Der Flughafen Zürich-Kloten

Autor(en): **Strickler, H.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **71 (1953)**

Heft 35: **Sonderheft Flughafen Zürich**

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-60610

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

71. Jahrgang
Nachdruck von Bild oder Text nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet
Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich
Nummer 35

Zur Einweihung des Flughafens Zürich

Wenn am heutigen Tag der Flughafen Zürich in feierlicher Weise seinem Bestimmungszweck übergeben wird, so gelangt damit ein Werk zum Abschluss, an dem seit vielen Jahren Männer des Verkehrs, der Wirtschaft, der Politik und vor allem auch Ingenieure und Architekten mit Ueberzeugung und mit dem Einsatz ihrer besten Kräfte zusammengewirkt haben. Dazu kamen seit dem Baubeginn im Jahre 1946 ein Heer von Arbeitern verschiedenster Fachrichtungen, die mit ihren Händen und unterstützt durch zahlreiche leistungsfähige Baumaschinen das grosse Werk vollendeten. Dieses Werk soll dem Verkehr zwischen Ländern und Kontinenten dienen, es soll den Anschluss unseres Vaterlandes mit seinen starken expansiven Kräften auf allen Gebieten menschlicher Aktivität an das in rapider Entwicklung begriffene Netz weltweiter Luftstrassen verwirklichen, unsere Volkswirtschaft fördern, unseren Einfluss in der Welt festigen, die Lösung unserer Aufgaben als Glied einer grösseren Völkergemeinschaft erleichtern. Seine Verwirklichung war eine dringende Notwendigkeit, und wir können die Männer, die zu seinem Zustandekommen beitrugen, vor allem auch die Regierung des Kantons Zürich und den Verwaltungsrat der Flughafen-Immobilien-Gesellschaft zu ihrem Weitblick, ihrem Mut und ihrer Zähigkeit beglückwünschen. Möge das Werk die Aufgaben erfüllen, die seine Begründer ihm gestellt haben, möge es zur Annäherung der Völker der Erde beitragen, möge es den Frieden unter ihnen festigen und die Menschlichkeit fördern helfen!

Mit dem Flughafen Zürich wird ein neues technisches Werkzeug dem Gebrauch übergeben. Da drängt sich die Frage auf, ob wir auch menschlich genügend vorbereitet sind, dieses Werkzeug mit starker Hand so zu führen, dass es uns in Wahrheit dient, oder ob wir uns durch die Möglichkeiten, die es uns anbietet, zu seinem Missbrauch verführen lassen, der uns Würde und Freiheit unseres Menschseins raubt. Wir alle wissen aus Erfahrung, dass sich die menschliche Aufgabe, die hinter dieser Frage steht, weder auf Grund verstandesmässiger Ueberlegungen noch durch die Verwirklichung moralischer Grundsätze, noch durch eine mit Erziehung und Bildung angestrebte Kultivierung der triebhaften Kräfte in uns lösen lässt. Denn die Mächte, die uns zum Missbrauch des technisch Geschaffenen verführen und den inneren und äusseren Frieden immer wieder zerstören, brechen aus dem dunkeln Reich des Unbewussten hervor, das im Grunde unserer Seelen verborgen ist. Um über sie Herr zu werden, müssen wir dieses Unbewusste in uns durchleuchten lassen und uns mit seinen Inhalten auseinandersetzen. Dieser elementaren Forderung unseres seelischen Lebens zu entsprechen wird um so dringender, je wirksamer unsere technischen Hilfsmittel werden. Nur insofern wir am innern Menschen arbeiten, kann das äussere Werk seinen Zweck erfüllen, bleiben die Wünsche, die heute ausgesprochen werden, nicht leere Worte, wird der Flughafen Zürich nicht einem utopischen Fortschritt, sondern unserer Menschwerdung in Wahrheit dienen. A. O.

Der Flughafen Zürich-Kloten

Von H. STRICKLER, Ingenieur i. Fa. Locher & Cie., Zürich

DK 656.71 (494.34)

1. Einleitung

Als am 5. Mai 1946 das Zürcher Volk dem Bau des Flughafens Zürich-Kloten mit grosser Mehrheit zustimmte, waren sich die Fachleute bewusst, dass das Abstimmungsprojekt nicht das endgültige Bauprojekt sein konnte. Der stürmischen Entwicklung im Flugzeugbau während des Krieges hinkte der Flughafenbau für den Zivilflugverkehr gewaltig nach und liess kaum ahnen, was für Pistenabmessungen künftig erforderlich wären. Allzu sehr war auch die Schweiz während des Krieges abgeschlossen, um von den ausländischen Erfahrungen und neuesten Erkenntnissen im Flughafenbau profitieren zu können. Irgendwelche Normen fehlten oder waren sehr fragwürdig. Ein erster Konventionsentwurf für den Pistenbau für grosse Flugzeuge wurde im Jahre 1944 in Chicago beschlossen. Auf diesen baute das Abstimmungsobjekt 1945 auf. Die Normen waren aber provisorisch und konnten nur als Richtlinien gewertet werden. Erst die drei weiteren Luftfahrtkonferenzen von Montreal in den Jahren 1945, 1946 und 1947 brachten eine gewisse Abklärung und definitive Normen in bezug auf die Pistenabmessungen, die erforderlichen Hindernisfreiheiten in den An- und Ausflugschneisen der Pisten und die allgemeinen Anforderungen an einen Grossflughafen. In ständiger Anpassung an die stetige Entwicklung des Flugzeugbaues, an die Erfahrungen und die neuesten Erkenntnisse in der Zivilflugfahrt wurden die vorhandenen Normen immer wieder durch neue, verbesserte und solche mit schärferen Anforderungen abgelöst. Dementsprechend musste auch das Abstimmungsprojekt des Flughafens Zürich-Kloten laufend umgearbeitet und abgeändert werden. Es ist denn auch nicht verwunderlich, dass bis zum endgültig bereinigten Bauprojekt vom Jahre 1947 noch zwei weitere Zwischenprojekte während des Baues ausgearbeitet werden mussten. Glücklicherweise waren die Bauetappen für den Flughafenbau so gewählt, dass es möglich

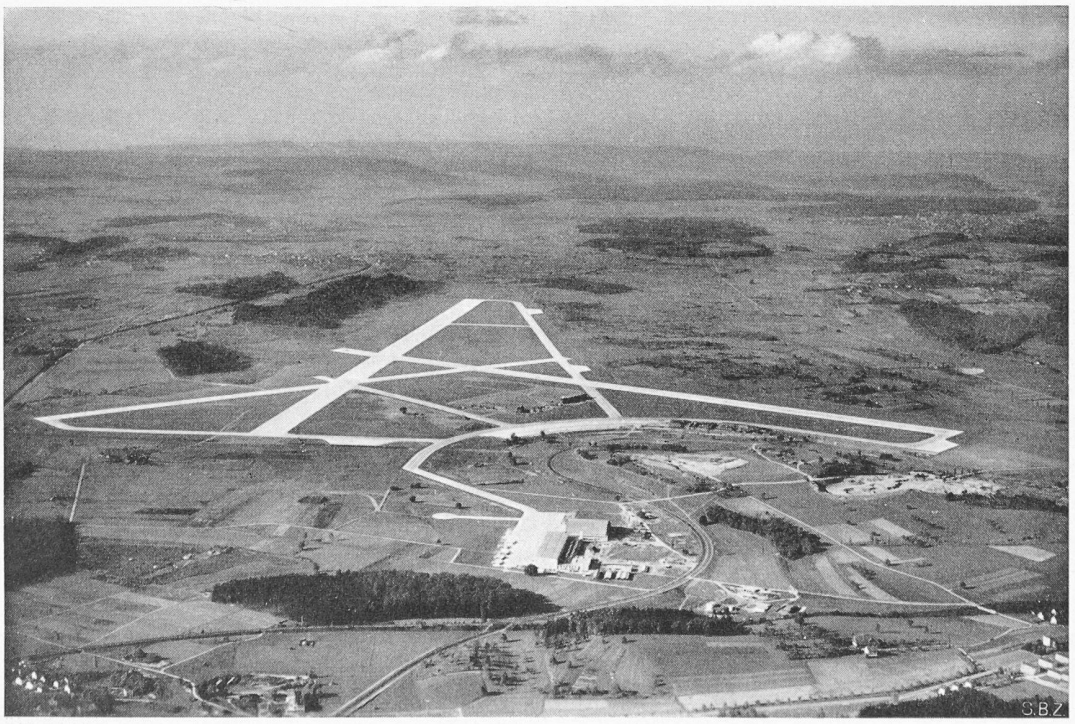


Bild 1. Flughafen Zürich-Kloten, gegen Norden gesehen, kurz nach der Vollendung der Tiefbauarbeiten im Oktober 1949 (Photo Swissair)

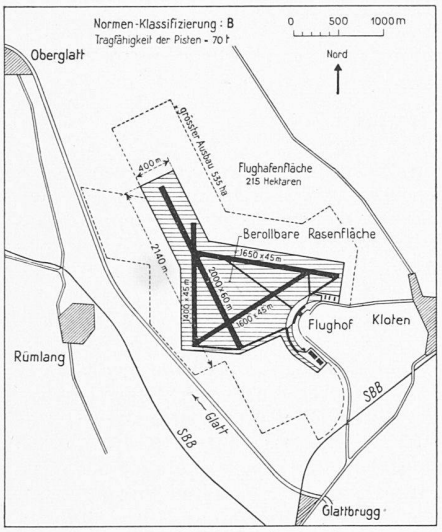


Bild 2. **Abstimmungsprojekt 1945.** Das Projekt ist charakterisiert durch grosse, berollbare Rasenflächen mit eingebauten Hartbelagpisten in vier verschiedenen Richtungen und einer totalen Hartbelagfläche von 420 000 m²; grösstes Flugzeuggewicht 70 t.

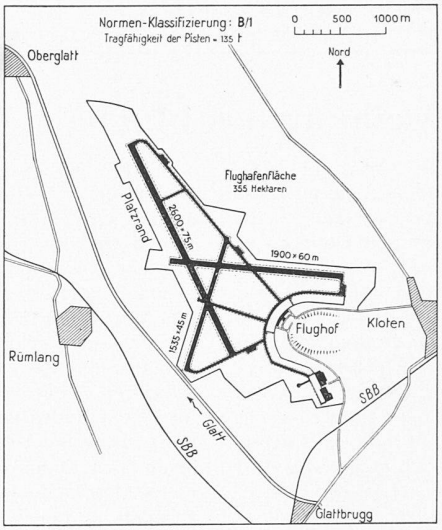


Bild 3. **Bauprojekt 1947.** Das Projekt ist charakterisiert durch ein reines Hartbelagpistensystem ohne berollbare Rasenflächen, mit grossen Pisten in nur noch drei verschiedenen Richtungen, aber einer totalen Hartbelagfläche von 615 000 m²; grösstes Flugzeuggewicht 135 t.

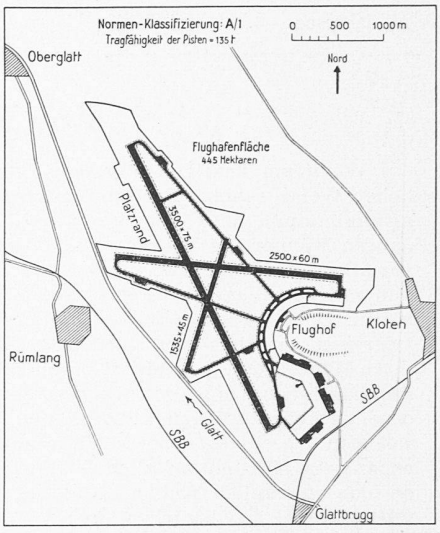


Bild 4. **Ausbau des Flughafens zur höchsten Normenklasse.** Durch Verlängerung der Westpiste und der Blindlandepiste kann der Flughafen zur höchsten Normenklasse ausgebaut werden. Grösste Länge der Westpiste 2500 m, der Blindlandepiste 3500 m.

war, das Bauprojekt ständig den jeweiligen Forderungen anzupassen, so dass heute ein den neuesten Normen entsprechender, sehr leistungsfähiger und ausbaufähiger Flughafen für die grössten und schnellsten Flugzeuge zur Verfügung steht.

Das dem Zürcher Volke unterbreitete Abstimmungsprojekt 1945 war charakterisiert durch grosse, berollbare Rasenflächen mit eingebauten Hartbelagpisten in vier verschiedenen Richtungen und einer totalen Hartbelagfläche von 420 000 m² (Bild 2). Die Normen verlangten damals eine Tragfähigkeit von 70 t. Das ausgeführte Bauprojekt 1947 ist charakterisiert durch ein reines Hartbelag-Pistensystem ohne berollbare Rasenflächen, mit grossen Pisten in nur noch drei verschiedenen Richtungen, aber einer totalen Hartbelagfläche von 615 000 m² (Bild 3). Das Pistensystem ist für Flugzeuge von 135 t dimensioniert. Das Bauprojekt brachte also das vollständige Verlassen des Rasenflugplatzes und dank der kleineren Windempfindlichkeit der grossen Verkehrsmaschinen den Uebergang vom Vier-Pistensystem zum Drei-Pistensystem.

Das Abstimmungsprojekt 1945 wurde hier [1]) eingehend beschrieben. Es wurde dort ausgeführt, welche flugtechnischen Erfordernisse bezüglich Pistenabmessungen, konstruktiver Ausbildung der Pisten, Raum- und Hindernisfreiheit der Nahzonen sowie weiterer technischer Ausrüstungen an einen modernen Flughafen gestellt werden müssen. Auch wurden die örtlichen meteorologischen, topographischen und Baugrundverhältnisse des Flughafengebietes erläutert.

