

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 83 (1965)
Heft: 50: Hochhaus Zur Palme in Zürich

Artikel: Die elektrischen Anlagen des Hochhauses "zur Palme"
Autor: Spieser, Robert
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-68328>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

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

m³/h) sowie im WC im 1. Kellergeschoss (350 m³/h). Die Lüftungsanlagen sind von der Firma Wanner AG, Horgen, ausgeführt worden.

3. Die Heizungsanlage

Die von der Firma Berchtold & Co., Thalwil, endgültig projektierte Heizungsanlage besteht aus einer Kesselzentrale mit drei gleichen Einheiten, einem primären Heizwasserkreislauf mit zwei Umwälzpumpen und vier sekundären Gruppen mit eigenen Umwälzpumpen und Einrichtungen für die individuelle Einstellung und automatische Regelung der Vorlauftemperatur. Bild 5 zeigt das vereinfachte Schaltschema.

In der Heizzentrale, die sich im ersten und zweiten Kellergeschoss befindet, sind drei Omnical-Dreizug-Rauchrohr-Heizwasserkessel mit einer Heizleistung von je 1 Mio kcal/h aufgestellt, die für automatische Ölfeuerung eingerichtet sind. Sie arbeiten mit den Heizwassertemperaturen 90 bis 110 °C im Vorlauf und maximal 90 °C im Rücklauf. Von den beiden Umwälzpumpen des primären Kreislaufs fördert die grössere 100 m³/h bei 8,8 m Förderhöhe (Leistungsbedarf 4,3 PS) und die kleinere 50 m³/h bei 6,9 m Förderhöhe (1,6 PS). Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die verschiedenen Wärmeverbraucher.

Die Verbrauchergruppe I umfasst die «Crittal»-Decken- und Fussbodenheizungen im Treppenhaus sowie im Erdgeschoss und im 1. Obergeschoss, die bei der vollen Heizleistung von 96 000 kcal/h mit den Temperaturen 50/35 °C arbeitet (Pumpendaten: 6,4 m³/h; 6,5 m, 0,65 PS). Die Vorlauftemperatur wird durch eine automatische Rücklaufbeimischung dem jeweiligen Wärmebedarf entsprechend geregelt.

Die Gruppe II besteht aus den Radiatorenheizungen in den Obergeschossen 3 bis 11 mit einem grössten Wärmebedarf von 462 000 kcal/h, Heizwassertemperaturen 90/70 °C, Heizwassermenge 23,1 m³/h. Zur Umwälzung und Regelung der Vorlauftemperatur dienen zwei gleiche Pumpen, jede für 24 m³/h, 7,7 m und 1,5 PS Motorleistung.

Die Gruppe III gliedert sich in eine Untergruppe IIIa, umfassend die Radiatorenheizungen im 12. und 13. Obergeschoss mit eigener Umwälzpumpe für die Rücklaufbeimischung, und in eine Untergruppe IIIb für die Lufterhitzer der Mieteranlagen im Hochhaus. Ausserdem ist an diese Gruppe die Abwartwohnung im 3. Obergeschoss (IIIc) mit eigener Umwälzpumpe angeschlossen. Die Vorlauftemperatur verändert sich automatisch je nach Aussentemperatur im Bereich von 55 °C (bei +12 °C) bis 95 °C (bei -15 °C). Die Daten der Gruppenpumpen sind 20,5 m³/h, 6 m, 1,0 PS.

Die Gruppe IV arbeitet mit 60 bis 110 °C im Vorlauf und maximal 80 °C im Rücklauf. Zur Verfügung stehen zwei Umwälzpumpen, eine grössere für 72 m³/h, 10 m, 3,6 PS Leistungsbedarf und eine kleinere für 40 m³/h, 7,1 m, 1,45 PS. Sie versorgt die folgenden Untergruppen: a) die Radiatorenheizungen im Westtrakt des Erdgeschosses und des 1. Obergeschosses; b) dasselbe im Nordtrakt; c) dasselbe im Osttrakt; d), e) und f) die Lufterhitzer der verschiedenen Mieteranlagen; g) bis k) die Vor- und Nachwärmer der vier Zuluft-Apparate im Traggesschoss; l) bis p) verschiedene Lufterhitzer für Garagen, Luftschutzräume und Restaurant.

Als Besonderheit sei hervorgehoben, dass die Heizkörper mit thermostatischen Radiatorventilen ausgerüstet sind, was im Zeitpunkt der Ausführung noch neu war.

4. Erfahrungen mit der Hochhausanlage

Es ist sehr interessant festzustellen, dass die Wirkung der Frischluftkonditionierungsanlage weitgehend die Vollklimaanlage ersetzt. Durch das Einblasen von konditionierter Frischluft mit einer Temperatur von 18 °C ergibt sich bei rd. dreifachem Luftwechsel (auf den Büroraum bezogen) bereits eine beträchtliche Kühlwirkung. Rechnet man noch die Speicherwirkung der vielen Betonteile dieses Baues hinzu, so ist klar, dass nur an extrem warmen Tagen eine Vollkühlung gewünscht wird.

