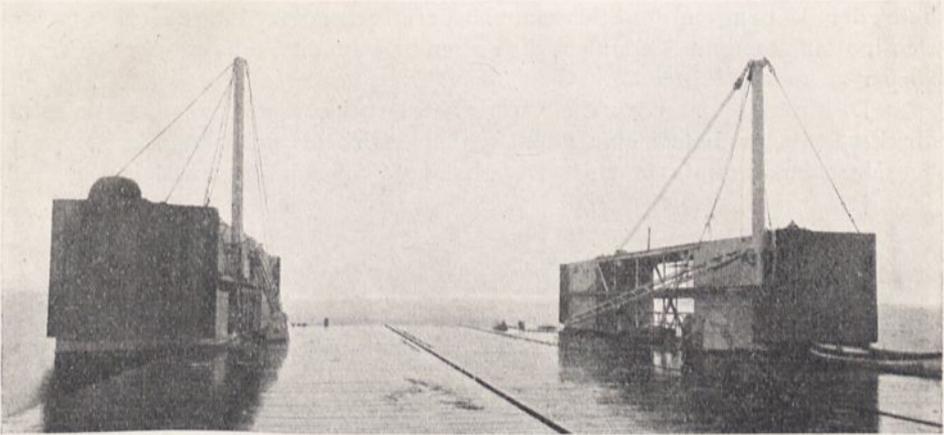


Abb. 16. Leeres unversenktes Dock.



Abb. 17. Flugzeug beim Eindocken in das versenkte Dock.

wie bei dem Schiffsdock. Die ersten Versuche boten eine gewisse Schwierigkeit, die in der ungleichmäßigen Verteilung der Gewichte der Aufbauten begründet war und erst durch praktische Versuche und Trimmen überwunden werden mußte.

Ein Zukunftdock mit auswechselbarem Mittelteil, für etwa 100 t Tragfähigkeit, ein Patent der Howaldtwerke in Kiel, soll nachfolgend genauer beschrieben werden.

Die das Flugzeug aufnehmende Plattform wird an den vier angebauten Auslegern mittels über Rollen laufender Ketten und vier Preßzylinder gehoben. Die Preßzylinder mit Plungerkolben, Traversen, Führungen, Ketten und Kettenrollen sind in Ausschnitten bzw. Auslegern zu beiden Enden der beiden Schwimmkörper gelagert. Die die Plattform tragenden Ketten erhalten unterhalb der Rollen an den Schwimmkörpern besondere Führungen, um das richtige Auflaufen der Ketten auf die Rollen und um die Stabilität der Schwimmkörper zu gewährleisten.

Das nötige mit Glycerin vermischte Druckwasser von etwa 100 at für die Preßzylinder liefert eine elektrisch angetriebene Plungerkolbenpumpe in der Maschinenzentrale in einem der beiden Schwimmkörper. Die  $\frac{1}{2}$ " Preß-

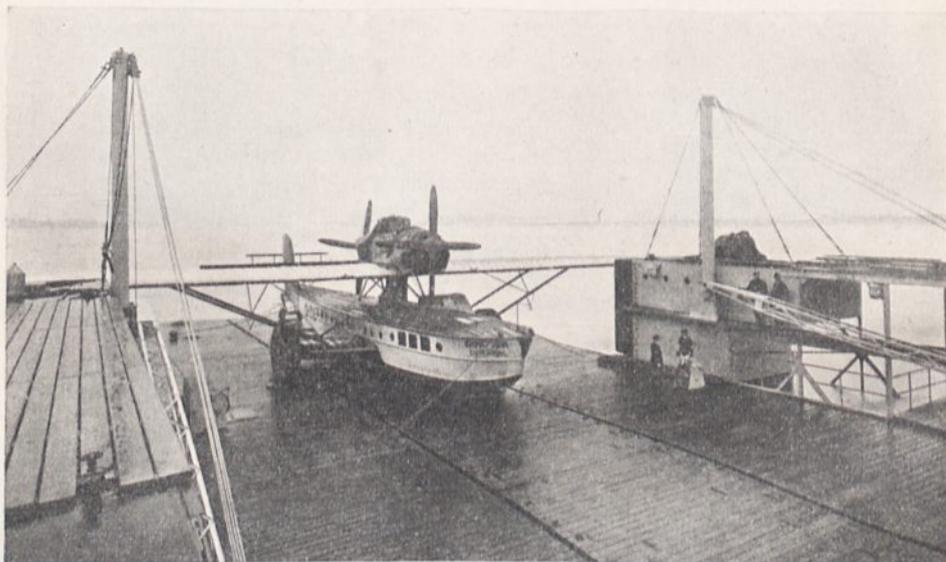


Abb. 18. Gehobenes Flugzeug.

wasserleitung für die Preßzylinder des nicht mit Maschinenzentrale versehenen Schwimmkörpers wird bei einem Projekt an dem die beiden Schwimmkörper verbindenden Gitterwerk befestigt. Bei einem anderen Projekt wird diese Leitung an einem durch Ketten an beiden Schwimmkörpern aufgehängten I-Eisen befestigt, das so tief hängt, daß es in tiefster Stellung der Plattform an dieser gut frei geht.

Bei gehobener Plattform werden die Preßzylinder durch Vorstecken von Keilen vor die die Kolbenstange tragende Traverse entlastet. Soll die Plattform gesenkt werden, so muß die Preßwasserleitung unter Druck gesetzt werden, damit die Vorsteckkeile entfernt werden können. Dann wird die Druckpumpe abgestellt und das Preßwasser durch Regulierventile aus den Preßzylindern in einen Tank abgelassen, bis die gewünschte Senktiefe der Plattform erreicht ist bzw. die Preßzylinderplunger gegen ihre Zylinderböden stoßen. Beim Heben der Plattform wird das Glycerinwasser durch die Preßpumpe dem Tank wieder entnommen. In tiefster Stellung der Plattform legen sich die Kolben der Preßzylinder gegen die Zylinderböden, damit auch dann die Preßwasserzylinder nicht unter Wasserdruck zu stehen brauchen.

Durch Einbau von Luftzellen ist das Gewicht der Plattform so ausgeglichen, daß die vier Hebezylinder nur so weit belastet sind, daß ein selbsttätiges Absenken der Plattform stattfindet. Hierdurch ist erreicht, daß für das Heben der Plattform eine wesentliche Kraftersparnis eintritt, weil sich das Gewicht der Plattform durch Auftrieb der Luftzellen zum größten Teil aufhebt und nur das jeweilige Gewicht des Flugzeuges zu heben ist.

Bei dem einen Projekt sind oberhalb der Luftzellen Wasserzellen angeordnet. Mittels der Preßwasserzylinder kann die Plattform so hoch gehoben werden, daß das Wasser aus den Zellen selbsttätig ausläuft. Die Bodenventile können nun geschlossen werden und die Plattform wird so weit weggesenkt, bis dieselbe von den Tragbalken frei schwimmt.

Um das Dock bei geringen Wassertiefen verwenden zu können, sind die Tragbalken bei dem zweiten Projekt an den Seiten der Plattform angeordnet. Die Luftzellen sind in der Mitte und an den Enden der Plattform vorgesehen. Die Wasserzellen, welche zwischen den Luftzellen eingebaut sind, erhalten im Boden und in der Decke Ventile, welche beim Versenken und Heben geöffnet werden. Soll nun die Plattform ausgefahren werden, so sind die Bodenventile zu schließen und die Wasserzellen durch die Feuerlöschleitung zu lenzen, so daß die Plattform mit Flugzeug selbsttätig schwimmt.

#### Abmessungen.

Länge der Plattform . . . . .	56,0 m
Länge der Pontons . . . . .	30,0 „
Lichte Weite . . . . .	21,0 „
Äußere Breite über Spanten . . . . .	33,0 „
Breite eines Pontons . . . . .	6,0 „
Freibord . . . . .	1,5 bzw. 1,1 m
Hebezeit bei 100 t Belastung	15 Minuten.

Für die Stromerzeugung für Kraft und Licht wird ein Ölmotor in der Maschinenzentrale eingebaut.

#### Elektrische Anlage.

Primäranlage. Ein Gleichstrom-Compound-Dynamo, Leistung etwa 18 kW bei 230 Volt, direkt gekuppelt mit einem Ölmotor auf gemeinsamer Grundplatte.

Schaltanlage. Eine Hauptschalttafel für Kraft und Lichtstrom und ein Stromabgabekasten für 60 Amp.

Elektrische Motoren für 220 Volt für eine Preßwasserpumpe und eine Werkstatt-Transmission.

Beleuchtungsanlage für etwa 20 Brennstellen, 220 Volt, mit vier hochkerzigen Armaturen je 500 Watt, wasserdichten Steckkontakten, sechs Handlampen mit je 15 m beweglicher Leitung.

Leitungsnetz. Doppelpolig in R.G.K.B.-Kabel (eisenbandarmiertes Gummi-Kupfer-Blei-Kabel).

In einem der beiden Schwimmkörper wird eine etwa 24 m lange Feuerlöschleitung (65 mm Durchm.) mit drei von außen verwendbaren Anschlüssen verlegt. Eine Feuerlöschpumpe ist gemäß der übersandten Bauvorschrift nicht vorgesehen.

In der Werkstatt wird eine Drehbank von 200 mm Spitzenhöhe und 1500 mm Spitzenweite aufgestellt, ferner eine Bohrmaschine zum Bohren von

Löchern bis 20 mm und eine Schleifmaschine mit einem Stein von etwa 100 mm Durchm. Diese Maschinen werden von einer durch einen Elektromotor betätigten Transmission angetrieben.

Zweifellos wird man bei diesem Dock und bei seiner Weiterentwicklung die Seitenteile, d. h. die Aufbauten, so niedrig halten, daß das Flugzeug mit seinen Flächen auch in gesenktem Zustand über sie hinweggeht und dadurch freien Raum gewinnt, um auf dem Dock selbst auf einem versenkbar angebrachten Katapult oder auf einem Laufwagen mit eigener Kraft starten zu können. Auf diesem Dock, das ich eine schwimmende transportable Seeflugstation nennen möchte und das an allen denjenigen Punkten stationiert werden müßte, die für den Atlantikverkehr in Frage kommen, und die mit derartigem Seegang zu rechnen haben, daß der Start der regelmäßig verkehrenden Maschinen in Frage gestellt wird, müßte alles vorhanden sein, was im kleinen bereits auf dem in Bremerhaven vorhandenen Anlegeponton der Unterweser AG. vorhanden ist.

Ein derartiges Dock würde z. B. auf den Azoren, Kapverden, Kanarischen Inseln und Bermudas stationiert werden.

#### 4. Katapulte.

Wie oben schon erwähnt, ist das Katapult eines derjenigen Mittel, das auf schwimmenden Seeflugstationen, zu denen man unter anderem auch die Reichspostdampfer mit Postflugzeugen an Bord (z. B. die „Bremen“) rechnen kann, den Start eines Seeflugzeuges frei vom Seegang ermöglicht. Die Verwendung von Seeflugzeugen an Bord von Schiffen macht entweder ein Katapult notwendig oder das bei starkem Seegang nicht sehr einfache Verfahren der Ein- und Aussetzung der Seeflugzeuge mittels eines Krans oder Ladebaums. Außer dem Startkatapult, das nachstehend noch näher beschrieben wird, wurde von Dipl.-Ing. Kiwull, um die Verwendung der von Schiffen mitgenommenen Seeflugzeuge zu erleichtern, die Anwendung einer Staubahn zum Aufnehmen und Absetzen der Flugzeuge vorgeschlagen.

Das Kiwullsche Stausegel stellt eine etwa 30 m lange und 10 m breite, durch Spreizbäume ausgespannte Segelbahn dar, die vom Heck des Schiffes aus zu Wasser gelassen wird. Das untere Ende der Segelbahn, von dem aus Stahlrossen zum Schiffe laufen, liegt unter Wasser und bildet so eine sackartige Wölbung, in der sich der Abstrom des Wassers staut. Dadurch wird das Stausegel mit erheblichem Widerstand von dem langsam Fahrt machenden Schiff nachgeschleppt. Es stellt somit eine schräge Verbindung zwischen Wasserspiegel und Schiffsheck dar. Das im Wasser befindliche Stück des Segels ist als Netzwerk ausgebildet, um nicht eine zu starke Wirbelung des Wassers zu verursachen. Das ankommende Flugzeug fällt nach der Landung hinter dem sich langsam bewegenden Dampfer her und läuft auf das flach unter Wasser befindliche Ende des Stausegels auf. Sobald das Flugzeug aufgelaufen ist, erhöht der Dampfer seine Geschwindigkeit, worauf das Segelende mit dem darauf befindlichen Flugzeug austauscht. Hilfsmannschaften befestigen das Flugzeug an einer Aufholvorrichtung, worauf das Einholen auf der Segelbahn und das Aufnehmen auf Deck vorgenommen wird. In ähnlicher Weise, nur umgekehrt, erfolgt das Zuwasserbringen des Flugzeugs. Versuche haben die erhofften Erwartungen bestätigt, so daß in absehbarer Zeit mit der

praktischen Verwendung von Stausegeln gerechnet werden kann. Selbstverständlich ist es nicht notwendig, bei Lastwechsel oder Auf- und Abnahme von Fluggästen das Flugzeug immer an Bord des Dampfers zu holen. Eine auf dem Stausegel angeordnete Treppe erlaubt das ziemlich leichte Begehen desselben. Besonders gute Dienste wird die Staubahn für die Übersee-Postbeförderung leisten können. Post, die am Abgangsort des Schiffes einen Tag später ankommt, kann den Schiffen nachgebracht werden. Hierbei kann das Flugzeug vom Dampfer unschwer aufgenommen werden und vor Erreichung der Küste mit Post immer auf die gleiche Weise zum Abflug gebracht werden. Es ist anzunehmen, daß die Verwendung von Katapult und Kiwullischem Stausegel nicht nur dem Flugzeug einen erheblich größeren Aufgabekreis bringt, sondern der Schnellbeförderungslauf weiten Strecken ausgezeichneten Dienst leisten wird. Die Versuche sind noch nicht abgeschlossen, jedoch glaube ich kaum, daß eine Verwendungsmöglichkeit über Seegang 4 besteht.

Die Einrichtung eines transozeanischen Luftverkehrs von Europa nach Amerika ist nach wie vor Ziel aller beteiligten Kreise. Man ist sich jedoch darin einig geworden, daß zunächst unbedingt hochseefähige, mehrmotorige und insbesondere über große Aktionsradien verfügende Flugschiffe gebaut und erprobt werden müssen, bevor man an die Aufnahme eines regelmäßigen Flugdienstes denken kann. Dennoch ist die Luftfahrt heute schon bemüht, auf verkehrsmäßiger Basis die Reisezeit zwischen der Alten und der Neuen Welt dadurch abzukürzen, daß man wenigstens einen Teil des Weges durch Flugzeuge zurücklegen läßt. Allerdings werden hiervon zunächst keine Passagiere, sondern nur Postsendungen erfaßt. Die Deutsche Luft-Hansa hat in Zusammenarbeit mit dem Norddeutschen Lloyd gelegentlich der ersten Amerikafahrt des Dampfers „Bremen“ den ersten Versuch gemacht, die Post der „Bremen“ vor Erreichen der amerikanischen Küste durch ein Flugzeug vorauszusenden, indem man den Dampfer mit einem Katapult und dem dazu gehörenden Flugzeug ausrüstete. Auf den ersten Fahrten wurde regelmäßig in einer Entfernung von zunächst 400 Seemeilen, d. h. etwa 740 km, das Flugzeug katapultiert und flog zu dem Bestimmungshafen, d. h. vor Erreichung der amerikanischen Küste nach New York und vor der europäischen Küste nach Southampton. Im Jahre 1932 soll die Entfernung allmählich auf 800 Seemeilen gesteigert werden. Die Reisegeschwindigkeit des Flugzeuges beträgt etwa 100 Seemeilen = 180 km in der Stunde, so daß für die Zurücklegung der Entfernung bei den ersten geplanten Versuchen das Flugzeug durchschnittlich 4 Stunden, der Dampfer „Bremen“ aber bei einer Geschwindigkeit von rd. 26 Seemeilen durchschnittlich 16 Stunden braucht. Die Post konnte also immerhin bei den ersten Versuchen, die über eine verhältnismäßig geringe Entfernung gingen, eine Beschleunigung von 12 Stunden durch die Beförderung mit dem Katapultflugzeug erfahren. Legt man einen Katapultstart von 800 Seemeilen vor der Küste zugrunde, was durchaus im Bereich der Entwicklungsmöglichkeit liegt, so benötigt das Flugzeug für diese Strecke durchschnittlich 8 Stunden, während die Dampferfahrt 32 Stunden in Anspruch nimmt. In diesem Falle beträgt also die Beschleunigung der Post volle 24 Stunden.

Die Katapultstartanlage auf dem Lloyd-Dampfer „Bremen“ wurde von der Firma Ernst Heinkel, Flugzeugwerke G. m. b. H., Warnemünde, geliefert,

die auch das Flugzeug, einen Heinkel-Tiefdecker „H. E. 12“, gebaut hat. Seit mehreren Jahren haben die Heinkel-Flugzeugwerke eingehende Versuche mit

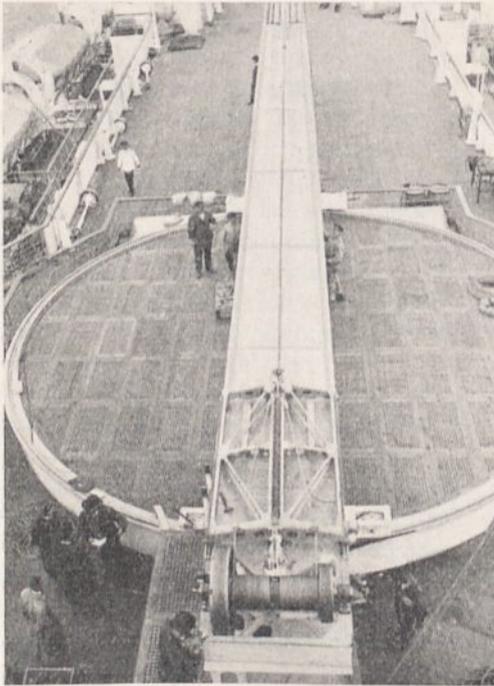


Abb. 19. Eingeschwenktes Katapult auf dem Dampfer „Bremen“ (Draufsicht).

dem Bau von Flugzeugkatapulten für Handelsschiffe unternommen, und es wurde durch den Chefpiloten Starke eine große Anzahl Probestarts ausgeführt, bis mit dem serienmäßigen Bau zunächst für die „Bremen“ begonnen werden konnte (Abb. 19). Hier ist die Katapultanlage auf dem 25 m hohen Sonnendeck fast mittschiffs zwischen den beiden riesenhaften Schornsteinen montiert, so daß sich die 24 000 kg schwere Anlage auf dem höchsten Deck des Schiffes befindet. Die 27 m lange Gesamtkatapultanlage ist auf einem Zapfen drehbar; auf einem Schienenträger wird der Startschlitten, auf dem sich das zu katapultierende Flugzeug befindet, vorwärts geschleudert, und zwar geschieht die Vorwärtsbewegung durch eine Preßluftanlage (Abb. 20). Ein sogenannter Arbeitszylinder ist mit einem Arbeitskolben und

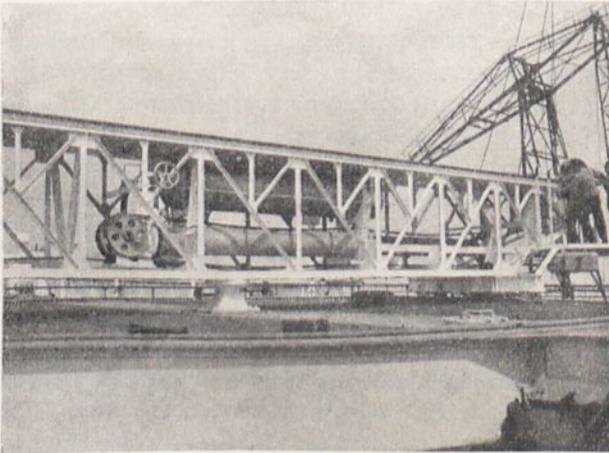


Abb. 20. Preßluftanlage.

sechs Seilrollen zu einem Flaschenzug vereinigt, der die Bewegung des Arbeitskolbens im Verhältnis 6:1 auf den Startschlitten überträgt. Die Beschleunigung des Schlittens tritt erst allmählich ein und wächst langsam zur vollen Höhe an, wodurch unangenehme Rückstöße vermieden werden. Das Startseil wird vor dem Start zwangsläufig gespannt, während das Abbremsen des Startschlittens am Ende der

Startstrecke durch Bremsbacken automatisch erfolgt. Die Beschleunigung des Schlittens nach Ingangsetzen der Anlage ist derart, daß das Flugzeug nach einer Startstrecke von 20 m genügend Auftrieb erhält, um sich mit Hilfe seines bereits laufenden Propellers von selbst in der Luft zu halten. Auf dieser kurzen

Strecke von 20 m erhöht sich die Fahrtgeschwindigkeit des Schlittens derart, daß das Flugzeug kurz nach Verlassen der Startbahn eine Anfangsgeschwindigkeit von etwa 110 km erhält. Besondere Einrichtungen sorgen dafür, daß ein Stehenbleiben des Startschlittens ausgeschlossen wird und daß dieser während des Starts stets vollen Antrieb erhält. Die Bedienung der Anlage geschieht durch Fernsteuerung von einem Bedienungsstand aus. Die Fernsteuerung ist durch geeignete Verblockungsvorrichtungen in der Weise gesichert, daß die einzelnen Bedienungsriffe beim Start nur in einer bestimmten Reihenfolge ausgeführt werden können, wodurch Fehlstarts unbedingt vermieden werden. Das Katapult der „Bremen“ ist zunächst so eingerichtet, daß Flugzeuge bis zu einem Gewicht von etwa 3000 kg katapultiert werden können.

Um jederzeit ein einwandfreies Starten zu gewährleisten, ist die Anlage mit einer Prüfeinrichtung versehen, diese arbeitet, ohne daß sich das Flugzeug auf dem Schlitten befindet. Im wesentlichen besteht sie aus einem Schwungrad, dessen Masse etwa derjenigen des Flugzeuges entspricht, und einer Seiltrommel. Zur Überprüfung des Katapultes wird das auf der Trommel aufgewickelte Seil mit seinem freien Ende am Startschlitten befestigt. Wird der Arbeitszylinder unter Druck gesetzt, so bewegt sich der Schlitten nach vorn und bringt das Schwungrad in Drehung. Erreicht der Schlitten das Ende des Schienenträgers, so wird er selbsttätig gebremst; gleichzeitig damit wird auch das Schwungrad ausgekuppelt, welches nun leer läuft. Aus der Drehzahl des Schwungrades ermittelt man dann die Endgeschwindigkeit des Startschlittens.

Das Flugzeug wird auf den Startschlitten aufgesetzt und der Motor angeworfen. Der in Ruhe befindliche Startschlitten wird dann durch die Beschleunigungsvorrichtung nach vorn bewegt.