2. Das Bauprojekt 1947

Der Flughafen Zürich-Kloten liegt in der grossen Glatttalebene im Gelände des ehemaligen Artilleriewaffenplatzes Kloten-Bülach (Bilder 1 und 8). Er befindet sich in nur 10 km Distanz vom Stadtzentrum und damit in relativ günstiger Verkehrslage zur Stadt Zürich. Die ausgedehnte Ebene mit ihrer weiträumigen Umgebung ist für schweizerische Verhältnisse flach und weist nur wenig Unebenheiten auf. Dank dem ehemaligen Artillerieschiessplatz war die Gegend auch nur wenig überbaut. Der grösste Teil des heute durch den Flughafen beanspruchten Geländes war entweder unfruchtbares, ödes Riedland oder Waldgebiet. Eigentliches Kulturland musste verhältnismässig wenig beansprucht werden. Die flugtechnisch sehr günstige Ebene verdankt ihre Entstehung geologisch einem eiszeitlichen Moräneseebecken, welches beim Rückzug der Gletscher durch Gletscherschlamm aufgefüllt worden war.

Die Gesamtdisposition des Flughafens Zürich-Kloten ist aus den flugtechnischen Erfordernissen, den örtlichen Verhältnissen und den betrieblichen Erfahrungen von ausländischen Grossflughäfen hervorgegangen. Der Flughafen umfasst eine totale Fläche von rd. 355 Hektaren. Er weist drei Pisten auf, nämlich die 2600 m lange Blindlandepiste, die 1900 m lange Westpiste und die 1535 m lange Bisenpiste (Bild 5). Die Anzahl der Pisten, ihre Anordnung und ihre Abmessungen sind einerseits durch die meteorologischen und topographischen Verhältnisse und anderseits durch die flugtechnischen Eigenschaften grosser und kleiner Verkehrsmaschinen bestimmt worden. Start- und Landemanöver können nicht beliebig erfolgen; sie sind weitgehend von den Wetterverhältnissen abhängig, und zwar von den jeweils herrschenden Winden oder dem flugbetrieblich schlechten Wetter. Bei starken Winden müssen die Flugzeuge gegen den Wind starten und landen. Anzahl und Richtung der Pisten wird deshalb weitgehend durch die Winddiagramme bedingt. Bei unsichtigem Wetter, d. h. bei Bodennebel, starkem Schneetreiben oder starken Regenschauern können die Flugzeuge nicht mehr gefahrlos selber landen. Es müssen dann Blindlandeanflüge, verbunden mit Sichtlandungen, vorgenommen werden. Zu diesem Zweck ist eine Blindlandepiste erforderlich, auf die die Flugzeuge von einem Wartepunkt im Luftraum aus mit funk- und lichttechnischen Einrichtungen sicher gelotst werden können.

Für die schweren Verkehrsmaschinen, die zulässige Seitenwindkomponenten beim Start und bei der Landung bis etwa 25 km/h aufzunehmen vermögen, genügen in Kloten zwei Pisten, die Westpiste und die Blindlandepiste. Für kleinere und mittelschwere, windempfindlichere Flugzeuge ist noch eine dritte Piste, die Bisenpiste, erforderlich. Westpiste und Blindlandepiste sind deshalb für Flugzeuge von 135 t dimensioniert worden, während die Bisenpiste nur Flugzeuge von etwa 50 t Gewicht aufnehmen kann. Die bisherigen stündlichen Windbeobachtungen im Flughafengebiet während den vier Jahren 1949 bis 1952 zeigen, dass im Mittel Winde mit Geschwindigkeiten über 9 km/h während 27,5 %, über 18 km/h während 9,1 % und über 28 km/h während 3,5 % der Beobachtungszeit aufgetreten sind (Bild 5). Der Hauptwindanfall erfolgt aus dem West- und dem Westsüdwestsektor. Ziemlich ausgeprägt sind auch die Nordostwinde. Nebelbeobachtungen mit Horizontalsicht unter 1 km wurden im Mittel während 6,6 % der Beobachtungszeit gemacht. Fällt die Horizontalsicht unter 300 m, so wird der Flughafen für den Flugverkehr geschlossen. Im Jahre 1952 war dies während 2,6 % der Beobachtungszeit der Fall. Der Flugbetriebausfall blieb allerdings unter 1 %.

Die Lage der einzelnen Pisten ist durch die Einpassung der Flugschneisen in die topographischen Verhältnisse der näheren und weiteren Umgebung des Flughafens bestimmt worden. Für die An- und Ausflugschneisen der Pisten müssen genügend hindernisfreie Raumsektoren vorhanden sein, die zu finden in dem hügeligen Umgelände von Kloten nicht ganz einfach war. Die schärfsten Anforderungen bezüglich Raum- und Hindernisfreiheit verlangt der Blindlandeanflugsektor. Da die flugbetrieblichen Schlechtwetteranflüge nor-

[1]) SBZ Bd. 126, S. 284* (22. Dez. 1945).

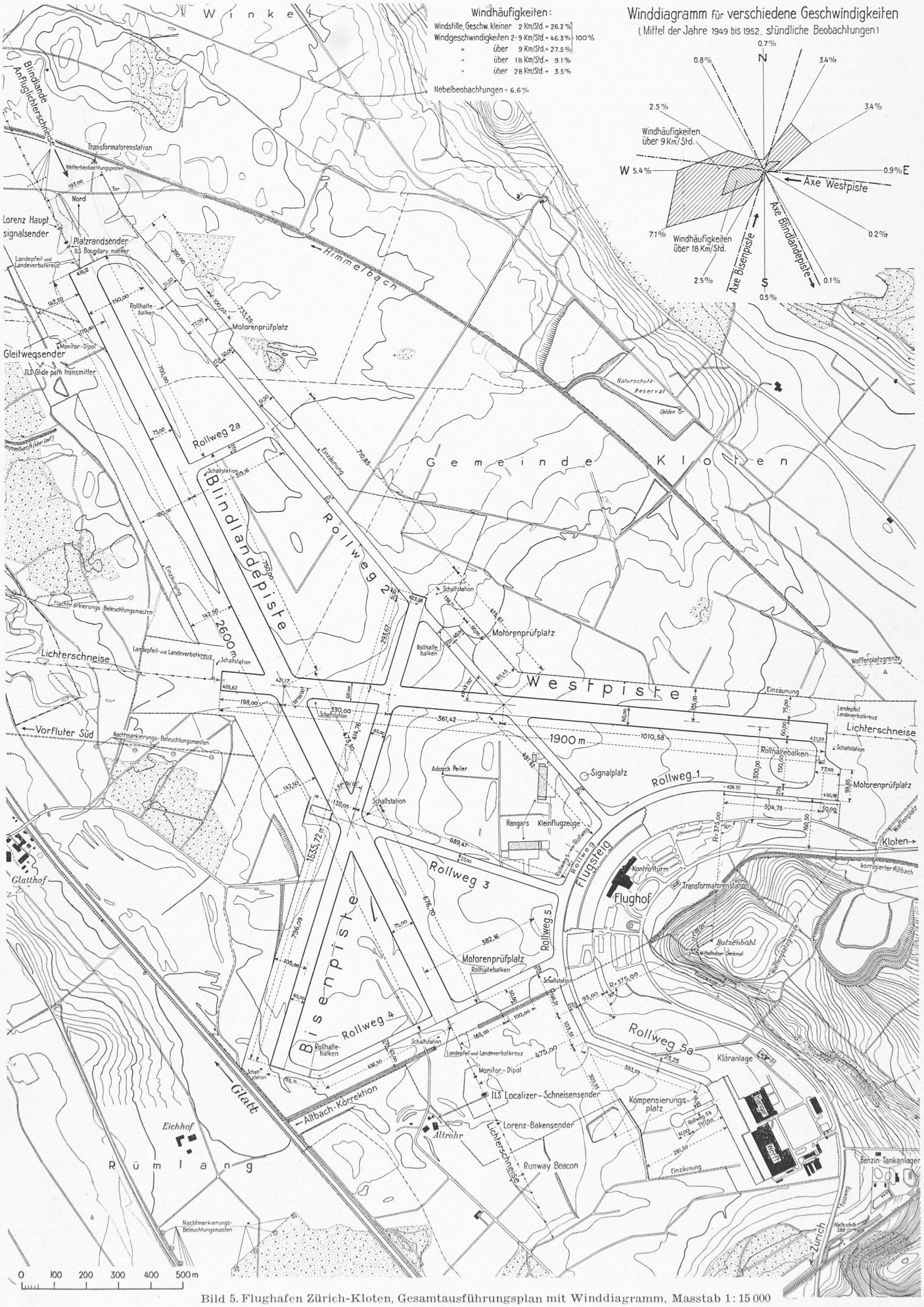


Bild 5. Flughafen Zürich-Kloten, Gesamtausführungsplan mit Winddiagramm, Masstab 1:15 000

malerweise mit praktischer Windstille oder nur schwachen Winden zusammenfallen, konnte die Blindlandepiste unabhängig von den herrschenden Windverhältnissen disponiert werden. Sie wurde deshalb in die Talrichtung des Glattales gelegt, mit Einflug aus dem Nordnordwestsektor (QDM = 160 °), Bilder 8 u. 9. Dies ist der günstigste hindernisfreie Anflugsektor des Flughafens, der die normengemässe Hindernisfreiheit bis zum 25 km entfernten Funkfeuer Trasadingen einwandfrei gewährleistet. Auch die Ausziehschneise östlich am Zürichberg vorbei entspricht den flugtechnischen Erfordernissen. Gleichzeitig kann in der Talrichtung die Piste mit grösstmöglicher Länge ausgeführt werden. Die Blindlandepiste wird nicht nur als Schlechtwetterpiste benutzt; sie dient vielmehr heute schon zeitweise als Hauptpiste für grosse und grösste Maschinen.

Die Westpiste liegt in Richtung Kloten-Rümlang, mit Einflug aus dem Tal von Bassersdorf und Ausflug südlich an der Lägern vorbei. Die erforderlichen hindernisfreien Ebenen sind in den beiden Flugschneisen ebenfalls gewährleistet (Bild 10). Die Westpiste fällt einigermassen mit dem Hauptwindsektor zusammen. Auf ihr wird aber normalerweise auch bei Windstille oder schwachen Winden gestartet und gelandet. Sie liegt für die Verkehrsabwicklung am günstigsten zum Flughof und ist deshalb Hauptpiste. Die Bisenpiste dient dem Flugbetrieb bei nordöstlichen und südwestlichen Winden. An die Hindernisfreiheit in den Flugschneisen dieser Pisten mussten normengemäss weniger scharfe Bedingungen gestellt werden. Die Benutzungshäufigkeit der Pisten betrug im Jahre 1952 in runden Zahlen für die Westpiste 71 % (57 % in Westrichtung, 14 % in Ostrichtung), für die Blindlandepiste 26 % (17,5 % in Südrichtung, 8,5 % in Nordrichtung) und für die Bisenpiste 3 % (2 % in Nordrichtung, 1 % in Südrichtung). Die Bisenpiste wird im Mittel wenig benützt. Wenn sie aber benutzt werden muss, so ist dies wegen den herrschenden Windverhältnissen unbedingt notwendig; in einzelnen Monaten erreichte ihre Benutzungshäufigkeit bis zu 8 %.

Das Pistensystem des Flughafens Kloten gehört heute mit seiner 2600 m langen und 75 m breiten Blindlandepiste, seiner 1900 m langen und 60 m breiten Westpiste, beide dimensioniert für Flugzeuge von 135 t, und mit seiner 1535 m langen und 45 m breiten Bisenpiste für Flugzeuge von 50 t in die Normenklasse B/1 der ICAO-Klassifizierung (International Civil Aviation Organisation), d. h. die Länge der Pisten entspricht der zweitobersten Klasse, die erforderliche Tragfähigkeit der Pisten der obersten Klasse. Durch Verlängerung der Westpiste und der Blindlandepiste kann der Flughafen jederzeit zur höchsten Normenklasse A/1 ausgebaut werden (Bild 4). Die Westpiste kann bis auf 2500 m, die Blindlandepiste nötigenfalls bis auf 3500 m verlängert werden, und dies ohne irgendwelche Betriebsunterbrechung oder Einschränkung. Sollte die Verkehrsfrequenz später einmal ganz erheblich zunehmen und je dazu zwingen, so kann der Flughafen auch auf ein Doppelpistensystem ausgebaut werden. Leider ist bereits heute die Westpiste mit ihren 1900 m Länge für gewisse Flugzeugtypen, speziell an warmen Sommertagen, ungenügend.

Sämtliche Pisten und Rollwege wurden in Betonbelägen ausgeführt. Die Beläge der Blindlande- und Westpiste sind 27 cm stark, diejenigen der Bisenpiste 20 cm, entsprechend den verlangten Tragfähigkeiten. Die Pistenlängsgefälle sind sehr günstig. Sie betragen bei der Blindlandepiste maximal 3 ‰, bei der Westpiste maximal 7 ‰ und bei der Bisenpiste maximal 6 ‰. Sie sind also wesentlich kleiner als das zulässige Gefälle von 10 ‰. Die Pistenquerschnitte sind verschieden ausgebildet worden. Die Blindlandepiste hat dachförmigen Querschnitt und ist beidseitig mit 0,75 % Gefälle geneigt, die Westpiste und Bisenpiste haben einseitig geneigte Querschnitte, die Westpiste mit 1 % Gefälle und die Bisenpiste mit 0,67 bis 1 % Gefälle. Diese Quergefälle sind, um stabile Rollverhältnisse zu garantieren, ebenfalls möglichst klein gehalten worden; aber sie sind doch noch so gross, dass das Oberflächenwasser gut abläuft. Damit auf den breiten Pisten die Piloten beim Start und bei der Landung die Richtung besser einhalten können, haben die Westpiste und die Bisenpiste noch je eine 2,5 m breite Mittelstreifenmarkierung erhalten. Bei der Blindlandepiste wurden, wegen ihrer grösseren Breite, zwei zur Pistenaxe parallele, je 2,50 m breite Markierungsstreifen angeordnet.