Der Anschluss der Umluftgeräte setzt von Anfang an ein fertig ausgebautes Kühlnetz mit den entsprechenden Kälte- und Kühlturm-Aggregaten voraus. Meldet sich nur eine geringe Zahl von Anschlussnehmern, so entsteht für diese eine verhältnismässig hohe Belastung für den Ausbau einer Anlage zur Vollklimaanlage. Das ist mit ein Grund, warum man nur in wenigen Fällen die Umluftapparate angeordnet hat. Bei allgemein steigender Tendenz für Mietpreise dürften aber mit der Zeit die Anschlusspreise für Umluftapparate eine kleinere Rolle spielen, so dass sicher mehr Interessenten für den Einbau von Umluftgeräten gefunden werden. Dies trifft vor allem für die Räume auf der Süd- und Westseite zu.

Bei ähnlicher Planung in der Zukunft müsste man den Ausbau des Kühlnetzes für Umluftapparate stärker in den festen Mietpreisen berücksichtigen. Dadurch würde die Frage des Anschlusses leichter zu lösen sein.

Adresse des Verfassers; W. Ziemia, Dr. sc. techn., 8002 Zürich, Seestrasse 105

Die elektrischen Anlagen des Hochhauses «zur Palme»

DK 621.316:628.92./97

Von Prof. R. Spieser, dipl. El.-Ing., Zürich

Die folgende Berichterstattung will vorwiegend über Verhältnisse orientieren, die in baulicher, betrieblicher oder organisatorischer Hinsicht neue Aufgaben und Lösungen mit sich gebracht haben. Besonders wird auch der Zusammenhang zwischen Elektroanlagen und Baukonstruktion ins Auge gefasst.

A. Energieversorgung

Es lag sowohl im Interesse des Bauherrn wie des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich (EWZ), eine geräumige Transformatorenstation im Untergeschoss unterzubringen, mit einem Grundflächenbedarf von 55 m² bei 3,3 m Höhe. Zwei Transformatoren von je 1000 kVA Nennleistung stehen zu gleichen Teilen für die Bedürfnisse des Hochhauses einerseits und für Nachbarquartiere des EWZ-Netzes zur Verfügung, das damit über eine sehr starke «Kraft-Basis» mit hoher Versorgungs-Sicherheit verfügt. Der Transport der 2,5 m³ umfassenden und 2,5 t schweren Transformatoren erfolgte durch 4 m² weite Bodenöffnungen über der Station mittels Spezial-Transport- und Hub-Fahrzeugen des EWZ. Die ganze Liegenschaft Palme verfügt somit über 800 kW «Basis»-Leistung in der Trafostation, die zurzeit zu rd. 50% ausgenutzt ist.

Zur Kühlluft-Zu- und Ableitung im Traforaum sind Kanäle vom Erdgeschoss her und dorthin zurück zu führen; bei Trafo-Vollast wären 26 kW Verlustleistung mit natürlichem Luftstrom abzuführen, was rd. 1 m² Strömungsquerschnitt erfordert. Luftschall tritt dank geräuscharmer Trafo-Konstruktion, hohem Tagesgeräuschpegel und schwacher Wohndichte der Umgebung keinesfalls in störendem Mass aus der Station, auch nicht Körperschall in die der Station benachbarten Räume.

Langjährige Erfahrung im Bau und Betrieb der vom EWZ verwendeten Trafo-Konstruktionen erlauben dem Werk den Verzicht auf

die bei andern Werken noch stark verbreiteten Öl-Sickergruben unter den Trafo-Standorten, mit angeschlossenen Drainage-Leitungen, was eine bedeutende bauliche Vereinfachung ergab.

B. Anschlusswerte und Verbrauch

Die zu versorgenden Räume mit rund 25 000 m² totaler Grundfläche gliedern sich überschlägig gesehen in ³/_s Mietfläche und ²/_s Eigen- oder Hausfläche. Unter «Haus» ist forthin derjenige Anlageteil zu verstehen, der betrieblich und kostenmässig unter die Hausverwaltung fällt. Die Differenz zwischen «Total» und «Haus» entfällt auf die Gruppe «Mieter».

Nach einem bereits als «normal» zu bezeichnenden Betriebsjahr vom 1. Juni 1964 bis 1. Juni 1965 können folgende elektrische Belastungs- und Verbrauchswerte, insgesamt und spezifisch je m² und je «Insasse» genannt werden: («Insasse» = Anzahl im Gesamtbau Beschäftigte, ohne Restaurant-Gäste, Tankstellenbenutzer und Besucher):

1. Gerundete Anschlusswerte (AW) in kW und W

	total kW	pro m ² W	pro Person W
Beleuchtung, alles eingeschlossen	500	20	600
Aufzüge	250	10	300
Heizung, Ventilation, Klima (ohne Kühlung), Sanitär- Motoren	120	5	150
Kühlanlage	400	16	500
Wärme-Apparate (Boiler)	60	3	70
Summe:	1330	54	1620

2. Gerundete *Belastungswerte* (Höchstlasten), total und in %

	Ganze Anlage		Haus-Anlage	
	kW	% AW	kW	% AW
Winter-Höchstlast	390	30	120	~30
Sommer-Höchstlast	360	27	210	~60*

* Der hohe Sommeranteil der Belastung «Haus» beruht auf dem Betrieb der Klimaanlage für Raumkühlung.