Das Ingangsetzen der Anlage geschieht, wie schon vorstehend erwähnt, durch Fernsteuerung. Die Auslösung der Beschleunigungsvorrichtung kann entweder durch den Flugzeugführer selbst mit einer hierfür am Steuer befindlichen Einrichtung oder durch den Starter vom Bedienungsstand des Katapultes aus geschehen. Der erforderliche Druck für die Beschleunigung des Startschlittens, den die Preßluftabgabe hergeben muß,

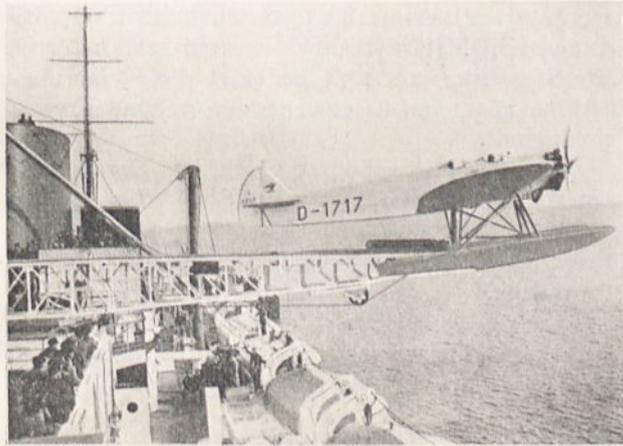


Abb. 21. Start des katapultierten Flugzeuges.

richtet sich nach der Masse des zu startenden Flugzeuges und nach der vorhandenen Windgeschwindigkeit.

Der im Dienst befindliche katapultfähige Heinkel-TD „H.E. 12“ ist für diesen Zweck besonders entwickelt worden und hat folgende Abmessungen und Leistungen:

Spannweite . . . . .	16,8 m	Flächenleistung . . . . .	10,3 PS/m <sup>2</sup>
Länge . . . . .	11,6 m	Leistungen bei einem	
Höhe . . . . .	4,5 m	Fluggewicht von . . . . .	2,33 t
Flügelfläche . . . . .	48,5 m	Höchstgeschwindigkeit	
Motor „Hornet“ . . . . .	500 PS	in Bodennähe . . . . .	215 km/h
Leergewicht . . . . .	1,57 t	Betriebsgeschwindigkeit	191 km/h
Zuladung . . . . .	0,98 t	Landegeschwindigkeit . . . . .	93 km/h
Fluggewicht . . . . .	2,55 t	steigt auf 1 km in . . . . .	5,5 min
Flächenbelastung . . . . .	52,6 kg/m <sup>2</sup>	steigt auf 2 km in . . . . .	12,5 min.
Leistungsbelastung . . . . .	5,1 kg/PS		

Im Anschluß an die durchgeführten Katapultstarts auf der „Bremen“ wird man jetzt daran gehen, Katapulte zu konstruieren, die auf den bereits im vorigen Kapitel erwähnten Docks versenkbar aufgestellt werden können, um Flugzeugen von der Größe der Rohrbach Romar und der Do X unter allen Umständen und bei jedem Wetter und Seegang Startmöglichkeit zu geben. Selbstverständlich wird ein Starten nicht, wie bei dem bisher konstruierten Katapult, auf 20 m in Frage kommen, sondern vielleicht auf 60 oder 80 m, wobei zu berücksichtigen ist, daß die Zunahme der Startgeschwindigkeit 2,5 bis 3 g nicht überschreiten darf. Abgesehen von dem stets gesicherten Start ist aber bei einem solchen Katapultieren — besonders der schwersten Flugzeuge — eine große Steigerung der Leistungsfähigkeit zu erwarten, die den Luftverkehr eher zu einer Rentabilität und damit zu einer ständigen Einrichtung bringen wird als viele andere Maßnahmen rein konstruktiver Natur. Bekanntlich kann ein Seeflugzeug in der Luft bedeutend mehr tragen, als es in der Lage ist, aus dem Wasser zu heben, da der vorübergehende Startvorgang einen ganz bedeutenden Kraftüberschuß erfordert. So würde z. B. die Rohrbach Romar, die normal mit etwa 18,5 t startet, beim Katapultieren bequem, ohne jemals mit einem Fehlstart rechnen zu müssen, mit 20 t gestartet werden können. Diese Steigerung um 1,5 t bedeutet die Steigerung der Leistungsfähigkeit der Maschine über eine Reichweite von 5 Stunden, was einer Strecke von 900 km gleichkommt.

Je mehr das Seeflugzeug sich zum Seeflugschiff entwickelt, d. h. Wassereigenschaften und Eigenarten des Seeschiffes annimmt, um so mehr wird auch der Bau von Seeflughäfen sich der organischen Ausgestaltung von Seehäfen nähern; man wird Lade- und Verkehrshäfen anlegen und man wird Werft- häfen bauen.

Da die technische Weiterentwicklung des Flugzeuges selbst unserer schnellebigen Zeit noch vorseilt, ist man der Verwirklichung dieses Gedankens vielleicht näher, als man glaubt.

## IV. Technische Einrichtungen von Flugplatzanlagen.

Von Ing. Stig Freiherr von Leijonhufvud, Stockholm.

Die Reichhaltigkeit der zu behandelnden Materie „Technische Einrichtungen der Flugplatzanlagen“ verlangt eine dem Zwecke des Buches entsprechende sachliche Sonderung des Stoffes, der sich in folgende Hauptpunkte gliedern läßt:

1. Tankanlagen,
2. Signaleinrichtungen,
3. Funkanlagen.

### I. Tankanlagen und Brennstoffversorgung der Flugzeuge.

Die zur Erhaltung des Schwebevermögens und zur Fortbewegung der Flugzeuge notwendige Motorleistung erfordert naturgemäß eine weit höhere Energiezuführung als bei anderen Verkehrsmitteln. So benötigt eine einmotorige Maschine mit etwa 400 PS rd. 100 l/Std. an Brennstoff; bei den heute im Verkehr befindlichen Großflugzeugen erhöht sich dieser Wert entsprechend der Motorenzahl und Leistung bis auf rd. 600 l/Std. Das Fassungsvermögen der Flugzeugtanks beträgt daher gegenwärtig für einmotorige Verkehrstypen 300 bis 1000 l und für Großflugzeuge 1000 bis 4000 l. Hieraus geht deutlich hervor, daß in den Flughäfen beträchtliche Brennstoffmengen aufgespeichert werden müssen, die den Flugzeugen mit möglichst geringem Zeitverlust zugeleitet werden sollen. Für die Bemessung einer Flughafentankanlage sind nun folgende Gesichtspunkte maßgebend:

- a) die geplante Frequenz des Hafens,
- b) die im zugehörigen Streckennetz eingesetzten Flugzeugtypen,
- c) die Länge der vom Flughafen ausgehenden Fluglinien,
- d) die zeitliche Belieferungsmöglichkeit des Flughafens mit Brennstoff,
- e) die Brennstoffart, d. h. ob reines Benzin, reines Benzol oder Gemische von Benzin und Benzol zum Verbrauch gelangen.

Eine Tankanlage muß ein derartiges Fassungsvermögen besitzen, daß die Brennstoffversorgung der Flugzeuge kontinuierlich erfolgen kann, besonders während des verstärkten Verkehrs der Hochsaison. Die Schwankungen des Brennstoffbedarfes, die noch durch die erforderlichen Brennstoffmengen für unregelmäßig eintreffende Flugzeuge erhöht werden, sowie die Berücksichtigung der zunehmenden Verdichtung des Flugverkehrs verlangen eine Überdimensionierung der Tankanlage, die außer dem berechneten Inhalt noch eine weitere Betriebsreserve an allen benötigten Brennstoffen enthalten muß. Auf Grund dieser Voraussetzungen läßt sich das Fassungsvermögen einer neu-

herzustellenden Tankanlage eines Flughafens „A“ ermitteln, welche die Flugzeuge der Fluglinien A—B bis A—K mit Brennstoff versorgen soll. Es sei ferner angenommen, daß diese Fluglinien, deren Flugzeuge in „A“ Brennstoff aufnehmen, je einmal im Tag in beiden Richtungen befliegen werden und beispielsweise folgende Längen haben:

$$\begin{array}{lll} A-B = 200 \text{ km} & A-E = 360 \text{ km} & A-H = 600 \text{ km} \\ A-C = 300 \text{ „} & A-F = 390 \text{ „} & A-I = 580 \text{ „} \\ A-D = 350 \text{ „} & A-G = 400 \text{ „} & A-K = 670 \text{ „} \end{array}$$

Diese Strecken werden ohne Zwischenlandung mit einer Fluggeschwindigkeit  $v = 170$  km/St. zurückgelegt. Der durchschnittliche Brennstoffverbrauch  $n$  jedes Flugzeuges sei 200 l/St. Bei normaler Flugwetterlage wäre der kleinste durchschnittliche Tagesbedarf  $M$  in „A“ folgendermaßen zu berechnen:

$$\begin{aligned} M &= \frac{(A-B + A-C + \dots + A-K) n}{v} = \frac{(200 + 300 + \dots + 670) 200}{170} \\ &= \frac{3850 \cdot 200}{170} = 4530 \text{ l.} \end{aligned}$$

Unter Berücksichtigung teilweise ungünstiger Witterungsverhältnisse (Gegenwind) ergibt sich ein durchschnittlicher Mehrverbrauch von 15 %, so daß der Tagesbedarf auf rd. 5210 l anwächst. Erfolgt die Belieferung der Tankanlage in „A“ zweimal wöchentlich, so würden die Tanks beim Einfüllen leer sein, wenn deren Fassungsvermögen nur  $\frac{7 \cdot 5210}{2} = 18\,200$  l wäre.

Wie schon früher gesagt, muß aus verschiedenen Gründen eine Betriebsstoffreserve vorhanden sein, so daß in diesem Falle die Tankanlage in „A“ mit einem Fassungsvermögen von rd. 35 000 l auszuführen wäre.



Abb. 1. Das Tanken an einer Unterflurzapfstelle.

Die Brennstoffmengen werden in unterirdisch eingebauten Lagerbehältern aufgespeichert und aus diesen durch Pumpen oder Druckanlagen entnommen. Wichtig sind hierbei alle technischen Einrichtungen zur Erreichung größtmöglicher Reinheit des auszugebenden Brennstoffs. Ferner ist für genaue Meßvorrichtungen zur Bestimmung des jeweiligen Behälterinhalts und der fallweise entnommenen Brennstoffmengen Sorge zu tragen.

Die Brennstoffentnahme erfolgt vorwiegend an versenkten Zapfstellen, die außer Gebrauch überdeckt den Flugzeugen kein Verkehrshindernis bieten. Die Bemessung der Abfüllvorrichtung muß für eine Leistungsfähigkeit von rd. 100 l/Min. ausgeführt werden, damit die Brennstoffergänzung in kürzester Zeit vorgenommen werden kann. Ein größeres Kaliber der Füllschläuche als  $1\frac{1}{4}$  Zoll ist jedoch aus praktischen Gründen nicht zweckmäßig, so daß für

das Tanken von Großflugzeugen mehrere Zapfstellen gleichzeitig herangezogen werden müssen.

Aus der Reihe der verschiedenen Ausführungsformen der Tankanlagen seien folgende grundlegende Systeme herausgegriffen und kurz besprochen:

### A. Tankanlagen nach dem Schutzgas-System

(z. B. Martini & Hünecke).

Das System Martini & Hünecke kennzeichnet sich betriebstechnisch durch die selbsttätige Abgabe des Brennstoffes aus bruchsicheren Zapfventilen. Der vollkommene Schutz der Anlagen gegen Brand und Explosion wird durch nichtoxydierende Gase geschaffen, die sämtliche freien Räume der Konstruktion ausfüllen (sogar die Leitungen sind doppelwandig und mit Schutzgas im Zwischenraum ausgeführt). Gleichzeitig dienen aber die Gase auch als Betriebsmittel für die Förderung der Flüssigkeit zu den Zapfventilen. Das Schutzgas wird entweder durch eine Gaserzeugungsmaschine (Abbild. 2) hergestellt, in Kompressoren gespeichert und von dort über Reduzierventile zur Förderung in den Lagertank eingelassen, oder es wird in Gasflaschen gespeichert und von dort der Anlage zugeführt. Anlagen nach dem Schutzgassystem Martini & Hünecke sind z. B. auf dem Zentralflughafen Berlin-Tempelhof<sup>1)</sup> und in Stuttgart-Böblingen ausgeführt.

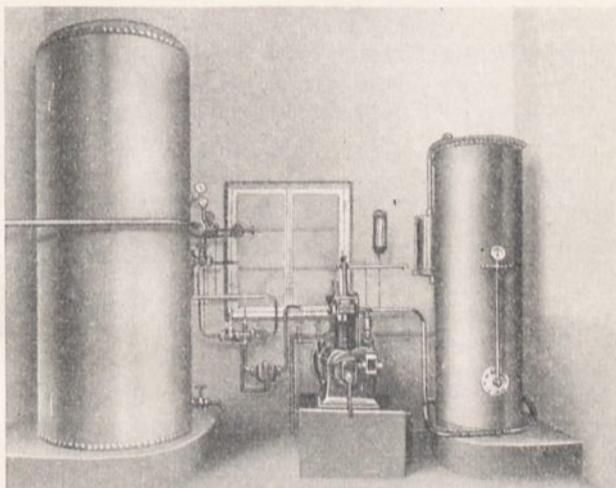


Abb. 2. Schutzgasanlage System Martini & Hünecke, Berlin.

Anlagen nach dem Schutzgassystem Martini & Hünecke sind z. B. auf dem Zentralflughafen Berlin-Tempelhof<sup>1)</sup> und in Stuttgart-Böblingen ausgeführt.

### B. Schutzgaslose Tankanlagen mit Motorpumpe oder Handpumpenbetrieb.

Charakteristisch für diese Anlagen ist, daß aus einem gegen Explosion gesicherten Lagerbehälter der Brennstoff mittels Motor- oder Handpumpe zur Verbrauchsstelle gefördert wird.

Diese Tankanlagentype ist in Deutschland ziemlich häufig von den verschiedensten Firmen ausgeführt, z. B. auf dem Zentralflughafen Berlin-Tempelhof<sup>1)</sup> (Abb. 3, u. 4), in Halle-Schkeuditz, Bad Reichenhall, Quedlinburg, Wyk auf Föhr, Flensburg, Gleiwitz, Myrow, München-Oberwiesefeld.

### C. Hydraulische Tankanlagen.

Als Betriebsmittel dieser Anlage dient das Wasser, welches aus einem Wasserhochbehälter in den unterirdisch verlegten Lagerbehälter strömt und

<sup>1)</sup> Vgl. „Der Zentralflughafen Berlin“, Z. d. VdI 1926, welcher Abhandlung auch die Abb. 2, 3 u. 4 entnommen wurden.

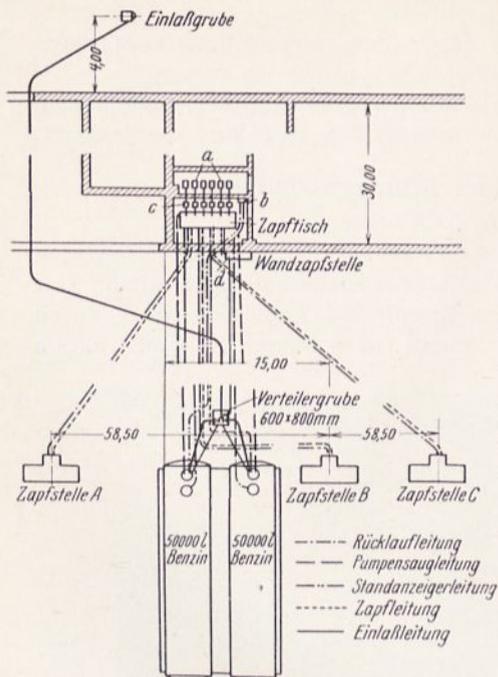


Abb. 3. Tankanlage, „System Salzkotten“, Berlin-Tempelhof.

- a Elektromotoren
- b Standanzeiger
- c Pumpen
- d Einlaß für Fässer.

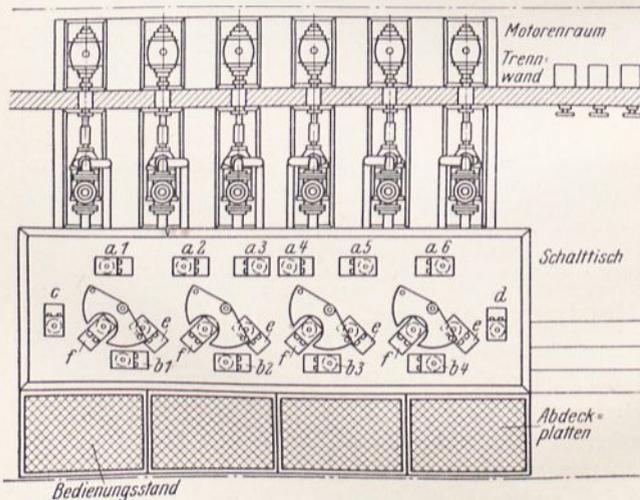


Abb. 4. Pumpenraum.

- a1 bis a6 Anlaßventile der Benzin-Pumpen
- b1 bis b4 Rücklaufventile
- c Umfüllventil vom Benzin- zum Benzolbehälter
- d Umfüllventil vom Benzol- zum Benzinbehälter
- e Benzol f Benzin

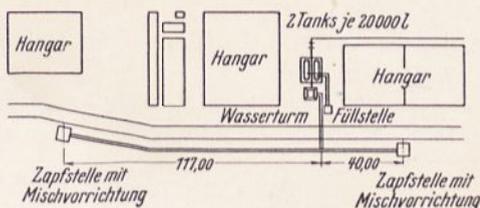


Abb. 5. Schema der hydraulischen Tankanlage auf dem Flughafen Wien-Aspern.

die gleiche Menge Brennstoff in einer über den Wasserspiegel des Wasserbehälters geführten Rohrleitung zu einem Abzweiger verdrängt. Von diesem Abzweiger führt die Zapfleitung zu den Zapfstellen, welche beliebig weit von den Lagerbehältern entfernt angeordnet sein können.

Durch die Anordnung des Abzweigers über dem Wasserspiegel des Wasserhochbehälters wird erreicht, daß Betriebswasser niemals zu dem Abzweiger und infolgedessen auch nicht zu den Zapfstellen gelangen kann.

Das Problem der Mischung von verschiedenen Brennstoffen ist infolge des kontinuierlichen, stets gleichbleibenden Druckes, der auf die zu mischenden Flüssigkeiten einwirkt, einwandfrei ohne Einschaltung von Zwischenbehältern lösbar, und die Abgabe von verschiedenartigen Gemischen an nacheinander an die Zapfstellen kommende Flugzeuge ist ohne weiteres möglich.

Eine solche Anlage wurde z. B. auf dem Flugfeld Wien-Aspern (Abb. 5) ausgeführt.

### D. Flugplatz-Tankwagen.

Auch Flugplatz-Tankwagen in leichter Ausführung,

geeignet zur Aufnahme handelsüblicher Fässer, oder größere Konstruktionen mit motorischem Betrieb bieten die Möglichkeit, die erforderlichen

Brennstoffmengen leicht den Flugzeugen zuzuführen, und sind naturgemäß besonders für kleinere Anlagen und Sportflugplätze sehr empfehlenswert.

## 2. Signal- und Beleuchtungsanlagen.

Die Signalanlagen des Luftverkehrs dienen verschiedenen Zwecken und können demnach, wie auch schon an früherer Stelle angedeutet wurde (Abschnitt I, Kap. 4), folgendermaßen eingeteilt werden:

### A. Flughafensignale.

- a) Ansteuerungssignal: zur Ersichtlichmachung des Flugzieles,
- b) Flugplatzkennung: zur Auffindung und näheren Kennzeichnung des Flughafens,
- c) Hindernisweisung: deutliche Hervorhebung allfälliger Flughindernisse im näheren Flughafengebiet,
- d) Start- und Landesignale: Angabe der Start- und Landerichtung, des Start- und Aufsetzpunktes sowie des Rollweges, Übermittlung der Start- und Landeerlaubnis;

### B. Streckensignale: Kennzeichnung der Flugstrecken;

Da diese Signale fast durchweg auf optischen Zeichen beruhen<sup>1)</sup>, so werden weiter Tag- und Nachtsignale unterschieden, wobei letztere natürlich auch gegebenenfalls zur Tageszeit bei stark unsichtigem Wetter zur Verwendung gelangen können.

#### Tagssignale:

### A. Flughafen-Signale.

a) **Ansteuerungssignal.** Zur Tageszeit sind besondere Ansteuerungssignale meist nicht erforderlich, da die Zielpunkte der Flugstrecken bei guter Sicht an Hand der Karte und durch Beobachtung der natürlichen örtlichen Kennzeichen deutlich zu ersehen sind. Zur Erleichterung der Orientierung können Aufschriften und Pfeile, die Namen und Richtung des benachbarten Flughafens weisen, dienen. Diese Kennzeichen werden besonders in den Vereinigten Staaten häufig ausgeführt und sind in weißer oder besser chromgelber Farbe möglichst groß und deutlich auf Hausdächer gemalt<sup>2)</sup>.

Bei stark unsichtiger Witterung versagen optische Tagssignale meist gänzlich, und es muß dann zu anderen Orientierungsmitteln gegriffen werden (Radiopeilung, Nachtbeleuchtung).

b) **Flugplatzkennung.** Zur Auffindung und näheren Kennzeichnung des Flughafens und seiner Grenzen muß dessen Name am Flugfelde selbst und auf den Dächern benachbarter Gebäude ersichtlich gemacht werden. Ferner wird der Mittelpunkt des Rollfeldes durch den Kennkreis, einen breiten, gekalkten Kiesstreifen bezeichnet<sup>3)</sup>. Die Umgrenzung des Rollfeldes, die durch

<sup>1)</sup> Internationale Konferenz für Luftverkehr, Paris 1919.

<sup>2)</sup> Schriftgröße: Höhe der Buchstaben  $h = 3$  bis  $9$  m, min.  $1,50$  m,

$$\text{Strichdicke} = \frac{h}{7},$$

$$\text{Abstand der Buchstaben} = \text{min. } \frac{h}{4}.$$

Vgl. Nachrichten für Luftfahrer, Heft 6 u. 8, Jahrg. 1930.

<sup>3)</sup> Durchmesser des Kennkreises 25 bis 30 m, Streifenbreite etwa  $1,00$  bis  $1,20$  m.

eine umsäumende Rollbahn oder Straße oftmals hervorgehoben ist, kann ferner durch Anbringung von weißrot gestrichenen, rd. 1,50 m langen, am Boden liegenden Signalbaken, die in rd. 60 m Abstand verlegt sind, gekennzeichnet werden.

c) **Hindernisweisung.** Bei Tage wird eine Signalisierung wenig hervorspringender Hindernisse in der Umgebung des Flughafens durch weißroten Anstrich derselben erreicht (Antennen- und Leitungsmasten usw.).

d) **Start- und Landesignale.** Von besonderer Wichtigkeit ist die Ermittlung und Signalisierung der jeweiligen Windrichtung, die für die Annahme der Start- und Landerichtung maßgebend ist. Dazu dienen:

α) **Der Rauchofen.** Eine derartige Konstruktion (pat. Modell des Luftschiffbaues Zeppelin G. m. b. H., Staaken) besteht aus einem von 38 cm starken Ziegelmauern gebildeten senkrechten Schacht mit dem Querschnitt  $50 \times 50$  cm, dessen oberes Ende in der Rollfeldebene liegt und durch eine gußeiserne Abdeckplatte mit einer mittleren Öffnung von 150 mm geschützt ist. In der Mitte des Schachtes ist ein siebartig durchlochtes Rost angebracht, auf dem eine Rauchpulvermischung zum Glühen gebracht werden kann. Dadurch entsteht ein dichter, schwerer Rauch, der dem Boden folgend die jeweilige Windrichtung weithin ersichtlich macht. Der Ofen braucht nur zwei bis dreimal täglich eine Bedienung und wird gewöhnlich in die Rollfeldmitte eingebaut.