Bei allen Pisten wurden beidseitig der Betonbeläge noch je 15 m breite berollbare Rasenstreifen, sogenannte Schultern, erstellt (Bild 11). Diese sind mit ungewaschenem, aber gut verdichtetem Kiessandmaterial unterkoffert, mit kiesigem Humus abgedeckt und angesät worden. Die Schultern bilden die Uebergänge zu den nicht berollbaren Randstreifen zwischen den Pisten und Rollwegen und ausserhalb der Pisten. Diese Randstreifen müssen lediglich hindernisfrei und ausegalisiert sein. Sie wurden ebenfalls humusiert und angesät. Die total verlangten Breiten der Pisten mit den beidseitigen Schultern und Randstreifen betragen bei der Blindlandepiste 300 m und bei der Westpiste und Bisenpiste je 210 m.

Damit die Flugzeuge von den Pisten zum Flugsteig und umgekehrt von diesem zu den Pisten sicher rollen können, sind eigentliche Rollwege erforderlich. Auf Grund der Betriebserfahrungen ausländischer Flugplätze, besonders bei dichtem Verkehr, sind in Kloten sämtliche Pistenenden mit direkten, also separaten Rollwegen angeschlossen worden (Bild 5). Es wird dadurch eine klare, flüssige Verkehrsabwicklung ermöglicht und vermieden, dass Pisten als Rollwege benutzt werden müssen. Dies würde den Flugbetrieb in den Stosszeiten gefährden. Die Rollwege sind auch nirgends parallel zu den Pisten geführt, um bei Landungen bei schlechter Sicht mit diesen nicht verwechselt zu werden. Sie sind ferner dunkel gefärbt, damit sie aus der Luft als solche gut erkenntlich sind und von den hellen Pisten unterschieden werden können. Die Rollwege sind 27 m breit und für Flugzeuge von 135 t dimensioniert, mit Ausnahme der kurzen Teilstücke zur Bisenpiste und zum Werft- und Hangarareal. Sie bestehen ebenfalls aus 27 cm starken Betonbelägen. Die Rollwege sind einseitig geneigt mit Quergefälle von 1 %. Sie haben eine 2,5 m breite Mittelmarkierung erhalten, damit die Piloten sicher rollen können. Die beidseitigen Schulterstreifen sind nur je 3,0 m breit. An den Enden der Rollwege, bei den Zugängen zu den Pisten, sind separate Ausweichplätze, sogenannte Motorenprüfplätze, erstellt worden für die letzten Motorenprüfungen der Flugzeuge vor dem Start. Es ist dies sehr zweckmässig wegen den stark verschiedenen Zeiten, die die Motorenprüfungen bei grossen und kleinen Maschinen erfordern. Die Werft- und Hangarvorplätze sind mit einem nur 23,25 m breiten und 24 cm starken Betonrollweg verbunden.

Der Flugsteig selber, wo die Flugpassagiere ein- und aussteigen und wo der Flugzeugservice erfolgt, ist westlich des Holberges halbkreisförmig angeordnet worden. Er hat eine mittlere Länge von 400 m und eine totale Breite, mit Einschluss des äusseren durchgehenden Rollweges, von 120 m. Der Flugsteig wurde ziemlich stark gegen die Westpiste und die Blindlandepiste vorgeschoben, d. h. so weit es die flugbetrieblichen Bedingungen gestatteten. Die halbkreisförmige Flugsteigform entspricht ebenfalls der aus den Betriebserfahrungen entwickelten zweckmässigsten Lösung und erlaubt eine übersichtliche Verkehrsabwicklung. Die Flugzeugstandplätze sind einzeln nebeneinander angeordnet worden. Die Aufnahmefähigkeit kann durch Verlängerung des Flugsteiges jederzeit genügend vergrössert werden. Die heutige Flugsteiglänge ist für die Verkehrsabwicklung bereits zu klein und zwingt dazu, in Stosszeiten die Flugzeuge auf dem Flugsteig hintereinander aufzustellen. Eine solche Disposition ist aber unübersichtlich und erschwert die Manöverierfähigkeit der inneren Flugzeuge. Die Betonbeläge des Flugsteiges wurden ebenfalls 27 cm stark ausgebildet. Die hellen Beläge sind gegen Blendwirkungen abgetönt worden.

3. Die Dimensionierung der Pisten

Gegenüber dem bisherigen Strassenbau und der konstruktiven Ausbildung der Strassendecken brachte der Bau von Pisten mit der verlangten grossen Tragfähigkeit ganz neue Probleme. Berechnungsformeln für die Pistenbeläge, oder auch nur Richtlinien für die konstruktive Ausbildung solcher Beläge und ihrer Fundationen waren nicht vorhanden. Man wusste bei Projektierungsbeginn nur, dass die Amerikaner die Fülle dieser Probleme, die sich stellten, durch grossangelegte Versuche auf eigens hiezu gebauten Versuchspisten abzuklären suchten. Rein theoretisch war die Aufgabe kaum zu lösen, und man wird zugeben müssen, dass von Fall zu Fall, je nach Baugrundverhältnissen, die Gegebenheiten total andere sein können. Vom Flughafengelände Kloten war bekannt, dass die Bodenbeschaffenheit äusserst schlecht ist. Umgekehrt sollten die zukünftigen Pisten genügende Tragfähigkeit aufweisen, um selber nicht zerstört zu werden und die schweren Flugzeuglasten schadlos auf den Baugrund übertragen zu können. Es war deshalb naheliegend, die Dimensionierung der

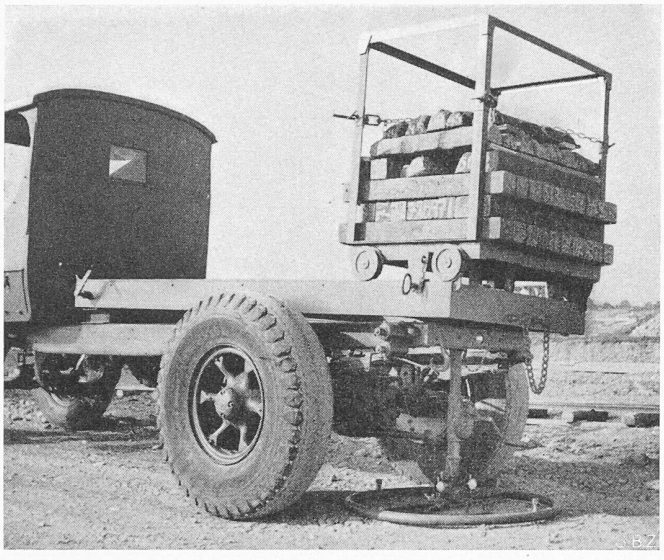


Bild 6. Grosser Messwagen für die Prüfung der Kofferverdichtung mit 4000 kg Belastungsgewicht und Lastplatte von 1000 cm² (Photo Brügger, ETH)

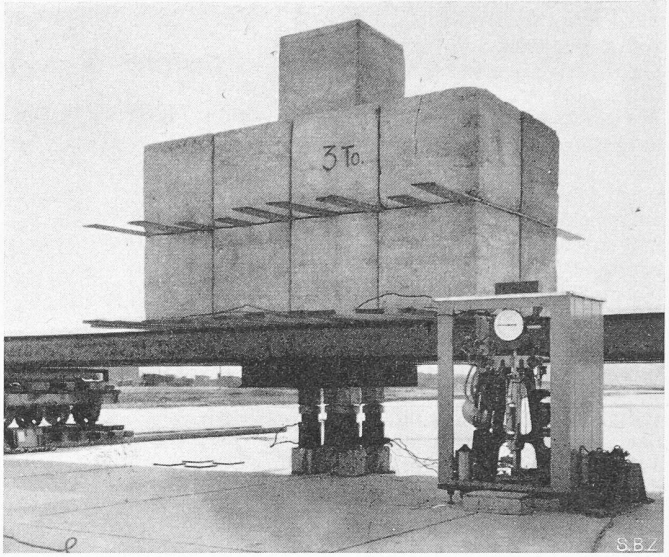


Bild 7. Kontrollbelastungsversuch mit 67,5 t Einzellast auf Betonbelägen der fertigen Westpiste (Photo EMPA)

Pistenbeläge, ihre konstruktive Ausbildung und den Unterbau ebenfalls an einer Versuchspiste abzuklären. Es sollte damit die zweckmässigste Lösung gefunden werden, um nicht durch Ueberdimensionierung unwirtschaftliche Konstruktionen zu erhalten. Es wurde so versucht, das gestellte Problem auf vereinfachter theoretisch-experimenteller Basis einer Lösung entgegenzuführen. Dieser Versuch darf als vollkommen gelungen bezeichnet werden, hat er doch zu sehr befriedigenden Ergebnissen geführt. Es wurde zu diesem Zwecke im Herbst 1944 in Zusammenarbeit mit den zuständigen Instituten der Eidg. Technischen Hochschule, nämlich der Erdbauabteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau, der Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt für Industrie, Bauwesen und Gewerbe (EMPA) und dem Institut für Strassenbau im Gelände des späteren Flughafengebietes eine kleine Versuchspiste von etwa 600 m² erstellt.

Wie schon früher erwähnt, ist der Talboden des Glatttales ein vorwiegend durch Gletscherschlamm aufgefülltes, eiszeitliches Seebecken, bei dem lediglich gegen Kloten zu, in einem späteren Rückzugstadium des Gletschers über dem Schlamm Schotter abgelagert wurde und sich auch die Schotterterrassen des Holberges bildeten. Bei den einstigen Gletscherschlammaterialien handelt es sich zur Hauptsache um Seebodenlehme vermischt mit Schlammsanden, die oberflächlich zu Versumpfung Anlass geben und vereinzelt auch mit Torf- und Seekreidelinsen durchsetzt sind. Die Bodenbeschaffenheit war für die Erstellung von tragfähigen Pisten somit denkbar ungünstig. Der natürliche Baugrund ist wenig tragfähig, sehr setzungsempfindlich und vor allem frostgefährlich. Aus diesem Grunde wurden denn auch die erdbaumechanischen Verhältnisse gründlich studiert und die Versuchspiste mit den verschiedensten Unterbauzusammensetzungen ausgeführt. Im weitern sind auf der Versuchspiste Betonbeläge mit verschiedenen Stärken und Abmessungen und Bitumenbeläge verschiedener Konstruktionen eingebaut worden. Die Beläge erhielten zudem unterschiedliche Oberflächenausbildung. Im strengen Winter 1944/1945 wurden Beobachtungen über die Frosteindringungstiefen gemacht und im Frühjahr und Sommer 1945 die Belastungsversuche auf den Belägen mit einer Einzellast von 60 t, entsprechend einem Flugzeuggewicht von 120 t durchgeführt. Im weitern wurden die verschiedenen Oberflächenrauhigkeiten gemessen und ausgewertet. Die Ergebnisse der umfangreichen Versuche sind in den einzelnen Berichten der Institute der ETH niedergelegt. Der Bericht der Erdbauabteilung befasst sich mit den Pistenfundationen, derjenige der EMPA mit den Betonbelägen und derjenige des Strassenbauinstitutes mit den Bitumenbelägen und der Oberflächenbeschaffenheit der Beläge.

Für die Pistendimensionierung und deren konstruktive Ausbildung ergaben sich folgende massgebende Resultate:

1. Die Frosteindringung muss im Flughafengelände bis zu einer Tiefe von mindestens 80 cm unter Oberkante Hartbelag berücksichtigt werden. Die schlechten Baugrundmaterialien müssen deshalb mindestens auf die gleiche Tiefe entfernt und durch gewaschene, frostsichere Kiessandmaterialien aus dem Kiesvorkommen am Holberg ersetzt werden. Diese Koffermaterialien sind gut zu verdichten und zu entwässern. Wenn der Baugrund unter der Frostgrenzentiefe von 80 cm noch immer zu wenig tragfähig ist, müssen die schlechten Materialien weiterhin ausgeräumt werden. Sie können dann aber durch ungewaschenes Kiessandmaterial, das ebenfalls gut verdichtet werden muss, ersetzt werden. Es ist auf alle Fälle möglich, in diesen schlechten Baugrundverhältnissen durch richtigen Einbau von gutverdichteten und entwässerten Kiessandkoffern einen genügend tragfähigen und frostsicheren Pistenunterbau zu erstellen.

2. Die Versuche über die Tragfähigkeit von Pistenbelägen haben ergeben, dass bei gleich starkem und gleich gut verdichtetem Kofferunterbau die Betonbeläge, besonders diejenigen mit verdübelten Platten, eine bedeutend grössere lastverteilende Wirkung auf den Baugrund ausüben als gleich stark ausgebildete Bitumenbeläge. Umgekehrt hat sich gezeigt, dass die fugenlosen Bitumenbeläge bei richtigem Aufbau des Korngerüstes ebenfalls imstande sind, grösste Flugzeuglasten aufzunehmen, dagegen wegen ihrer mehr direkten Lastübertragung grössere Setzungen aufweisen, als die Betonbeläge. Kostenmässig sind die Bitumenbeläge für den Pistenbau in Kloten insofern im Nachteil gewesen, als das gebrochene Schottermaterial vom Holberg für das Korngerüst ungenügend war und nur weither transportierter Hartschotter in Frage kam, wogegen für die Betonbeläge der Holbergschotter ausgezeichnete Zuschlagstoffe lieferte. Ferner zeigten die Versuche über die Oberflächenrauhigkeit, dass auch bei Betonbelägen sehr glatte Oberflächen erstellt werden können, was für den Pneuverschleiss landender Flugzeuge von grosser Bedeutung ist. Weitere Vorteile der Betonbeläge gegenüber den Bitumenbelägen sind ihre gute Sichtbarkeit aus der Luft und dann aber vor allem ihre grössere Widerstandsfähigkeit gegen die infolge ihrer sehr hohen Temperaturen zerstörend wirkenden Abgase der in absehbarer Zeit zu erwartenden Düsenverkehrsflugzeuge. So haben denn technische und wirtschaftliche Ueberlegungen dazu geführt, für die Pisten und Rollwege in Kloten Betonbeläge zu wählen.