3. Gerundete *Verbrauchswerte* (Jahreskonsum) total und in %

	Ganze Anlage		Haus-Anlage	
	Total MWh	pro Pers. kWh	Total MWh	% v. Total
Tagverbrauch (6 bis 20 h)	1060	1300	400	38
Nachtverbrauch (20 bis 6 h)	170	200	140	80
Total:	1230	1500	540	45

(1 MWh = 1000 kWh)

C. **Tarife und Zählung**

Für alle Bezüger (Hauseigentümer und Mieter) kommen reguläre Energietarife des EWZ zur Anwendung. Als Sonderlösung im Zusammenhang mit dem Blind-Energieverbrauch der Mieter ist folgende Vereinbarung zustande gekommen: Der gesamte Blindbezug des Hauses wird am Ursprung der Versorgung messtechnisch erfasst und durch eine Gruppe von Kondensatoren (Abschnitt H) so geregelt, dass der vertragliche Monats-Mittelwert von 0,85 des Leistungs-Faktors nicht unterschritten wird. Diese auf Baukosten gerechnete Kompensationsanlage erspart den Mietern die Installation und die Miete der Blindenergiezähler, weiter den Einbau von Einzel- oder Gruppen-Kondensatoren bei Fluoreszenz-Lampen, Motoren und andern Verbrauchern mit erheblichem Blindbezug und schliesslich Verrechnungs-Komplikationen bei tieferem Leistungsfaktor. Dem Werk erwachsen aus dieser dem Abonnenten entgegenkommenden Regelung organisatorische Vorteile ohne finanzielle Einbussen.

D. **Starkstrom-Verteilung**

Das Starkstrom-Hauptschema (Bild 1) zeigt die Gliederung der Gesamtanlage von der Hochspannungs-Zuführung des EWZ bis zu den

acht Unter-Verteilern der vier Bauflügel und den 17 Geschossen. Die Energie durchströmt unmittelbar nach der Trafo-Station die Haupt-Messtelle des ganzen Gebäudes, wo der Wirk- und Blindbezug sowohl der Hausverwaltung wie der Mieter global erfasst wird; dies zur Kontrolle des gesamten Belastungs-Zustandes und der Blindenergie-Klausel.

Im Hauptverteiler (1. Untergeschoss) erfolgt die erste Aufgliederung nach drei Flügeln des Flachbaues (vgl. Bild 14, S. 916) mit den Mieterzonen im Bereich der Läden und Magazine, sowie des Restaurants zur «Silberkugel». Drei weitere Stammleitungen bedienen den vermieteten Hochhausteil mit 9 Geschossen, elektrisch zu je dreien gegliedert. Schliesslich zweigt auch die Leitung zum eigentlichen Haus-Verteiler im 1. Untergeschoss hier ab, an den alle Verbraucher der Hausverwaltung anzuschliessen sind.

Keine dieser sog. «neutralen» Leitungen unterliegt einer Zählung zu Verrechnungs-Zwecken; diese setzt für den Mieter erst dort ein, wo die Zwischenverteilung in den Flügeln der Randzone oder in den Stockwerken des Hochhauses beginnt. Für die Verwaltung wird im «Haus-verteiler» der ganze Energiebezug «Haus» erfasst. Hier ist auch der Ausgangspunkt des Betriebsnetzes für Beleuchtung, Kraft- und Wärme-Versorgung, das unabhängig von den Mieteranlagen, lediglich zur Versorgung des ganzen Gebäudes auf Rechnung der Verwaltung, benötigt wird. Als Hauptverbraucher hierunter sind zu nennen: die allgemeine Innen- und Aussenbeleuchtung, die Aufzüge, die Motoren für Heizung, Klima-Anlagen und Lüftung sowie die Heizanlage der Räumung.

E. **Stamm-Leitungen**

Mit Rücksicht auf einfache Verhältnisse bei Bestellung, Montage und Belastungs-Berechnung ist mit wenigen Norm-Querschnitten für die einadrigen T-Leiter gearbeitet worden, nämlich: 400 mm² vom Haupt- zum Hausverteiler, 185 mm² vom Haupt- zu allen Zwischen- und Stockwerksverteilern, 120 mm² vom Hausverteiler zu den Aufzügen im 15. Obergeschoss.

Die Nulleiter haben durchwegs den halben Polleiter-Querschnitt, und die Schutzleiter sind als blanke Kupfer-Runddrähte von 8 mm Durchmesser vorhanden.