β) **Der Windsack.** Während der Rauchofen ausschließlich den Bodenwind erkennen läßt, können die Bewegungsrichtungen höherer Luftschichten durch den Windsack ermittelt werden, welcher durch seine Einfachheit und Zuverlässigkeit vor anderen Windrichtungssignalen meist bevorzugt wird. Der Windsack wird auf dem Dache eines Flugplatzgebäudes, seltener freistehend an einer Stange derart drehbar befestigt, daß er sich stets mit seiner Längsachse in die jeweilige Windrichtung einstellen kann. Er wird aus Segeltuch angefertigt, besitzt eine Länge von 2 bis 3 m und einen Durchmesser von etwa 0,5 m. Das offene Ende des Windsacks wird an einem um die Vertikalachse drehbaren Ring befestigt, das andere freie Ende wird etwas zusammengezogen, damit der Sack ruhig und vom Wind gut aufgeblasen die Windrichtung zeigt. Bei Windstille hängt der Sack naturgemäß schlaff herunter.

γ) **Das Windrichtungsflugzeug** (Abb. 28), das auch beleuchtet für den Nachtflugdienst in Verwendung steht und in diesem Zusammenhange später besprochen werden wird. Das Windrichtungsflugzeug ist jedoch weit weniger empfindlich und daher unzuverlässiger als der Windsack. Es soll nicht zu niedrig angebracht sein und muß in genügender Entfernung vom Rollfeldrande stehen.

Die weiteren Start- und Landesignale werden durch Flaggen, Signaltafeln und Ballons gegeben, die, soweit dieselben stationär sind, am Verkehrsturm angebracht werden. An dieser Stelle soll schließlich noch die Alarmsirene des Verkehrsturms Erwähnung finden, die als akustisches Signal hauptsächlich für den internen Flugplatzdienst bestimmt ist.

## B. Strecken-Signale.

Ebenso wie bei der Kenntlichmachung des Flugzieles und des Flughafens können auch beim Tagflugverkehr längs der Strecken Aufschriften und Richtungs-

peile die Orientierung unterstützen. Derartige Dachaufschriften auf Gebäuden längs der Fluglinien findet man, wie schon gesagt, in den Vereinigten Staaten und sie dürften gegebenenfalls auch mit Nachtbeleuchtung versehen in nicht allzu ferner Zeit international zur Einführung gelangen.

### Nachtsignale und Beleuchtungsanlagen.

Die Wirtschaftlichkeit des Flugverkehrs und dessen Bedeutung für Weltverkehr und Weltwirtschaft hängen in hohem Maße von der zukünftigen Gestaltung und Linienführung der Großluftwege, insbesondere jedoch von der Einrichtung des planmäßigen Nachtluftverkehrs ab, denn der Vorteil, den das Flugzeug vor allen anderen Verkehrsmitteln wegen seiner unübertroffenen Schnelligkeit besitzt, würde wesentlich abgeschwächt werden, wenn der Flugbetrieb nicht auch bei Dunkelheit durchgeführt werden könnte. Der Nachtflug erfordert jedoch eine Reihe von Signal- und Beleuchtungsanlagen, deren großzügiger Ausbau allein die erforderliche Betriebsicherheit gewährleisten kann. Solche Signal- und Beleuchtungsanlagen sind nicht nur für die Flughäfen notwendig, sondern, wie bei der Seefahrt, ist es auch im Luftverkehr erforderlich, die ganzen Nachtflugstrecken durch Leuchtfeuerketten zu markieren und den Piloten das Ziel durch starke Ansteuerungsfeuer anzugeben. Eine große Zahl diesbezüglicher Konstruktionen wurde herausgebracht, von denen an dieser Stelle die wichtigsten besprochen werden sollen. Unter den führenden Firmen für Signal- und Beleuchtungstechnik dieser Art wären besonders folgende Unternehmen zu nennen: Siemens Schuckert-Werke, Berlin, AG. für Elektrizitätsindustrie, „Agelindus“, Berlin, Julius Pintsch AG., Berlin-Wien, und A. G. Gasaccumulator „AGA“, Stockholm, deren auf reiche Erfahrungen beruhende Konstruktionen als maßgebend bezeichnet werden können.

Die lichttechnischen Hauptanforderungen für Ansteuerungsfeuer sind<sup>1)</sup>:

1. möglichst große Fernwirkung,
2. möglichst geringer Energieverbrauch und
3. Unverwechselbarkeit mit anderen Lichtquellen (z. B. Autoscheinwerfer u. dgl.).

Die Reichweite der Leuchtfeuer ist abhängig:

1. von der Lichtstärke des Feuers,
2. von der Absorption in der Luft,
3. von der Ausdauer des Lichtsignals,
4. von der Größe des Schwinkels.

Die für eine gewisse Reichweite erforderliche Lichtstärke  $J$  ist proportional dem Quadrat der Entfernung  $r$  (km) und einer Konstanten  $e$ , die den Mindestwert des zu ersiehenden Lichteindrucks ergibt und verkehrt proportional dem Wirkungsgrad, der aus der Absorption  $p$  (in % je km gemessen) gemäß dem Ausdruck  $\eta = \left(1 - \frac{p}{100}\right)^r$  berechnet wird.

Man hat durch Versuche die Konstante  $e$  mit ungefähr 0,3 festgestellt. Die erforderliche Lichtstärke des Feuers wird dann:

<sup>1)</sup> Vgl. H. Walter, Elektr. Lichtsignale für den Nachtluftverkehr, AEG-Mitt. 1928, Heft 10, welcher Abhandlung auch die Abb. 7 u. 8 entnommen wurden.

$$J = \frac{0,3 r^2}{\left(1 - \frac{p}{100}\right)^r} \text{ in HK.}$$

In Abb. 6 sind Reichweite und erforderliche Lichtstärke als Funktionen der Entfernung und der Luftabsorption veranschaulicht. Die Absorption wechselt naturgemäß mit der Zusammensetzung der Luft. Während bei normalem trockenem Wetter in Mitteleuropa die Absorptionsverluste in der Luft zu etwa 10% je km angenommen werden können, wachsen diese Verluste bei regnerischem und nebligem Wetter derart an, daß nahezu alles Licht schon bei kurzen Entfernungen absorbiert wird. Man erkennt ohne weiteres den überragenden Einfluß der Absorption, so daß man bei Annahme von  $p = 10\%$  für eine Entfernung von 50 km bereits eine Intensität von etwa 150 000 HK aufwenden müßte, während bei einer Absorption von 2% für die gleiche Reichweite etwa 2000 HK ausreichen würden.

Die Reichweite hängt außerdem noch von der Größe des Sehwinkels ab. Für die außerordentlich kleinen, für Leuchtfeuer in Betracht kommenden

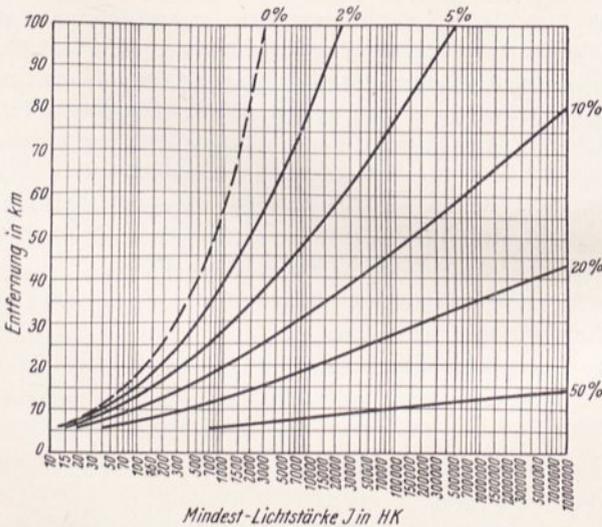


Abb. 6. Erforderliche Lichtstärke von Leuchtfeuern für verschiedene Sichtigkeitswerte der Luft und verschiedene Reichweiten.

Schwinkel liegen noch keine vollständigen Untersuchungen vor. Der praktische Wert solcher Untersuchungen für die Konstruktion der Leuchtfeuer ist übrigens recht problematisch, da der Sehwinkel durch die Brechung der Lichtstrahlen an Staub und Nebelteilchen meist vergrößert wird.

Bei größeren Entfernungen gerät man bereits an die Grenze der sogenannten „Sichtweite“, d. h. derjenigen Entfernung, in der mit Rücksicht auf die Erdkrümmung ein Feuer überhaupt noch gesehen werden kann. Die Sichtweite  $S$  errechnet sich aus

der Höhe  $H$  des Flugzeugs, wenn beide Werte in km ausgedrückt sind, mit

$$S = 120 \sqrt{H}.$$

Für die wichtigsten Flughöhen sind nachstehend die Sichtweiten angegeben (Abb. 7). Bei großer Aufstellungshöhe des Feuers wird diese zur Flughöhe hinzugezählt, sonst spielt sie eine unbedeutende Rolle.

Da bei Nachtflügen nach Leuchtfeuern wegen der niedrigen Wolkendecke meist keine größere Flughöhe als etwa 400 m in Frage kommt, so kann man sich auf Feuer beschränken, die an Intensität einer der Flughöhe von 400 m entsprechenden Sichtweite  $S$  von max rd. 76 km entsprechen, also nach obigen Überlegungen nicht heller zu sein brauchen als 5 Mill. HK, wenn ein

Sichtigkeitsverlust der Luft von 10% je km zugrunde gelegt wird. Da man immer mit einem genügend hohen Sicherheitsfaktor rechnen muß, so wäre dann bei mehreren Leuchtfeuern dieser Art die Aufstellungsentfernung derselben mit ungefähr 40 km zu wählen, um auch bei etwas diesigem Wetter das Feuer noch sicher erkennen zu können.

Die Lichtverteilung der Ansteuerungsfeuer soll derart beschaffen sein, daß bei genügend großer Lichtstärke der Flugzeugführer schon an der Grenze einer der Flughöhe entsprechenden Sichtweite das Licht bemerkt und es beim Näherfliegen so lange erkennen kann, bis er sich nahezu senkrecht über dem Aufstellungsort befindet. Hierbei soll die Lichtstärke beim Näherkommen stetig abnehmen, um in der Nähe Blendung zu vermeiden. Berechnet man für die verschiedenen in Betracht kommenden Entfernungen die zugehörigen Elevationswinkel der Lichtstrahlen, so kommt man zu dem Ergebnis, daß

Elevationswinkel von mehr als  $10^\circ$  über der Waage-rechten selten notwendig sind. In Abb. 7 sind die Entfernungen zu ersehen, bei denen die Bahn des Flugzeugs von Lichtstrahlen verschiedener Elevation getroffen wird.

Der Energiebedarf von Leuchtfeuern mit Temperaturstrahlern als Lichtquellen — solche kommen für große Reichweiten nur in Frage — ist von der Art und dem Wirkungsgrad der Armatur abhängig und dem ausgeleuchteten Raumwinkel direkt proportional, vorausgesetzt, daß die Lichtstärke über den ganzen Winkel gleichmäßig verteilt ist. Man wird also danach streben müssen, sich mit dem ausgeleuchteten Raumwinkel auf das geringst zulässige Maß

zu beschränken und den Lichtstrom hauptsächlich in jene Richtung zu lenken, in der die Intensität am größten sein muß. Nach obigen Darlegungen ist dies die Richtung der Strahlen mit kleinen Elevationswinkeln.

Die dritte Hauptforderung, die Unverwechselbarkeit des Lichtsignals mit anderen Lichtern, kann erfüllt werden durch:

1. besondere Farbe,
2. periodisches Verlöschen und Aufflammen des Lichtes (Blinkfeuer).

Die Erzeugung von farbigem Licht großer Intensität mittels Temperaturstrahlern erfordert sehr hohen Energieaufwand, da ein bestimmter Teil des Spektrums der Lichtquelle durch einen besonderen Lichtfilter ausgesiebt werden

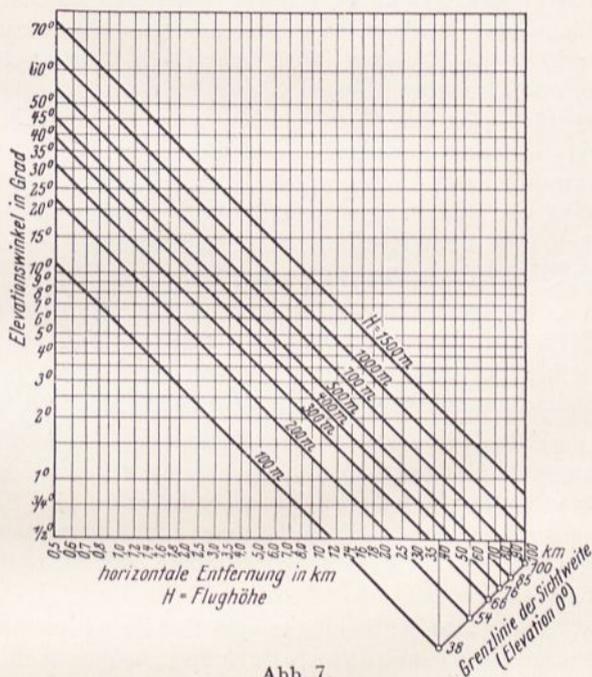


Abb. 7.  
Elevationswinkel von Leuchtfeuerstrahlen  
für verschiedene Flughöhen und Entfernungen.

muß und die Filter sehr viel Licht absorbieren. Leuchtfeuer dieser Art arbeiten daher verhältnismäßig unwirtschaftlich. Temperaturstrahler, die auch ohne Farbfilter farbiges Licht ergeben, sind bis jetzt nicht bekanntgeworden. Man ist auch dazu übergegangen, für die Erzeugung von farbigem Licht Luminiszenzstrahler zu verwenden. Zu diesen gehören die Neonröhren, welche ein charakteristisches, scharf rotes Licht aussenden. Bei relativ geringem Energieaufwand ist jedoch auch die Lichtstärke der Neonröhren zu gering, als daß man hiermit größere Reichweiten erzielen könnte. Daher kommen diese hauptsächlich nur für Flugplatzkennungsfeuer und Rollfeldeinrahmungen in Betracht (S. 127). Am besten haben sich als Ansteuerungsfeuer Blinkfeuer bewährt, von denen zwei Arten zu unterscheiden sind, und zwar:

- a) gleichzeitig über die ganze obere Hemisphäre ausstrahlende Feuer,
- b) nur einen bestimmten Raumwinkel ausleuchtende Feuer.

Bei Feuern gemäß a) erreicht man das Blinken dadurch, daß entweder die Lichtquelle mechanisch gegen die Optik abgeschattet oder periodisch verlöscht wird. Als Kennung wird meist ein Morsezeichen gewählt, als Optik wird gewöhnlich eine Fresnel-Linsen-Optik oder eine vereinigte Spiegeloptik verwendet. Da das Licht hierbei über einen großen Raumwinkel verteilt wird, ist der Energiebedarf dieser Feuer im Verhältnis zur erzielten Reichweite ziemlich hoch. Wesentlich größere Reichweiten bei gleichem Energieaufwand sind mit den Feuern gemäß b) zu erzielen. Diese erhellen nur einen kleinen Teil der oberen Hemisphäre und werden in deren Lichtverteilung den besonderen Erfordernissen angepaßt.

Ausgestrahlt werden ein oder mehrere schmale Lichtsegmente, die sich derart um eine senkrechte Achse drehen, daß alle in größerer Entfernung befindlichen Stellen der Flugbahn vom Licht getroffen werden. Solche Feuer bezeichnet man wegen der Drehbewegung als Drehfeuer oder Drehscheinwerfer.

Im Gegensatz zu den Blinkfeuern, deren Kennungsvarianten nahezu unbegrenzt sind, sind die Möglichkeiten verschiedener Kennungen bei Drehfeuern beschränkt. Bei diesen Feuern muß außerdem Rücksicht auf den Zusammenhang zwischen der Streuung eines Lichtsegments und der Blitzfolge genommen werden. Beide Faktoren bestimmen die Blitzdauer, d. h. die Zeitdauer des Lichteindrucks.

Ähnliche Bedingungen wie für die Ansteuerungsfeuer gelten auch für die Feuer der Streckenbeleuchtung, wengleich auch zu diesem Zwecke teilweise Konstruktionen geringerer Lichtstärke zur Verwendung gelangen können. Die enge Verwandtschaft dieser Konstruktionen rechtfertigt es, daß anschließend an die Ansteuerungsfeuer nun die Grundlagen der Streckenleuchten zur Besprechung gelangen. Bei den Leuchtfeuerketten der Fluglinien tritt die Frage auf, in welchen Abständen die Leuchtfeuer anzuordnen sind. Hierbei muß berücksichtigt werden, daß die Aufstellungsentfernung der Feuer so zu wählen ist, daß bei möglichst geringem Energieverbrauch die Aufstellungs- und Unterhaltungskosten für die Strecke sich auf möglichst wenige Feuer beschränken. Es wäre zwar des geringen Energieverbrauchs wegen vorteilhafter, viele kleine Feuer mit nur wenigen Kilometern Reichweite zu verwenden, jedoch werden dann die Aufstellungskosten zu hoch. Aus diesen Überlegungen heraus kommt man dazu, etwa alle 30 km ein lichtstarkes Hauptfeuer und dazwischen in Abständen von je 3 bis 10 km lichtschwächere Zwischenfeuer aufzustellen.

Weitere wichtige Gesichtspunkte für die Aufstellung von Leuchtuern ergeben sich aus der jeweiligen Geländebeschaffenheit der Strecke, d. h. die Feuer müssen an Stellen angeordnet werden, an denen eine Begrenzung der Sichtweite durch Bodenerhebungen, Bäume usw. vermieden wird. Außerdem wird man in Gebieten mit starken Bodennebeln die Aufstellungsentfernungen geringer wählen und lichtstärkere Feuer vorziehen.

Bei Flughäfen geht man zweckmäßig so vor, daß ein lichtstarkes Drehfeuer als Hauptsteuerungsfeuer in 1 oder 2 km Entfernung vom Rollfeld aufgestellt wird (Blendung des Flugzeugführers vermeiden!) und in Rollfeldnähe ein schwächeres Feuer mit Morsekennung Anwendung findet. In großer Entfernung wird dann der Flugzeugführer nur den Lichtblitz des Hauptfeuers sehen, beim Näherkommen kann er nach der Morsekennung des Flugplatzfeuers den Flughafen feststellen.

In nachfolgendem sollen verschiedene Anseglungs- und Zwischenfeuer beschrieben und einige Beispiele beleuchteter Nachtflugstrecken zum besseren Verständnis obiger Darlegungen gebracht werden. Abb. 8 u. 9 zeigen ein von den Siemens-Schuckert-Werken konstruiertes Drehfeuer. Die Drehbewegung übermitteln ein in Öl laufendes

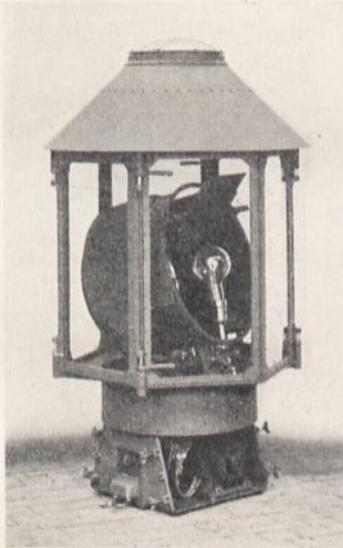


Abb. 8. Drehfeuer, Siemens-Schuckert Type DF.

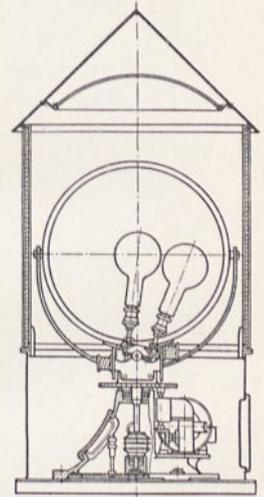


Abb. 9. Schnitt durch das Drehfeuer Type DF mit automatischer Glühlampenaustauschvorrichtung.

Schneckenrad von einem Elektromotor, der gewöhnlich für Dreiphasenstrom ausgeführt in einem Unterteil aus Leichtmetallguß eingebaut ist. Die Überdimensionierung bewirkt, daß der Motor auch mit nur zwei Phasen ohne Überhitzung gut arbeitet.

Besonders zu bemerken wäre ferner, daß dieses Feuer mit zwei Lampen von je 1000 bis 3000 Watt versehen ist, die zweite Lampe wird beim Abbrennen des Glühfadens der ersten Lampe durch eine automatische elektromagnetische Vorrichtung eingeschaltet und zum Brennpunkt des Drehspiegels herübergeklappt. Die Firma „Aga“, Stockholm, erzeugt ein ähnliches Feuer, bei dem jedoch das ganze scheinwerferähnliche Gehäuse rotiert. Lampenaustausch und Sonnenventil (S. 123) machen auch dieses Feuer von einer oftmaligen Revision unabhängig.

Derartige Feuer können mit geeigneter Optik eine Lichtstärke von über 2 000 000 HK erreichen, was unter günstigen Umständen eine Reichweite bis zu 70 bis 80 km ergibt. Die Leuchtuern werden meist an das normale Orts- oder Überlandnetz angeschlossen, seltener durch ein eigenes Benzinmotor-

Generatoraggregat betrieben. Im letzteren Falle benötigt das Feuer menschliche Bedienung, sonst braucht man nur hie und da nachzusehen, ob die Reserve- lampe eingeschaltet worden ist, was leicht durch eine Spezialvorrichtung erkennbar ist. Ist dies der Fall, dann muß natürlich sofort die abgebrannte Lampe ersetzt werden, damit nicht die Betriebsicherheit gefährdet wird.

AG. Gasaccumulator, die seit Jahrzehnten bei Seeleuchten und Bahnsignalen große Erfahrungen sammeln konnte, hat einige moderne Konstruktionen herausgebracht, die wegen ihrer außerordentlichen Betriebsicherheit besonders für wenig bewachte Streckenfeuer geeignet sind. Auch diese „AGA“-Feuer werden sowohl als Drehfeuer als auch als feste Feuer ausgeführt, im ersten Falle mit kontinuierlich brennenden Gasglühlampen oder für größere Lichtstärken mit elektrischen Lampen, im zweiten Falle mit Blinklichtvorrichtungen.



Abb. 10. AGA-Leuchfeuer der Flugstrecke London—Paris.

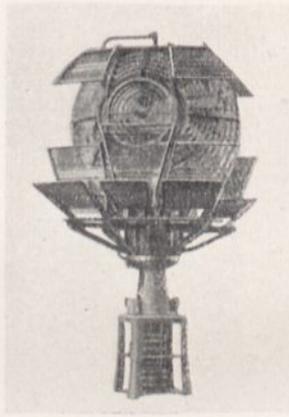


Abb. 11. AGA-Drehfeuer, dreiblitzig.

Für elektrisch betriebene „AGA“-Blinkfeuer gelangt ein Motorschalter zur Anwendung. Das Gasglühlichtfeuer als Blinkfeuer wird mit dem „AGA“-Blinklichtapparat ausgerüstet. Eine Leuchfeuer-Konstruktion der Firma „AGA“ zeigen Abb. 10 u. 11, als Drehfeuer der Flugstrecke Paris—London, die sich schon mehrere Jahre hindurch ausgezeichnet bewähren. Diese Feuer werden jetzt auch für

elektrischen Betrieb ausgeführt, gegebenenfalls derart, daß im Falle einer Störung des elektrischen Betriebs die Birne automatisch durch einen Gasglühnetzburner ersetzt wird, welcher unmittelbar darauf zu leuchten beginnt. Hierdurch ist eine größtmögliche Betriebsicherheit gewährleistet.

