

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 89 (1971)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Die Swissair und die Grossraumflugzeuge  
**Autor:** Künzler, M.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-84748>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 17.01.2026

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

0,25 Zoll ( $e = 0,00635$  m), also von  $D/e = 32$ . Das Material war Plexiglas, wofür die Lieferfirma Röhm & Haas einen Elastizitätsmodul von  $450\,000 \text{ lb/in}^2$  ( $31,02 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$ ) angibt. Eine Versuchsreihe zur Überprüfung des Moduls zeigte, dass Plexiglas kein ideales elastisches Material ist, da es nach erfolgter Dehnung nicht genügend schnell in die Ausgangslage zurückkehrt. Es wurde deshalb zur Bestimmung der Laufgeschwindigkeit nur die «Erste Stossphase» ausgewertet.

Die Fließgeschwindigkeit betrug  $0,549 \text{ m/s}$ . Am Einlaufende war die Leitung mit einem Abschlussorgan versehen, dessen Schliesszeit variiert werden konnte. Die rechnerische Ermittlung nach Gleichung (8) ergab eine Laufgeschwindigkeit von  $a = 37,7 \text{ m/s}$ .

Mit einer Länge  $L = 35,0 \text{ m}$  zwischen Geber und freiem Leitungsende wurde eine Druckwellenlaufzeit  $T = 2 L/a = 1,86 \text{ s}$  erwartet. Die Schliesszeit betrug  $\tau = 0,82 \text{ s}$ ; sie war also kleiner als  $T$ . Mit diesen Werten wurde ein Joukovsky-Stoss von  $h = -a v_0/g = -2,11 \text{ m}$  berechnet. Zur Übertragung der Druckwelle wurde ein Geber vom Typ «Viatran 209» verwendet, dessen Ausgangsstrom direkt mit einem Honeywell Oscillographen registriert wurde. Für die erste Stossphase (Bild 5) ergab sich eine Laufzeit von  $T = 1,8$  bis  $1,9 \text{ s}$ . Daraus folgt

$$a = \frac{2L}{T} = \frac{70,0}{1,85} = 37,8 \text{ m/s}$$

Die Übereinstimmung mit dem berechneten Wert ist also sehr gut. Für den Zeitpunkt des vollendeten Abschlusses wurde ein Joukovsky-Stoss von  $h = -2,18 \text{ m}$  abgelesen.

#### Formelzeichen und Abkürzungen

$a$	Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Druckstosses	m/s
$B, D$	Querschnittsdimensionen	m
$C$	Integrationskonstanten	—
$e$	Wandstärke	m
$E$	Elastizitätsmodul des Wandmaterials	N/m <sup>2</sup>
$E_{Fl}$	Elastizitätsmodul der Flüssigkeit	N/m <sup>2</sup>
$F$	Querschnittsfläche	m <sup>2</sup>
$g$	Erdbeschleunigung	m/s <sup>2</sup>
$h$	Dynamische Druckhöhe	m

$J$	Trägheitsmoment	m <sup>4</sup>
$l, L$	Längendimension der Leitung	m
$M$	Biegemomente	Nm
$N$	Normalkräfte	N
$p$	Flüssigkeitsdruck	N/m <sup>2</sup>
$R$	Rechteckfaktor	—
$t$	Zeitkoordinate	s
$T$	Periode der Leitung ( $T = 2 L/a$ )	s
$v_0$	Fließgeschwindigkeit zu Beginn des Abschlussvorgangs	m/s
$x$	Querschnittskoordinate normal zur Leitungslänge $L$	m
$y''$	Kehrwert des Krümmungsradius der Biegelinie	m <sup>-1</sup>
$y'$	Steigung der Biegelinie	—
$y$	Ordinate der Biegelinie	m
$\alpha$	Geometrisches Verhältnis des Rechteckquerschnittes	—
$\partial$	Partielles Differential	—
$\gamma$	Spezifisches Gewicht der Flüssigkeit	N/m <sup>3</sup>
$\sigma$	Spannungen	N/m <sup>2</sup>
$\tau$	Abschlusszeit	s
$\Delta$	Längenelement	—

Adresse des Verfassers: W. R. Jenkner, dipl. Ing., 2139 Varencey Drive, Mississauga, Ontario, Canada.

#### Literaturverzeichnis

- [1] O. Schnyder: Über Druckstöße in Rohrleitungen. «Wasserkraft und Wasserwirtschaft», 27 (1932), Heft 5.
- [2] L. Bergeron: Water Hammer in Hydraulics and Wave Surges in Electricity. New York, London 1961, John Wiley & Sons, Inc.
- [3] Ch. Jaeger: Engineering Fluid Mechanics. London, Glasgow 1956, Blackie & Son Ltd.
- [4] G. R. Rich: Hydraulic Transients. New York, 2nd Ed. 1963, Dover Publications Inc.
- [5] J. Parmakian: Water Hammer Analysis. New York, 2nd Ed. 1963, Dover Publications Inc.
- [6] G. Hutarew: Einführung in die Technische Hydraulik. Berlin, Göttingen, Heidelberg, New York 1965, Springer Verlag.
- [7] V. L. Streeter and E. B. Wylie: Hydraulic Transients. New York, St. Louis, San Francisco, Toronto, London, Sydney 1967, McGraw-Hill Book Co.
- [8] A. Kleinogel: Rigid Frame Formulas. New York, 2nd Ed. 1958, Unger Publications.

## Die Swissair und die Grossraumflugzeuge

DK 629.138.5:656.7.025

### Einleitung

Die Bezeichnung Grossraumflugzeuge ist nicht neu, nur die mit diesem Ausdruck gemeinten Grössenordnungen haben sich in den letzten Jahrzehnten geändert. Kurz vor dem Zweiten Weltkrieg galt er dem dritten Baumuster der Douglas-Commercial-Reihe, DC-3, welches in der Lage war, 21 Passagieren Platz zu bieten und sie über Entfernungen von rund 1000 km mit einer Geschwindigkeit von etwas unter 290 km/h zu befördern. Solche Leistungen mögen der heutigen Generation vielleicht ein etwas mitleidiges Lächeln herauslocken. Sie stellten jedoch damals einen gewaltigen Sprung dar, der zumindest mit dem Übergang von der Douglas DC-7 oder der Lockheed Constellation auf die heute üblichen vierstrahligen Flugzeuge der Typen Douglas DC-8 oder Boeing 707 zu vergleichen ist.