3. Als Dimensionierungsgrundlage für die Betonbeläge wurde von der Erdbauabteilung der Begriff des Zusammendrückungsmoduls M_E, der sich aus den Zusammendrückungsmoduli M_{E_2} des Untergrundes und M_{E_1} des Kiessandkoffers berechnen lässt, eingeführt [2]). Auf Grund der örtlichen Baugrundverhältnisse im Flughafengelände und der möglichen Erreichung des Verdichtungsgrades der Kiessandkofferungen

[2]) Erdbauliche Methoden zur Dimensionierung der Pisten beim Bau des Flughafens Kloten, von R. Haefeli und W. Schaad (Mitteilung Nr. 14 der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau).

Ferner: Soil Mechanics Investigations for the Design of the Runways at the Kloten Airfield, von F. Germann und W. Eng (Second International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Rotterdam 1948).

wurden minimale Werte von $M_{E_1} = 800$ kg/cm² für den fertigen Kiessandkoffer und $M_{E_2} = 52$ kg/cm² für den Untergrund festgesetzt, was einem berechneten totalen M_E-Wert von 560 kg/cm² entspricht (Bild 17).

Wenn der minimal verlangte M_E-Wert in der Normalkoffertiefe (oder Frostgrenzentiefe) nicht vorhanden war, so musste bis zur Erreichung des verlangten M_{E_2}-Wertes tiefer ausgehoben und das entfernte Material durch Mehrkofferungen mit gutverdichtetem, ungewaschenem Kiessandmaterial ersetzt werden. Wurde anderseits auf dem fertigverdichteten Kiessand-Koffer der minimal verlangte M_{E_1}-Wert nicht erreicht, so musste der Koffer nachverdichtet werden.

Während der Bauausführung wurde vorgängig des Aushubes unter den Hartbelägen durch Feldversuche mit einem kleinen Messwagen die Tragfähigkeit des Untergrundes bestimmt, bzw. die erforderliche Aushubtiefe festgelegt. Ebenso hat man nach der Fertigstellung des Kiessandkoffers vor der Betonierung die Hartbeläge mit einem grossen Messwagen die Kofferverdichtungen genau geprüft (Bild 6). Die Messtellen der Untergrundbelastungsversuche und diejenigen der Kofferbelastungsversuche waren über ein dichtes Netz verteilt (Bild 16). Die spezifischen Pressungen unter den Lastplatten der Messwagen betrugen bei den M_{E_2}-Wertbestimmungen maximal 0,75 kg/cm², bei den M_{E_1}-Wertbestimmungen max. 4 kg pro cm². Dieses Dimensionierungsverfahren erlaubte durch einfache und schnell durchführbare Feldversuche in einem sehr dichten Messnetz die Kofferstärken auf Grund der gemessenen Zusammendrückbarkeit des Untergrundes so festzulegen, dass für eine berechnete gleichbleibende Betonbelagstärke ein gleichmässig tragfähiger Unterbau geschaffen wurde.

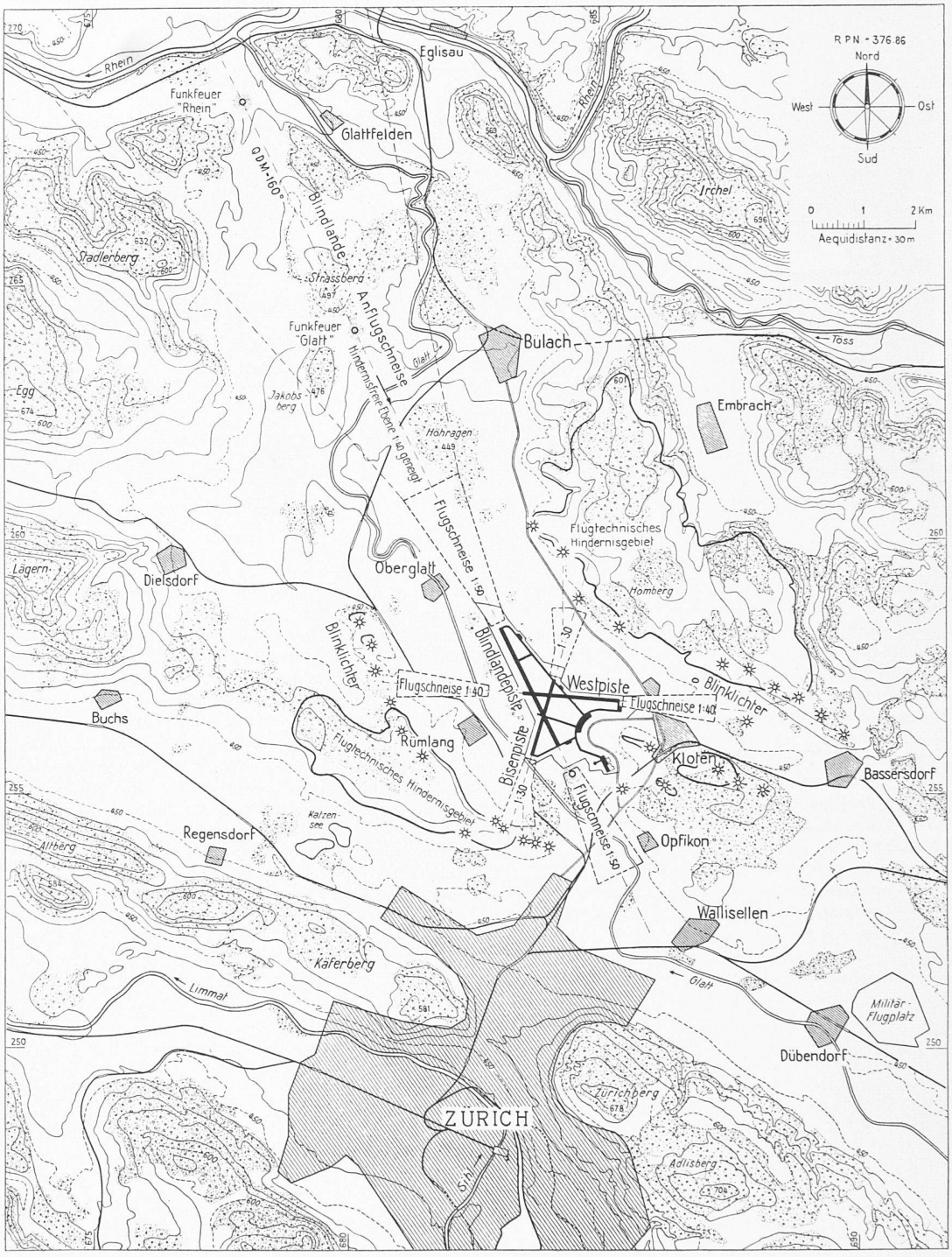
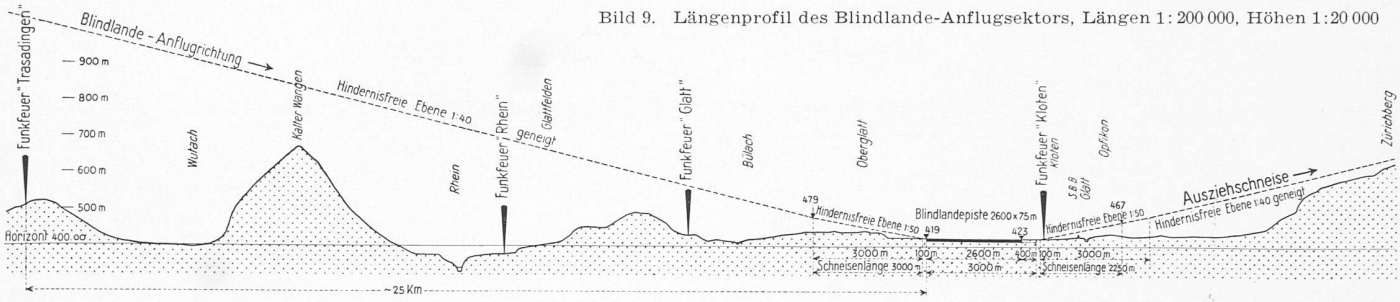


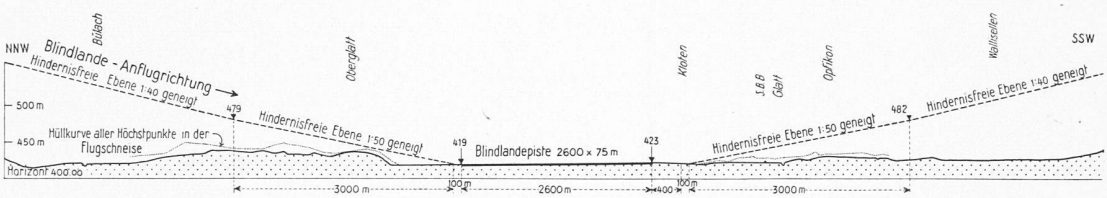
Bild 8. Flughafen Zürich-Kloten, Situationsplan mit Flugschneisen und Hindernisblinklichtern, Masstab 1:125 000

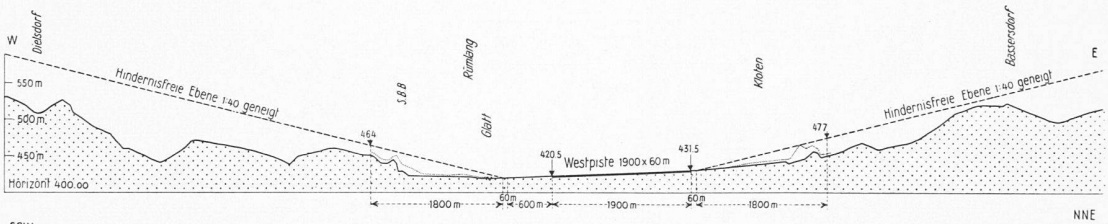
4. Die Dimensionierung der Betonplatten erfolgte für gleichzeitiges Zusammenwirken einer statischen Last von 67,5 t mit einer mittleren Pressung von 8,6 kg/cm² (entsprechend einer Fahrwerkhälfte eines Flugzeuges von 135 t mit 10 kg/cm² maximalem Reifendruck), einer einseitigen oberen Verkürzung der Betonplatte von 0,15 ‰ infolge Schwinden und Temperatur und einer Schwankung der mittleren Plattentemperatur von 40 ° C. Bezüglich der Fundationsverhältnisse wurde ein einheitlich vorhandener Zusammendrückungsmodul des Unterbaukoffers von $M_E = 560$ kg/cm² angenommen. Unter Voraussetzung eines rechnerischen Sicherheitsgrades von 1,1 gegen Rissbildung an der Plattenoberfläche und unter Annahme einer Eigenbiegezugfestigkeit von 60 kg/cm² resultierte eine Plattenstärke von 30 cm. Dabei wurden Plattengrössen von 4 auf 6 m bis höchstens 6 auf 7 m, aber mit hinreichender Verdübelung zwischen den einzelnen Platten vorausgesetzt. Bezüglich der früher viel diskutierten Landestösse haben die Versuche gezeigt, dass diese Stösse wegen des günstigen elastischen Verhaltens der Betonplatten bei der Dimensionierung nicht berücksichtigt werden müssen. Dagegen empfiehlt sich bei den Motorenprüfplätzen und Abstellplätzen, den grösseren Beanspruchungen der Beläge infolge der starken Vibrationen stehender Maschinen entweder durch grössere Plattenstärken oder durch Anordnung kleinerer Plattenabmessungen Rechnung zu tragen. Die obenerwähnte Rissicherheit wurde nur an der Plattenoberfläche nachgeprüft, da durch Versuche nachgewiesen werden konnte, dass leichte Anrisse der Plattenunterseite nicht bis zur Plattenoberseite durchdringen werden. Bei der ausgeführten Piste ist dies wegen den vorhandenen Netzarmierungen noch weniger zu befürchten.

Die laufend ausgeführten Festigkeitsversuche zeigten bezüglich der verlangten Biegefestigkeiten sehr günstige Resultate. Diese wurden auch bestätigt durch Ermittlung der Festigkeitswerte an direkt aus der fertigen Piste heraus-

Bild 9. Längenprofil des Blindlande-Anflugsektors, Längen 1: 200 000, Höhen 1:20 000







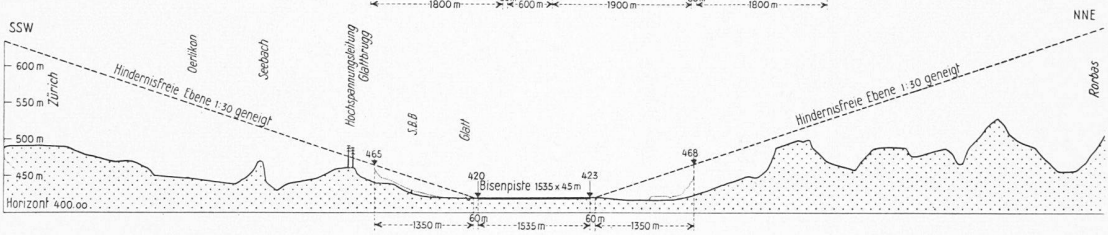


Bild 10. Längenprofile der Flugschneisen, Längen 1: 100 000, Höhen 1: 10 000 (Blindlandepiste, Westpiste, Bisenpiste)

genommenen Probekörpern. Sobald die fertigerstellte Westpiste es erlaubte, wurden Kontroll-Belastungsversuche mit einer Einzellast von 67,5 t bei 8,6 kg/cm² mittlerer Pressung durch die EMPA durchgeführt (Bild 7). Diese Kontrollversuche bestätigten, dass die Beanspruchungen der Betonplatten innerhalb den der Dimensionierung zu Grunde gelegten Werten blieben. Die mittlere Setzung betrug 1,2 mm und an bleibender Einsenkung wurde nach der ersten Entlastung im Mittel nur 0,3 mm gemessen, was das fast vollkommen elastische Verhalten von Betonplatte und Unterbau beweist. Die Versuchsergebnisse waren demnach sehr günstig und so befriedigend, dass man sich entschloss, die berechnete Plattenstärke von 30 cm auf 27 cm zu reduzieren. Dieses erfreuliche Resultat war allerdings nur möglich dank den erreichten sehr hohen Kofferverdichtungen und den ausgezeichneten Betonqualitäten. Die Versuche bestätigten auch in schöner Weise die Uebereinstimmung zwischen den aufgestellten Theorien über die Zusammendrückbarkeit des Unterbaues und dessen Zusammenwirken mit den Betonbelägen.