Mit Dalén-Glühnetz leistet dieses Drehfeuer 50 000 bzw. 100 000 HK bei 25 bzw. 50 l Gasverbrauch je Stunde. Diese Leuchtkraft genügt bei üblichen Wetterverhältnissen für eine Reichweite von ungefähr 50 bis 55 km. Diese Feuer werden gewöhnlich in 15 bis 30 km Entfernung voneinander aufgestellt. Früher waren Glühnetzburner ziemlich unzuverlässig, weil die Glühnetze eine äußerst ungleiche Haltbarkeit besitzen. Dr. Dalén hat nun eine Auswechslungsanordnung konstruiert, um dem Brenner neue Glühnetze automatisch zuzuführen, wenn die alten Netze verbraucht sind. Der Tausch verläuft innerhalb ungefähr 30 Sekunden. Der Austauschapparat enthält mehrere Reservenetze (bis 24 Stück). Um ein für den Glühnetzburner zweckmäßiges und wirksames Gasgemisch zu erhalten, ist der sogenannte „Dalén-Mischer“ konstruiert worden, der durch den Gasdruck des Gasakkumulators eine hinreichende Energiezufuhr erhält, um sowohl die Mischung von Gas und Luft durchzuführen als auch um die Rotation des Linsensystems zu bewirken (Pumpmembrane). Die

großen „AGA“-Feuer, die sowohl mit elektrischem wie auch mit Gaslicht versehen sind, werden mit Kontaktuhr geregelt. Die Drehbewegung erzeugt ein Elektromotor. Im Falle eines Motordefektes tritt automatisch die oben erwähnte, gasgetriebene Anordnung in Funktion.

Damit die nur mit Gaslicht versehenen Feuer nicht auch bei Tageslicht leuchten, hat Dr. Dalén das „Sonnenventil“ konstruiert (Abb. 12). Dieses Ventil öffnet bei Beginn der Dunkelheit die Gasleitung zum Mischer oder zum Blinkapparat, worauf das Feuer aufleuchtet. Durch das eintretende Tageslicht wird das Ventil wieder geschlossen. Dieses Ventil ist folgendermaßen gebaut:

Ein zentral stehender schwarzer, Licht absorbierender Stab ist von drei mit dem vorigen parallelen, vergoldeten, Licht reflektierenden Stäben umgeben. Das ganze Gerät ist von einem Glaszylinder umhüllt und geschützt. In der Dunkelheit haben alle Stäbe gleiche Länge und gleiche Temperatur. Bei Tageslicht jedoch absorbiert der schwarze Stab das darauf fallende Licht und erhält dadurch eine etwas höhere Temperatur als die glatten, reflektierenden Stäbe, wodurch er sich ein wenig mehr als diese verlängert. Diese kleinen Bewegungserscheinungen werden durch eine entsprechende Übersetzung derart vergrößert, daß eine Bewegung entsteht, die es ermöglicht, das Gasventil zu betätigen. Mit diesen Einrichtungen versehene Signalfeuer können für 3, 6 und sogar 12 Monate automatischen Betrieb ausgerüstet werden, so daß sie in dieser Zeit keiner Überwachung bedürfen. Dies ist für die Wirtschaftlichkeit des Betriebs von größter Bedeutung.

Da jedoch die Anschaffungskosten solcher Feuer ziemlich hohe sind, können sie nur für entfernte und schwer zugängliche Punkte in Betracht kommen.

An dieser Stelle seien auch die Pintsch-Drehlinseleuchten näher erwähnt, da diese Konstruktionen als sehr gut und zweckmäßig angesehen werden können. Sie wurden unter ganz neuen Gesichtspunkten entwickelt, mit besonderer Berücksichtigung der vielen wertvollen Erfahrungen, die auf den bisher beflogenen Nachtflugstrecken von den Piloten gesammelt wurden.

Diese Feuer können sowohl als Ansteuerungsleuchten zur Kennzeichnung von Flughäfen als auch als Streckenleuchten zur Festlegung von Nachtfluglinien verwendet werden. Sie weisen gegenüber allen bisher gebauten Flugleuchten den großen Vorteil langer Licht-Blitzdauer bei schneller Blitzfolge auf und entsprechen damit der Hauptforderung des Luftverkehrs. Bekanntlich ist die schnelle Folge der einzelnen Lichtblitze außerordentlich wertvoll für den sehr in Anspruch genommenen Flugzeugführer, um ihm den Standort eines Feuers anzuzeigen und bei einem etwaigen Abirren sein Wiederauffinden zu erleichtern, und ferner wird durch eine möglichst lange Blitzdauer die Reichweite des Lichtstrahles wirksam unterstützt.

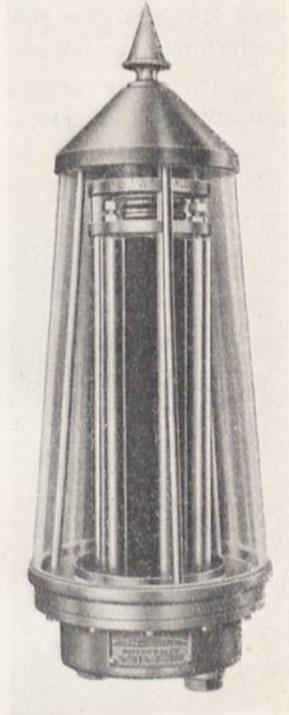


Abb. 12.  
Dalén-Sonnenventil, AGA.

Durch Verwendung einer Optik mit zwei Linsenelementen, die sich um eine Lichtquelle dreht, wurde eine doppelt so schnelle Blitzfolge bei gleicher Umdrehungszeit gegenüber anderen Leuchten erreicht, eine Lösung, die für das Gebiet der Luftfahrtbefeuerung eine grundsätzliche Neuerung darstellt.

Die Optiken bestehen aus sorgfältigst geschliffenen Linsenelementen und ermöglichen daher eine fast restlose Ausnutzung des von der Glühlampe ausgestrahlten Lichtstromes.

Die große Leuchte, DL 150 (Abb. 13), hat eine Lichtstärke von 1,7 Mill. HK, die mittlere, DL 115, eine solche von 500 000 HK. Beide Leuchten sind mit

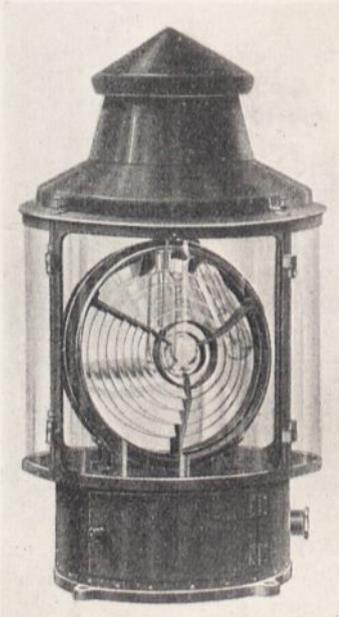


Abb. 13. Pintsch-Drehlinseleuchte  
DL 150, Lichtstärke 1,7 Mill. HK.

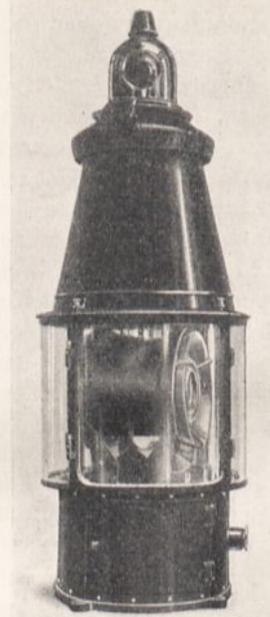


Abb. 14. Pintsch-Drehlinseleuchte  
DL 115 mit zusätzlichem Dachlicht.

einer automatischen Lampen-Wechselvorrichtung ausgerüstet. Diese tritt nur beim Durchbrennen der Glühlampe in Tätigkeit, wird aber nicht durch einen Ausfall des Netzstromes ausgelöst, so daß sie die volle Ausnutzung der Lebensdauer der Glühlampe gestattet. Der erfolgte Lampenwechsel wird im Schaltschrank durch eine Kontrollampe angezeigt.

Die Glühlampe für diese Leuchten wurde als hängende Röhrenlampe ausgebildet, deren Glühfäden im unteren Teil des Glaskolbens angeordnet sind. Die bei längerer Brenndauer unvermeidliche Schwärzung der Lampe tritt daher vornehmlich in ihrem oberen Teil ein wodurch einer Schwächung der Lichtwirkung begegnet werden kann.

Die Einstellung der Glühlampen in den Brennpunkt erfolgt mit Hilfe einer Visiereinrichtung; für die genaue Horizontalstellung der Leuchten sind Dosenlibellen eingebaut.

Eine weitere wertvolle Neuerung bringen diese Leuchten durch ein zusätzliches weißes oder farbiges Dachlicht (Abb. 14) oder durch ein Kursfeuer-Dachlicht (Abb. 15).

1. Das Dachlicht kann die natürliche Höhenstreuung der umlaufenden Hauptoptiken nach oben hin fortsetzen und dem Piloten als farbiges bzw. weißes Festlicht jederzeit den Standort der Leuchte anzeigen oder ihr Wiederauffinden erleichtern.
2. Weiter kann das Dachlicht durch einen besonderen, auf der Schalttafel angebrachten Wirbelstrom-Kennungsgeber eine von der Hauptleuchte unabhängige Blinklichtkennung geben, also beispielsweise nach dem Morsealphabet die laufende Nummer der Leuchte blinken und dadurch eine genaue Ortsbestimmung ermöglichen.

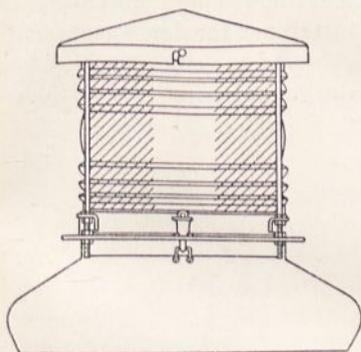


Abb. 15. Kursfeuer-Dachlicht der Firma J. Pintsch.

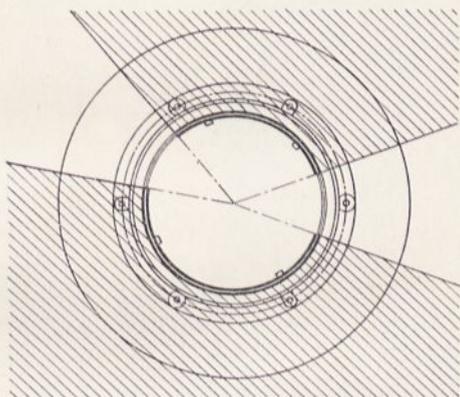


Abb. 16. Die beiden Leitsektoren des Kursfeuer-Dachlichts.

3. Die Blinklichtkennung des Dachlichtes kann durch einen am Drehtisch angeordneten Kontakt zwangsläufig mit der einfachen Kennung der Hauptleuchten gekuppelt werden, dergestalt, daß das Dachlicht nur dann aufleuchtet, wenn die beiden Hauptlichtkegel in die Richtung der Flugstrecke fallen. Dem Piloten kann also durch diese von der Hauptleuchte abhängige Blinklichtkennung die Flugrichtung angegeben werden, auch wenn er infolge schlechter Sicht die nächste Leuchte der Strecke nicht erkennen kann.
4. An Stelle der Glasglocke des Dachlichtes kann aber auch ein Kursfeuer-Dachlicht mit zwei fest eingebauten Gürtellinsensegmenten vorgesehen werden, die in Richtung der Flugstrecke leuchten und genau wie bei der Küstenbefeuerng einen Leitsektor mit Festlicht angeben (Abb. 16).

Die bisher beschriebenen Leuchtfeuer besitzen größere Leuchtkraft und werden daher als Ansteuerungsfeuer und Hauptfeuer der Flugstrecken verwendet. Für Zwischenfeuer, die, wie schon erwähnt, näher aneinanderliegen und daher eine weit geringere Lichtstärke benötigen, sind die nachfolgend beschriebenen Ausführungen der Firma Pintsch sehr vorteilhaft.

Die kleine Bauart der Pintsch-Drehlinseenleuchten, DL 50 (Abb. 17), besitzt günstige Lichtausbeute, bezogen auf das Gewicht der Leuchte und zweckmäßige

Einfachheit der Konstruktion. Ihr geringes Gewicht erlaubt in Verbindung mit einem gleichfalls neu konstruierten „Aufzugsmast“ (Abb. 18) ein Reinigen und Prüfen auf ebener Erde, so daß dem Bedienungspersonal das zeitraubende und im Winter bei Vereisung der Steigeleiter gefährliche Besteigen des Mastes erspart wird.

Für die kleine Drehlinsenleuchte wird eine kugelförmige Spezial-Glühlampe verwendet, die zur Erhöhung ihrer Lebensdauer meist mit 2 Volt Unterspannung gebrannt wird. Die Lichtstärke der DL 50 beträgt 150 000 HK bzw. 120 000 HK mit 2 Volt Unterspannung.

Als kleinere Streckenleuchte kommt dann noch eine elektrische Gürtelleuchte in Betracht, die wie die kleine Drehlinsenleuchte am Aufzugsmast hochgewunden werden kann. Die Optik dieser Leuchte besteht aus einer geschliffenen Gürtellinse für das waagerechte Licht und aus einer geschliffenen Glaskuppel für die Höhen-

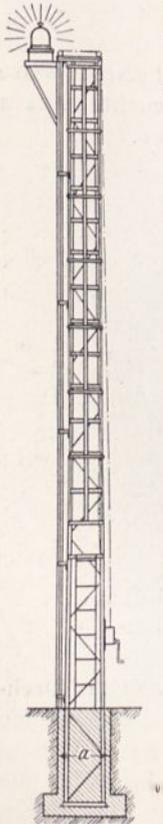


Abb. 18.  
Aufzugsmast für  
kleine Dreh-  
linsenleuchten.



Abb. 19.  
„AGA“-Leuchtfeuer mit  
200 mm Optik.



Abb. 17.  
Drehlinsenleuchte DL 50  
Lichtstärke 150 000 HK.

streuung, die außerdem durch einen konischen Blechspiegel aus nichtrostendem Stahl unterstützt wird. Ihre Lichtstärke beträgt allerdings nur 2700 HK über einem waagerechten Lichtwinkel von 360 Grad.

Die schwedischen „AGA“-Strecken-Feuer (Abb. 19) werden elektrisch oder mit Azetylenlicht betrieben. Sie besitzen zwei Lichtquellen und ein festes Linsensystem. Die obere Lichtquelle sendet durch eine dioptrische Gürtellinse das Licht gesammelt im Umkreise von 360 Grad aus. Die untere Lichtquelle wird mit zwei festen, einander gegenüberliegenden Scheinwerferlinsen versehen, die das Licht in zwei kräftige Strahlbündel sammeln, welche die Flugrichtung zeigen.

Das schon früher erwähnte Neonlicht wird vorwiegend als Flughafen-Kennungsfeuer wie auch als Warnungslicht usw. verwendet und besitzt folgende besonderen Vorteile:

Blendungsfreiheit, weil es scharf rot ist; es umfaßt nur einige Linien im Spektrum, die das Auge nicht blenden, auch wenn der Lichteindruck sehr kräftig ist.

Durchdringlichkeit; es dringt bei feuchter Witterung viel weiter als weißes oder anders gefärbtes Licht, weil die roten Strahlen mit „großer“ Wellenlänge am wenigsten abgelenkt werden.

Betriebsicherheit; kein Glühfaden, der abgebrannt werden kann. Steht Wechselstrom zur Verfügung, so braucht man für den Betrieb der Neonfeuer nur ganz kleine Spannungstransformatoren.

Billigkeit im Betrieb; weil das Neonlicht sehr hohen Wirkungsgrad aufweist („Kaltes Licht“). Es wird beinahe die ganze zugeführte Energie in Licht umgewandelt.

Abb. 20 u. 21 zeigen einige Ausführungsformen dieser Leuchten, deren Reichweite sich je nach der Witterung auf 3 bis 25 km erstreckt. Wenn die Neonröhre als Zwischenleuchte verwendet wird, ist es eine unnötige Ausgabe, dieselbe mit einer Blinkvorrichtung zu versehen, welche jedoch bei Neonflugplatzkennungsfeuern angebracht werden muß. Die Anwendung der Neonröhren ist besonders bei Leuchtfeuern in unmittelbarer Nähe einer Großstadt zu empfehlen, weil deren auffallend rotes Licht unter allen anderen Lichtquellen hervortritt und daher Verwechslungen verhindert.

Die geringe Leuchtkraft der Neonröhren erfordert große Längen des Leuchtrohres. Gewöhnlich wird die Leistung der Neonröhren mit ungefähr 1 HK/cm und ungefähr 1 HK je  $\frac{2}{3}$  bis 1 Watt angenommen. Die Lebensdauer der Röhren beträgt nach Angaben der Firma „Agelindus“ etwa 2000 Brennstunden. Diese Brennzeit kann jedoch leicht überschritten werden. So haben z. B. 6 Neonröhren, die in Staaken auf der 42 m hohen Luftschiffhalle angebracht sind, im Jahre 1925 2257 Brennstunden ohne Störung und ohne merklich nachgelassen zu haben, geleuchtet. Die Flughäfen Hamburg, Mühlhausen, Erfurt und Basel verwenden schon seit längerer Zeit Kennungsfeuer der Firma „Agelindus“ als Würfel- oder pyramidenförmige Neonleuchten ausgeführt, die Röhrenlängen bis je 36 m haben und daher eine beachtenswerte Leuchtkraft besitzen.

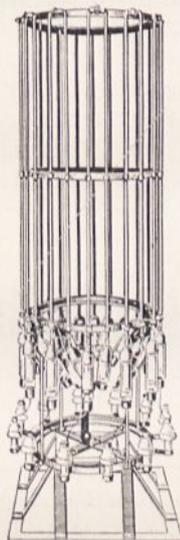


Abb. 21. Neonfeuer mit mehreren Leuchtröhren.

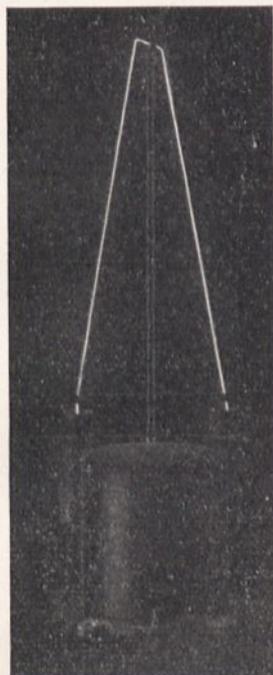


Abb. 20. Neon-Haarnadel-Leuchte (J. Pintsch AG.).

Als Warnungslicht für aufragende Hindernisse, wie z. B. Türme, Schornsteine usw., besonders in der Nähe der Flughäfen sind solche Neonleuchten ganz besonders geeignet. An Fabrikschornsteinen angebrachte Neonfeuer sollen wegen der häufigen Reinigungsnotwendigkeit herablaßbar ausgeführt sein. Die Vielhöhren-Neonfeuer an den Spitzen der Funktürme Berlin-Tempelhof sollen durch ihre Blinkkennung den Funkverkehr ungünstig beeinflußt haben, daher wird es empfehlenswert sein, Neonröhren, deren Leitungen und etwaige Transformatoren nicht in unmittelbarer Nähe der Funkstationen anzubringen. Die mit den schwachen Funkgeräten der Flugzeuge in Verbindung stehenden hochempfindlichen Funkanlagen der Flughäfen müssen möglichst störungsfrei arbeiten können.

Zur Beleuchtung von Leitungsmasten usw. hat die Firma Pintsch eine praktische Lösung gefunden, die sich bei nicht zu großen Höhen der zu kennzeichnenden Objekte gut bewähren kann. Ein geschlossener, weiß gestrichener Blechkegel wird mit der Spitze nach unten in der Gitterkonstruktion des oberen Mastendes angebracht und durch einen im Fuße des Mastes befindlichen Scheinwerfer beleuchtet. Die Einrichtung ermöglicht eine deutliche Hervorhebung dieser Art von Hindernissen und besitzt den Vorteil, daß Störungen an der Beleuchtungsanlage leicht vom Boden aus zu beheben sind.

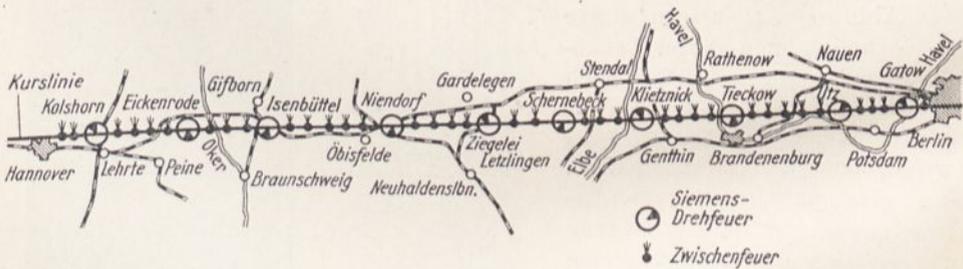


Abb. 22. Befeuerung der Nachtflugstrecke Berlin—Hannover.

Die Anlage und Ausführung der Streckenbefeuerung soll nun an einigen Beispielen schon seit längerer Zeit betriebener Nachtflugstrecken erläutert werden. Die Linie Berlin—Hannover (Abb. 22), die auf Grund der bei den Nachtflugstrecken Berlin—Warnemünde (Abb. 23 u. 24) und Berlin—Königsberg gesammelten Erfahrungen für den Nachtverkehr im Jahre 1928 eingerichtet wurde, ist mit zehn großen Siemens-Schuckert-Drehleuchten versehen, die in durchschnittlich 30 km Entfernung voneinander aufgestellt sind. Zwischen diesen sind mit rd. 6 bis 7 km Entfernung kleinere Zwischenleuchten aufgestellt, die sich sehr gut bewährt haben. Die Fluglinie New York—San Francisco ist zwischen Chicago und Cheyenne (1450 km) mit „AGA“-Leuchten, die in rd. 5 km Abstand stehen, versehen. Die Strecke London—Paris, die seit mehreren Jahren auch in der Nacht beflogen wird, ist auch mit solchen „AGA“-Feuern zwischen London und Dover ausgestattet, außerdem mit mehreren großen Feuern (Abb. 10 u. 11). Die letzteren sind mit „AGA“-Sonnenventilen ausgerüstet und brauchen daher nur ein- oder zweimal jährlich bedient zu werden.