Der Drang zur Wirtschaftlichkeit löste in den sechziger Jahren ein fieberhaftes Suchen nach Möglichkeiten aus, die Zuladung pro Einheit – und damit auch die Anzahl beförderter Passagiere bzw. die Frachtmenge pro Besatzungsmitglied – zu erhöhen. Die Erfolge verschiedener Triebwerkshersteller bei der Konstruktion von Antriebs-

aggregaten im Leistungsbereich zwischen 17 000 und über 20 000 kp Schub pro Einheit ermöglichten zusammen mit neuen Leichtbautechniken und neuen Materialien schliesslich die Produktion von Flugzeugen mit Abfluggewichten von weit über 300 t (zum Vergleich: das maximale Abfluggewicht der DC-3 betrug rund 11 t; die Schubleistung eines DC-8-Triebwerkes etwas unter 8000 kp). Die Bilder 1, 2 und 4 vermitteln einige Eindrücke der Abmessungen dieser Grossraumflugzeuge; sie wurden bei der Montage einer Boeing 747 aufgenommen.

Ob man vom Anbruch eines «Zeitalters der Grossflugzeuge» spricht, oder diese sachlich als Ergebnis einer ständigen technischen Entwicklung betrachtet, soll dahingestellt werden; Tatsache ist, dass solche Flugzeuge bereits in vielen Flughäfen zum gewohnten, fast alltäglichen Bild gehören. Seit dem Erstflug am 9. Februar 1969 wurden rund 90 Einheiten des Typs Boeing 747 produziert. Diese haben bereits – wohl nicht ohne Anlaufschwierigkeiten, besonders bei den Triebwerken, bei denen man sich ja in vielen Parametern an ganz neue Dimensionen herangewagt hat – eine

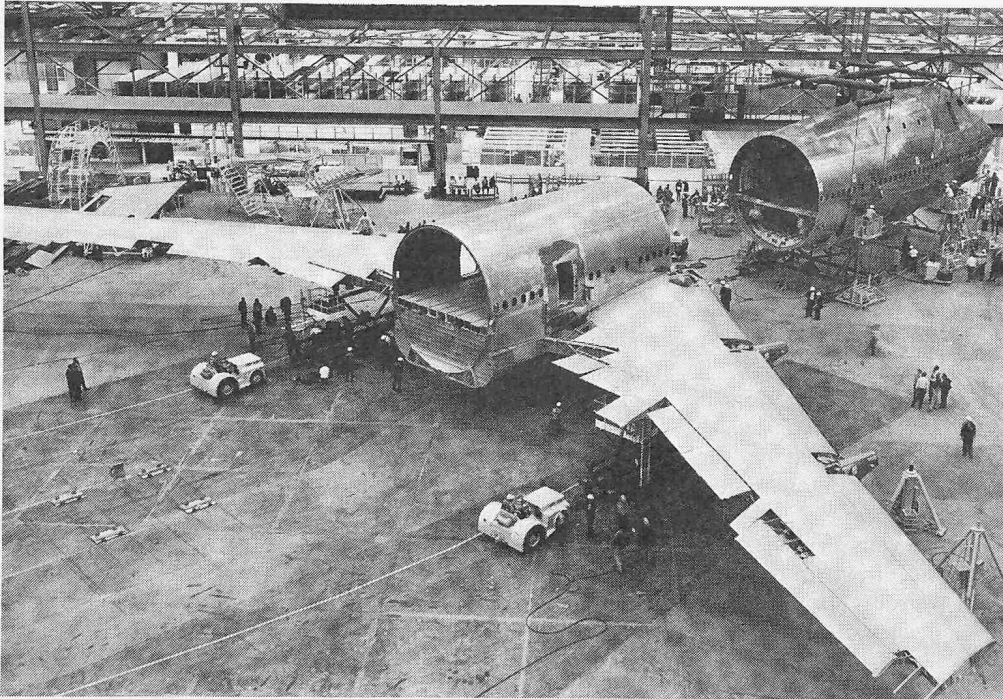


Bild 1. Blick in die Montagehalle der Boeing-Werke. Der Rumpfmittekteil einer Boeing 747 mit den Tragflächen wird von zwei Schleppern an den Vorderteil herangeschoben

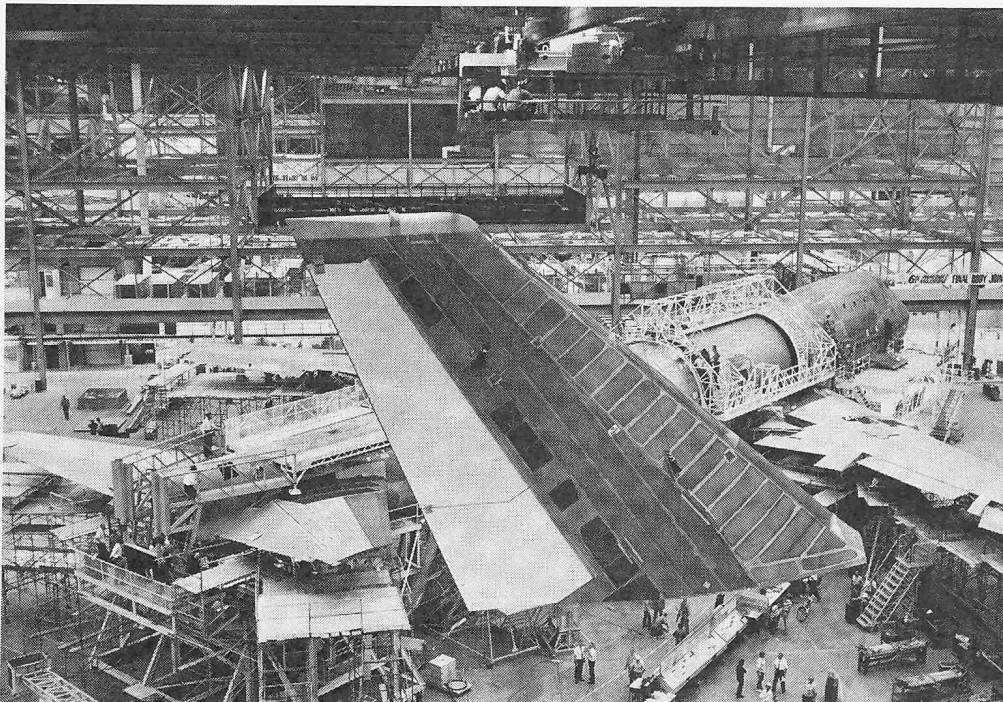


Bild 2. Der Rumpf ist vollständig zusammengefügt. Im Vordergrund wird das am Kran hängende Seitenruder an die vorgesehene Stelle am Rumpfheck gebracht