Auch die neue, nahezu 2 km lange Zufahrtsstrasse zum Flughof ist nach den selben konstruktiven Grundsätzen erstellt worden wie die Pisten, mit einem 50 cm starken, gut verdichteten Kiessandkoffer als Unterbau, einer 10 cm starken Brechschotterlage als Stabilisierungsschicht und einem 5 cm starken Asphaltbelag auf 5 cm starker wassergebundener Schotterlage.

4. Die Bauausführung

Mit den Tiefbauarbeiten für den Flughafenbau wurde anfangs Juli 1946 begonnen. Die Pisten mit ihren zugehörigen Rollwegen und dem Flugsteig sind in drei Bauetappen in der Reihenfolge Westpiste, Blindlandepiste, Bisenpiste erstellt worden. Da der Flughafen zum grossen Teil in Waldgebiet zu liegen kam, mussten vorgängig den Aushub- und Entwässerungsarbeiten rund 225 Hektaren Wald geschlagen und der Waldboden von den Wurzelstöcken gerodet werden (Bild 14). Das geschlagene Holz fand guten Absatz, dagegen waren die Wurzelstöcke nicht begehrt. Im weitern musste das damalige Artillerieschiessgebiet nach Blindgängern abgesucht werden. Im ganzen fand man mit Minensuchgeräten über 150 Stück solcher Geschosse.

Die Aushubarbeiten waren umfangreich und auf sehr grosse Flächen verteilt. Die totale Aushubkubatur betrug gegen 1,1 Mio m³. Der Aushub für den Pistenunterbau und der Abtrag der schlechten Baugrundmaterialien erfolgte grösstenteils mit Baggern und der Abtransport in die Deponien meistens durch Rollwagenzüge. Der schlechte und durchnässte, lehmige Untergrund war für den Abtransport mit grossen amerikanischen Pneufahrzeugen nicht geeignet. Die Aushubmaterialien dienten, soweit sie nicht in spezielle Deponien transportiert wurden, zur Ausplanierung des gesamten Flughafengeländes. Die normale Aushubtiefe betrug 80 cm unter Oberkante Hartbelag, doch musste in schlechten Baugrundgebieten oft weit mehr ausgehoben werden. So betrug beispielsweise am nördlichen Ende der Blindlandepiste die Aushubtiefe wegen den dort vorhanden gewesenen Seekreide-, Torf- und Schlammsandschichten über 4 m (Bild 15). Schlechte Partien, die ebenfalls erheblichen Mehraushub verursachten, waren auch am südlichen Ende der Blindlandepiste und beim Flugsteig vorhanden. Im gesamten musste der Baugrund wegen der schlechten Bodenbeschaffenheit für ziemlich genau die Hälfte der Hartbelagflächen unter die normale Koffertiefe ausgehoben werden. Ein gutes Bild einer solchen Mehrkofferungspartie vermittelt Bild 16, in welchem diejenigen Gebiete durch Schraffur bezeichnet sind, in denen der Baugrund unter dem normalen Koffer der Betonbeläge tiefer ausgehoben werden musste. Die genauen Aushubtiefen wurden überall vorgängig des Aushubes vermittelst Untergrundbelastungsversuchen mit dem kleinen Messwagen genau festgestellt.

Den Aushubarbeiten auf dem Fusse folgten die Kofferungsarbeiten. Der jeweils abgedeckte, sehr wetterempfindliche Untergrund musste möglichst bald mit Kiessandkoffermaterial überdeckt werden. Das erforderliche, ungewaschene und gewaschene Material von gemischter Kornzusammensetzung bis maximal 120 mm Korngrösse wurde von der Kiesgewinnungsstelle am Holberg, bzw. von der dortigen Aufbereitungsanlage her, zum Teil mit Rollwagenzügen, zum Teil mit grossen amerikanischen Pneufahrzeugen zur Einbaustelle transportiert. Für die Mehrkofferungen unter dem normalen Pistenkoffer der Hartbeläge und für die seitlichen Schultern längs den Pisten und Rollwegen verwendete man ungewaschenes Material. Das gewaschene Kiessandmaterial diente ausschliesslich für den normalen Kofferunterbau der Hartbeläge. Die Koffermaterialien wurden in losen Schichten von etwa 30 cm Stärke eingebracht und anfänglich mit Bodenverdichtern (Vibratoren), später mit Schaffusswalzen

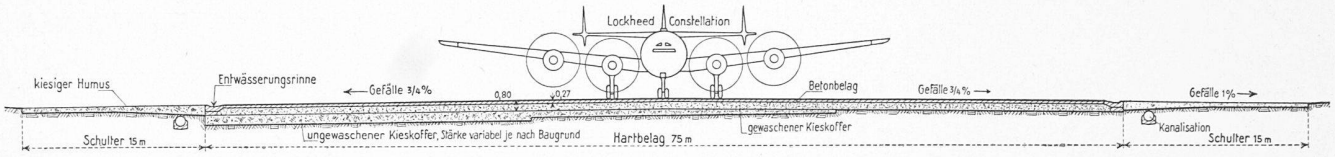
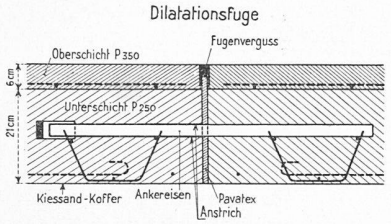
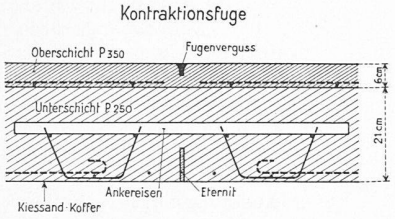
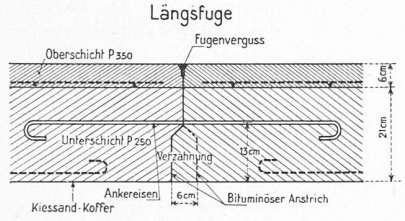
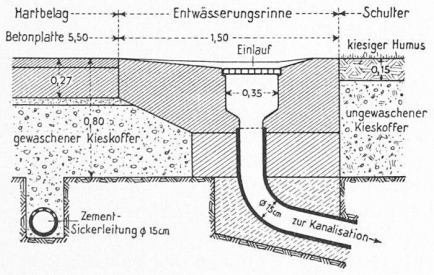


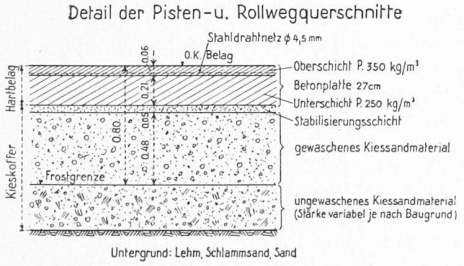
Bild 11. Querschnitt der Blindlandepiste 1:600











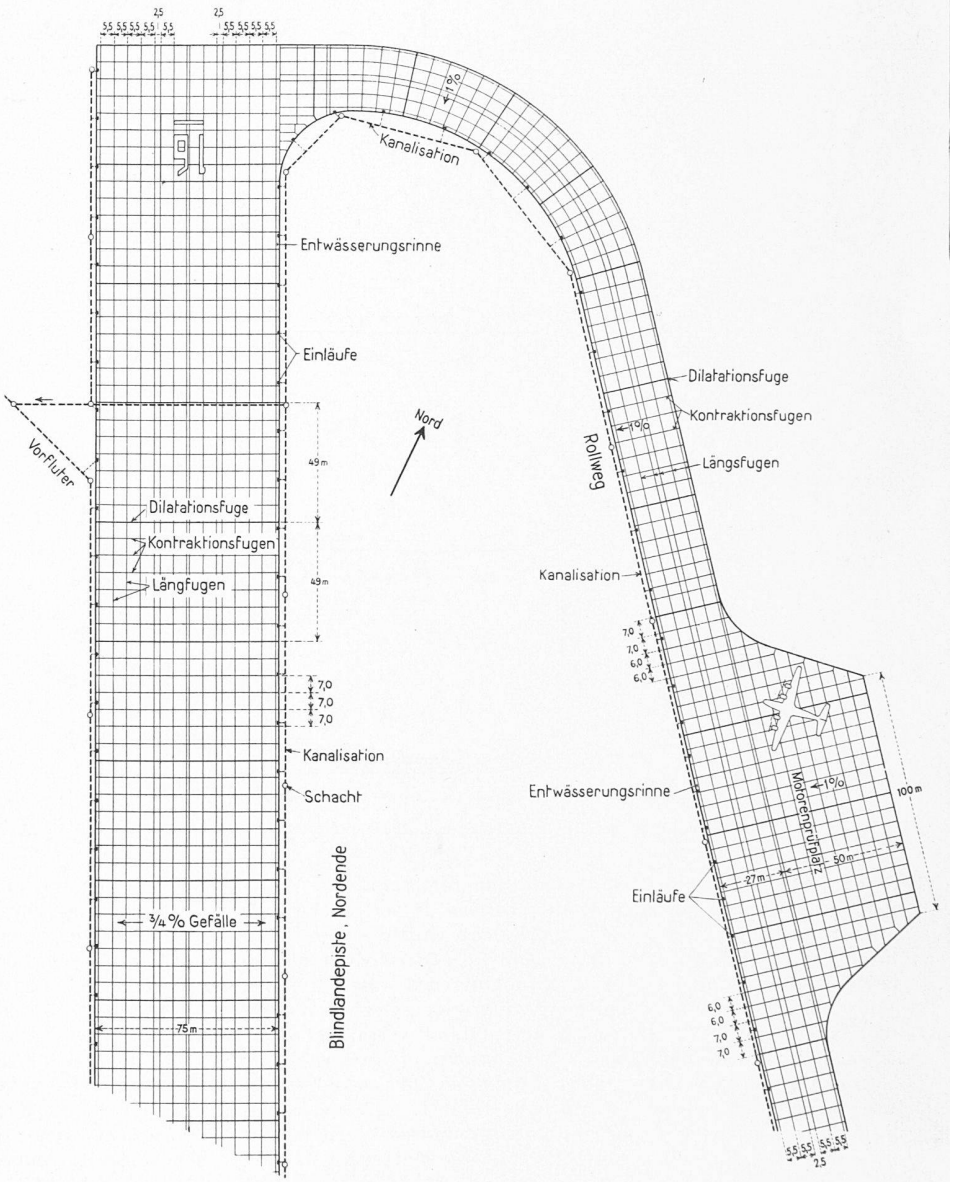


Bild 12. Pisten- und Rollwegausschnitt mit Platteneinteilung der Betonbeläge, 1:3000

Bild 13 (links). Konstruktive Einzelheiten der Pisten und Rollwege, 1:50

und Pneuwalzen bei vorgeschriebener Anzahl Walzgängen sorgfältig verdichtet (Bild 19). Der Kieskoffer erhielt oberflächlich eine 5 cm starke Stabilisierungsschicht aus gebrochenem Nagelfluhmaterial. Diesen Brechschotter hat man mit schweren Strassenwalzen gut eingewalzt, womit ein hoher Verdichtungsgrad des Koffers mit hinreichendem Zusammendrückungsmodul erreicht werden konnte. Die Stabilisierungsschicht ermöglichte auch eine sehr plangemässe Nivellette mit ganz kleiner Fehlertoleranz und bildete zudem eine ideale Verkehrsfläche für die anschliessenden Betonierungsarbeiten. Die Unterbauarbeiten benötigten total rd. 300 000 m³ ungewaschenes, rd. 390 000 m³ gewaschenes Kiessandmaterial, einschliesslich Gerölle für die Sickerungsleitungen und ferner rd. 40 000 m³ gebrochenes Schottermaterial, alles festgemessen.

Durch das Koffergewicht und die intensive Verdichtungsarbeit hatte sich der Baugrund während dem Einbau des Koffers im Mittel um etwa 2 cm gesetzt, was durch ziemlich viele eingebaute Bodenpegel ermittelt werden konnte. Seither hat sich der Baugrund beruhigt. Auf Grund von durchgeführten Präzisionsnivellementen konnte nämlich festgestellt werden, dass seit der Fertigstellung der Betonbeläge im allgemeinen nur noch Setzungen zwischen 0 bis 5 mm eingetreten sind. Lediglich dort, wo wegen dem schlechten Baugrund erheblich tiefer ausgekoffert werden musste, haben sich einige grössere Setzungen, maximal bis 15 mm gezeigt. Dieses sehr günstige Ergebnis spricht nicht nur für die erzielte hohe und gleichmässige Kofferverdichtung, sondern auch dafür, dass die Untergrundbehandlung mit der Entfernung der schlechten Baugrundmaterialien richtig war.