Zur Gruppe der Flugplatz-Kennungsfeuer gehören außer den Leuchten zur näheren Auffindung des Flughafens auch jene Feuer, die die engere

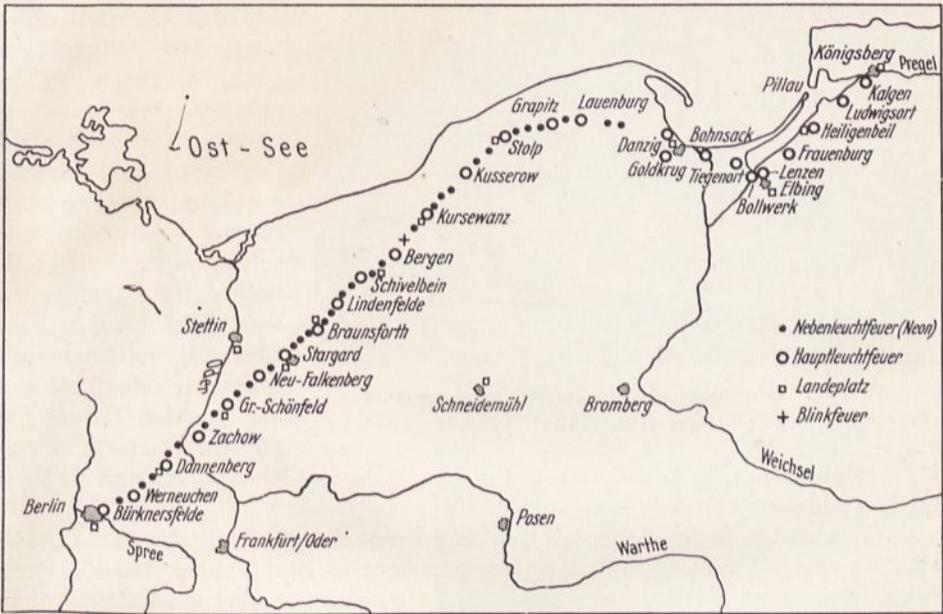


Abb. 23. Befehuerung der Nachtflugstrecke Berlin—Königsberg.

Kennzeichnung des Landegelandes vermitteln. Das Rollfeld und dessen Grenzen müssen im Nachtflugbetrieb deutlich hervortreten, dazu dienen hauptsächlich folgende Beleuchtungsanordnungen:

1. Neonröhren, als Umrandungslichter ausgeführt,
2. schattenlose Rollfeldbeleuchtung,
3. Flutlichtlampen (floodlights).

Abb. 26 zeigt eine Neonröhre, die als Rollfeldeinrahmungslight gebaut und für diesen Zweck sehr geeignet ist, in der Ausführung der Firma „Agelindus“ Berlin.

Die elektrische Rollfeldbeleuchtung System Pintsch wird sowohl fest eingebaut als auch fahrbar verwendet. Diesem Zweck dienen große Laternen mit dioptrischen Gürtellinsen von 500 mm Brennweite und gewöhnlich 90 Grad Öffnungswinkel. Sie werden am Rande des Rollfeldes aufgestellt (4 bis 8 Stück) und können gegebenenfalls auch in den Boden versenkbar ausgeführt werden.

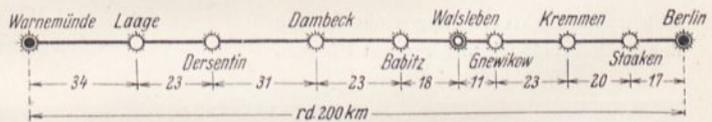
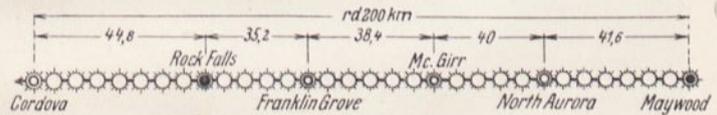


Abb. 24. Befehuerung der Nachtflugstrecke Warnemünde—Berlin.



Abschnitt der Nachtflugstrecke New York-San Franzisko

- ☉ Leuchfeuer 1. Ordnung
- ☉ " 2. "
- ☉ Notlandeplatz m. Richtungslicht

Abb. 25.

Abb. 27a stellt die Lichtverteilung einer solchen Lampe dar. Die Lampen werden derart aufgestellt, daß der fächerartige, nach unten geneigte Lichtkegel

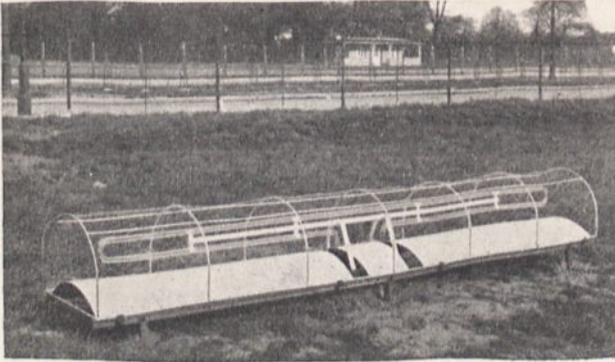


Abb. 26. Neonröhre als Flughafenumrandungsfeuer  
(Agelindus, Berlin).

nur das Unterteil eines landenden Flugzeuges trifft, wodurch größtmögliche Blendungsfreiheit gewährleistet wird (Abb. 27 b). Zugleich sind die Lampen oben mit roten Dachlichtern versehen, so daß die hellbeleuchtete sternförmige Rollfeldfläche, mit roten Umrandungslichtern versehen, sich deutlich von der dunklen Umgebung abhebt. Derartige Anlagen stehen u. a. in Waalhaven-Rotterdam, Schiphol-Amsterdam und de Kooi (Helder) in Betrieb.

Unter den Beleuchtungseinrichtungen der Start- und Landesignale sind an erster Stelle die Windrichtungsanzeiger zu besprechen. Bei kleineren Flugplatzanlagen werden zwei kleine Scheinwerfer derart am Rollfeldrande aufgestellt, daß diese ihre Strahlen gegen den jeweils herrschenden Wind werfen und einen Pfeil bilden. Die Flugzeuge landen dann in der gegebenen Richtung, ohne von den Scheinwerfern geblendet zu werden. Größere Flughäfen benutzen für den gleichen Zweck folgende Einrichtungen:

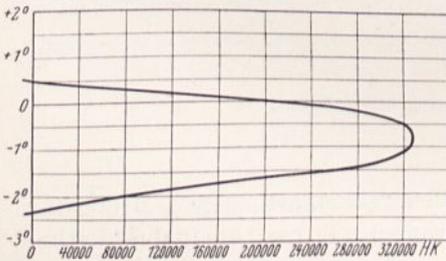


Abb. 27 a. Lichtverteilung einer Lampe der Rollfeldbeleuchtung System Pintsch.

1. das beleuchtete Windrichtungsflugzeug in Verbindung mit Landelichtern,

2. den automatischen Lampenkreis,
3. bei Wasserflughäfen farbige Schwimmluchten.

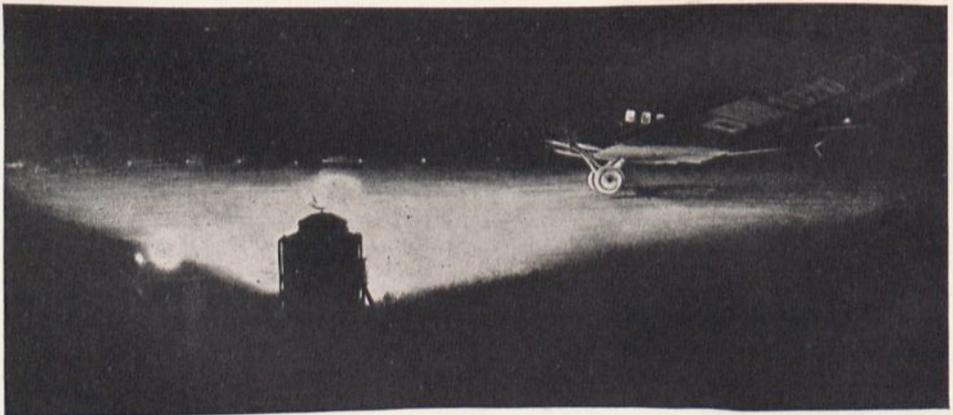


Abb. 27 b. Fahrbare Rollfeldbeleuchtung.

Das „Windrichtungsflugzeug“ ist schon bei Tageslicht zweckmäßig, aber in der Dunkelheit sind dessen Vorteile überwiegender. Am rechten Flügel grün, am linken rot und am „Schwanz“ weiß beleuchtet, dreht sich der Apparat in den Wind und zeigt dem Flugzeugführer die Windrichtung an. Abb. 28 stellt ein „AGA“-Windrichtungsflugzeug dar, wie einige in Amerika aufgestellt worden sind. Beachtenswert ist das Sonnenventil auf der Lampe. AG. Pintsch, „Agelindus“ und andere Firmen erzeugen solche Apparate mit elektrischem Licht. Die meisten der deutschen Flughäfen verwenden sie. Zur weiteren Bezeichnung der Landerichtung am Rollfeld werden daselbst verschiedenfarbige Petroleumlampen fallweise ausgesetzt (rot, weiß, grün in einer Reihe nach internationaler Vereinbarung).

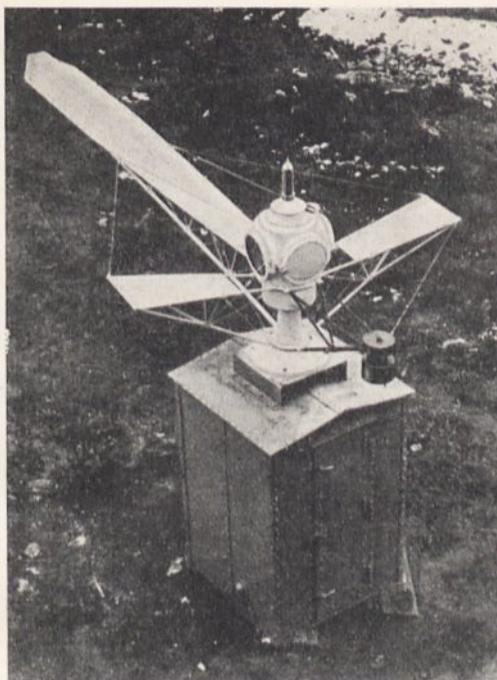


Abb. 28. „AGA“-Windrichtungsflugzeug mit Beleuchtung.

Der Lampenkreis als Windrichtungsanzeiger bezweckt die automatische Signalisierung der jeweiligen Landerichtung am Rollfeldboden. Im Unkreis einer in Rollfeldmitte liegenden kräftigen Lampe sind mehrere weitere Lampen derart angeordnet, daß diese ein symmetrisches Vieleck bilden. Sämtliche Lampen sind in den Boden versenkt eingebaut und mit starken Glasplatten abgedeckt. Eine automatische Schaltung verbindet das Lampensystem mit einem normalen Windrichtungsanzeiger (Windfahne) derart, daß je nach der herrschenden Windrichtung nur eine Gruppe des aus 9 oder 13 Lampen bestehenden Systems brennt. Bei 9 Lampen sind jeweils 4 ausgeschaltet, während die restlichen 5 Lampen einen Pfeil bilden, der die Windrichtung weist. Bei 13 Bodenlichtern brennen 5 und sind 8 verlöscht. Im ersten Falle kann die



Abb. 29. Scheinwerferbatterie.

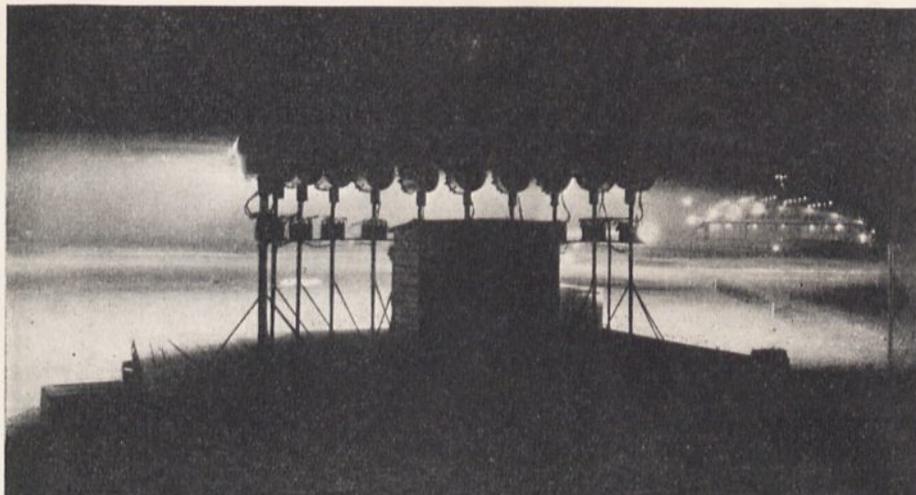


Abb. 30. Scheinwerferbatterie in Betrieb.

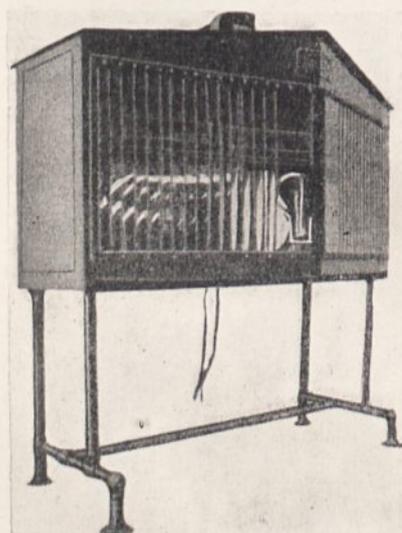


Abb. 31. Zwillingscheinwerfer.

Windrichtung höchstens 22,5 Grad von der angegebenen Richtung abweichen, im letzteren Falle nur höchstens 15 Grad.

Bei Wasserflughäfen wird zweckmäßig folgende Einrichtung getroffen. Ein kräftiges rotes Licht wird auf dem Wasser schwimmend gut verankert. Fest mit diesem verbunden schwimmen noch zwei Feuer, ein weißes und ein grünes. Der Wind bringt dann immer selbst diese Feuerkette in die richtige Stellung, und der Flugzeugführer muß jeweils von „grün“ über „weiß“ nach „rot“ landen.

Die Beleuchtung des Rollfeldes wird bei kleinen Flugplätzen oftmals durch die schon erwähnten, gleichzeitig als Lande richtungsweiser verwendeten Scheinwerfer besorgt.

In Amerika benutzen größere Flugplätze ein System von mehreren kleinen Scheinwerfern zur Rollfeldbeleuchtung und erreichen dadurch ein ausgebreitetes schattenloses Licht. Die Scheinwerfer sind hierbei meist an zwei Seiten des Rollfeldes verteilt als Scheinwerferbatterien zusammengefaßt (Abb. 29 u. 30).

Der Zwillingscheinwerfer (Abb. 31) besteht aus zwei 5-KW-Glühlampen, dahinter einem 60 cm parabolischen Spiegel und davor zwei vertikal geschliffene Linsen. Er strahlt einen Lichtfächer von 80 Grad Öffnung aus. Die scharf begrenzten Oberseiten der Scheinwerferlichtbündel täuschen leicht bei Nebel eine erhellte Bodenfläche vor, wodurch schon bei Nachtlandungen unliebsame Zwischenfälle entstanden sind. Daher ist ein weicher Übergang zwischen Dunkelheit und Licht bei Rollfeldbeleuchtungen anzustreben, der bei der schon

erwähnten schattenlosen Rollfeldbeleuchtung der Firma Pintsch durch günstige Strahlungserscheinungen erreicht wird.

Übrigens ist die Rollfeldbeleuchtung nicht unbedingt erforderlich, da die Flugzeuge bei Vorhandensein einer deutlich signalisierten Landerichtung mit Zuhilfenahme der an Bord befindlichen Magnesiumfackeln und etwaigen Bordscheinwerfer das Rollfeld selbst hinreichend erhellen können.

Wichtig ist eine gute Beleuchtung der Flugplatzgebäude und des Hallenvorgeländes mit blendungsfreiem Lichte um so mehr, als durch ein plastisches Hervortreten der Hochbauten dem Flugzeugführer das Abschätzen der Höhe erleichtert wird.

In Berlin - Tempelhof wurden 7 sog. „Beseg-Sonnen“ auf erhöhten Punkten angebracht. Jede Sonne besteht aus 5 Glühlampen zu je 1000 Watt, diese Sonnen beleuchten die Baulichkeiten, den Abfertigungsplatz und das Hallenvorgelände sehr günstig und strahlen auch diffuses Licht auf das Rollfeld hinaus. Für die Beleuchtung der Gebäude eignen sich auch sehr gut die Parabolsoffittenreflektoren, d. h. Reflektoren mit parabolischem Querschnitt und mit geradem Glühfaden der dazugehörigen elektrischen Soffittenlampe. Der Glühfaden brennt in der Brennnachse des Reflektors und ist nach vorn abgeschattet, wodurch alles Licht reflektiert wird und als ein rd. 170 Grad umfassendes, ganz flaches Lichtbündel austrahlt. Derartige Lampen mit ihrer einfachen Optik sind äußerst preiswert, besitzen aber naturgemäß eine geringe Lichtstärke.

Am Flugplatz Kopenhagen-Amager werden die Poul-Henningsen-Lampen als Hallenvorgeländebeleuchtung mit sehr gutem Erfolg verwendet. Sie sind in größerer Höhe angebracht, damit deren Licht auch das Rollfeld bestrahlt. Diese Lampen entwickeln kein direktes Licht, sondern nur reflektiertes (Abb. 32).

Für den Fall einer Störung in der lokalen Stromversorgung muß jeder gut ausgerüstete Flughafen ein Benzinmotor-Generatoraggregat zu 10 bis 15 PS besitzen, das bei versagender Stromzufuhr sogleich angeworfen wird, damit mindestens das Hauptsteuerungsfeuer und die Landelichter jederzeit in Betrieb gesetzt werden können.

Dieser kurze Überblick über Signal- und Beleuchtungsanlagen der Flughäfen soll die Ausführungsformen und die betriebstechnische Bedeutung dieser Einrichtungen für den Luftverkehr gezeigt haben. Er soll fernerhin bezwecken, daß diese unentbehrlichen Hilfsmittel der Luftfahrt bei sämtlichen Flugplatzanlagen und längs der Fluglinien großzügigst ausgebaut werden. Die Er-

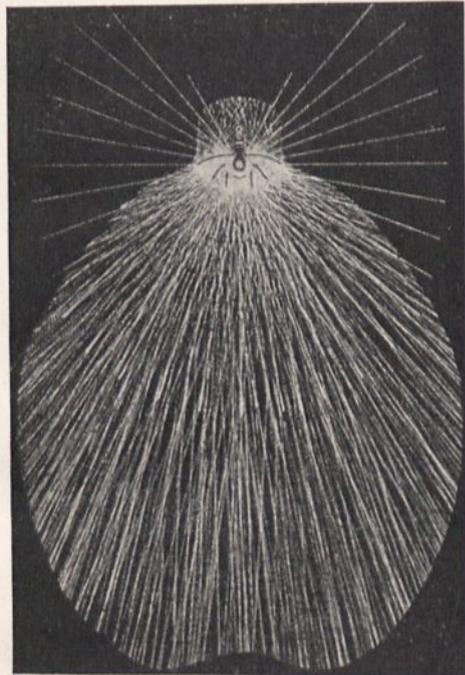


Abb. 32. Intensitätsverteilung einer Poul-Henningsen-Lampe.

fahrungen auf Grund vielseitigster Anwendung der verschiedenen Konstruktionen werden fernerhin eine Sonderauslese derselben bringen und zu weiteren noch verbesserten Typen führen.

### 3. Funkanlagen der Flughäfen.

Funktechnik und Flugwesen haben während der letzten Jahre eine derartige Entwicklung durchlaufen, daß sie unentbehrliche Faktoren des modernen Verkehrswesens geworden sind. Naturgemäß hat der Luftverkehr die Errungenschaften der Funktechnik in seinen Dienst gestellt und dadurch ein wichtiges Hilfsmittel zur raschen und freizügigen Nachrichtenübermittlung und zur Navigation der Luftfahrzeuge erhalten.

Das Anwendungsgebiet der Funktechnik im Luftverkehr kann in folgende drei Gruppen geteilt werden:

- A. Die Nachrichtenübermittlung zwischen Bodenstationen.
- B. Der Nachrichtenaustausch zwischen Bodenstationen und Flugzeugen.
- C. Die Peilverfahren.

Die Nachrichtenübermittlung zwischen den Bodenstationen der Flughäfen dient sowohl betriebstechnischen und kommerziellen Zwecken des Luftverkehrs, wie auch dem Flugsicherungsdienst durch rasche Bekanntgabe der Wetterbeobachtungen in tunlichst kurzen Zeitabständen. Das engmaschige Streckennetz des Luftverkehrs in Mitteleuropa hat eine starke Belastung der Flughafen-Funkstationen ergeben, so daß sich besonders in Deutschland die Notwendigkeit ergab, den Nachrichtenaustausch durch Funkspruch zwischen den Bodenstationen lediglich auf den Nachrichtendienst mit dem Ausland und auf den internationalen und regionalen Flugwetterdienst zu beschränken, während die Verbindung der innenstaatlichen Flughäfen auf fernmündlichem Wege und in neuester Zeit durch Anwendung der Springschreiberapparate erfolgt. Auf Grund der Wettermeldungen werden in den einzelnen Flughäfen die Wetterkarten gezeichnet, die dann stets ein genaues Bild der allgemeinen und örtlichen Wetterlage geben.

Die funkentelegraphische bzw. telephonische Verbindung zwischen Bodenstationen und den in der Luft befindlichen Flugzeugen verlangt naturgemäß die Ausrüstung der Flugzeuge mit Bordstationen. Die Anbringung derartiger Einrichtungen in Großflugzeugen, sowie kleineren Typen des Langstreckenverkehrs ist in ständiger Zunahme begriffen. Sie ermöglicht die laufende Verfolgung der Flugzeugbewegung und die funkentelegraphische Übermittlung von Wetternachrichten und besonderen Weisungen an die in der Luft befindlichen Flugzeuge. Zu diesem Zweck wird das Luftliniennetz in bestimmte Funkverkehrsbezirke unterteilt, so daß auf Strecke befindliche Flugzeuge je nach deren jeweiliger örtlicher Lage bestimmte Bodenfunkstationen für den Funkverkehr zugewiesen erhalten. Diese Regelung wird nicht nur durch die Notwendigkeit einer systematischen Organisation des Funkdienstes bedingt, sondern soll auch die Möglichkeit gewähren, die Reichweite der Bodenstationen innerhalb gewisser Grenzen zu beschränken und dadurch eine gegenseitige Störung der Funkstationen zu vermeiden.

Ein hervorragendes Hilfsmittel für die Navigation besitzt der Luftverkehr in den verschiedenen Methoden der Funkpeilung, die es gestatten, durch entsprechende Instrumente die Richtung einer Sendestation genau fest-

zustellen. Je nachdem nun der Sender an Bord des Flugzeugs und der Richtungsempfänger an Land liegt oder umgekehrt unterscheidet man:

- a) die Fremdpeilung,
- b) die Eigenpeilung.

Bei der Methode der Fremdpeilung, die in Europa heute noch ausschließlich angewendet wird, sendet die Bordstation nach gegebener Peilaufforderung bestimmte Peilsignale, welche von zwei Landstationen, die miteinander in Verbindung stehen, aufgefangen und ausgewertet werden. Das Resultat der Peilung wird hierauf dem Flugzeugführer mitgeteilt. Der Fremdpeilung haftet jedoch der Nachteil an, daß die Bodenstationen stets nur ein Flugzeug gleichzeitig behandeln und daher nur für Peilungen in größeren Abständen benutzt werden können. Besonders bei weiterer Zunahme des Verkehrs und Vermehrung der mit Bordstationen ausgerüsteten Flugzeuge könnte zeitweise eine Überlastung der Landpeilstellen eintreten. Aus diesem Grund befassen sich Wissenschaft und Praxis sehr eingehend mit den Methoden der Eigenpeilung, die besonders in Amerika zu guten praktischen Erfolgen geführt haben. Das an Bord des Flugzeugs befindliche Peilgerät dient zum Empfang der Richtungssignale verschiedener Peilsender-Bodenstationen. Die Sendungen dieser Stationen erfolgen automatisch in kurzen Zeitintervallen, so daß mehrere Flugzeuge gleichzeitig beliebig oft und ohne vorhergegangenen Anruf Eigenpeilungen vornehmen können.