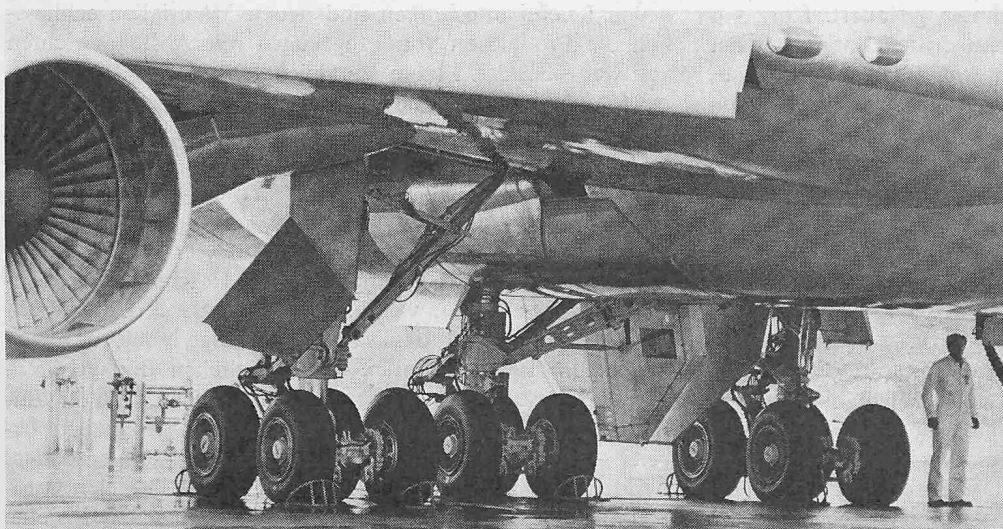


Bild 3. Ansicht des aus vier Fahrwerken mit je vier Rädern bestehenden Fahrgestells einer Boeing 747. Beachtenswert ist die grosse Breite und die beschränkte lichte Höhe des Rumpfes über Boden.

Bilder 1 bis 4 sind Werkaufnahmen von The Boeing Co. in Seattle, USA (1, 2 und 4 aufgenommen während der Montage eines Prototyps)



ansehnliche Flugleistung hinter sich gebracht (anfangs Dezember 1970 hatten 91 Flugzeuge 121 000 Flugstunden in 22 000 Flügen vollbracht und dabei 5 Mio Passagiere transportiert). Inzwischen fanden auch Erstflüge des dreistrahligen Grossraumflugzeuges McDonnell Douglas DC-10 statt. Am 29. August flog der erste und am 24. Oktober 1970 der zweite Prototyp dieses Baumusters. Das dritte Fabrikat dieser Grössenklasse (Lockheed L-1011) verliess am 1. Sept. 1970 die Montagehalle und flog erstmals am 16. November.

Bald wird auch der Flughafen Zürich-Kloten bereit sein müssen, solche Grossflugzeuge aufzunehmen. Dazu ist es erforderlich, die Kapazität der Anlagen für die Abfertigung von Passagieren und Fracht anzupassen. Während diese Anpassung, insbesondere die Bauvorhaben, sich ziemlich offen und für jedermann auffällig abspielen, müssen im Hintergrund ebenso wichtige technische Probleme gelöst werden, welche sowohl die Sicherheit als auch die Zuverlässigkeit (und somit die Wirtschaftlichkeit) solcher Grossflugzeuge entscheidend beeinflussen bzw. deren Einsatz erst ermöglichen.

Bekanntlich hat die Swissair zwei Grossraumflugzeuge des Typs Boeing 747 B und sechs Douglas DC-10 bestellt. Am 11. Oktober 1970 fand der Erstflug der Boeing 747 B statt. Am 23. Dezember 1970 erhielt dieses Flugzeug das FAA-Flugtüchtigkeitszertifikat. Von dieser Ausführung mit um 34 000 kg erhöhtem Abfluggewicht wurden bis zum 1. November 1970 von zwölf Luftverkehrsgesellschaften 43 Einheiten bestellt. Die erste für das Schweizer Unternehmen bestimmte Maschine dieses Typs (zugleich die 88. Boeing 747) flog erstmals am 13. Januar 1971, und man rechnet mit dem Überflug nach Zürich auf den 28. Februar/1. März 1971. Der Einsatz im Linienverkehr auf dem Nordatlantikkurs wird frühestens in der zweiten Hälfte März erfolgen können, denn es müssen noch Kabinen- und Bodenpersonal am Flugzeug selbst mit der neuen Aufgabe vertraut gemacht werden. Die Ablieferung der zweiten Maschine dieses Typs ist für die zweite Aprilwoche vorgesehen, so dass diese noch vor Ende des gleichen Monats dem Linienbetrieb übergeben werden kann.

Für die Ausbildung der Piloten dieser Maschine wurde bereits am 3. November 1970 in Amsterdam ein Flugsimulator in Betrieb genommen. Er wurde von der Swissair im Rahmen der Partnerschaft mit der KLM und der SAS gekauft und wird von den Gesellschaften abwechselnd be-

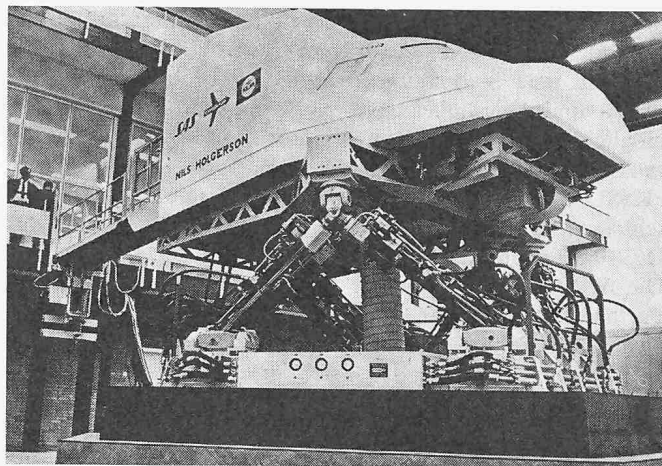


Bild 5. Flugsimulator mit sechs Freiheitsgraden für die Boeing 747. Er wurde in Amsterdam installiert und wird abwechselungsweise von der KLM, der SAS und der Swissair benutzt

nutzt, Bild 5. Der Simulator ist naturgetreu ausgeführt und mit allen Instrumenten des Flugzeuges ausgerüstet. Er kann alle möglichen Flugvorkommnisse mit Hilfe eines Elektronenrechners Sigma 2 der Scientific Data Systems nachahmen. Der Simulator ruht auf sechs hydraulischen Teleskopsäulen, welche vom Rechner gesteuert werden und der Anlage die Reaktionen einer fliegenden B 747 mit sechs Freiheitsgraden verleihen. Die Bewegungsbereiche des Simulators betragen: Nickbewegung  $+ 30$  bis  $- 25^\circ$ ; Rollbewegung  $\pm 20^\circ$ ; Gierbewegung  $\pm 20^\circ$ ; Versetzung in der Hochachse  $\pm 0,85$  m; Versetzung in der Querachse  $\pm 1,2$  m; Versetzung in der Längsachse  $\pm 1,28$  m. Er wurde von der CAE Industries Ltd., Montreal, geliefert und kostete rund 13 Mio Fr.