Gleichzeitig mit den Aushubarbeiten und dem Kofferungseinbau mussten auch die Entwässerungsanlagen erstellt werden. Das ganze Flughafengelände ist sehr flach. Sein nördlicher und mittlerer Teil müssen deshalb durch spezielle Vorfluter, die beiden Vorfluter Nord und Süd, nach der Glatt hin entwässert werden (Bild 18). Es handelt sich um eingedolte Betonkanäle von je etwa 900 m Länge, die für maximale Wassermengen von 2 m³/s bzw. 4 m³/s dimensioniert worden sind. Der südliche Teil des Flughafens entwässert nach dem

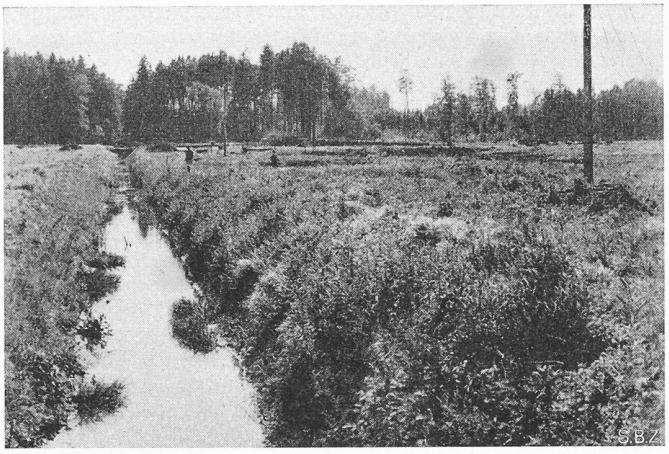


Bild 14. Ursprüngliches Flughafengelände am ehemaligen Himmelbach, mit teilweisem Waldschlag (Photo Brügger, ETH)

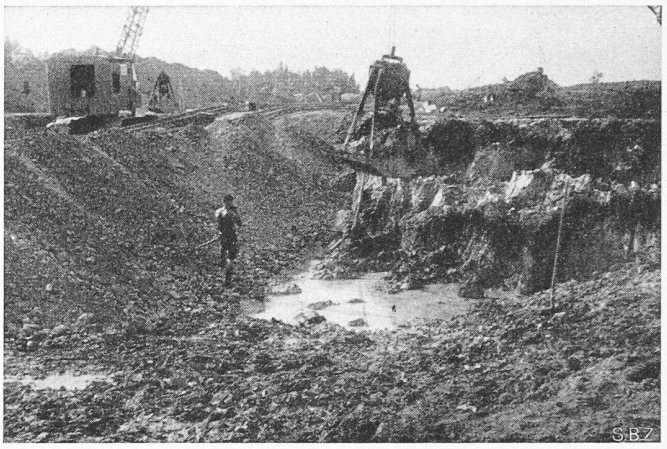


Bild 15. Seekreidepartie im nördlichen Teil der Blindlandepiste

Altbach, der bis zu seiner Einmündung in die Glatt auf eine Länge von 2250 m verlegt und korrigiert werden musste. Sein Abflussvermögen beträgt 32 m³/s. Im Bereich der verlängerten Blindlandepiste und südlich des Flugsteiges und des Flughofgeländes wurde der Altbach zudem auf total etwa 500 m Länge eingedolt. Das Meteorwasser der Pisten und Rollwege wird am Rande der Hartbeläge in Entwässerungsrinnen gesammelt und, je nach Pisten- und Rollwegbreiten, alle 15 bis 25 m durch Abläufe in die längs den Hartbelägen verlaufenden Hauptkanalisationen geleitet (Bild 13). Ebenso wird Sickerwasser, das eventuell in die Kieskoffer unter den Hartbelägen eindringt, durch am Rande verlegte Sickerleitungen in die Hauptkanalisationen abgeführt. Das gleiche gilt auch für die durch Saugdrains entwässerten Schultern und zum Teil für die übrigen Rasenflächen. Die Hauptkanalisationen selber werden in den Vorflutern zusammengefasst. Die Dimensionierung des gesamten Kanalisationsnetzes erfolgte für die Hartbelagflächen unterschiedlich, und zwar für eine massgebende Regenspende von durchschnittlich fünfjähriger bis zehnjähriger Häufigkeit. Für die Drainageentwässerung wurde eine spezifische Abflussmenge von 3 l/s,ha angenommen. Das gesamte Entwässerungsnetz hat bis heute auch bei stärksten Niederschlägen einwandfrei funktioniert. Insgesamt sind rd. 16 000 m Hauptkanalisationsleitungen mit 300 Revisionsschächten erstellt und ferner etwa 40 000 m Zement- und Zementsickerrohre sowie mehr als 36 000 Saugdrains aus Tonröhren verlegt worden.

Neben der reinen Meteorwasserkanalisation ist im Gebiete des Flughofes und des Werft- und Hangarareals noch eine getrennte Schmutzwasserkanalisation angeordnet worden. Das gesamte Schmutzwasser wird in einer eigens dafür erstellten mechanisch-biologischen Kläranlage gereinigt und nachher in den Altbach geleitet.

Sobald die Stabilisierungsschicht auf dem Unterbaukoffer auf grössere Flächen fertig eingewalzt war, wurde mit den Betonierungsarbeiten begonnen. Der Beton ist in zwei stationären, aber örtlich getrennten Betonfabriken mit je einer maximalen Leistungsfähigkeit von 30 bis 40 m³/h Fertigbeton hergestellt worden. Die Zuschlagstoffe gelangten in Lastwagen oder grossen Pneufahrzeugen von der Aufbereitungsanlage am Holberg in den Komponenten 0 bis 4 mm, 4 bis 8 mm, 8 bis 30 mm und 30 bis 50 mm zu den Betonfabriken. Die granulometrische Zusammensetzung des Mischgutes erfolgte nach der Fullerkurve, welche mit geringfügigen Schwankungen gut eingehalten werden konnte. Der Beton selber wurde in der einen Betonfabrik mit volumetrischer Dosierung, in der anderen mit gewichtsmässiger Dosierung hergestellt. Die Betonbeläge von 27 bzw. 24 oder 20 cm Stärke sind alle zweischichtig ausgeführt worden; die obere, 6 cm starke Schicht erhielt eine Zementdosierung von 350 kg/m³ Fertigbeton, die untere Schicht von 250 kg/m³ (Bild 13). Für den Oberbeton betrug die maximale Korngrösse 30 mm, für den untern 50 mm. Da die Zuschlagstoffe etwas stark ausgewaschen werden mussten, sind dem Oberbeton noch etwa 2 % Feinstsand von 0 bis 0,4 mm Korngrösse aus dem Schlammbecken der Aufbereitungsanlage zugesetzt worden. Für die Dunkelfärbung des Oberbetons der Rollwege hat man dem Beton Flammruss beigemischt (8 kg/m³ Fertigbeton). Das Anmachwasser ist vorgeschrieben und ständig kontrolliert worden. Der Wasserzementfaktor betrug im Mittel für den Unterbeton 0,48 und für den Oberbeton 0,44.

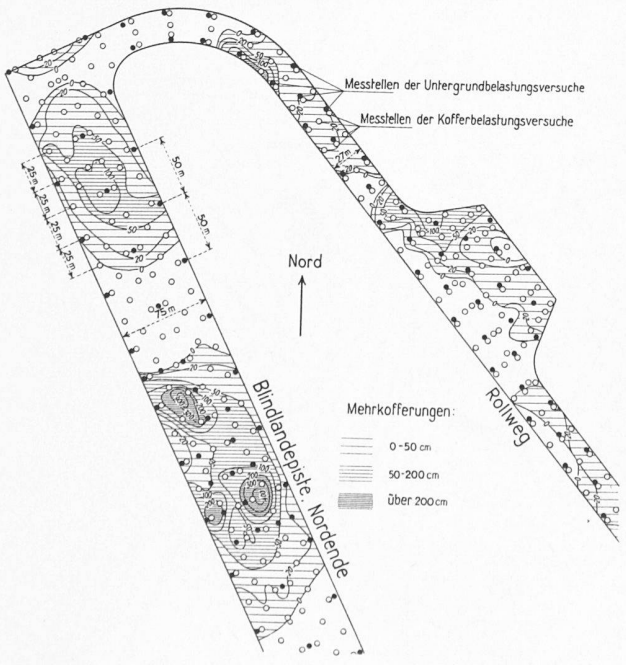


Bild 16. Pisten- und Rollwegausschnitt mit Angabe der vorgenommenen Baugrund- und Kofferprüfungen und mit reliefartiger Eintragung der erforderlichen Mehrkofferungen unter den Betonbelägen, M. 1:6000

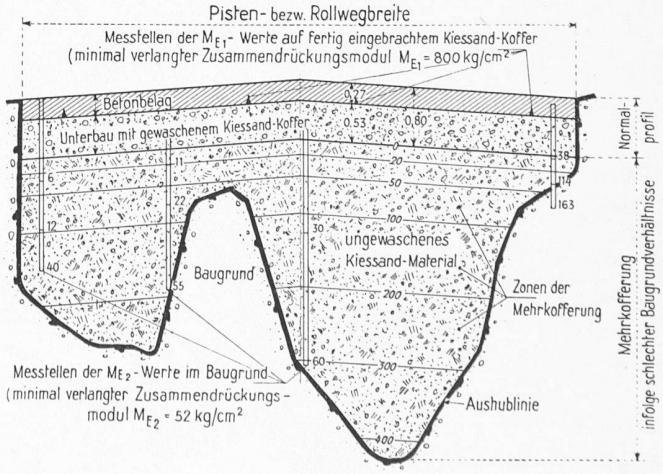


Bild 17. Messtellen der Baugrund- und Kofferprüfungen (M_{E_2}- und M_{E_1}-Werte) im stark verzerrten Pistenquerschnitt, mit Angabe der erforderlichen Mehrkofferungen, Höhen 1:100

Von den Betonfabriken gelangte der Beton mit Pneufahrzeugen direkt in die Einbaustellen. Obwohl maximale Distanzen bis etwa 2 km gefahren werden mussten, traten beim Beton keine Entmischungen ein. Der Einbau der Betonbeläge erfolgte wie bereits erwähnt zweischichtig, immer nass auf nass. Die Beläge wurden grösstenteils in Längsstreifen von 5,50 m Breite, ein ganz kleiner Teil in Streifen von 3,25 m und von 2,5 m Breite, zwischen seitlichen Schalschienen erstellt (Bild 12, S. 504). Den gekippten Beton hat man von Hand oder maschinell verteilt und dann durch leistungsfähige Strassenfertiger eingestampft und vibriert (Bild 20). Bei den noch schmäleren Streifen der Randschalen arbeitete man mit Handvibratoren. Zwischen Unterschicht und Oberschicht sind leichte Stahldrahtnetze von 4,5 mm Drahtdurchmesser und einem Gewicht von etwa 1,8 kg/m² eingelegt worden. Die Oberfläche des Oberbetons wurde mit einer Abziehbohle profilgerecht abgezogen und zum Schluss mit einem Gummiband möglichst fein abgeglättet. Fahrbare Dächer schützten die frischen Betonbeläge vor Sonne, Wind und mitunter auch vor Regen. Zeitweise dienten diese Dächer sogar als willkommener Schutz gegen Frost, indem bei kritischen Temperaturen der Raum unter den Dächern soweit erwärmt worden ist, als es das Abbinden des Betons verlangte. Anschliessend hat man den Beton mit einer 5 cm starken Sandschicht abgedeckt und während 14 Tagen feucht gehalten. Diese Nachbehandlung ist für die Erhärtung und Widerstandsfähigkeit äusserst wichtig, weshalb ihr grösste Beachtung zukam. Die erreichten Festigkeitswerte waren denn auch sehr beachtlich. Die von der EMPA während der ganzen Betonierzeit laufend an Probekörpern ermittelten Zahlen ergaben die in Tabelle 1 zusammengestellten Mittelwerte:

Tabelle 1. Mittlere Beton-Festigkeiten in kg/cm²

Alter	Unterbeton P 250		Oberbeton P 350		Anzahl Proben
	Druckfestigkeit	Biegezugfestigkeit	Druckfestigkeit	Biegezugfestigkeit	
7 Tage	393	51,0	412	51,0	je 130
28 Tage	504	60,0	533	59,5	je 130
90 Tage	583	69,5	613	69,0	je 130
1 Jahr	648	80,0	675	79,0	je 40

Weitere Festigkeitsermittlungen an Betonbohrkernen und an zwei grossen Betonbalken aus den fertigen Pisten ergänzten die laufenden Messungen an Probekörpern und ergaben eine sehr gute Uebereinstimmung. Bemerkenswert ist, dass der Unterbeton dank seiner sorgfältigen Kornzusammensetzung, trotz der schwächeren Zementdosierung, ungefähr gleich hohe Festigkeiten erreichte wie der Oberbeton. Die Betonbeläge haben sich bis heute ausgezeichnet gehalten und weisen keine Risse auf.