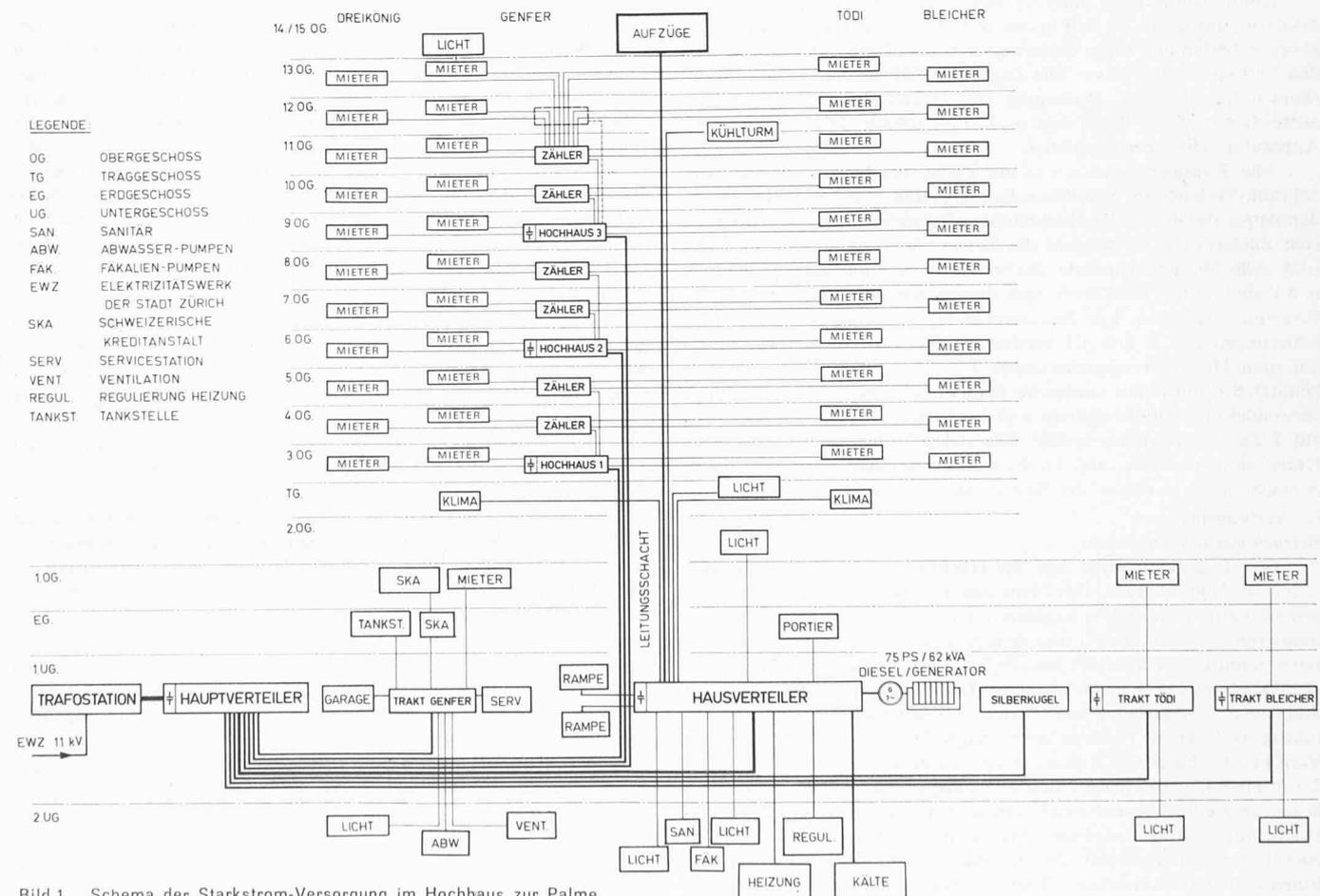


Bild 1. Schema der Starkstrom-Versorgung im Hochhaus zur Palme

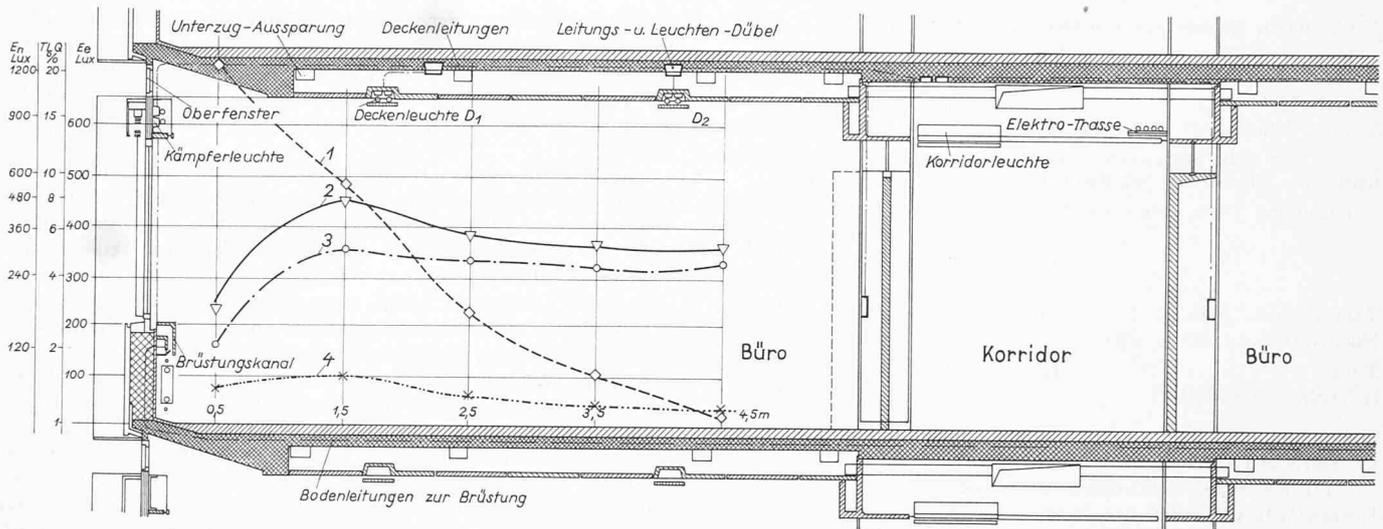


Bild 2. Normale Anordnung der Leuchten. 1 Tageslichtquotient (TLQ) in %, bzw. natürliche Beleuchtungsstärke E_n in Lux bei einer Aussenbeleuchtung von 6000 Lux, 2 künstliche Beleuchtung E_e , total, 3 künstliche Beleuchtung, Anteil Deckenleuchten, 4 künstliche Beleuchtung, Anteil Kämpferleuchten

Horizontal verlaufende Stammleitungen liegen vorwiegend an den Decken der Untergeschosse in Eternitschalen. Vertikal aufsteigende Leitungen im Hochhaus sind, gemeinsam mit den Leitungen der übrigen technischen Installationen, in einem besonderen Leitungsschacht auf einem eisernen Tragrost geführt. Der geräumige Schacht mit $3,4 \times 2,4$ m Querschnitt erlaubt für Montage, Revision und Ausbau den Zugang aus jedem Geschoss.

Die elektrischen Vertikalleitungen aller Art: für Stark-, Schwachstrom und Steuer- und Signalzwecke, benötigen eine Verlegungsfläche von $2,4$ m Breite; an der Stelle stärkster Schachtbelegung benötigen gegen 100 einzelne Leiter (Kabel) den Schachtquerschnitt. Vor dem elektrischen Leitungsrost steht ein freier Vorplatz von 1 m Breite zur Verfügung. Die gemeinsame Leitungsführung ist von den massgebenden Fachleuten als vorteilhaft beurteilt worden.

F. Verteiler

Dank rechtzeitiger Planung liegen die Standorte der Verteiler insofern günstig, als sie sich in den zentralen Stellen der Versorgungszonen befinden und somit einen minimalen Aufwand an Leitungen zu den Verbrauchern ergeben. Die Zugangsverhältnisse in den Apparateräumen für Montage, Bedienung und Nachinstallation sind knapp ausreichend; in der Regel sind auch die Ausbaumöglichkeiten in der Apparatur selber berücksichtigt.