#### Unterhalt und Reparaturen

Die neuen Flugzeuge sind grösser, schwerer und wesentlich produktiver als die bisherigen, aber auch sehr viel teurer als jene. Demzufolge muss der Unterhalt so organisiert werden, dass bei gleichbleibender oder höherer Regelmässigkeit nicht nur der Aufwand pro tkm, sondern auch die Verlustzeiten abnehmen. Dazu bedarf es neben einer Reihe besonderer Einrichtungen auch gezielte Rationalisierungsmassnahmen. Zusätzlich zum hohen Investitionsbedarf für die Flugzeugbeschaffung belasten diese Vor-

Bild 4. Die auf Spezialfahrzeugen in die Montagehalle transportierten Triebwerke sind bereit für die Montage an der dahinterstehenden Boeing 747



kehrungen für Wartung, Unterhalt und Reparatur die relativ kleinen Luftverkehrsunternehmen besonders stark.

Um eine Mehrspurigkeit bei den regelmässigen Wartungs- und Überholarbeiten zu vermeiden und um diese möglichst rationell und mit einem Mindestbestand an Ersatzteilen durchführen zu können, hat sich die sogenannte «KSSU-Gruppe» (KLM, SAS, Swissair und UTA) entschlossen, die von ihr gesamthaft bestellten 43 Douglas DC-10-30 nach gleichem Pflichtenheft ausstatten zu lassen. Die Wartung bestimmter Teile besorgt dann jeweils ein Partner für den ganzen Flugzeugpark der Gruppe – die Swissair übernimmt beispielsweise die Überholung der Zellen und die KLM die der Triebwerke. Das entsprechende Rahmenabkommen, welches die Zusammenarbeit der vier Partner regelt, wurde am 14. Januar 1971 in Paris unterzeichnet. Diese Zusammenarbeit auf internationaler Ebene sowie der Ausbau der nötigen Einrichtungen jeder einzelnen Gesellschaft nach dem neuesten Stand der Technik werden dazu beitragen, die Wettbewerbsfähigkeit zu sichern.

Die neuen Flugzeuge weisen gegenüber den bisherigen eine wesentlich umfangreichere Elektronikausrüstung auf. Unter den neuen Geräten seien erwähnt: Das INS (Inertial Navigation System), die AWOP- (All-Weather-Operation-) Ausrüstung und das AIDS (Aircraft Integrated Data System). Eine zeitraubende Handkontrolle der zahlreichen und umfangreichen Anlagen wird praktisch untragbar, so dass sich automatische Prüfeinrichtungen aufdrängen. Dies wurde im Falle der DC-10 bereits durch das BITE (Built-In Test Equipment) teilweise berücksichtigt. Ausserdem hat die Swissair kürzlich das ATEC (Automatic Test Equipment Complex) in Betrieb genommen<sup>1)</sup>. Damit kann der Aufwand an Handarbeit bei solchen Prüfungen erheblich verringert werden.

Da voraussichtlich pro Flugstunde mehr produktive Arbeitsstunden zu leisten sein werden, müssen auch die administrativen Abläufe überprüft und rationalisiert werden.

<sup>1)</sup> Siehe F. Hottinger: Eine rechnergestützte Prüfeinrichtung für Flugzeugelektronik, SBZ 88 (1970), H. 39, S. 878–883.

den. So ist vorgesehen, die Sammlungen der technischen Handbücher durch Mikrofilmkassetten mit den zugehörigen Lesegeräten zu ersetzen. Ferner sind umfassende Untersuchungen im Gange, um zielgerichtete und raschere Führungsinformationen über das gesamte Gebiet der Unterhaltstätigkeit und Materialbewirtschaftung mit Hilfe elektronischer Datenverarbeitung zu erarbeiten.

### Werfthalle III

Mit der kürzlich beendeten Vergrösserung der Werft I<sup>2)</sup> wurde der für die Wartung beider Boeing 747 B nötige Raum bereitgestellt. Für die Überholung der DC-10-Zellen aller KSSU-Partner muss dagegen von der Swissair der nötige Platz bis im Frühjahr 1973 noch zur Verfügung gestellt werden. Dazu wird es unumgänglich, eine neue Werfthalle zu erstellen.

Nachdem das neue Konzessionsprojekt 1980 des Flughafens Zürich festgelegt war, welches der Bauentwicklung des Technischen Betriebes der Swissair das Areal zwischen der heutigen Werft II und der Glatt sowie beidseits der Glatt bis etwa 700 m unterhalb der Kläranlage Opfikon-Kloten zuwies, konnte die Anordnung der neuen Bauten vorgenommen werden. Logischerweise war vorgesehen, die Torfront der Werft III (Pos. 1 in Bild 6) in die Verlängerungslinie der Torfront der Halle II (Pos. 2 in Bild 6) zu legen, um keine vorspringende Ecke zu erhalten, die eine Gefährdung der parallel zur Halle rollenden Flugzeuge darstellen würde. Da die Hallentiefe mit Anbauten 40 m grösser ist als die entsprechende der Werfthalle II, musste zu diesem Zweck eine Teilrodung des Oberhauwaldes (3 in Bild 6) beantragt werden, die aber vom Regierungsrat nach langwierigen Verhandlungen im September 1969 abgelehnt wurde.

Die neue Halle kommt daher 40 m vor die Halle II zu stehen; um den Sicherheitsvorschriften zu genügen, muss die Landeschwelle der Blindlandepiste bei Einflug über

<sup>2)</sup> Vgl. P. Huber: Die Entwicklung im Flugzeughallenbau auf dem Flughafen Zürich-Kloten, SBZ 88 (1970), H. 39, S. 874–878.