Zur Richtungsbestimmung dienen entweder Empfangsgeräte, die, mit drehbarer Rahmenantenne oder fixer Antenne und Goniometer ausgestattet, den Empfang und die Auswertung der Sendersignale ermöglichen<sup>1)</sup>, oder Empfangsinstrumente, die auf gerichtete Wellen bestimmter Sendeanlagen reagieren<sup>2)</sup> (Leitstrahlensystem usw.). Eine übersichtliche Darstellung erfahren diese Systeme in dem Buch Leib-Nitzsche, Funkpeilungen, worauf an dieser Stelle hingewiesen werden soll.

Die Auswertung der Richtungssignale kann sowohl durch Anpeilung eines Senders zur Kursbestimmung erfolgen, wie auch durch Festlegung des Schnittpunktes von zwei oder drei Richtungsendungen den jeweiligen Standort des Flugzeugs ergeben. Eine dritte Anwendungsmöglichkeit der Peilverfahren ist dann gegeben, wenn ein Flugzeug einen mit Peilanlage ausgestatteten Flughafen direkt anfliegt. Es ist dies die Methode der Zielortpeilung, wobei das wiederholt Peilsignale gebende Flugzeug durch oftmalige Kursangaben des Zielpunktes mit relativ großer Genauigkeit nach dem Zielhafen dirigiert werden kann.

Für die Methoden der Eigenpeilung werden in den Vereinigten Staaten längs der Flugstrecken selbsttätige Peilsender aufgestellt. Durch wiederholte Peilungen während des Reiseflugs kann dadurch der Flugzeugführer auch bei ungünstiger Witterung und im Nachtflugverkehr das Ziel erreichen.

Ein weiteres Anwendungsgebiet der Funkpeilung kann sich für Nebellandungen ergeben, wobei durch ungemein präzise Peilungen auf kurze Distanzen und unter Zuhilfenahme anderer genauer Navigationsinstrumente trotz mangelnder Sicht eine glatte Landung unter Voraussetzung einer entsprechend offenen Lage des Platzes ausführbar ist. Ein derartiger Versuch,

<sup>1)</sup> Für Fremd- und Eigenpeilung je nach Aufstellung der Sende- und Empfangsanlage.

<sup>2)</sup> Für Eigenpeilung.

der in Amerika schon im Jahre 1929 erfolgreich durchgeführt wurde, soll nachstehend kurz wiedergegeben werden<sup>1)</sup>.

Am Mitchel Field ließ sich Leutnant Doolittle derart in ein Flugzeug einschließen, daß er keinen Ausblick hatte und nur die Bordinstrumente sehen konnte. Zur Ausrüstung des Flugzeugs gehörten: ein Vertikal-Horizontal-Gyroskop, Funksender und Empfänger, ein äußerst genauer Spezialhöhenmesser, Gyrokompaß, sowie die normalen Instrumente. Die Maschine startete, stieg bis zu etwa 30 m und flog zu den F. T.-Signalsendern am Flugfeldrande. Nach einer Schleife machte sich Leutnant Doolittle zur Landung bereit. Er bekam eine Peilung und eine sehr genaue Angabe des Barometerstandes am Boden. Er landete daraufhin mit Hilfe seines eigenen Höhenmessers ebenso sicher wie bei freier Sicht nahe der Startstelle.

Die Bodenstationen des Flugfunkverkehrs bestehen aus den Empfangsanlagen, der Sendestation und den Peileinrichtungen. Zur zweckmäßigen Unterbringung dieser Anlagen sind besondere bauliche Einrichtungen erforderlich, die sich aus den betrieblichen Grundlagen des Funkwesens und des Luftfahrtsicherungsdienstes ergeben.

Die Empfangsanlagen des Funkverkehrs zwischen Bodenstationen werden mit der Zentrale des Nachrichtendienstes zusammengefaßt und im Abfertigungsgebäude untergebracht. Der räumliche Komplex dieser Anlagen umfaßt einen Empfangsraum für den Transitverkehr (Auslandsempfang). Zwei weitere Räume zur Aufstellung der Flugwetterempfänger<sup>2)</sup>, die Telephon- und Springschreiberzentrale, den Dienstraum für den Leiter der Funkstelle, sowie einen Übernachtungsraum für das Personal. Wie schon im I. Abschnitt (S. 32) betont wurde, ist die zweckentsprechende Lage dieser Räume zu den Dienst-

stellen der Flugleitung, Wetterwarte und Flugpolizei von größter Bedeutung. Da die Diensträume dieser letzteren Stellen vorwiegend im Erdgeschoß des Abfertigungsgebäudes untergebracht werden müssen, ist die Anordnung der

Funkempfangsräume, wie auch der Nachrichtenzentrale im ersten Obergeschoß vorteilhaft, da diese Lösung eine günstige Raumverteilung



Abb. 33. Sendestation des Flughafens Stuttgart-Böblingen.

gewährt und die Verbindung der entsprechenden Diensträume beider Geschosse durch senkrechte Rohrpostleitungen ermöglicht.

Die Senderanlage wird in einem gesonderten Sendehaus (Abb. 33 u. 34) aufgebaut, das bei neueren Anlagen in 1 bis 3 km Entfernung vom Flughafen-

<sup>1)</sup> Polving, The Problem of Fog Flying: Okt. 1929, The Daniel Guggenheim Fund for the Promotion of Aeronautics, Inc. 598 Madison Avenue, New York City.

<sup>2)</sup> Regionale und synoptische Wettermeldungen.

gelände zwischen den Funkmasten errichtet wird. Die räumliche Trennung des Senders von den Empfangsanlagen bei Anbringung von Sendetasten in den entsprechenden Diensträumen des Flughafens gewährt die Möglichkeit, mit weiteren Empfängern auch während der Sendezeiten störungsfrei zu arbeiten, und besitzt ferner den Vorteil, daß die hohen Funkmasten in größerer Entfernung von der hindernisfrei zu haltenden Flughäfenzone zur Aufstellung gelangen können. Die Inbetriebsetzung und laufende Wartung der Sendeanlage obliegt einem im Senderhaus ständig anwesenden Mechaniker. Man hat auch versucht, die Sendestation gänzlich durch Fernbedienung vom Abfertigungsgebäude aus zu betätigen; derartige Einrichtungen verursachen jedoch wesentliche

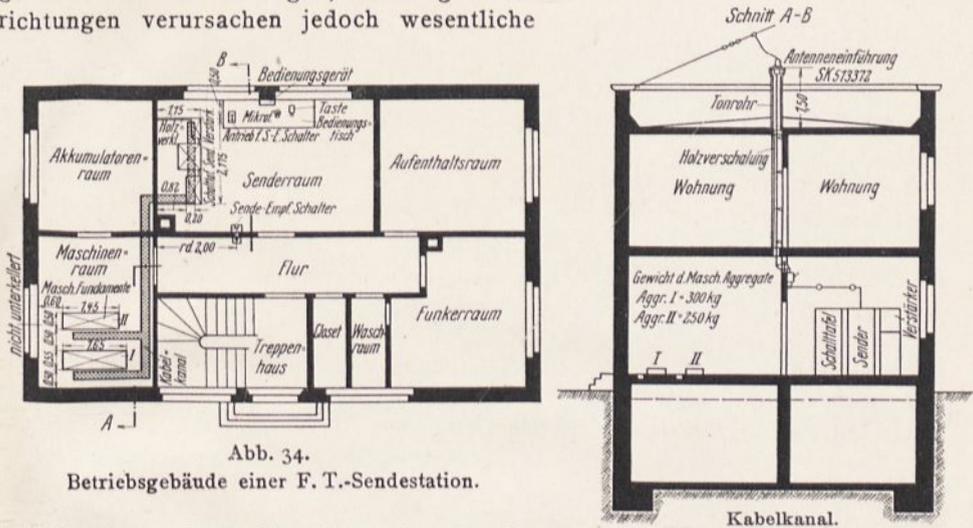


Abb. 34.  
Betriebsgebäude einer F. T.-Sendestation.

Mehrkosten und machen dennoch eine Beaufsichtigung des Senders durch einen Maschinenwärter nicht entbehrlich.

Die Reichweite der Bodenfunkstationen steht in direkter Abhängigkeit von der technischen Regelung des Funkdienstes, wobei die Einteilung der Funkverkehrsbezirke mit der jeweils erforderlichen Reichweite der Sendeanlagen in Einklang gebracht werden muß. Zur Erzielung störungsfreier Arbeit der F. T.-Anlagen muß daher die Bestimmung der Reichweite neuer Sender stets unter Berücksichtigung des jeweils bestehenden Netzes der übrigen Funkstationen erfolgen, das gegenwärtig auf Reichweiten von durchschnittlich 400 bis 600 km aufgebaut ist.

Die Wellenlängen des Flugfunkverkehrs schwankten früher innerhalb ziemlich enger Bereiche, so daß durch das stets dichter werdende Netz der Sendestationen häufig gegenseitige Störungen auftraten. Im Jahre 1929 erfolgte daher eine internationale Neuregelung, wobei folgende Wellenlängen festgesetzt wurden:

- Verkehr zwischen Flughäfen . . . . . 1210, 1235, 1380 m
- Verkehr zwischen Flugzeugen und Flughäfen, Peildienst 870, 900, 930 „
- Flugwetterdienst . . . . . 1260, 1288, 1316 „

In den Jahren 1924 und 1925 sind besonders in Amerika gründliche und umfassende Untersuchungen über den Kurzwellenverkehr zwischen den Boden- und Flugzeugstationen über weite Entfernungen eingeleitet worden.

Kurzwellensender sind nach verschiedenen günstigen Versuchsergebnissen ein wichtiger Teil der Ausrüstung wissenschaftlicher Flugexpeditionen geworden. So haben z. B. Wilkins und Byrd, Amundsen und Nobile Kurzwellensender bei ihren Forschungsflügen über die arktischen und antarktischen Eiswüsten verwendet. Versuchsergebnisse in Deutschland haben gezeigt, daß 45-m-Wellen mit einem Effekt von 1 Watt, der nur durch einen leichten Batteriesender erzielt wurde, für 1000 km Reichweite genügen<sup>1)</sup>. Bisher konnte jedoch der Kurzwellenverkehr infolge verschiedener technischer Mängel dieses Verfahrens im Funkdienst zwischen Boden- und Bordstationen nicht zur Anwendung

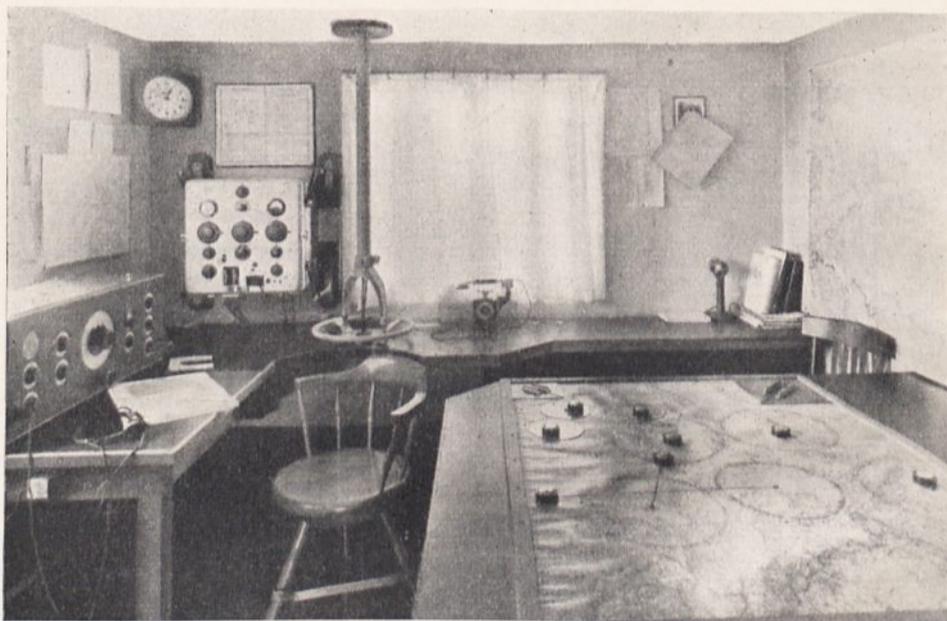


Abb. 35. Arbeitsraum einer Peilstelle.

gelangen. Trotzdem wird schon in verschiedenen Staaten die Sendung der internationalen Wettermeldungen auf Kurzwellen durchgeführt.

Bei der baulichen Ausgestaltung der Peilanlagen muß wieder grundsätzlich zwischen Anlagen zur Eigenpeilung und solchen zum Zwecke der Fremdpeilung unterschieden werden. Die Methoden der Eigenpeilung verlangen die Aufstellung automatisch betriebener Funksignalsender (Richtfunkbaken) längs der verschiedenen Flugstrecken derart, daß der jeweilige Flugzeugkurs stets zwischen zwei Signalsendern hindurchführt. Ausbau und Erhaltung dieser in 200 bis 250 km Längsabstand befindlichen Anlagen verursachen naturgemäß für ein größeres Streckennetz erhebliche Kosten. Das Verfahren der Fremdpeilung hingegen benötigt lediglich in den mit F. T.-Stationen ausgestatteten Flughäfen besondere technische Einrichtungen, die im Peilhaus zur Aufstellung gelangen. Für die Lagebestimmung des Peilhauses ist die peilelektrische Untersuchung des Peilplatzes maßgebend, der frei von Funkstrahlableitungsursachen

<sup>1)</sup> Krüger u. Plendl, Zur Anwendung kurzer Wellen im Verkehr mit Flugzeugen. Z. f. Hochfrequenztechnik 1928, Juni.

sein muß (elektrische Leitungen, Eisenbahnschienen usw.). Vielfach wird gegenwärtig das Peilhaus am Rande des Rollfeldes errichtet. In diesem Falle soll es eine geringe Bauhöhe besitzen und an den Außenseiten durch farbigen Anstrich deutlich gekennzeichnet sein. Das meist flache Dach desselben trägt die zur Vornahme der Peilungen erforderliche drehbare Rahmenantenne. Im Arbeitsraum (Abb. 35) befinden sich meist zwei Empfangsapparate für den Peilsignal- und Nachrichtenempfang<sup>1)</sup>, ferner am unteren Ende der Peilrahmenachse der Richtungskreis samt Einstell- und Ablesevorrichtung. Weiter ist eine Sendetaste, von der aus eine Leitung zur Sendestation führt, angebracht und schließlich ein Kartentisch, auf dem die Auswertung der Richtungsbeobachtungen vorgenommen wird. Naturgemäß ist auch die Anbringung der notwendigen Fernsprecheinrichtungen im Peilhaus unbedingt erforderlich.

Dieser allgemeine Überblick über das Funkwesen im Dienst der Luftfahrt und über die organischen Bestandteile der entsprechenden technischen Einrichtungen soll bei Entwurf und Ausbau von Flughafenanlagen die bauliche Berücksichtigung der besonderen Erfordernisse dieses Spezialgebiets erleichtern.

An der Vervollkommnung der Funkverfahren wird in allen Luftfahrt treibenden Kulturländern mit Hinblick auf die besondere Bedeutung dieser Probleme gearbeitet. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden voraussichtlich mancherlei Verbesserungen und Neuerungen besonders auf dem Gebiet der Funksicherung des Nebel- und Nachtflugs bringen, wodurch auch wieder weitere Anforderungen an die technische Ausgestaltung der Flughafenanlagen entstehen dürften.

---

<sup>1)</sup> Aus praktischen Gründen erfolgt der gesamte Verkehr zwischen Bodenstation und den in der Luft befindlichen Flugzeugen durch die Peilstelle.

## V. Besondere Anlagen.

### I. Schulflugplätze und Fliegerschulen.

Von Flughafendirektor Dipl.-Ing. H. Steinmann, Braunschweig.

Die schnell vorwärtsstrebende Entwicklung der Flugtechnik stellt zwangsläufig auch erhöhte Anforderungen an den fliegerischen und technischen Nachwuchs und fordert eine laufende Vervollkommnung der fliegerischen Bildungsstätten.

Die Kunst des Fliegens ist auch heute noch bis zur Erlangung des sogenannten Sportflugzeug-Führerscheines Sache des persönlichen Geschicks; darüber hinaus wird sie — bei größeren Flugzeugen — aber eine technische Angelegenheit, deren Beherrschung nur durch eine sehr gründliche technische Ausbildung erreicht werden kann. Insbesondere werden bei Langstreckenflügen an den Führer Anforderungen gestellt, die ein sehr eingehendes Vertiefen in die mannigfachen Aufgaben der Luftfahrzeugführung und der Luftnavigation erfordern. Diesem Umstande Rechnung tragend, werden sich bald, entsprechend dem Vorbilde im technischen Schulwesen, die Fliegerschulen in Vor-, Mittel- und Hochschulen, in Anpassung an die gestellten Forderungen und Lehrgebiete, gliedern.

Der Luftverkehr wird sich in Zukunft vornehmlich nach rein wirtschaftlichen Grundsätzen zu orientieren haben. Die Zentren der Wirtschaft werden folgerichtig auch zu Stütz- und Knotenpunkten der Luftfahrt werden. Die Sicherheit des Luftverkehrs fordert gebieterisch, daß diese Hauptpunkte der Luftfahrt in Zukunft von jeglichem Schulbetrieb frei zu halten sind.

Auch vom Standpunkte einer Fliegerschule aus ist es durchaus erwünscht, daß ihr ein eigener, zu mindesten vom planmäßigen Luftverkehr nicht berührter Platz zur Verfügung steht, damit starke Störungen des Schulbetriebes durch die Notwendigkeit der Stilllegung in den Zeiten größerer Verkehrsdichte vermieden werden.

Auch in anderer Hinsicht stehen die Forderungen einer Fliegerschule und des Luftverkehrs bezüglich des Flugplatzes im Widerspruch. Während ein Verkehrslandeplatz bzw. -flughafen naturgemäß die unmittelbare Nähe größerer Verkehrszentren sucht und Interesse daran hat, in seinen Wirtschaftsanlagen auch außer den Fluggästen aus Propagandarücksichten und wirtschaftlichen Gesichtspunkten einen großen Zustrom von Zuschauern aufzunehmen, braucht der Schulflugplatz eine gewisse Abgeschiedenheit. Sie soll es dem Flugschüler gestatten, sich voll auf seine Aufgaben zu konzentrieren und sich in gesunder Gegend neben dem Flugdienst, sowie der technischen und wissenschaftlichen Ausbildung, auch sportlicher Betätigung zu widmen.

Obwohl, wie schon eben erwähnt wurde, eine abgeschiedene Lage des Schulflugplatzes angestrebt werden soll, ist auch hier zu unterscheiden, ob

die Anlage einer Jahre in Anspruch nehmenden Verkehrsfliegerausbildung oder der nur wenige Wochen dauernden Sportfliegerausbildung dienen soll. Für die umfangreiche theoretische Ausbildung der Ersteren ist in erreichbarer Nähe ein Bildungszentrum erwünscht, das den Schülern eingehende fachliche Ausbildung und allgemeinbildende Anregungen besonders während der Winterzeit bietet.

Bei der Anlage eines Schulflugplatzes ist zu berücksichtigen, daß derselbe nach Möglichkeit überdimensioniert sein muß, d. h., daß er nach seinem Zweck als Verkehrs- oder Sportflugplatz die in den Luftverkehrsbestimmungen vorgesehenen Ausmaße eines normalen Flugplatzes überbieten soll. Je nach Anflug- und Startbedingungen soll der Schüler genügend Fläche haben, um selbst bei anfänglich größeren Schätzungsfehlern gut aufsetzen und ausrollen zu können. Die Rollfeldausbildung, Abmessungen und Oberflächenbeschaffenheit sind in diesem Buche anderweitig behandelt, so daß darauf nicht weiter einzugehen notwendig ist. Auf die gleichmäßige Beschaffenheit der Bodengestalt in der Umgegend des Platzes ist Wert zu legen, weil dadurch ein gleichförmiger Verlauf der Luftströmungen, also Vermeidung von Luftwirbeln, gegeben ist. Gleichfalls ist der meteorologischen Eigenart des in Frage kommenden Gebietes besondere Sorgfalt zuzuwenden, da die Schulung von günstigen Wetterlagen abhängiger ist als der Luftverkehr. Besonders die zu starker Bodennebelbildung in frühen Morgen- und Abendstunden neigenden Plätze sind ungünstig, da gerade der Schulbetrieb vorzüglich diese Zeiten benötigt.

Die Größe der Hallen und der sonstigen technischen Anlagen ist abhängig von dem Umfange der Schule; die Bestimmungen des deutschen Luftverkehrsgesetzes schreiben je nach Zahl der Schüler und Zweck der Schule eine Mindestanzahl von Flugzeugen vor. Es soll jede Fliegerschule mit bis zu 15 Schülern mindestens vier Lehr- und Übungsflugzeuge der Klasse besitzen, für die sie ausbilden will. Bei einer höheren Schülerzahl erhöht sich die notwendige Anzahl der Flugzeuge entsprechend. Auf Grund einer die vorgeschriebene meist übersteigenden Zahl kann der erforderliche Hallenplatz bestimmt werden.

Die Anlagen, welche eine Fliegerschule insonderheit erfordert, lassen sich in folgende Gruppen gliedern:

1. Lehrsäle und Studienräume,
2. Lehrwerkstätten,
3. Schlaf-, Wohn- und Speiseräume für Lehrer, Schüler und Personal,
4. Wirtschaftsräume des Schulbetriebes,
5. Sportanlagen.

An den Flugzeugführer sind auch hohe moralische Anforderungen zu stellen, denn nur zuverlässigen und innerlich gefestigten Piloten darf unersetzliches Menschenleben und kostbares Maschinenmaterial anvertraut werden. Die Zeit der Ausbildung soll dazu dienen, den jungen Schülern neben den erforderlichen Kenntnissen moralische Festigung und Disziplin einzugeben, sowie Ordnung, Pünktlichkeit und Kameradschaftlichkeit anzuerziehen. Unbedingt wünschenswert sind gemeinsame Unterkunftsmöglichkeiten. Das Wohnen in Privatquartieren würde die Schüler jeder Aufsicht entziehen, die im gewissen Sinne notwendig ist. Neben den Wohn- und Schlafräumen müssen ausreichende Wirtschafts-, Speise- und Tagesaufenthaltsräume vorhanden sein. Lehrsäle und Arbeitsräume dienen der theoretischen Ausbildung, während

die an den Werkstattbetrieb der Schule angegliederten Lehrwerkstätten den Schülern die notwendigen praktischen Kenntnisse vermitteln.

Erst durch glückliches Zusammenwirken von Theorie und Praxis wird technisches Wissen zu technischem Können! Das gilt für jedes technische Studium und für die Fliegerausbildung erst recht.

Nur ein widerstandsfähiger, gesunder Körper kann den späteren Anforderungen, die an einen Flugzeugführer, der täglich und auch bei jedem Wetter fliegen muß, gewachsen sein. Jeder Sport, der zur Zähigkeit und zum Ertragen von Strapazen erzieht, dient zur Vorbereitung auf den späteren Beruf. Aus diesem Grunde ist in dem Lehrplan der Flugschulen eine vielseitige sportliche Betätigung vorzusehen, für die daher die entsprechenden Einrichtungen geschaffen werden müssen. Dazu gehören insbesondere ein Turnsaal nebst Anlagen für Leichtathletik im Freien, wie Spielplatz, Aschenbahn und Sprung-



Abb. 1. Luftbild des Flughafens Braunschweig.

grube. Erwünscht ist ferner ein Schwimmbecken, um den Schülern Gelegenheit zur wassersportlichen Betätigung zu geben.