Alle Zwischenverteiler sind mit Türen verschlossene Stand- oder Schrank-Verteiler in Stahlblech-Konstruktion von 2 m Höhe. Die in den Apparateräumen des Hochhauses aufgestellten Verteiler enthalten eine Zählernische, in welcher die Zähler offen auf Platten montiert sind. Alle übrigen Apparate (Sicherungen, Stromwandler, Klemmen u. a.) sind unter Verschluss und demzufolge nur dem instruierten Personal zugänglich. Für Nennströme bis 60 A wurden Schraubensicherungen Gr. II und III verwendet; für grössere Anforderungen hat man Hochleistungssicherungen Typ 250 A, 400 A und 600 A benützt. Stromwandler werden für Zähler mit Nennströmen über 100 A verwendet und Kondensatoren sind zur Leistungsfaktor-Verbesserung auf 7 Zwischenverteiler verlegt. Die Beleuchtungs- und Steckdosen-Kreise sind als Rohr- und Draht-Leitung montiert. Rund $\frac{2}{3}$ dieser Anlagen liegen in Beton, der Rest in den Hohldecken.

G. Verbraucher

Beleuchtung mit Tageslicht

Die Tageslichtverhältnisse im Hochbau mit den Bureauezonen gehen aus Bild 2 hervor. Das Fensterax-Teilmass von $1,2$ m ist durchgehend vorhanden und ist begleitet vom obern Fensterband (OF) aus mattiertem Glas ($0,18$ m²) und dem Klarglas-Unterfenster ($1,25$ m²). Bei 6 m mittlerer Raumbreite sind 20% Tageslichtöffnung vorhanden.

Das Ergebnis einer Messung des Tageslicht-Quotienten (TLQ) im dreiaxigen Bureauroum des 3. und 6. Obergeschosses bei gleichmässig bedecktem Himmel zeigt folgende Kennwerte (Kurve 1): Vom Fenster bis etwa $1,5$ m Raumbreite kann der TLQ als «hoch», bei $2,5$ m als «mässig», bei $3,5$ m als «niedrig» und in den weiter innen liegenden Raumstellen als «tief» bezeichnet werden. Bei einer Aussen-Beleuchtungsstärke auf freier Fläche bei bedecktem Himmel von 6000 Lux würden die auf der Lux-Skala (in Bild 2 links) ablesbaren Innenbeleuchtungs-Stärken entstehen. Dieser mässig hohe Aussenwert

besteht jedoch im Jahresmittel nur zwischen 8.00 und 17.00 h; in den drei Wintermonaten wird er nur zwischen etwa 10.30 h und 14.30 h, also über die Mittagszeit erreicht.