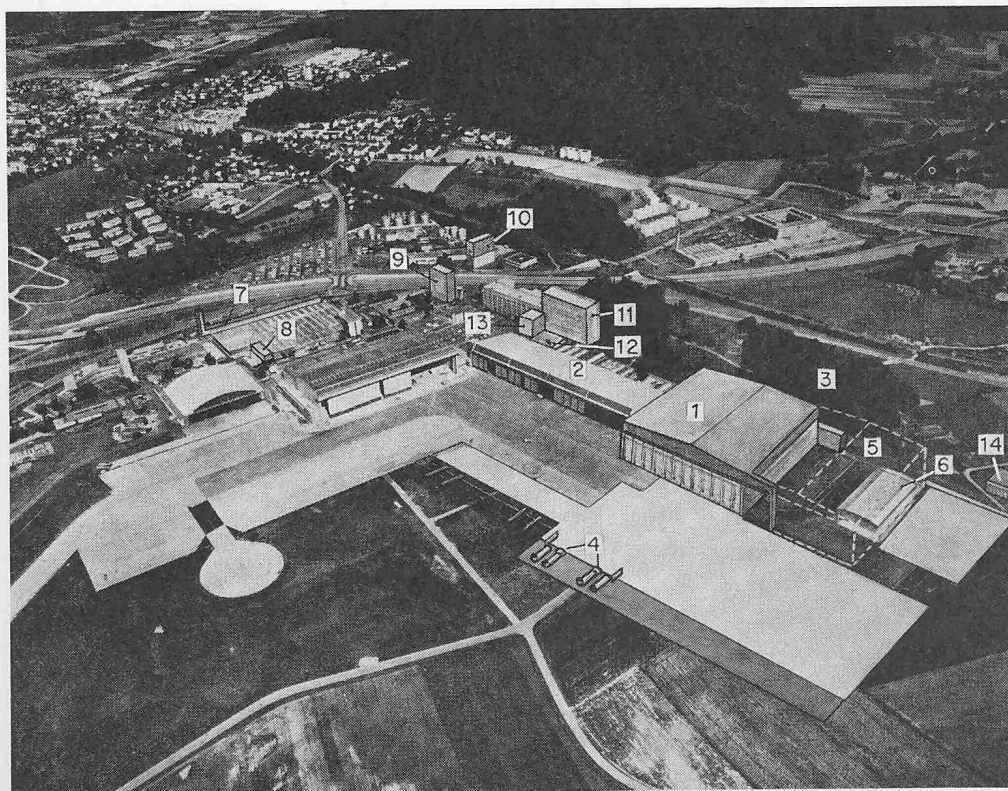


Bild 6. Flugaufnahme gegen Osten des gesamten technischen Areals auf dem Flughafen Zürich-Kloten mit eingezeichneten Neubauten

- 1 Werfthalle III (im Bau)
- 2 Werfthalle II
- 3 Oberhauwald
- 4 Standlauf-Schalldämpferanlage
- 5 Erweiterung der Werft III (geplant)
- 6 Hangar für Kleinflugzeuge (bereits versetzt)
- 7 Neuer Motorenprüfstand
- 8 Erweiterung der Motorenwerkstatt
- 9 Neues Dienstgebäude
- 10 Aufgestocktes Schulgebäude
- 11 Erweiterung des Zentrallagers
- 12 Neue Fahrwerk-Werkstatt
- 13 Bürohaus für die Werften II und III
- 14 Geplante Energiezentrale



Opfikon zu gegebener Zeit um 930 m nach Norden verschoben werden. Eine weitere Folge dieser Ablehnung, die auch erhebliche Mehrkosten verursacht, ist die aus Platzgründen nötige Verschiebung der heutigen DC-8-Standlauf-Schalldämpferanlage 4.

Die Werft III wird folgende Abmessungen aufweisen: Lichte Breite zwischen den Pfeilern 124 m, lichte Tiefe von der Torfront bis zum 8 m breiten Verkehrsgang 124 m, Torhöhe und Kranhakenhöhe 26 m, höchste Gebäudehöhe 42 m, überbaute Fläche 18 000 m<sup>2</sup>, umbauter Raum 710 000 m<sup>3</sup>. Es ist vorgesehen, später neben diesem Bau als zweite Etappe eine weitere Halle mit ähnlichen Abmessungen anzuschliessen (Pos. 5 in Bild 6); aus diesem Grund wird das Pfeilerpaar in der südwestlichen Fassade der Werft III so ausgebildet, dass es später die halbe Dachlast der anzuschliessenden Halle IV aufnehmen kann.

Im hinteren Bereich der Halle sind in beiden Ecken, anschliessend an den Verkehrsgang, dreistöckige Einbauten mit einer Gesamtfläche von rund 16 × 16 m für Werkstätten, Betriebsbüros, Magazine, Aufenthaltsräume und sanitäre Anlagen vorgesehen. Je ein Treppenhaus mit Waren- und Personenaufzügen, die bis in das 6. bzw. in das 7. Obergeschoss geführt werden, ermöglichen den Zugang zu den Flugzeugdocks sowie zum fünfgeschossigen Bürotrakt beim Südwesteinbau und zum einstöckigen Büro- und Garderobentrakt. Dieser eingeschossige Einbau ist 112 m lang und schliesst an den fünfgeschossigen Bürotrakt an, der bei einer Länge von etwa 40 m um 22 m über die Westseite der Halle hinausragt.

In Hallenmitte wird vorerst im Verkehrsgang ein gemauertes Magazin von 12 m Länge für brennbare Flüssigkeiten anschliessend an das Werkzeugmagazin und Radlager von gesamthaft 36 m Länge vorgesehen. Der Keller unter dem hinteren Teil des Hallentraktes enthält eine Transformatorenstation mit Niederspannungsschaltanlagen, eine Heizungsunterstation, die Verteilung von Druckluft und Wasserleitungen sowie die Feuerlöschanlage.

Die Dachkonstruktion ist ein orthogonales Kreuzwerk mit Maschenweite von 9 × 9 m, das durch ein Satteldach von 4,5 % Neigung aus profilierten Blechplatten abgedeckt ist, auf denen die wasserdichte Dachhaut aufliegt. Kranträger für drei 10-t-Krane und drei Seilsicherungsbrücken für 1 t Nutzlast werden an der Dachkonstruktion aufgehängt und so angeordnet, dass die Laufkatzen die ganze Hallenfläche bedienen können.

In der Torfront von 205 m Breite ist eine einzige,

asymmetrisch angeordnete Stütze vorgesehen, so dass die Öffnungen 78 bzw. 122 m breit sein werden. Die gewählten Abmessungen der neuen Halle gestatten die bestmögliche Ausnützung der gedeckten Fläche. Infolge der hohen und insbesondere bei der DC-10 arbeitsintensiven Flugzeughecks werden die mehrstöckigen Dockbauten direkt mit der Werft-rückwand verbunden.

Der Kostenvoranschlag für die Halle mit allen Ein- und Anbauten beträgt rund 74 Mio Fr. und stellt das grösste bisherige Bauvorhaben der Swissair dar. Mit der Pfählung und den Foundationen wurde Anfang August 1970 begonnen; die Inbetriebnahme ist für den 1. März 1973 geplant.