Ist für die Ertüchtigung unserer Jugend an sich nur das Beste gut genug, so trifft dies in erhöhtem Maße für den Flieger zu. Sache der dazu berufenen Stellen wird es sein, diesen beherzigenswerten Grundsatz mit den jeweiligen wirtschaftlichen Verhältnissen in Einklang zu bringen.

Möge das nachstehende Beispiel des Ausbaues des Braunschweiger Flughafens als Heim der Deutschen Verkehrsfliegerschule zeigen, wie mit verhältnismäßig beschränkten Mitteln vom Verfasser eine zweckmäßige Lösung angestrebt wurde.

#### **Der Flughafen Braunschweig mit besonderer Berücksichtigung der Anlagen für die Deutsche Verkehrsfliegerschule.**

Der Flughafen liegt im Südwesten der Stadt, nur 3 km vom Stadtinnern entfernt, und ist durch Straßenbahn und Kraftwagen leicht zu erreichen. Das Rollfeld hat eine Größe von 91 ha und ist frei von großen Anflughindernissen und hat in seiner Umgebung gleichmäßige Beschaffenheit der Bodengestaltung.

Für die Gebäudeanordnung war maßgebend, neben möglicher Konzentration, jedoch unter Berücksichtigung wenigstens der Hauptforderungen des passiven Luftschutzes und bei Beachtung der vorherrschenden Windverhältnisse spätere organische Erweiterungsmöglichkeiten zu schaffen und außerdem Luftverkehr und Sonderdienst von dem Betriebe der Verkehrsfliegerschule zu trennen.

Das Wohn- und Schulgebäude, zwei Flughallen und das Zentralkesselhaus sind neuerrichtet, die anderen Anlagen waren von der früheren Fliegerersatz-Abteilung noch vorhanden und sind nur einem entsprechenden Umbau unterzogen worden.

Durch die vorhandenen Gebäude war die Bauaufteilung bereits bestimmt. Da auf diesem Flughafen westliche Winde vorherrschend und nördliche ganz selten sind, wurde die Nordecke des Flughafens für das Hauptgebäude gewählt.

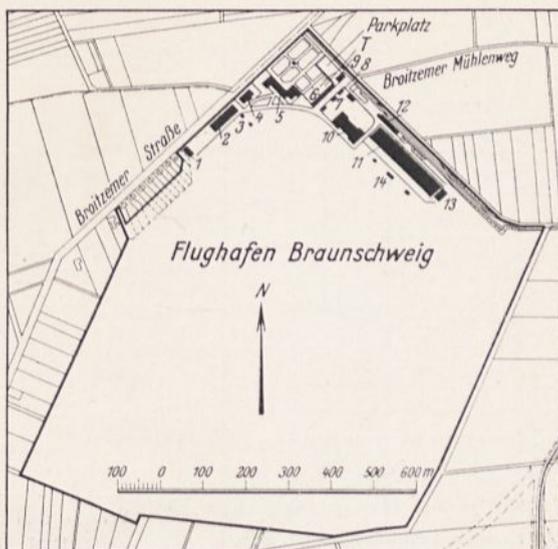


Abb. 2. Flughafen Braunschweig. Lageplan.

Bezeichnung der Gebäude und Anlagen für:

- a) Luftverkehr und Sonderdienst.
  - 1. Werkstatt und Klubheim der Flugwissenschaftlichen Gruppe der Technischen Hochschule.
  - 2. Flughalle, Institut für Luftfahrtmeßtechnik und Flugmeteorologie, Luftpolizei.
  - 3. Öffentliche Tankstelle mit Unterflurzapfstelle.
  - 4. Empfangsgebäude und Restaurant.
- b) Deutsche Verkehrsfliegerschule.
  - 5. Wohn- und Schulgebäude.
  - 6. Turnhalle und Garagen.
  - 7. Flughafenbetriebs-Werkstatt und Lagerschuppen.
  - 8. Wasserdruck-Verstärkungsanlage.
  - 9. Beamtenwohnhaus, Transformatorstation u. Pflörtner
  - 10. Werft mit Verwaltungsräumen.
  - 11. Flughallen.
  - 12. Arbeiterwohlfahrtsgebäude, Zentralkesselhaus und Kohlenlagerplatz.
  - 13. Motorenprüfstände.
  - 14. Tankanlage mit Unterflurzapfstellen.



Abb. 3. Wohn- und Schulgebäude.



Die gesamten Gebäude sind unter Vermeidung jeglichen Luxus als reine Zweckbauten aufgeführt. Das Wohn- und Schulgebäude ist durch entsprechende Formgebung und einen Turmaufbau als Dominante des Flughafens ausgebildet. Durch klare Verhältnisse, bewußt abgewogene Betonung und konsequente Linienführung ist mit einfachen Mitteln eine vornehm-charaktervolle Wirkung erzielt worden. Große ruhige Rasenflächen mit Stauden- und Gehölzbepflanzung und Tennisplätzen vermitteln den Übergang und zugleich Trennung von Straße und Gebäuden. Auf diese Weise ist versucht worden, die hohe Auffassung von Beruf und Schule als etwas Schönes zum Ausdruck zu bringen.

Das Gebäude ist als Dreiflügelbau aufgeführt und erstreckt sich in der Hauptsache von Nordwesten nach Südosten und gliedert sich in drei Abteilungen.

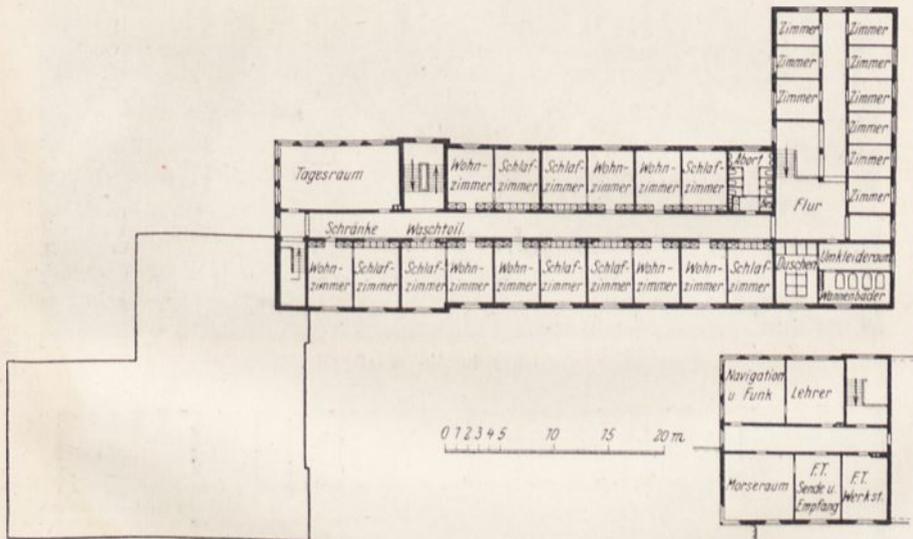


Abb. 4. d. Wohn- und Schulgebäude. 2. Obergeschoß.

3. Obergeschoß.

Jede Abteilung ist in einem besonderen Flügel untergebracht, die untereinander durch breite Flure in Verbindung stehen. Der am weitesten von der Straße abseits liegende Flügel enthält im Kellergeschoß die Küchen- und Wirtschaftsräume, im Erdgeschoß die Speise- und Gesellschaftsräume mit vorgebauter Terrasse und im Obergeschoß die Hörsäle; der mittlere Flügel in drei Geschossen übereinander die Wohn- und Schlafräume für je vier Flug- bzw. Monteurschüler und der Flügel an der Straße Einzelzimmer für Lehrer und ältere Schüler. Zwischen dem Mittel- und dem Straßenflügel liegen in jedem Geschoß Bade- und Duschräume. Im Kellergeschoß des Mittelflügels befindet sich die Dienstwohnung des Hausverwalters, sowie einige Werkklassen und der Hörsaal für Chemie. In dem Turmaufbau sind alle Einrichtungen für den F. T.- und Navigationsunterricht mit Send- und Peilstation untergebracht.

In dem Werftgebäude ist außer der Montagehalle, den einzelnen Werkstätten, dem Lager und der Flug- und Betriebsleitung die gesamte Verwaltung untergebracht, und zwar so, daß auch von den Fenstern aus der Betrieb zum Teil überblickt werden kann, was für die Arbeitskontrolle nicht unwichtig ist.

Die beiden Flughallen sind je 100 m lang und 30 m breit. Eine Halle hat Toröffnungen von  $2 \times 50 \times 9,5$  m, die andere von  $3 \times 33 \times 6,5$  m.

Vor den beiden Hallen befindet sich ein 30 m breiter befestigter Arbeits- und Aufbauplatz und vor diesem eine unterirdische Tankanlage mit Mischbehältern und fünf Unterflurzapfstellen.



Abb. 5. Blick in die Werfthalle.

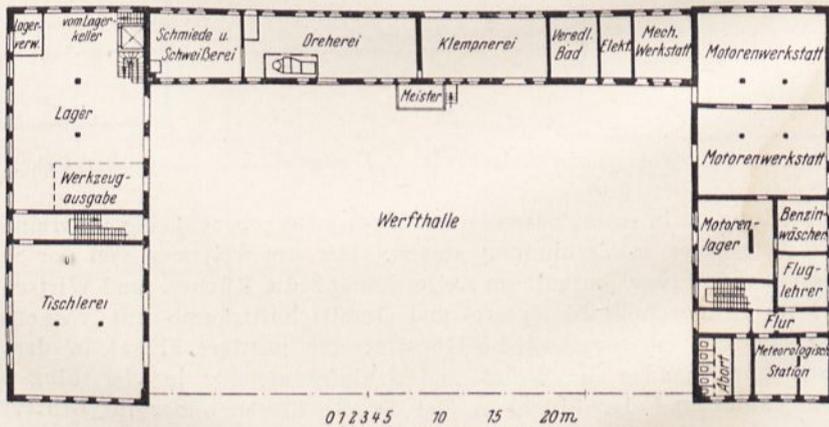


Abb. 6a. Werfthallenbau. Erdgeschoß.

Hinter den Hallen befindet sich das Arbeiterwohlfahrtsgebäude mit Wirtschafts-, Speise-, Umkleide-, Wasch- und Baderäumen sowie das Zentralkesselhaus mit Kohlenlagerplatz unmittelbar neben dem Anschlußgleis.

Von diesem Kesselhaus aus wird die gesamte Anlage durch zwei Zweiflammrohrkessel von insgesamt 260 m<sup>2</sup> Heizfläche mittels einer Fernleitung beheizt und dadurch eine Ersparnis von mehr als 20% erzielt bei voller Berücksichtigung der erhöhten Investitionen und des damit verbundenen Kapitaldienstes.

Für die Nachtbefeuerung finden auf den Gebäuden elektrische Hindernis-  
lampen und für die Schornsteine Scheinwerfer Verwendung. Durch entsprechende  
Ausbildung und Anordnung der Scheinwerfer ist eine sehr gute blendungsfreie

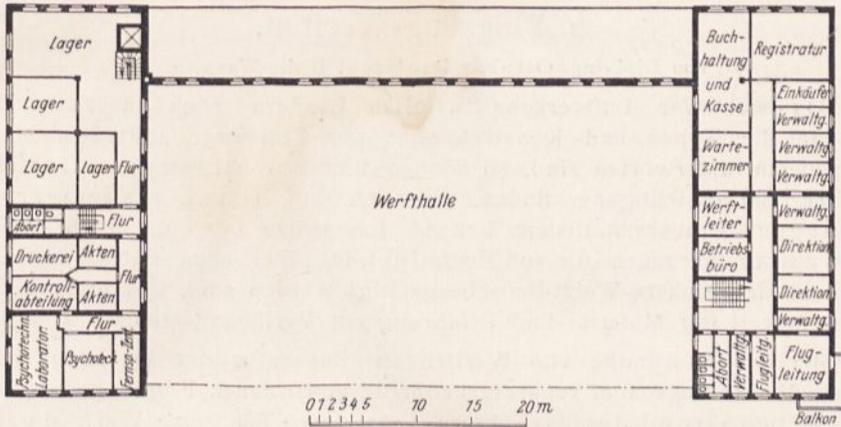


Abb. 6b. Werfthallenbau. Obergeschoß.

Wirkung erzielt. Das Ansteuerlicht, eine Drehlinsenleuchte von 1,5 Mill. HK,  
wurde auf dem Turm des Wohn- und Schulgebäudes montiert, damit der  
Flugschüler auch bei sehr schlechtem Wetter den Flugplatz auffindet. Die



Abb. 7. Blick in Flughalle II der D.V.S.

gesamte Nachtbefeuerung wird von einer Schwachstromleitung gesteuert und  
kann von mehreren Stellen eingeschaltet werden.

So ist hier versucht worden, für den fliegerischen Nachwuchs nicht nur  
für die Berufsausbildung die besten technischen Vorbedingungen bereitzustellen,

sondern ihm auch den Aufenthalt so angenehm zu gestalten, als der umfangreiche Dienst es zuläßt.

## 2. Flugzeug-Werften.

Von Dipl.-Ing. Ottokar Paulssen, Berlin-Wannsee.

Da sich der Luftverkehr in allen Ländern noch in Entwicklung befindet, die Typen und Konstruktionen der Flugzeuge außerdem starken Änderungen unterworfen sind, so können hier nur allgemeine Gesichtspunkte Berücksichtigung finden, die sich auf Grund bisheriger Erfahrungen herauskristallisiert haben. Ich stütze mich daher im wesentlichen auf Ausführungen, die von Herrn Dipl.-Ing. Weil seinerzeit als leitendem Ingenieur der Junkers-Werft-Betriebe getätigt worden sind, und ergänze diese Daten, soweit mir Material und Erfahrung zur Verfügung stehen.

Bei der Anordnung von Werften zur Reparatur der im Luftverkehrsbetrieb überholungs- und reparaturbedürftig gewordenen Flugzeuge wird man zunächst auf Grund des Streckennetzes versuchen, eine Werft dort einzurichten, wo die meisten Flugzeuge übernachten und während dieser Zeit zur Instandsetzung zu erreichen sind. Das wäre bei einer einlinigen, kurzen Strecke an einem der beiden Enden; bei einem weiter verzweigten Streckennetz wird man bei dem sich ergebenden größeren Flugzeugeinsatz bemüht sein, die Werft möglichst zentral zu legen.

Die Größe der Werft hängt vor allen Dingen von dem Flugzeugeinsatz im gesamten zur Werft gehörenden Streckenbetrieb und von den Streckenleistungen der einzelnen Flugzeuge ab. Man kann hier nach den bisherigen praktischen Erfahrungen rechnen, daß auf etwa 20 Flugzeuge jetzt gebräuchlicher mittlerer Typen eine Werft nötig wird, deren Leistung eine Grundüberholung von 1,5 Maschinen im Monat ermöglicht. Des weiteren spielt hierbei die Bodenbeschaffenheit der Strecke und besonders der Flugplätze eine nicht unwichtige Rolle. Bei schlechten Plätzen und ungünstigem Notlandegelande wird das Verhältnis unter Umständen wesentlich schlechter, auch die Witterungsverhältnisse der in Betracht kommenden Strecken können einen weitgehenden Einfluß auf die Flugsicherheit und Instandhaltung der Apparate ausüben, sei es nun dadurch, daß die Maschinen durch höhere Gebirge oder oft auftretende Stürme auf Höchstleistung mehr beansprucht werden, sei es, daß infolge von Sandstürmen die Motoren versanden oder umgekehrt durch besonders günstige Witterungsverhältnisse in keiner Weise überanstrengt werden müssen. Selbstverständlich üben auch der Nacht- und Winterluftverkehr einen Einfluß aus, der das Verhältnis zwischen Flugzeugeinsatz auf der Strecke und Größe der Werftbetriebe ungünstiger gestaltet. Die oben angeführte Verhältniszahl für die Größe eines Werftbetriebes kann daher nur als Durchschnittszahl gewertet werden, die lediglich einen Anhalt für Strecken gibt, die nicht besonders günstigen, aber auch nicht abnormal ungünstigen Bedingungen unterliegen, sie entspricht etwa den deutschen Verhältnissen bei Sommerluftverkehr und eingeschränktem Winterluftverkehr.

Haben wir somit ungefähre Richtlinien für die allgemeine Lage und Größe einer Werft, so sollen nunmehr die Forderungen kurz besprochen werden, die an eine Werft zu stellen sind.

Selbstverständlich muß die Werft unbedingt an einen Flugplatz angeschlossen sein, sei es nun an einen Landflugplatz oder Seeflughafen, entsprechend den auf der Strecke eingesetzten Land- oder Wasserflugzeugen. Bei Strecken, auf denen Land- und Wasserflugzeuge gleichzeitig eingesetzt sind, ist naturgemäß die richtige Lage dort zu suchen, wo der Anschluß an einen kombinierten Flugplatz zu erreichen ist.

Die Forderungen, die an einen Werftbetrieb gestellt werden, weichen nicht wesentlich ab von den Forderungen, die man an ein Flugzeugwerk stellen muß; eine Werft ist ein stark verkleinerter Fabrikationsbetrieb, bei dem fast alle Arbeitsvorgänge, die im Flugzeugwerk selbst stattfinden, auftreten. Es ist daher Wert darauf zu legen, daß jeder Werftbetrieb, soweit es möglich ist, an die Eisenbahn angeschlossen ist, um einerseits eine billige Zufuhr des Materials und der fluguntauglichen Flugzeuge, andererseits auch den Abtransport der fertigen Ersatzteile zu gewährleisten.

Es ist darauf zu achten, daß auf jeden Fall Wasser- und Kraftversorgung ermöglicht werden kann. In zivilisierten Ländern wird es meist nicht schwer sein, Anschluß an die Wasserleitung der nächsten Gemeinde und Kraftstromanschluß zu sichern, dagegen wird man in noch nicht erschlossenen Gegenden auf Brunnen und eigene Kraftzentrale mit Hilfe von Dieselmotoren angewiesen sein. Erwünscht ist ferner Gasanschluß und Druckluftanlage. Eine leistungsfähige Werft sollte jedenfalls auf diese Betriebsmittel nicht verzichten müssen. Daß ferner eine Tankanlage und Prüfstände für Motoren nebst Benzinwaschraum vorgesehen werden müssen, ist selbstverständlich. Der Benzinwaschraum muß mit gut arbeitender Bodenentlüftung versehen werden, da die Benzingase, schwerer als die Luft, nach unten sinken. Das Problem ist bisher noch nicht einwandfrei gelöst, denn bei den jetzt gebräuchlichen Anordnungen sind Zegerscheinungen und Fußbodenkälte unvermeidlich.

Diesen Forderungen allgemeiner Natur schließen sich nunmehr noch diejenigen Forderungen an, die abhängig sind von den Typen der Flugzeuge, die auf dem in Frage kommenden Luftverkehrsnetz eingesetzt sind.

- a) Spannweite und Größe der Halle,
- b) Spannweite und Höhe der Tore,
- c) Leistungsfähigkeit der Kranbahn,
- d) Leistungsfähigkeit der Waage.

Zu a bis c sind erklärende Ausführungen nicht erforderlich. Die Waage wird in den Werftbetrieben benutzt, um nach erfolgter Reparatur das Leergewicht zwecks Feststellung der zulässigen Zuladung bestimmen zu können, denn häufig verändert sich das Gewicht der Zelle infolge Einbaues neuer Apparate oder gewünschter Verbesserungsmaßnahmen.

Über die Größe der Werft, die Anzahl des Personals und der beschäftigten Arbeiter und die Aufteilung des Betriebes gebe ich im folgenden einen Anhalt durch eine Annäherungstabelle auf umstehender Seite.

Die Tafel 1 zeigt deutlich die Unwirtschaftlichkeit kleiner Werftbetriebe, im weiteren Sinne auch die Unwirtschaftlichkeit kleiner Verkehrsnetze mit geringem Einsatz von Flugzeugen, da die Werftunkosten dem Verkehr zur Last fallen.

Tafel I.

		Fall I	Fall II	Fall III	Fall IV
Streckeneinsatz an Flugzeugen	a) Großflugzeuge (Fassungsvermögen 12 bis 20 Passagiere)	6	12	24	48
	b) Kleinflugzeuge (Fassungsvermögen 4 bis 6 Passagiere)	15	30	60	120
	c) Groß- und Kleinflugzeuge gemischt	$\frac{3}{7}$	$\frac{6}{14}$	$\frac{6}{42}$	$\frac{12}{84}$
Zahl der notwendigen Werftarbeiter . . . . .		29	45	85	140
Zahl der notwendigen Werftangestellten . . . . .		4	6	7	9
Raumbedarf an Werkstatt und Hallen . . . . .		1000 m <sup>2</sup>	1500 m <sup>2</sup>	2300 m <sup>2</sup>	3250 m <sup>2</sup>
Raumbedarf an Lagerraum . . . . .		250 "	400 "	600 "	700 "
Raumbedarf an Büroraum . . . . .		100 "	120 "	130 "	150 "
Raumbedarf an Wohlfahrtsraum . . . . .		90 "	135 "	250 "	350 "
Gesamte bebaute Fläche . . . . . etwa		1500 m <sup>2</sup>	2200 m <sup>2</sup>	3300 m <sup>2</sup>	4500 m <sup>2</sup>

Um eine zweckmäßige Anordnung der Räume zu zeigen, sei in Abb. 1a eine Werft im Grundriß dargestellt, die dem Fall IV annähernd entspricht. Sie hat an:

- Werkstatt- und Hallenraum . . . . . 3900 m<sup>2</sup>
- Lagerraum . . . . . 300 "
- Büroraum . . . . . 144 "
- Wohlfahrtsraum . . . . . 210 "
- zus. 4554 m<sup>2</sup>.

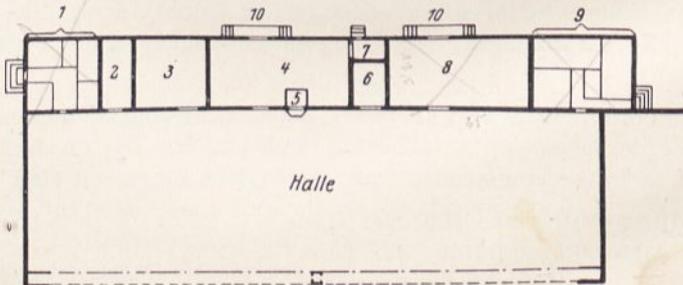


Abb. 1a.

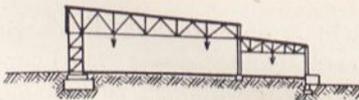


Abb. 1b.

- 1. Büro
- 2. Instrumentenmacher
- 3. Tischler — Sattler — Maler
- 4. Motorenreparatur — Werkzeugmacher
- 5. Meister
- 6. Schmiede
- 7. Veredelung
- 8. Lager
- 9. Wohlfahrt
- 10. Rampe

Abb. 1a u. b. Werftanlage.