Die durch den Betoniervorgang in den Belägen sich ergebenden Längsfugen sind alle verzahnt ausgebildet, und die Betonplatten sind mit Rundeisenankern (Bild 13) ver-

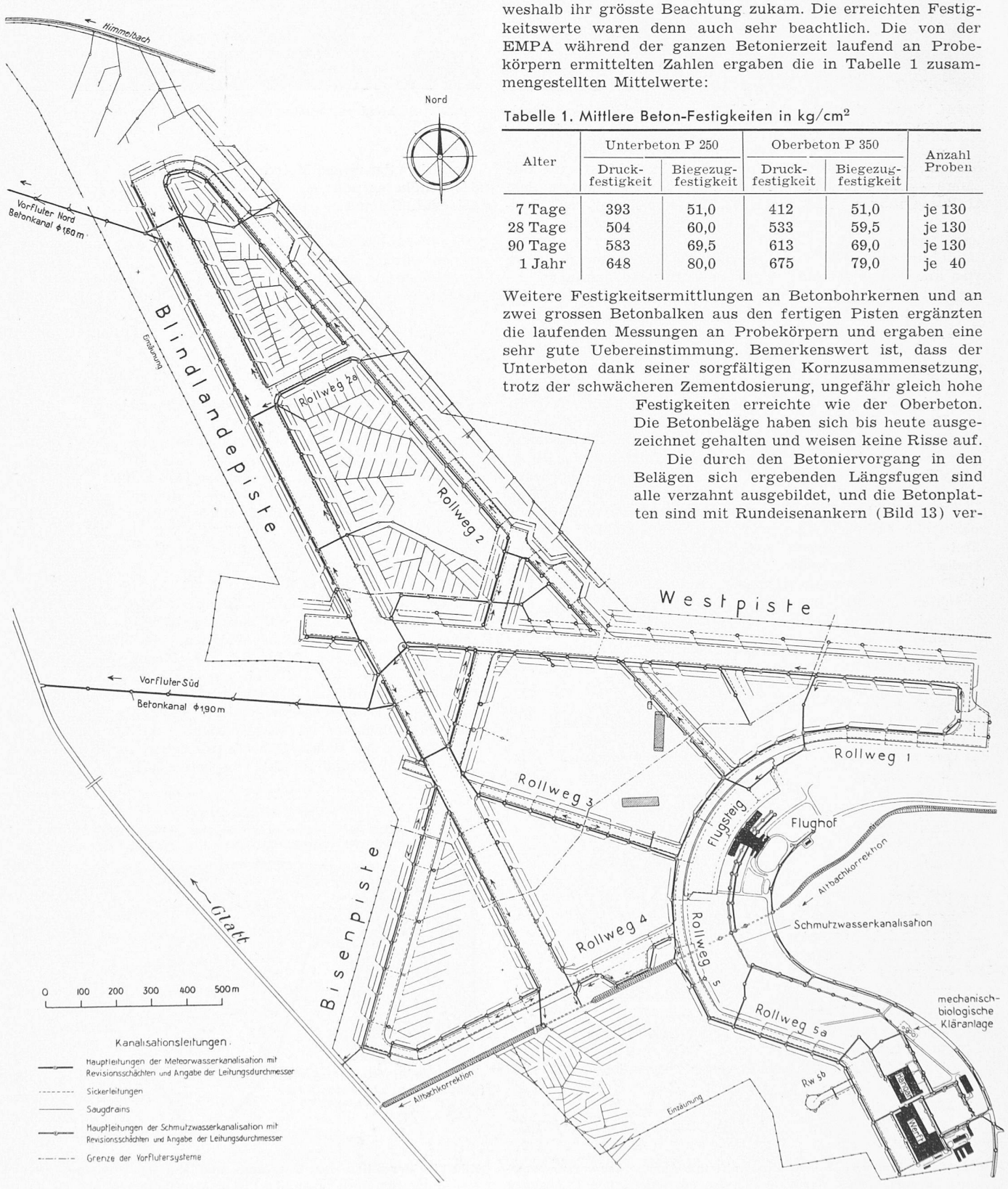


Bild 18. Flughafen Zürich-Kloten, Uebersichtsplan der Entwässerungsanlagen, Masstab 1: 15 000

Bild 19. Betonieren der Betonbeläge auf der Westpiste. Im Vordergrund Einbau der unteren Betonschicht, dahinter verlegte Netzarmierung und Einbau der oberen Betonschicht

dübelt. Dadurch wird in erster Linie die Tragfähigkeit der Beläge erhöht. Ausserdem werden Ueberzähne zwischen den einzelnen Platten vermieden und die Platten am Wandern verhindert. In der Querrichtung sind alle 7 m Kontraktionsfugen angeordnet worden, und jede siebente Fuge wurde als Dilatationsfuge ausgebildet (Bilder 12 und 13). Dort, wo die Beläge infolge Motorenvibrationen stehender Flugzeuge stärker beansprucht werden, sind die Abstände der Kontraktionsfugen auf 6 m verringert worden. Die Fugen selber wurden mit den verschiedensten Fugenkitten ausgefugt. Die Erfahrungen zeigen, dass diese Fugenkitte qualitativ unterschiedlich sind und dass sie auf alle Fälle sehr sorgfältig eingebracht werden müssen, um ein Eindringen von Oberflächenwasser in den Belagunterbau zu verhindern.

Das Herstellen der Betonbelagflächen erstreckte sich über die Zeit vom Herbst 1946 bis Sommer 1949. Die totale Fläche sämtlicher Beläge beträgt 615 000 m², die Betonkubatur etwas über 170 000 m³. Die grösste Jahresleistung im Jahre 1948 betrug annähernd 340 000 m², die maximale Tagesleistung etwas über 2800 m².

In betrieblicher Beziehung kann erwähnt werden, dass die sehr glatten Betonbeläge, wegen ihrem günstigen Einfluss auf den Pneuverschleiss landender Flugzeuge, von den Piloten geschätzt werden. Anderseits hat aber diese glatte Oberfläche den Nachteil, dass bei Temperaturen um 0 ° C die Pisten leichter gefrieren. Sie müssen dann gesandet werden, weil der Beton das Salzen im allgemeinen weniger gut erträgt. Das Sanden hat aber auch wieder seine Nachteile. Nur auf den Motorenprüfplätzen und auf dem Flugsteig wird gesalzen, da sonst dort die Sandkörner weggeblasen würden. Seinerzeitige Versuche, mit Luftporenbeton einen salzbeständigen Betonbelag zu schaffen, hatten leider zu negativen Resultaten geführt. Neben der Eisbekämpfung ist auch die Schneeräumung der Pisten von ausserordentlicher Wichtigkeit. Sie wird mit Schneepflügen und Schneeschleudermaschinen vorgenommen und erfordert bei den grossen Pistenflächen jeweils intensivsten Einsatz dieser Geräte.

Unabhängig von den eigentlichen Bauarbeiten musste mit dem Beginn des Flughafenbaus auch eine Aufbereitungsanlage für die Betonzuschlagstoffe und die Kofferungsmaterialien erstellt werden. Die benötigten ausserordentlichen Kiessandmengen konnten am Holberg östlich des Flughofes in einer grossen Kiesgrube gewonnen werden. Es handelte sich um stark verunreinigte Terrassenschotter, die oberflächlich mit Moräneschichten abgedeckt und teilweise mit Nagelfluhbänken durchsetzt waren. Der erforderliche Gesamtabtrag betrug, fest gemessen, rund 1 250 000 m³. Davon waren rund 300 000 m³ Abraummaterialien, wie Humus, Moräne, Nagelfluh. Die Terrassenschotter hat man in der Kiesausbeutungsstelle stufenweise auf eine totale Höhe von etwa 30 m abgebaut und entweder in die Aufbereitungsanlage oder direkt in die Silos für ungewaschenes Kiessandmaterial gefahren (Bild 21). Mit dem moränigen Abraummaterial konnte in einer hügeligen Eintiefung in nächster Nähe ein Abschlussdamm erstellt werden, wodurch ein Schlammablagerungsbecken für das Waschwasser geschaffen war. Die für den Unterbau und die Betonbeläge erforderlichen gewaschenen Kiessandmaterialien wurden in der am Fusse des Holbergs gelegenen Aufbereitungsanlage gründlich gewaschen und in die erforderlichen Komponenten sortiert (Bild 22). Es waren dort je vier Wasch- und Sortiertrommeln mit einer Leistungsfähigkeit von je 35 m³/h installiert. Die Betonzuschlagstoffe wurden in vier Komponenten aufbereitet und in Silos bereitgestellt. Das Kiessandkoffermaterial wurde in gemischter Kornzusammensetzung aufbereitet. Das Holbergmaterial verlor beim Waschen rd. 10 % seines Volumens (als Feinstsand von 0 bis 0,4 mm). Getrennte Brechanlagen lieferten den Brechschotter für die Stabilisierungsschicht und die Mangelkomponenten für den Körnungsausgleich. In den Jahren 1947 und 1948 musste in der Kiesaufbereitungsanlage zweischichtig gearbeitet werden.

Die Tiefbauarbeiten waren nach 3¼jähriger Bauzeit Ende September 1949 beendet (Bild 1). Die Eröffnung der Westpiste für den Flugbetrieb mit grossen Maschinen, die in Dübendorf nicht landen konnten, erfolgte bereits am 14. Juni 1948 und die Aufnahme des gesamten Flugbetriebes auf dem nur teilweise vollendeten Flughafen am 17. November 1948. Damit diese grossen Arbeitsleistungen der Tiefbauarbeiten und elektrischen Anlagen des Flughafens im Gesamtbetrag von rund 50 Mio Fr. bewältigt werden konnten, war ein grosses Heer von Arbeitskräften erforderlich. Die maximal erreichte Arbeiterzahl betrug in den Jahren 1947 und 1948 etwas über 900 Mann. Im Mittel waren über die 3¼jährige Bauzeit 500 Mann beschäftigt. Der grösste Teil der Arbeitskräfte rekrutierte sich aus der ganzen Schweiz, und nur während der Hochsaison mussten Fremdarbeiter zugezogen werden. Der Anteil aus der Stadt Zürich betrug aus verständlichen Gründen weniger als 10 %. Für die grosse Zahl der Arbeiter mussten die nötigen Unterkunfts- und Verpflegungsstätten geschaffen werden. Das kantonale Arbeitsamt liess vier örtlich getrennte Barackendörfer mit total etwa 1000 Bettstellen und gut eingerichtete Kantinen (Küchen- und Essbaracken) für etwa 700

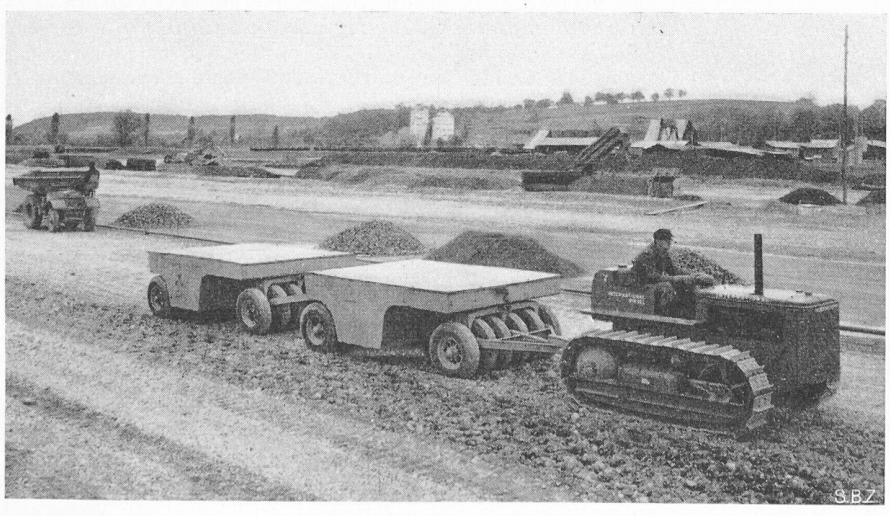


Bild 20. Kofferverdichtung vermittelst Pneuwalzen auf der Westpiste
(Photos Bauunternehmungen II, Flughafen Kloten)

Bild 21. Kiesgewinnung am Holberg, mit terrassenförmigem Abbau (Photo Brügger, ETH)

Mann erstellen. Die Arbeits- und Lohnbedingungen für den Flughafenbau Kloten waren durch einen besonderen Gesamtarbeitsvertrag geregelt.

Abschliessend sei noch auf die landschaftlichen Belange im Flughafengebiet hingewiesen. Es besteht kein Zweifel, dass jeder Flughafen mit seinen grossen Abmessungen und den ausgedehnten freien Flächen einen erheblichen Eingriff in das Landschaftsbild bedeutet. So mussten auch in Kloten rigoros grosse Waldgebiete geopfert werden. Man hat sich aber bemüht, möglichst viele Wälder zu schonen und vor allem auch schöne Baum- und Buschgruppen längs den Pisten und Rollwegen stehen zu lassen. Sämtliche Flächen zwischen und ausserhalb der Pisten und Rollwege wurden humusiert und begrünt, so dass der Gesamteindruck des Flughafengebietes landschaftlich durchaus befriedigend ist. Besondere Beachtung hat man der Umgebung des Flughofes und dem angrenzenden Holberggebiet geschenkt und diese Zonen durch Begrünung und Bepflanzung landschaftlich ansprechend gestaltet. Insbesondere ist auch die ehemalige grosse Kiesgewinnungsstelle durch terrassenförmige, leicht geschwungene Böschungen und durch Begrünung und Bepflanzung der nackten Böschungsflächen wieder in sehr natürlicher Weise in die Umgebung eingepasst worden.