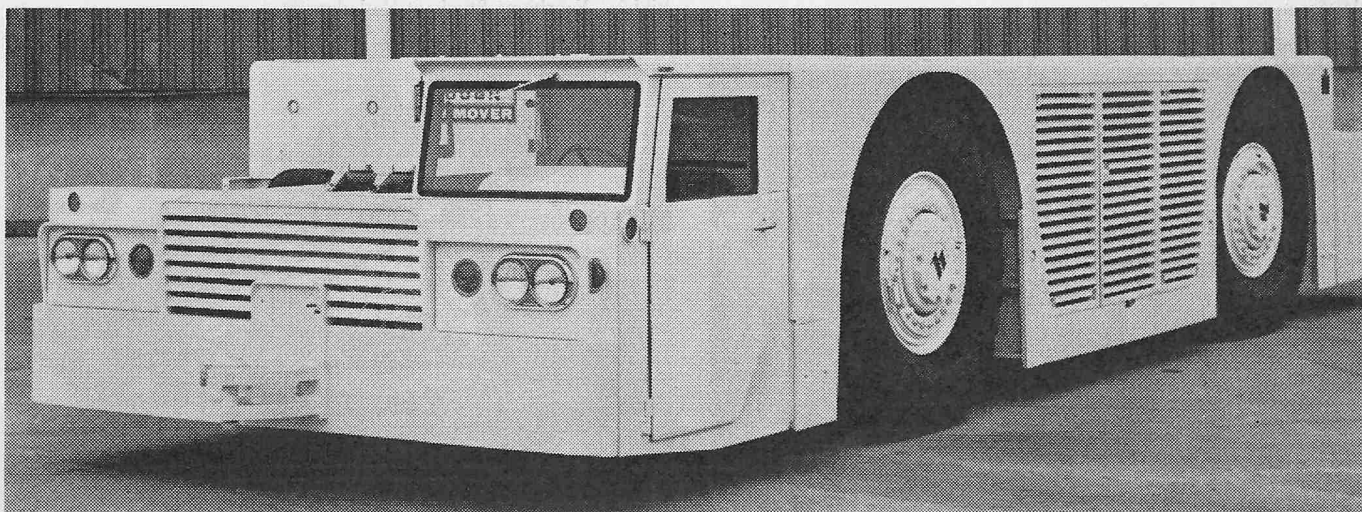
Der Kleinflugzeughangar 6 (Bild 6) für Schulflugzeuge der SLS musste dem Neubau weichen und kommt beim Frachthof zu stehen. Für die Verschiebung ergab sich ein interessantes Transportproblem, denn das rund 100 t schwere Dach wurde mit allen Installationen mittels vier Kranen auf vier Tiefgangwagen abgesetzt und dann zum neuen Standort befördert.

### Bodeneinrichtungen

Die Bewegung der Grossraumflugzeuge am Boden ohne eigene Kraft stellt besondere Probleme, denn deren Gewicht übersteigt das Leistungsvermögen der bisher eingesetzten Schleppfahrzeuge. Daher wurden bereits frühzeitig von den Luftverkehrsgesellschaften Pflichtenhefte für die Beschaffung von *Schleppern* zu diesem Zweck erarbeitet. Unter den besonderen von den neuen Konstruktionen zu erfüllenden Bedingungen seien erwähnt: Die Leistung muss genügen, um die fast 500 t schweren Flugzeuge zu schleppen bzw. zu stossen; wegen der grossen Abmessungen der Rümpfe und der beschränkten Platzverhältnisse (vgl. Bild 3) müssen sie die Flugzeuge auf allen Seiten unterfahren können; aus den gleichen Gründen sollen sie ausgezeichnete Manövrierfähigkeiten aufweisen, damit sie auch in den Hallen gefahrlos eingesetzt und aus möglichen Engpässen leicht herausgefahren werden können.

Nach eingehenden Untersuchungen hat sich die KSSU-Gruppe für die Beschaffung des Schlepptraktors Typ Paymover T-800 S der International Harvester entschlossen (Bild 7). Der Preis dieser Fahrzeuge beträgt rd. 520 000 Fr. je Einheit. Die Swissair wird vier solche Schlepper einsetzen, davon zwei in Zürich und je einer in Genf und New York. Die bestellten Fahrzeuge sind 9 m lang und 2,70 m breit bei einer Höhe von nur 1,55 m (bei gesenkter

Bild 7. Schlepper für Grossraumflugzeuge. Der 60 t schwere Schlepper (90 t mit Ballast) ist nur 1,55 m hoch und kann Flugzeuge mit einem Gewicht bis zu 450 t schleppen bzw. stossen



Fahrerkabine). Diese lässt sich um 0,45 m hydraulisch ausfahren, um dem Fahrer eine bessere Übersicht zu geben. Das Gewicht beträgt 60 t, mit zusätzlichem Ballast 90 t.

Jede Achse wird über ein Lastschaltgetriebe und Drehmomentwandler von einem 300-PS-Dieselmotor angetrieben. Da die beiden Antriebe nicht gekuppelt sind, kann bei Leerfahrten oder beim Schleppen von leichteren Flugzeugen wie die DC-8 eine Antriebsgruppe stillstehen. Die gesamte Zugkraft beträgt 30 Mp und genügt, um Flugzeuge mit einem Gewicht von 450 t zu schleppen bzw. zu stossen. Die Arbeitsgeschwindigkeit beträgt 16 km/h, bei Leerfahrten bis 32 km/h.

Um dem Fahrzeug die erwünschte Wendigkeit zu verleihen, wurde es mit dreierlei Lenkungsmöglichkeiten versehen:

1. Herkömmliche Vorderradlenkung für den normalen Betrieb
2. Allradlenkung, um dicht an Hindernissen vorbeizukommen
3. Schräglauf («Krebstgang»), um auch ohne gefährliche Manöver aus Ecken herauszukommen.

Zur Stromversorgung der Flugzeuge während des Schleppens ist das Fahrzeug mit einem 90-kVA-Bodenaggregat ausgerüstet. Die Ausgangsspannung beträgt 115/200 V und die Frequenz 400 Hz.