Auffallend hierbei ist der geringe Lagerraumbedarf. Es handelt sich dabei aber um einen Werftbetrieb, der ganz in der Nähe des Flugzeugwerkes untergebracht ist, dessen Flugzeuge hauptsächlich auf den in Frage kommenden Strecken eingesetzt sind. Infolgedessen ist die Werft in der Lage, ohne großen Zeitverlust von dem benachbarten Werk Ersatzteile abzurufen, und sie bedarf daher nur eines beschränkten Lagerbestandes. Auch der verhältnismäßig geringe Anteil der Wohlfahrtsräume beruht darauf, daß die Anlage ursprünglich nur

für 70 Arbeiter berechnet war, während tatsächlich 110 bis 130 Arbeiter in der Werft beschäftigt werden. Der eigentliche Hallen- und Werkstatttraum ist reichlich und auf Vergrößerung der Leistungsfähigkeit berechnet. Die Zahlen der Tabelle sind in der Verteilung zutreffender und kommen dem wahren Verhältnis näher. Es ist wohl eine der neuesten und größten Anlagen, die wir in Deutschland haben, bei der alle Erfahrungen der bisherigen Werftanlagen in maschinentechnischer und ausrüstungstechnischer Hinsicht Berücksichtigung fanden. Abb. 1b zeigt die Darstellung des Schnittes durch diese Anlage. Die eigentliche Halle hat bei einer Spannweite von 30 m eine Länge von 100 m, die lichte Torspannseite beträgt 45 m bei einer lichten Höhe von 7 m. Parallel zur Längsseite läuft durch die ganze Halle eine an den Bindern aufgehängte Kranbahn mit einer Nutzlast von 5 t. Die Waage, die in den Fußboden eingebaut ist, ist verstellbar eingerichtet, so daß sowohl Großflugzeuge wie auch Kleinflugzeuge ausgewogen werden können. Diese eingebaute Waage ist lediglich vorgesehen für die Aufstellung der Radachse, während noch eine besondere, nicht fest eingebaute, fahrbare Waage zur Auflagerung des Sporns benutzt wird. (Bei Anlage eingebauter Waagen muß berücksichtigt werden, daß die Spurweite der verschiedenen Typen variiert.)

Anschließend an die große Werkstatthalle liegen die kleinen Werkstätten und Lagerräume nebst Büro und Wohlfahrtsräumen.

Der Meisterraum ist erhöht angelegt, um einerseits eine bessere Übersicht über möglichst die gesamte Werkstattfläche zu erzielen, andererseits um einen Lagerkeller für Gummi zu gewinnen, das, wie wohl bekannt, dunkel und kühl gelagert werden muß.

Um Metallteile beizen und veredeln zu können, ist ein Raum für das Veredlungsbad vorgesehen. Dieser Raum liegt stets am günstigsten an einer Außenwand des Werftbetriebes, um im Falle von Brand und Gasgefahr dem Personal durch eine Nottür leicht den Ausweg ins Freie zu verschaffen. Der Raum muß aus diesen Gründen auch besonders gut von den benachbarten Räumen durch massive Wände und Eisentüren getrennt werden.

Der Hallenfußboden ist mit einem Asphaltüberzug versehen, einer Neuerung, die sehr zu empfehlen ist, da die lästige Staubbentwicklung der üblichen Betonfußböden somit vermieden wird.

Als zweites Beispiel sei ein Projekt angeführt (Abb. 2), das den in der Tafel angegebenen Verhältniszahlen fast vollkommen entspricht, und zwar eine Werft, die sich ebenfalls mit dem Fall IV deckt. Bei diesem Projekt sind die Büro- und Wohlfahrtsräume in einem gesonderten Gebäude untergebracht.

Werkstatt- und Hallenraum . . . . .	3250 m <sup>2</sup>
Lagerraum . . . . .	650 „
Büroraum	} in zweietagigem {
Wohlfahrtsraum	
	} Nebengebäude {

Wir kommen nunmehr auf die Frage: Ist es zweckmäßig, bei Vergrößerung des Luftverkehrsnetzes auch stets neue Werften anzulegen, oder soll man die bestehende Einzelwerftanlage zu vergrößern suchen? Diese Frage ist selbstverständlich im Einzelfall besonders zu prüfen, jedoch kann man wohl grundsätzlich folgende Überlegung als maßgebend betrachten.

Bei Vergrößerung des Streckennetzes wird man zweckmäßigerweise die vorhandene Werft vorerst in ihrer Leistung vergrößern, bevor man die Ein-

richtung der zweiten vornimmt. Ist die Erstellung von neuen Werftbetrieben aus zwingenden Gründen nicht zu umgehen, so ist es am zweckmäßigsten, die zentral gelegene Werft als Mutterstation großzügig auszubauen und nur kleinere, neue Zweigbetriebe zu errichten, in denen nur die normalen Überholungen stattfinden. Man muß berücksichtigen, daß die Werften im

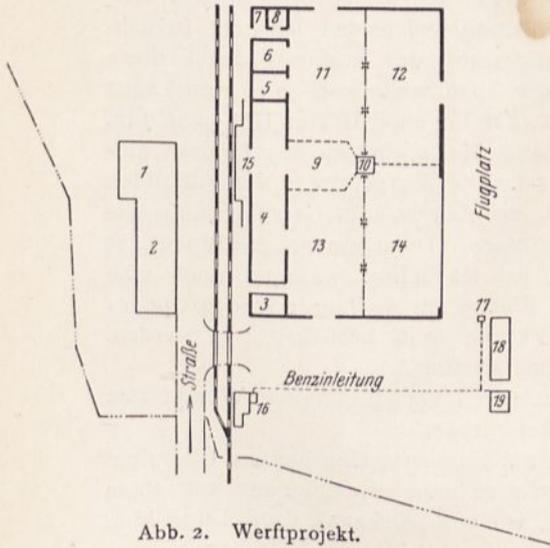


Abb. 2. Werftprojekt.

- |   |                      |
|---|----------------------|
| 1. Heizung und Kraftzentrale  | 10. Meister          |
| 2. Büro und Wohlfahrt   | 11. Werkstatt        |
| 3. Klosett  | 12. Werkstatt        |
| 4. Rohlager   | 13. Motorenwerkstatt |
| 5. Tischler und Sattler   | 14. Montage          |
| 6. Farbspritzraum   | 15. Rampe            |
| 7. Veredlung  | 16. Benzintank       |
| 8. Schmiede   | 17. Zapfstelle       |
| 9. Teillager  | 18. Motorprüfstand   |
| Zwischen den Räumen 9, 11, 12, 13 und 14 sind als Trennwände nur Drahtwände vorgesehen. | 19. Benzinwaschhaus  |

somit ermöglicht, mit dem Anwachsen des Verkehrs und den an die Mutterwerft gestellten Forderungen Schritt zu halten. Die verschiedenen Bauabschnitte sind in Abb. 3b kenntlich gemacht.

Herr Ingenieur v. Beyer-Desimon, der sich mit dem Problem der Überholungs- und Werfthallen eingehend beschäftigt hat, bringt in einem „Beitrag zur Unterbringungsfrage der Großflugzeuge<sup>1)</sup>“, bemerkenswerte Vorschläge, die eine Verbilligung der Anlagekosten derartiger Großhallen ergeben werden, dadurch, daß er die Flugzeuge seitlich auf Schiebebühnen oder auf einfachen Schiebewagen in die Hallen einführt, so daß die Spannweite der Hallen, besonders auch die der Tore, erheblich verringert werden kann.

Die Mutterwerften werden stets kostspielige und wertvolle Anlagen erfordern, um so mehr sollte man bei den Anlagen der kleineren Überholungswerften sparen und die billigsten Möglichkeiten ausnutzen, die nach dem jetzigen Stand der Technik zur Verfügung stehen. In Abschnitt II

allgemeinen mit einem unverhältnismäßig großen Ersatzteillager ausgerüstet sein müssen, das bei größeren Verkehrsnetzen die Festlegung eines erheblichen Kapitals bedeutet, um so mehr ist eine Zentralisierung der Ersatzteile anzustreben, um nach Möglichkeit mit geringstem Lagerbestand auskommen zu können. Die gesamte Übersicht und die Bestellung der Ersatzteile wird durch Zentralisierung wesentlich erleichtert und vereinfacht. Ferner werden auch die teuren Maschinen- und Vorrichtungsanlagen besser ausgenutzt.

Die Zentralmutterwerft sollte außerdem in jedem Falle mit einer fliegenden Reparaturkolonne ausgerüstet sein, die jederzeit zur Verfügung steht, um schnelle Hilfe bringen zu können oder auch besondere Ersatzteile vom Hauptlager zu den kleineren Überholungs- werften auf Abruf auf dem Luftweg befördern zu können.

Wie man sich eine auf Erweiterung angelegte Werft vorstellen soll, geht aus Abb. 3 die wohl die großzügigste Lösung darstellt, hervor, eine Lösung, die in Etappen erreicht werden kann und es

<sup>1)</sup> Bautechnik 1929, Heft 40.

Kap. 5 sind die sogenannten transportablen Flugzeughallen der Firma Junkers, Dessau, eingehend behandelt (s. S. 85).

Ich möchte gerade an dieser Stelle noch einmal auf diese Ausführungen hinweisen, denn gerade für kleinere Überholungswerften eignet sich dieser Hallentyp ganz besonders gut. Die Hallen bieten die Möglichkeit, die Werkbänke und kleinen Hilfmaschinen an den niedrigen, durch den Bogen sich ergebenden Seiten aufzustellen, ohne den eigentlichen Hallenraum zu beschränken; sie haben in der Mitte genügend Raum und Höhe zur Montage der Flugzeuge und werden durch die Mittelanordnung einer einfachen Laufkatze, die das Anheben einer Last von 2 t gewährleistet, in ihrer gesamten Länge von der Laufkatze bestrichen. Es wird bei dieser Konstruktion an umbautem Raum erheblich gespart, auch die leichte Aufstellung auf Eisenbahnschwellen, statt teurer Fundamente bietet ganz erhebliche finanzielle Vorteile.

Verschiebt oder verändert sich das Verkehrsnetz, so daß zweckmäßigerweise auch der Standort der kleineren Überholungswerften verlegt würde, so lassen sich derartige Hallenkonstruktionen ohne Materialverlust und ohne hohe Unkosten leicht abmontieren und an der geforderten Stelle wieder aufstellen.

Von großer Bedeutung ist diese Konstruktion, wie schon Herr v. Beyer-Desimon ausführt, für Flugzeughallen in den für den Luftverkehr zukunftsreichsten Gebieten, die vom Verkehr noch nicht erschlossen sind, aber natürlicherweise sind sie darum gerade auch besonders geeignet für kleinere Werftbetriebe in derartigen Gegenden.

Die Werftbetriebe auf diesen Strecken, vollkommen auf sich selbst angewiesen, werden freilich bezüglich der Ersatzmaterialien reicher ausgestattet sein müssen, als in hoch zivilisierten Industrieländern. Leider fehlen uns hierüber ausreichende Erfahrungszahlen, die es ermöglichen, schon feste Grundsätze aufzustellen. Auch variieren die gewonnenen Teilerfahrungen in den verschiedenen Zonen und Erdteilen noch zu stark, da, wie ich schon im Anfang ausführte, die Planung der Werften von zu viel verschiedenen Momenten abhängt, um starre Formeln zu finden.

Die allgemeinen Gesichtspunkte, die sich festlegen lassen, glaube ich in diesen Ausführungen behandelt zu haben. Die Zukunft muß uns erst lehren, aus den gewonnenen Erfahrungen die günstigsten Anlagen zu erkennen.

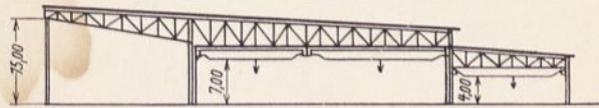


Abb. 3a.

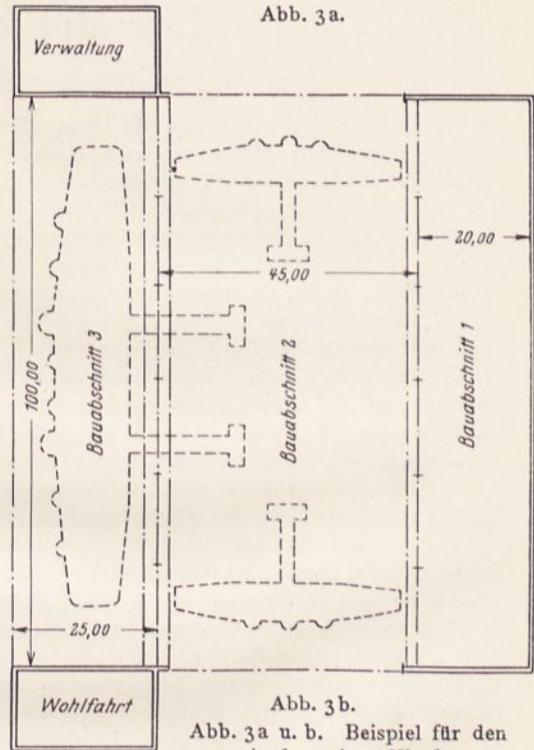


Abb. 3b.

Abb. 3a u. b. Beispiel für den Ausbau einer Werft.

# Literaturübersicht.

## a) Anlage und Betrieb von Flughäfen.

1. Airports and Airways, by Donald Duke. The Ronald Press Company, New York 1927.
2. International Airports, by Stedman S. Hanks. The Ronald Press Company, New York 1929.
3. „Hütte“ Des Ingenieurs Taschenbuch, 25 Aufl., IV. Band: Hoff, W., Flugzeugbau, S. 185. Flughäfen. Berlin 1927, Wilh. Ernst & Sohn.
4. Ringk, R., Die Herrichtung der Landflughäfen und ihre Unterhaltung. Z. f. Flugtechnik u. Motorluftschiffahrt 1925, Heft 21.
5. Thomas, M. M., Einrichtung und Unterhaltung von Flughäfen. L'Aéronautique 1925, Heft 71 bis 74.
6. Brattskoven, O., Zentralflughafen Berlin. Bauwelt 1925, Heft 22.
7. Flughäfen, ihre Anlage, Einrichtung und allgemeine Bedeutung. Luftfahrt 1926, Heft 12.
8. Schmidt, H., Die Anlage eines Flugplatzes. ZFM 1926, Heft 5.
9. Wronsky, H., Einiges über den Flughafen Le Bourget. Der Luftweg 1926, Heft 6.
10. Hohoff, Die Flughäfen von Hamburg, Amsterdam, Rotterdam und London. Hamburger Techn. Rundschau 1926, Nr. 7/8 und 9/10.
11. Ideenwettbewerb für die Flughafenanlage in München-Oberwiesenfeld. Deutsche Bauzeitung 1927, Heft 1.
12. Luthardt, Flughäfen und Landeplätze in Mittelstädten. Deutsche Bauzeitung 1927, Heft 7.
13. Ahlborn, Der Flughafen der Stadt Frankfurt a. M. Deutsche Bauzeitung 1927, Heft 27.
14. Wettbewerb Verwaltungs- und Abfertigungsgebäude Flughafen Stettin. Deutsche Bauzeitung 1927, Heft 74.
15. Flughafenwettbewerbe München-Oberwiesenfeld, Hamburg, Berlin. Baumeister 1927, Heft 1.
16. Brandt, J., Der erste deutsche Seeflughafen. Städtebau 1927, Heft 4.
17. Der Flughafen von Le Bourget. La Construction Moderne 1927, Heft 12.
18. Der zentrale Flughafen zu Malmö. Teknisk Tidskrift 1927, Heft 34.
19. Neufeldt, Hanseatischer Land- und Seeflughafen Lübeck-Travemünde. Zentralblatt der Bauverwaltung 1928, Heft 17.
20. Valle, C., Der neue Flughafen bei Rom. L'Ingenere 1928, Bd. 2, S. 328.
21. Pröll, A., Der Start schwer belasteter Flugzeuge. ZFM 1928, Heft 2.
22. Ringk, Die Herrichtung des Rollfeldes für den Landflughafen Stettin. ZFM 1928, Heft 3.
23. Construction of Airports, Department of Commerce Aeronautics Branch, Washington D. C. Aeronautics Bulletin Nr. 2, April 1928.
24. Satterfield, J. M., Development of the Buffalo airport. Transactions Am. Soc. of Mech. Eng. 1928, Nr. 6.
25. Einiges über die Grundsätze für die Anlage von Lufthäfen. Eng. News Record 1928, Band 101, Heft 10.
26. von Beyer-Desimon, M., Grundlagen für die Projektierung von Flughäfen und Verkehrslandeplätzen. Flug, Heft 6, Wien 1928.
27. Pirath, C., Flughäfen in Ausgestaltung und Betrieb. Bautechnik 1929, Heft 20.
28. Pirath, C., Forschungsergebnisse des Verkehrswissenschaftlichen Instituts für Luftfahrt an der Technischen Hochschule Stuttgart, Heft 1 bis 3. R. Oldenbourg. München.

29. Dierbach, Grundsätzliches über Flughafenbau. Z. d. VdI 1929, Heft 32.
30. Moßner, Der neue Flughafen München-Oberwiesenfeld. ZFM 1929, Heft 19.
31. Sauernheimer, O., Die Wirtschaftlichkeit der Flughäfen. Verkehrstechn. Woche 1929, Heft 6, 7, 8.
32. Flughafenbenutzungsordnung: Polen. NfL 1929, Heft 48.
33. Eklund, E., Über die Wahl des Flughafens von San Francisco. Monthly Weather Review 1929, Heft 1.
34. Akron Airport, USA. Flight 1929, Heft 8.
35. Heston Air Park, Beschreibung. Flight 1929, Heft 23.
36. Grundsätze für die Anlage von Flughäfen. Flight 1929, Heft 26.
37. Airports, by Francis Wood. Flight 1929, Heft 43 bis 46.
38. Huge New York Airport planed. Aviation 1929, Heft 111.
39. Boom, Location and Owners of Airports. Aviation 1929, Heft 12.
40. Air Transport Progress in the USA. Aviation 1929, Heft 24.
41. Keally, Fr., Moderner Flughafenbau. Aeronautics, Januar 1930.
42. Horne, W., Drainage and Runway, Studies at the St. Louis Municipal Airport. Eng. News Record 7. 11. 1929.
43. Keil, H., Erfahrungsberichte des Deutschen Flugwetterdienstes. Dritte Folge Nr. 19.
44. Verordnung über Luftverkehr vom 19. Juli 1930; Flughäfen und Bodenorganisation. Reichsgesetzblatt Nr. 33, Berlin 29. 7. 1930.

### b) Flugzeughallen.

45. Sonntag, R., Über die Entwicklung und den heutigen Stand des deutschen Flugzeughallenbaus. Berlin 1914, Wilh. Ernst & Sohn.
46. Sonntag, R., Über die Entwicklung des Flugzeug- und Luftschiffhallenbaus. Bauingenieur 1920, Heft 4.
47. Schäffer, E., Die großen Flugzeughallen am Zentralflughafen Berlin. Bauingenieur 1925, Heft 28/29.
48. Schäffer, E., Die Schiebefealtoranlage an den großen Flugzeughallen am Zentralflughafen Berlin. Bauingenieur 1926, Heft 47.
49. Leo, Flugzeughallen A und B in Hamburg-Fuhlsbüttel. Bautechnik 1927, Heft 22.
50. Stühling, Inbetriebnahme einer neuen Flugzeughalle auf dem Bremer Flughafen. Bautechnik 1927, Heft 31.
51. Maier-Leibnitz, Das Hauptgebäude der Werftanlage der AG. für Dornierflugzeuge in Altenrhein bei Rorschach. Bautechnik 1927, Heft 33, 34.
52. Schäffer, E., Die Großflugzeughallen am Zentralflughafen Berlin. Baumeister 1927, Heft 1.
53. Die großen Flugzeughallen des Zentralflughafens in Berlin-Tempelhof. Illustr. Motor-Zeitung 1927, Heft 5.
54. Flugzeughallen in Wilhelmshaven (V.). Bautechnik 1928, Heft 20.
55. Leo, Seeflughalle des Hanseatischen Flughafens auf dem Priwall bei Travemünde. Bautechnik 1928, Heft 22.
56. 15 Jahre Flugzeughallenbau (Hallen Devau, Schneidemühl, Plauen, Stettin, Zeese), Stahlbau 1928, Heft 8.
57. Flugzeughalle in Brackel bei Dortmund. Stahlbau 1928, Heft 16.
58. Schmuckler, H., Hallenbauten in Stahl. (Enthalten sind die Flughallen Rotterdam, Königsberg-Devau, Hamburg-Fuhlsbüttel, Berlin.) Stahlbau 1928, Heft 7.
59. Herbst, F., Die Flugzeughalle in Kottbus. Deutsches Bauwesen 1929, Heft 4.
60. von Beyer-Desimon, M., Zur Frage der Unterbringung von Großflugzeugen. Bautechnik 1929, Heft 40.
61. Der Aufbau einer transportablen Flugzeughalle in Junkers-Stahllamellenkonstruktion. Junkers-Nachrichten 1929, Nr. 4.
62. Schneider, Die neue Flugzeughalle in Kiel-Vossbrook. Stahlbau 1929, Heft 2.
63. Reuter, Die Flugzeughallen Nietleben und Schkeuditz bei Halle. Stahlbau 1929, Heft 3.

64. Schoeme, Herstellung einer Flugzeughalle (in Friedrichshafen) aus einer niedergelegten Luftschiffhalle. Stahlbau 1929, Heft 17.  
 65. Metallschuppen für den Flugzeughafen in Los Angeles (V.). Bautechnik 1930, Heft 5.  
 66. Mossner, K. J., Die Flughallen des neuen Flughafens München-Oberwiesenfeld. Bautechnik 1930, Heft 16.  
 67. Maushake, Flugzeughallen des Braunschweiger Flughafens. Stahlbau 1930, Heft 11.  
 68. Wolff, Flugzeughalle der Dornier-Metallbauten G. m. b. H., Friedrichshafen. Stahlbau 1930, Heft 12.

### c) Technische Einrichtungen der Flughafenanlagen.

69. Leib-Nitzsche, Funkpeilungen. Berlin 1926, E. S. Mittler & Sohn.  
 70. von Schröder, J., Großflugzeug und Nachtluftverkehr. Luftfahrt 1925, Heft 12.  
 71. Verkehrs- und Signaldienstvorschriften für den Flughafen Berlin-Tempelhof. NfL 1926, Heft 19.  
 72. Gsell, R., Technische Einrichtungen der Flugplätze. Schweiz. Bauzeitung 1928, Heft 25.  
 73. Köhl, H., Entwicklungsg Grundlagen für den Nachtflug. ZFM 1928, Heft 3.  
 74. Krüger u. Plendl, Zur Anwendung kurzer Wellen im Verkehr mit Flugzeugen. Z. f. Hochfrequenztechnik, Juni 1928.  
 75. Walter, H., Flughafenbeleuchtungsanlagen. AEG-Mitteilungen 1928, Heft 10.  
 76. Dierbach, Grundsätzliches über die Hilfseinrichtungen von Flughäfen. Z. d. VdI 1929, Heft 34.  
 77. Hök, G., Radiotechniken und Luftfahrtens tjänst. Radioamatör 1929, Heft 5/6, Göteborg.  
 78. Marquardt, Die Tankanlage der österreichischen Luftverkehrs AG. Wien-Aspern. Die Garage 1929, Nr. 19/9, Wien.  
 79. Polving, The problem of Fog Flying, The Daniel Guggenheim Fund for the Promotion of Aeronautics Inc. Okt. 1929, New York.  
 80. Luftfahrtfeuer der Nachtflugstrecke Berlin-Königsberg. NfL 1930, Heft 22/23.  
 81. Tankanlagen für den Luftverkehr. DLH Nachrichten 1930, Heft 7/8.

Air Commerce Bulletins. Herausgegeben vom U. S. Department of Commerce Aeronautics, Branch Washington.

Airports, Zeitschrift für das gesamte Gebiet der Bodenorganisation. Erscheint monatlich. 49, East Washington Avenue, Washington.











BIBLIOTEKA GŁÓWNA

3446506/1