Im Vergleich mit diesen natürlichen Gegebenheiten, die in unserer Klima-Zone für etwa die Hälfte der Arbeitszeit zutreffen (= bedeckter Himmel) sind die folgenden Werte der künstlichen Beleuchtung zu betrachten.

1. Künstliche Beleuchtung

Die flächenmässig und arbeitstechnisch dominierenden Bureauräume weisen einheitlich folgende Einrichtungen auf:

a) Kämpferleuchten (K) ein- oder zweifach bestückt, einfache Montageleisten mit geschlossener Kunststoff-Verkleidung. Bei ihrer Anordnung war man bestrebt, das künstliche Licht nach Möglichkeit aus der Fensterfläche heraus zu erzeugen und damit das fehlende Tageslicht richtungsmässig zu ergänzen.

b) Deckenleuchten (D_1 , D_2), als Einbauleuchte in die Gips-Deckenelemente. Bei normaler Elementbreite von 60 cm haben die für Leuchteneinbau vorgesehenen Deckenteile eine Rinne mit Befestigungselementen für die wahlweise Fixierung von 1 oder 2 Lampenleisten gleicher Ausführung wie am Kämpfer. Da die Decke bei normaler Bureautiefe 7 solcher Elemente enthält, können beliebig viele Teile mit Lampen eingesetzt werden. Die normale Anordnung der Deckenelemente geht aus Bild 3 hervor. Als Blendschutz dient ein Kunststoff-Raster mit kubischen Elementen von 25 mm Teilung, der etwa 5 cm von der Decke absteht. Dadurch hellt sich die Randzone auf, und die harten Kontraste bei Decken-bündigem Einbau der Raster (oder Wannen) werden vermieden.

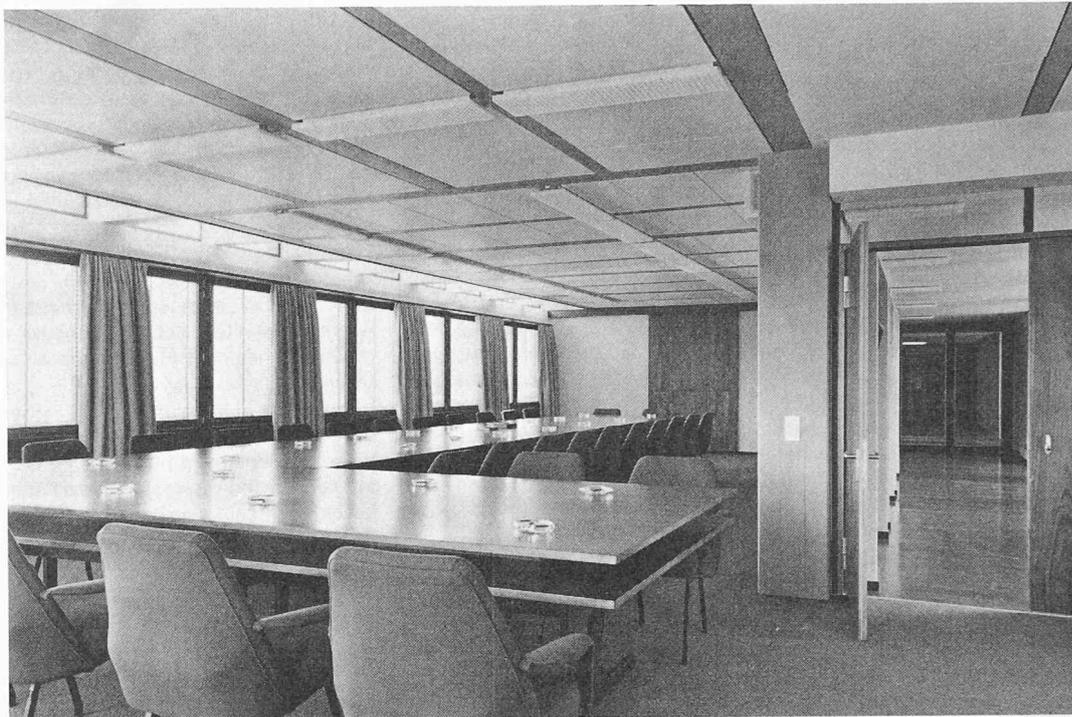
c) Lampen: Das gegebene Baumass von $1,2$ m hat die Anwendung der Fluoreszenzlampe von 40 W, 120 cm Nettolänge, nicht zugelassen. Als Ausweg stand die Sonder-Ausführung 40 W, 100 cm, zur Verfügung, mit gleichen elektrischen Kennwerten, jedoch etwas geringerer Lichtausbeute.