Die grosse Menge Fracht, die von Grossraumflugzeugen transportiert werden kann, zwingt auch zu einer Beschleunigung der Be- und Entladevorgänge, um die Verweilzeit am Boden möglichst zu verkürzen. Zu diesem Zweck hat die Swissair acht fahrbare *Paletten-Hebebühnen* (Bild 8) bestellt; davon werden fünf in Zürich und drei in Genf eingesetzt. Die Anlagen werden von der FMC Corporation in Kalifornien geliefert und eignen sich auch zur Abfertigung aller heute üblichen Frachtflugzeuge. Als wichtigstes Merkmal weisen diese 8 t schweren Hebebühnen zwei Plattformen auf. Die Hauptplattform hebt die Behälter bzw. die Paletten bis auf die Höhe der Frontplattform. Diese wird an der Schwelle zum Frachtraum des Flugzeuges befestigt und bleibt somit immer genau auf der Höhe des Frachtraumbodens, auch wenn sich das Flugzeug während des Be- oder Entladens leicht senkt oder hebt. Die erste dieser Anlagen steht seit dem 3. Dezember 1970 in Betrieb.

Neben den Hebebühnen mussten zusätzlich fünf *Stückgut-Verladegeräte* beschafft werden, welche ebenfalls für beide zukünftigen Grossflugzeugtypen Verwendung finden

müssen (Bild 9). Diese wurden von der Firma Frech in Sissach konstruiert; die Höhe des Förderbandes kann am unteren Teil verstellt werden, ohne die Lage des oberen Endes zu verändern.

Die Swissair-Ausführung der Boeing 747 B wird 353 Passagieren Platz bieten; bei den DC-10 werden es rund hundert weniger sein. Die grosse Anzahl Fluggäste setzt eine entsprechende Menge Verpflegung voraus, welche rationell nur mit besonders konstruierten Fahrzeugen umgeschlagen werden kann. In Zürich sollen sieben, in Genf vier solche *Verpflegungswagen* eingesetzt werden. Es handelt sich um strassengängige 10-t-Lastwagenfahrgerüste, versehen mit einem geschlossenen Aufbau, der hydraulisch bis auf die entsprechende Höhe (5,20 m) gehoben werden kann. An der Vorderseite weist der Lastaufbau eine Verbindungsplattform auf, über welche die Be- und Entladung des Flugzeuges erfolgt. Diese Plattform kann nach beiden Seiten geschwenkt werden, so dass das Fahrzeug auch schräg zum Flugzeug stehen kann.

Die vielen Passagiere bringen auch eine entsprechende Menge Gepäck mit sich, die in möglichst kurzer Zeit umgeschlagen werden muss. Wegen des grossen Zeitaufwandes wird das Gepäck nicht mehr wie bisher einzeln von Hand verstaut, sondern bereits in der Abfertigungshalle in besonders zu diesem Zweck konstruierten Behältern (Container) untergebracht. Die *Gepäckbehälter* werden dann mit Spezialfahrzeugen zum Flugzeug gebracht und im dazu vorgesehenen Raum verstaut. Die Ladebrücken dieser Fahrzeuge sind um 90° schwenkbar, so dass die Behälter verladen werden können, ohne den Zug auseinander zu kuppeln. Die Behälter werden von der Firma Fokker/VFW geliefert; die bestellte Anzahl beträgt 108, wovon versuchsweise die eine Hälfte aus Aluminium und die andere aus glasfaserverstärktem Kunststoff besteht. Da für die DC-10 etwa die fünf- bis sechsfache Anzahl benötigt wird, beabsichtigt man, diese erste Lieferung im Einsatz eingehend auf das Material hin zu prüfen, um erst dann über die Beschaffenheit der weiteren Einheiten zu entscheiden.

Die Höhe der Türschwellen zu den Kabinen beträgt bis zu 5,50 m. Es werden daher neue fahrbare *Passagier-treppen* benötigt, und zwar sieben für Zürich, vier für Genf und zwei für Basel. Sie werden von der Firma Gebr. Frech in Sissach gebaut und weisen einige besondere Merkmale auf. Die Breite zwischen den Handläufen beträgt 1,65 m; wegen der grossen Höhe müssen sie eine Zwischen-

Bild 8. Fahrbare Paletten-Hebebühne. Rechts die obere, an der Türschwelle zum Frachtraum zu befestigende Plattform; links die Hebeplattform

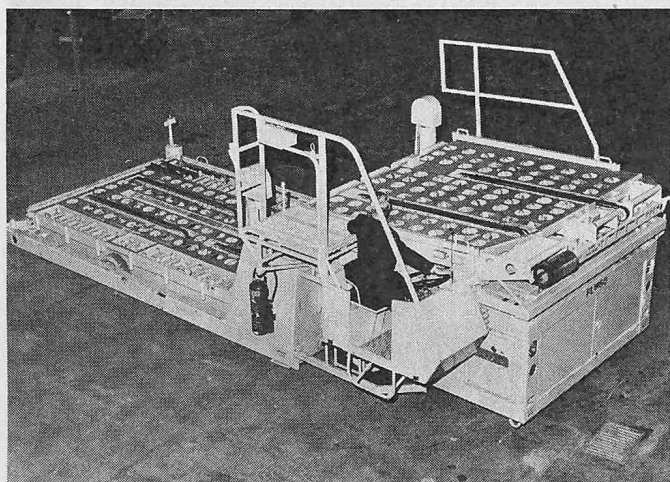


Bild 9. Fahrbares Stückgut-Verladegerät





plattform aufweisen, siehe Bild 10. Die oberste Plattform kann seitlich um  $30^\circ$  geschwenkt werden, so dass sie einer allfälligen Schrägstellung der Türöffnung angepasst werden kann. Eine Neuerung stellt die vertikale Verstellmöglichkeit der oberen Plattform dar; deren Höhe kann verstellt werden, ohne die Lage der ganzen Treppe anpassen zu müssen.

Diese kurze Übersicht, die bei weitem nicht vollständig ist, will einen kleinen Einblick in die Anstrengungen vermitteln, die technisch und finanziell nötig sind, damit ein Luftverkehrsunternehmen sich international behaupten und konkurrenzfähig bleiben kann. Wenn man bedenkt, dass die Swissair im Vergleich zu anderen Luftverkehrsgesellschaften ein kleines, rein privatwirtschaftlich aufgebautes Unternehmen ist, welches weder Zuschüsse noch Subventionen erhält, so kann man ihr wahrlich Mut und Vertrauen in ihre eigenen Kräfte bezeugen, mit denen sie hofft, die wohl mit vielen Problemen behaftete Zukunft zu bewältigen.