5. Die Beleuchtungsanlagen

Die Betriebsregelmässigkeit im Flugverkehr verlangt, dass die Flugzeuge auch bei Nacht und bei flugbetrieblich schlechtem Wetter den Flughafen jederzeit sicher und gefahrlos anfliegen, auf den Pisten landen bzw. vom Flughafen aus ebenso sicher in den Luftraum hinaus starten können. Zu diesem Zweck sind umfangreiche Beleuchtungseinrichtungen, wie Hindernislichter, Anfluglichterschneisen, Landesignale, Pistenlampen und Rollweglampen erforderlich. Erst durch diese Beleuchtungsanlagen erhält ein Flughafen seinen vollen Wert. Die flugtechnischen Hindernisse in nächster Nähe des Flughafens sind mit permanenten roten Hindernislichtern markiert. In der weiteren Umgebung wurden sodann flugtechnisch gefährliche Hügelgebiete, Waldpartien und Starkstromleitungen mit roten Hindernis-Blinklichtern, die auf hohen Eisenmasten montiert sind, gut gekennzeichnet (Bilder 8, 81, 82). An beiden Enden der Westpiste ist in der Verlängerung der Pistenaxe je eine 600 m lange, einreihige Lichterschneise vorhanden. Der Abstand zwischen den einzelnen Lichtern beträgt 50 m. Es sind niederintensive, allseitig sichtbare Lampen, die ein weisses Licht mit einer Lichtstärke von etwa 1000 Kerzen ausstrahlen. Beim südlichen Pistenende der Blindlandepiste ist die Anfluglichterschneise 750 m lang. Bei der Bisenpiste hat man auf solche Lichterschneisen verzichtet. Die jeweilige Landerichtung auf einer Piste wird bei der Westpiste und bei der Blindlandepiste durch einen grün aufleuchtenden Neonpfeil vor dem betreffenden Pistenende markiert, während am andern Pistenende gleichzeitig ein rotes Landeverbotkreuz aus Neonröhren aufleuchtet. Ferner sind an beiden Pistenenden senkrecht zur Pistenaxe eine Reihe von Lampen montiert, sogenannte Querbalken, die in Uebereinstimmung mit dem Landepfeil oder dem Landeverbotkreuz entweder grünfarbig oder rotfarbig erscheinen. Bei der Bisenpiste wird die Landerichtung lediglich durch die grün und rot aufleuchtenden Pistenendbalken markiert. Die Pistenmarkierung erfolgt bei der Westpiste und der Bisenpiste durch niederintensive, weiss ausstrahlende Randlichter, parallel zur Pistenaxe (Bild 23). Diese Pistenlampen sind in Abständen von 50 m immer paarweise einander gegenüber aufgestellt. Die allseitig sichtbaren Lampen haben eine Lichtstärke von etwa 1000 Kerzen und sind mit gerippten Gläsern versehen, so dass sie nicht blenden. Die wichtigste Beleuchtungsanlage ist diejenige der Blindlandepiste. Sie erfordert bedeutend stärkere Lichtquellen, damit bei flugbetrieblich schlechtem Wetter wie vor allem bei Nebel oder bei Schneetreiben das Licht bis zu einem gewissen Grade überhaupt durchdringen kann. Diese Beleuchtungseinrichtungen müssen ja dem Piloten gerade in der letzten Phase seines Blindlandeanfluges den Uebergang zur Sichtlandung ermöglichen. Als Lichter kommen deshalb nur hochintensive, einseitig gerichtete Lampen mit hoher Kerzenzahl in Frage (Bild 24). Die Blindlande-Anfluglichterschneise ist 900 m lang und befindet sich in der verlängerten Pistenaxe. Der Abstand zwischen den einzelnen Lichtern beträgt 30 m. Im Anflug sind die ersten 300 m dreireihig, die mittleren zweireihig und die letzten 300 m vor der Piste einreihig angeordnet. Die hochintensiven, weiss ausstrahlenden Lichter sind stark gebündelt und haben eine maximale Lichtstärke von 300 000 Kerzen. Je nach den Sichtverhältnissen und um Blendwirkungen zu vermeiden, können diese Lichter in fünf verschiedenen Helligkeitsstufen geschaltet werden. Auf jedem Lampenkörper befindet sich zudem noch eine niederintensive Aufsatzlampe, welche bei klaren Sichtverhältnissen eingeschaltet wird. Diese Lichterschneise wird ergänzt durch drei sogenannte Querbalken senkrecht zur Anflugschneise in 300 m, 600 m und 900 m Abstand vom Pistenende. Sie bestehen aus verschieden langen Lichterreihen von sehr starken Spezialscheinwerfern, welche einen bestimmten Einflugsektor ausleuchten. Die Blindlandepiste selber ist beidseitig am Rande mit den gleichen hochintensiven, einseitig gerichteten Lampen markiert, wie sie bei der Anfluglichterschneise vorhanden sind. Die Lampen sind in 50 m Abstand und strahlen auch weisses Licht aus. In der Mitte der Blindlandepiste ist noch eine versenkte Mittelstreifenbeleuchtung vorhanden mit ebenfalls hochintensiven Lichtern in Abständen von 50 m. Sie dient vor allem den startenden Flug-

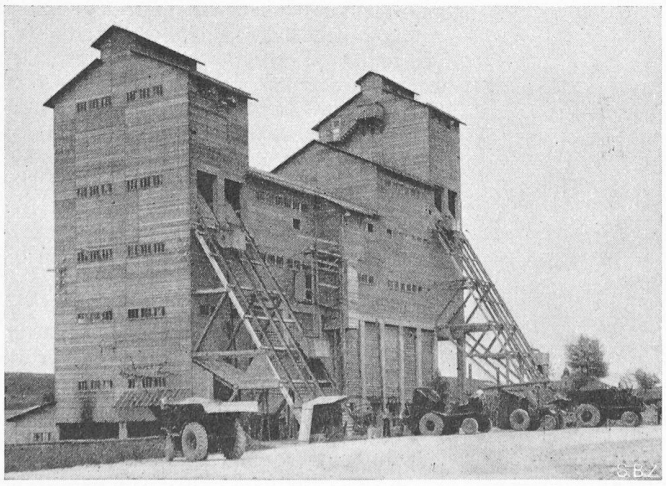


Bild 22. Aufbereitungsanlage am Holberg für die Betonzuschlagstoffe und die Kiessand-Koffermaterialien (Photo Bless & Co.)

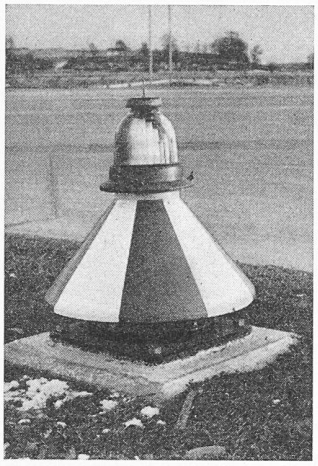


Bild 23. Niederintensive, allseitig sichtbare Pisten- und Rollweglampe mit geripptem Glas

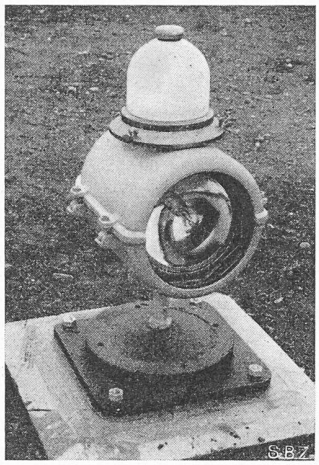


Bild 24. Hochintensive, einseitig gerichtete Blindlande-Pistenlampe mit niederintensiver Aufsatzlampe

zeugen bei schlechten Sichtverhältnissen. Die Rollwege zwischen den Pisten und dem Flugsteig sind mit blaufarbigen Lampen markiert. Die einzelnen, allseitig sichtbaren Lampen sind in den geraden Strecken in Abständen von 30 m, in den Kurven bedeutend enger angeordnet worden, um besonders bei schlechten Sichtverhältnissen sichere Rollvorgänge zu gewährleisten.

Das ganze Beleuchtungssystem musste lange Zeit wegen mangelnder internationaler Normen bzw. sehr geteilter Auffassungen über die Beleuchtungsmarkierungen grösstenteils vorausschauend entwickelt werden. Die Anlagen in Kloten entsprechen aber heute weitgehend den gültigen Vorschriften und werden von den Piloten als sehr zweckmässig beurteilt.

Die gesamte Flughafenbeleuchtung wird vom Kontrollturm des Flughofes aus gesteuert. Der jeweilige Betriebszustand ist jederzeit auf einem Leuchtschema ersichtlich. Die Hindernisblinklichter werden drahtlos gesteuert. Die Stromversorgung für das Beleuchtungsnetz erfolgt über eine Haupttransformatorenstation, die von zwei getrennten Hochspannungsleitungen gespeist wird. Bei Stromausfall steht auch eine dieselelektrische Notstromgruppe zur Verfügung, um ständig die wichtigsten Flugsicherungs- und Beleuchtungseinrichtungen, besonders diejenigen für die Blindlandemanöver, jederzeit speisen zu können. Sämtliche den Platzbeleuchtungen dienenden Leitungen sind im Boden verlegt. Die Pistenlampen sind durch Kabelleitungen an elf, grösstenteils unterirdisch eingebaute Verteilstationen angeschlossen. Die gesamte Länge der unterirdisch verlegten Hochspannungs- und Niederspannungskabel beträgt etwa 120 km. Dazu kommen weitere 30 km verlegter Schwachstromkabel. An Lampen wurden rund 1150 niederintensive, allseitig sichtbare Pisten- und Rollweglampen, 320 hochintensive, einseitig gerichtete Lampen für die Blindlandeanlage und annähernd 100 rote Hindernislampen und Hindernisblinklichter montiert.

*

Die gesamte Projektierung des Flughafens und die Oberbauleitung für die Tiefbauarbeiten und die elektrischen Anlagen wurden vom Regierungsrat des Kantons Zürich der Firma Locher & Cie., Zürich, übertragen, in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro M. Bärlocher, Zürich, für die Projektierung der Entwässerungsanlagen, der Firma Baumann, Koelliker AG., Zürich, für die Projektierung und Bauleitung der elektrischen Anlagen, der Firma Betonstrassen AG., Wildegg, für die Projektierung und Bauleitung der Betonbeläge, dem Ingenieurbüro L. Simmen & P. Keller, Zürich, für die Projektierung der Zufahrtsstrassen, der Abteilung Wasserbau und Wasserrecht des Kantons Zürich für die Projektierung und Bauleitung der Altbachkorrektion und dem Ingenieurbüro P. Zigerli, Zürich, für die Projektierung der mechanisch-biologischen Kläranlage. Die Ausführung der hauptsächlichsten Tiefbauarbeiten wurde an folgende Firmen übertragen: Kiesgewinnung am Holberg und Aufbereitung der Betonzuschlagstoffe und Koffermaterialien an die Firma Bless & Co., Zürich; Aushub- Unterbau- und Entwässerungsarbeiten der Pisten und Rollwege an die Bauunternehmungen II Flughafen Kloten (AG. Heinrich Hatt-Haller, H. Gossweiler & Cie., Losinger & Co. AG., Stuag Schweiz. Strassenbauunternehmung AG., alle in Zürich) und Bauunternehmung Los 1 und 3 (Schafir & Mugglin AG., Zürich, Kibag AG., Zürich, Hoch- und Tiefbau AG., Aarau/Zürich, Frutiger Söhne & Cie., Thun); Betonarbeiten für die Pisten- und Rollwegbeläge an das Baukonsortium BZZ (Walo Bertschinger AG., AG. Conrad Zschokke, Ed. Züblin & Cie. AG., alle in Zürich) und die Bauunternehmungen II Flughafen Kloten (s. oben).

Der Flughof

Architekten A. & H. OESCHGER, Zürich

DK 725.39 (494.34)
Hierzu Tafeln 26 bis 33

Die Bauaufgabe musste mit Verständnis für das in rapider Entwicklung befindliche Flugwesen angepackt werden. Die ständig zunehmende Luftreisefreudigkeit, die Vermehrung der Fracht- und Postbeförderung, die Ungewissheit über künftige Ansprüche an die verschiedenen Abteilungen und Räume des Gebäuden und die während des Baues notwendig gewordenen Umdispositionen ganzer Raumgruppen stellten die verantwortliche Baukommission, die Architekten, den Ingenieur und den örtlichen Bauleiter vor grosse organisatorische Aufgaben. Sie wurden so gelöst, dass das Gebäude nach allen Richtungen den heute noch nicht voraussehbaren Anforderungen entsprechend durch einfache Anbauten etappenweise erweitert werden kann.

Für die Lage des Flughofes war die Situierung am Flughafenkopf, am Flugsteig, im Schwerpunkt des Passagierverkehrs und zwischen den Rollwegen 2 und 3 massgebend. Die Vorfahrt der abfliegenden und die Abfahrt der ankommenden Passagiere, der Zubringerverkehr für Begleitpersonen, Zuschauer, Rundflugteilnehmer, Fracht, Post und Lebensmittel für die Restaurantbetriebe und die Verkehrswege für das Flugpersonal und die Belegschaft des Flughofes waren für die Disposition des Gebäudes in seiner nähern Umgebung massgebend. Auffallend ist die immense Fläche, die zur Parkierung von Fahrzeugen aller Art schon im ersten Ausbau zur Verfügung gestellt werden musste.

Der zur Ausführung gewählte Entwurf ist das Ergebnis von 24 durchgezeichneten Studienprojekten. Der Baukörper ist in verschiedene Trakte gegliedert. Diese Gliederung mit dem Passagiertrakt in der Mitte in Querlage zum nördlichen Bürotrakt und zum südlichen Restaurationstrakt, die, ihrem Zweck entsprechend, parallel zum Flugsteig angeordnet worden sind, ergab sich fast zwangsläufig. Der Kontrollturm überragt den Bürotrakt um vier Geschosse. Er enthält in den beiden obersten Geschossen die Einrichtungen für die Verkehrslenkung und Sicherung der an- und abfliegenden Flugzeuge. Diese Zweckbestimmung der Räume kommt in der Gestaltung des Aeussern deutlich zum Ausdruck. Grosse, grünliche Scheiben schliessen die Kommandoräume nach aussen ab; sie gewähren den in diesen mit Klimaanlagen versehenen Räumen tätigen Funktionären eine uneingeschränkte Uebersicht über das Flugfeld.

Der Passagiertrakt ist durch die grosszügige, gegen die Piste gerichtete Spiegelglaswand mit Aluminiumsprossen besonders ausgezeichnet. Diese Glasfront öffnet dem abfliegenden Passagier einen herrlichen Ausblick über das Flugfeld, welches heute leider noch etwas mit Hangars der Sportfliegerei verstellt ist. Die Haupthalle, die gegen das Fenster immer breiter wird, enthält im schmälern Teil eine Galerie, im breitern aber ist sie auf ganze Raumhöhe frei. Die konische Form ist also die Folge der Raumidee, den abfliegenden Fluggästen einen Ausblick in die weite Welt zu vermitteln. Die glitzernde Glasfront wird nachts von innen hell beleuchtet, sie grüsst die Ankommenden mit strahlendem Leuchten.

In den verschiedenen Stockwerken befinden sich die Abfertigungsräume der abfliegenden und ankommenden Passagiere und ihres Gepäcks. Das erste Obergeschoss, das die Haupthalle enthält, ist mit einer von einem weitausladenden Aluminiumdach überdeckten Vorfahrt ausgestattet, so dass die zum Abflug anfahrenden Fluggäste die Haupthalle ebenerdig betreten können. Die rechte Längsseite dieser Halle enthält die Schalter der verschiedenen Fluggesellschaften, die linke bietet Platz für einzelne Läden, Postablage, Bankfiliale und andere der Bequemlichkeit der Gäste dienende Räume. In der vordersten rechten Ecke befindet sich der Lift und die