Beleuchtungsstärken. Bei der in den Bureauräumen anfänglich gewählten Normalbestückung mit zwei Lampen am Kämpfer und je einer Lampe in den Deckenelementen ergaben sich die in Bild 2 vergleichsweise mit der Tagesbeleuchtung gezeigten Horizontalwerte. Sie sind niedrig im Vergleich zu den zurzeit empfohlenen Richtwerten der Schweiz. Beleuchtungs-Kommission¹⁾. Höhere Werte sind jederzeit nach Bedarf der Benutzer erreichbar, entweder durch Verdoppelung der Lampenzahl an vorhandenen Decken-Leuchten oder durch Einsatz zusätzlicher Deckenelemente mit Leuchten an bisher «leeren» Stellen. Im Verlauf der bisherigen Benützungsdauer haben lediglich die Bankräume und einige Verkaufsräume auf höhere Beleuchtungs-Niveaux (etwa das Doppelte) umgestellt, unter anderm Räume mit vorwiegender Nordlage.

d) Korridorleuchten. In $2,4$ m Abstand folgen sich in den Gängen Decken-Einbauleuchten mit 20 W-Lampen und vorgesetzten Rastern gleicher Form wie in den Bureaux.

¹⁾ «Allgem. Leitsätze für Beleuchtung», 4. Auflage, 1965, SEV 4014/1965.

Bild 3. Eckraum als Sitzungszimmer. In der hinteren Raumhälfte links: Normale Leuchtenanordnung nach Bild 2, rechts Korridor mit Deckenleuchten



e) Liftvorräume. Diese wichtigen Durchgangsräume mit kaum beachtlichem Tageslicht sind dauernd aufgehellert durch zwei Querbänder zur Liftfront, als Deckenabsätze je mit voll-verkleideten 3×40 W-Lampen. Längs der fünffachen Türfront sind zusätzliche Rasterleuchten so angeordnet, dass die Wandflächen zwischen den Aufzugtüren mit Streiflicht aus der Decke betont werden.

f) Geschäftsräume in der Randzone. Hier war keine einheitliche Lösung möglich, weil die Mieter sehr ungleiche Bedingungen stellten.

2. Motoren

In dieser Verbrauchergruppe sind bezüglich Leistung eine Reihe von Kompressor-Antrieben mit Leistungen zwischen 60 und 80 kW zu erwähnen, die als Combi-Motoren für kleine Anlaufströme ausgeführt sind. Bei der Gruppe der Aufzugmotoren sorgen die jedem Aufzug einzeln zugeordneten Ward-Leonard-Gruppen zur Umformung von Netz-Drehstrom auf Motoren-Gleichstrom für einen stosschwachen Betrieb. Sämtliche Gruppen des Liftmaschinen-Raumes sind durch eine gemeinsame Zuleitung im Leitungsschacht gespeist, die auch die Notversorgung übernimmt. Zur Entlastung von Blindstrom sind alle Umformergruppen der Aufzüge einzeln mit Parallel-Kondensatoren versehen, so dass in jedem Belastungszustand ein ausgewogener Strombezug sichergestellt ist.

3. Wärmeverbraucher

Als prominenter Verbraucher steht hier die elektrische Rampenheizung im Vordergrund, die sich auf 450 m² Rampenfahrbahn ausdehnt, nämlich Auf- und Abfahrt vom Erdgeschoss zur Parkzone im 2. Obergeschoss und zwei Fahrbahnen zwischen Erdgeschoss und Garage-Untergeschoss. Obwohl die Fahrbahnen wegen Überdeckung meistens keinem direkten Niederschlag ausgesetzt sind, besteht doch ein unmittelbarer Kontakt mit der Aussenluft und somit die Gefahr der Eisbildung auf der Fahrbahn bei Nässe und tiefer Temperatur, die bei 15% Gefälle rasch kritische Fahrverhältnisse verursachen kann. Im weiteren besteht die Möglichkeit, dass Flugschnee oder Schneeverwehungen vorübergehend anfallen. Damit die Fahrbahnen auch bei extremen Witterungsverhältnissen dauernd sicher befahrbar sind, war eine Rampenheizung unerlässlich.

Vorstudien ergaben, dass eine Bestrahlung mit elektro- oder gasbeheizten Strahlern keine vergleichsweise günstigen Resultate zeitigten, weshalb das System der eingebauten Heizkabel als rationelle Lösung zur Ausführung kam. Rund 4000 Laufmeter Wärmekabel, Typ 3022/B, sind gleichmässig auf die ganze Rampenfläche auf den rohen Konstruktionsbeton mittels Metallbändern verlegt und durch einen 3 cm dicken Zementüberzug nach Verlegung überdeckt worden, wodurch ein Heizteppich mit einer Oberflächentemperatur von 20 bis 25 °C erzeugt werden kann.

Die stark unterschiedlichen klimatischen Verhältnisse an den vier Rampen bedingen eine differenzierte Schaltbarkeit der Heizkabel,

indem insgesamt 8 Flächenzonen einzeln schaltbar und zudem auf $\frac{1}{3}$ oder $\frac{2}{3}$ Last abstufbar sind. Für den praktischen, vorwiegend automatisierten Schaltbetrieb wurden aus diesen theoretisch 16 Einzelschaltungen die folgenden fünf Betriebsfälle zusammengestellt: Fall 1: Beide obere Rampen, je $\frac{1}{3}$ mit 23 kW beheizt, Fälle 2 bis 4: Zwischenstufen, wählbar durch freie Zusammenschaltung der elementaren Schaltstufen auf Grund von Betriebserfahrungen, Fall 5: Alle 4 Rampen vollbeheizt mit total 100 kW.