M. Künzler

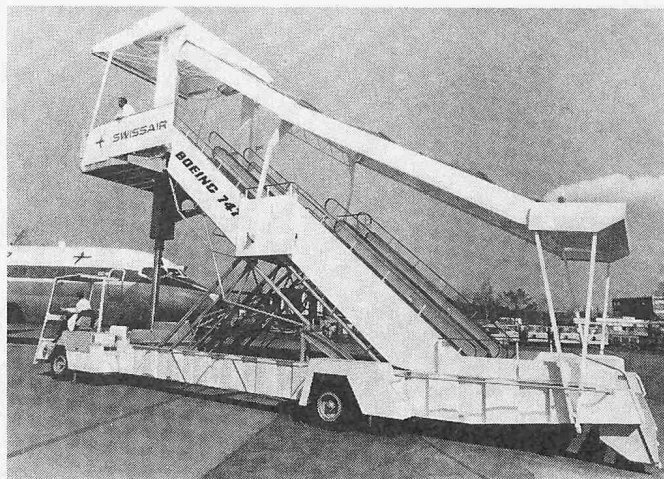


Bild 10. Prototyp der neuen fahrbaren Passagiertreppe. Die oberste Plattform kann bis auf rund 5,50 m gehoben und seitlich um  $30^\circ$  geschwenkt werden

## Klimaanlagen im neuen Rhein-Main-Flughafen Frankfurt

DK 628.8:656.71

Das neue Terminal West dieses Flughafens, das einschliesslich Einrichtung rund 700 Mio DM kostet, ist das zurzeit grösste Bauvorhaben auf dem Gebiet der Klima- und Lüftungstechnik in Europa. Davon konnte im Januar 1970 der erste Teil der neuen Empfangsanlage seiner Bestimmung übergeben werden; die ganze Neuanlage soll im Herbst 1971 fertiggestellt sein. Eine eingehende Beschreibung der Klimaanlagen findet man in «Heizung, Lüftung, Klimatechnik» VDI 22 (1971), H. 1, S. 2—8. Die Hauptdaten sind: Gesamtkälteleistung 22,2 Mio kcal/h, Kaltwasserstrom 2970 m<sup>3</sup>/h bei 6/13,5 °C, Kühlwasserstrom 4320 m<sup>3</sup>/h bei 27/33,4 °C, Kältemittelfüllung 12 600 kg Freon R 12. Sechs zweistufige Turboverdichter mit Zwischenkühlungen, die von wassergekühlten Drehstromkurzschlussläufer-Motoren von je 850 kW bei 1500 U/min über Zahnradgetriebe angetrieben werden, leisten je 3,7 Mio kcal/h bei 5700 U/min. Sechs Kühltürme, bestehend

aus je zwei Einheiten, sind für eine Wärmeaustauschleistung von 4,6 Mio kcal/h (insgesamt 27,6 Mio kcal/h) bemessen. Deren Ventilatoren verbrauchen je 2 · 18,5 kW (insgesamt 222 kW). Diese Ventilatoren werden automatisch derart gesteuert, dass bei fallendem Kältebedarf die Temperatur des in die Verflüssiger eintretenden Kühlwassers sinkt und sich so das Druckverhältnis der Verdichter verringert. Auf diese Weise wird eine niedrige Pumpgrenze erreicht. Insgesamt bestehen 385 Lüftungs- und kältetechnische Anlagen (davon rund 115 Vollklimaanlagen, 50 Teilklimaanlagen und rund 220 Be- und Entlüftungsanlagen). Vom gesamten bewegten Luftstrom von rund 18 Mio m<sup>3</sup>/h werden 7,6 Mio m<sup>3</sup>/h voll klimatisiert, rund 2,8 Mio m<sup>3</sup>/h teilweise klimatisiert, rund 5,0 Mio m<sup>3</sup>/h be- und entlüftet und rund 2,4 Mio m<sup>3</sup>/h in besonderen Luftaufbereitungszentralen gefiltert und erwärmt. Ein ausgedehntes Netz von regeltechnischen Einrichtungen sorgt für automatischen Betrieb.

## Autobahn-Tankstelle und -Raststätte «Restauroute 3-Stern» Kölliken-Nord

DK 725.38:725.71

Ende September 1970 wurde an der Nationalstrasse 1, Richtung Bern, bei der Autobahnausfahrt Kölliken nach Aarau die Tankstelle und Raststätte «Restauroute 3-Stern» eröffnet. Die Anlage wurde im Baurecht durch Mitglieder des Aargauischen Autogewerbe-Verbandes (Autogewerbe-Tankstelle Kölliken AG) in Auftrag gegeben. Den Betrieb hat die Restauroute Kölliken AG übernommen. Von dieser stammt auch das Betriebskonzept. Dieses sieht gegenüber den bisher üblichen Autobahnbetrieben verschiedene Serviceneuerungen vor und ist rationell organisiert. Die Anlage wurde auf 30 Jahre hinaus geplant (solange währt der Baurechtsvertrag), wobei mit einer Jahresfrequenz von rund 500 000 Gästen gerechnet wird.

An der Autobahn Zürich—Bern ist der quer zur Fahrbahn gestellte Baukörper in der offenen Landschaft nicht zu übersehen. Er tritt zweigeschossig in Erscheinung, enthält aber im Vertikaltrakt vier Geschosse. Ein Untergeschoss enthält Telephonanlage, Toiletten (samt Kinder-WC und Wickeltisch) und Duschaum, Personalgarderobe mit WC und Dusch; Kontrolluhr, Heizungszentrale, Warmwasserversorgung und Entlüftung, weitere Betriebseinrichtungen sowie Kühl- und Gefrierräume, Lager- und

Abstellräume und Warenannahme (mit Transportzug zur Küche im 2. Stock). Das Erdgeschoss belegt die knappe Gebäudegrundfläche (5600 m<sup>2</sup>) durch die vom Restaurant überkragende Tankstellenhalle (zehn Tanksäulen) und dem kompakten Baukörper mit Tankwartraum, Sanitätszimmer, Hotel-Buchungsstelle, Laden und Vestibül. Von diesem führen eine Treppe und zwei Aufzüge zunächst in die Cafeteria (für Kurzbesucher mit Thekenbedienung). Ebenfalls im 1. Stock befinden sich Nachtdienstzimmer und Gerantenbüro. Den horizontalen baulichen Akzent bildet das 2. Geschoss, in welchem der Restaurationsbetrieb mit Snack-Bar (zehn bis zwölf Plätze, Thekenbedienung) und das vollbediente Restaurant (120 Plätze, 28 Tische) samt Küchenanlage, Personalraum, zweitem Nachtdienstzimmer, Toiletten u. a. untergebracht sind.

Die Höhenlage des Restaurants lässt Bodenfläche für Parkplätze gewinnen, bildet die Tankstellenüberdachung, mildert die Immissionen von Lärm und Abgasen und gewährt einen Ausblick in das landschaftlich reizvolle Suhrental.

Die betriebliche Disposition der Raststätte erlaubt es, den Personaleinsatz der Gästefrequenz anzupassen, die sich