Zur Erfassung der Hauptkriterien für die Ingangsetzung der Heizung stehen zur Verfügung:

a) Aussenluft-Thermofühler für 3 Heizstufen am Rampeneingang auf Erdgeschoss. Diese schalten am Morgen umso früher ein, je tiefer die Aussenlufttemperatur liegt; so z. B. bei -15 °C schon um 03 h, bei -5 °C um 06 h.

b) Thermofühler im «Heizteppich» unter der Fahrbahn bei der Auffahrt vom Erdgeschoss. Dieser dient auch zur Verhinderung von Überhitzungen der Rampen, z. B. bei Fehlbetätigungen ausser Programm oder bei Schaltfehlern der Automatik.

Zur Speisung der Rampenheizung steht jederzeit, sofern nicht gleichzeitig das Netz ausfällt, die Volleistung des Notstrom-Aggregates zur Verfügung, jedoch nur mit 55 kW oder der Hälfte der erforderlichen Gesamtleistung auf Stufe 5. Für viele Betriebsfälle ist dies jedoch ausreichend.

Sodann kann Heizenergie zu bestimmten, zeitlich einschränkenden Bedingungen auch vom EWZ bezogen werden; die «Frei- und Sperrzeiten» werden durch Fernsteuerung in die Anlage gemeldet, so dass der Hausverwalter, je nach vorliegenden Voraussetzungen, den Bezug ab Netz oder ab Notstromgruppe wählen kann.

Massgebend bei dieser Entscheidung sind die Tarifverhältnisse, da neben dem Arbeitspreis (je kWh) für Tag- und Nachtbezug auch der Leistungspreis (je kW) als feste Gebühr je Monat stark ins Gewicht fällt.

Der Netto-Eigenerzeugungspreis, ohne Unterhalts- und Amortisationskosten, liegt bei einem Dieselölpreis von 150 Fr./t bei etwa 5 Rp/kWh. Die Arbeitspreise des Werks betragen bei Tag 11 und bei Nacht 6 Rp/kWh, als Sonderpreis für Rampenheizung. Unter Einbezug des Leistungspreises können sich diese Ansätze jedoch auf das Fünffache und mehr steigern. Der Betriebswahlschalter der ganzen Anlage verlangt in der «Tag»-Stellung die persönliche Entscheidung des Verwalters über Zeit und Höhe des Heizbetriebes. In «Nachtstellung» wird durch die Überwachungs-Automatik eine vorgewählte Leistungsstufe selbsttätig geschaltet, nach der Wetterbeurteilung des Betriebsleiters.

H. Kompensations-Anlage zur Verbesserung des Leistungsfaktors

Die Werkbedingungen zielen allgemein auf immer höhere, mittlere Leistungsfaktoren der Gesamtanlage ab und veranlassen damit den

Anlageinhaber zur Verbesserung des «natürlichen» Leistungsfaktors von 0,7 bis 0,8 auf die vertraglich geforderten «verbesserten» Werte von 0,85 bis 0,90. Dies verlangt die Aufstellung, Verteilung und zweckmässige Schaltung von Kondensatoren, die den Blindverbrauch der Motoren und Fluoreszenzlampen zu kompensieren vermögen.

Die im vorliegenden Fall gewählte Lösung liegt zwischen dem System der Zentralkompensation durch eine einzige, im Anlagekern stehende Gross-Batterie und dem System der Einzelkompensation mit zahlreichen, örtlich den Verbrauchern zugeordneten Klein-Kondensatoren.

Auf Bild 1 sind sieben Kondensator-Aggregate ersichtlich. Sechs davon liegen an den Enden grosser Zweigleitungen. Sie sind je mit einem Leistungsfaktor-Regler versehen und in der Lage, mittels zwölfstufiger Kondensatoren (zu je 12,5 Var) den örtlichen Leistungsfaktor auf 0,9 zu halten. Die wirkliche «Ausnutzung» liegt jedoch z. Zt. bei nur drei Stufen. Die zentrale Kompensationsstelle beim Hauptverteiler überwacht die Funktion und einen möglichen Ausfall der Zweige durch ein eigenes unabhängiges Messorgan. Beim Sinken des Gesamt-Leistungsfaktors unter 0,85 greift die Zentral-Batterie mit max. $8 \times 12,5$ kVar Blindleistung ein und verhindert damit den Abfall des Leistungsfaktors unter den Toleranzwert.

Alle Kondensatoren der sieben Netzstellen enthalten als «Blockeinheiten» sämtliche Zubehörapparate: Kondensator, Schaltschutz, Sicherung und Verkleidung. Auswechslungen und Ergänzungen sind leicht vorzunehmen. Die zurzeit vorhandene Gesamt-Blindleistung von 325 kVar²⁾ hat den mittleren Leistungsfaktor des 1. Betriebsjahres (Juni 64/Juni 65) auf 0,85 bis 0,9 halten können.

I. Notstrom-Versorgung

Die Leistungsfähigkeit dieser aus Dieselmotor und Drehstromgenerator bestehenden Maschinengruppe wurde nur für die dringlichsten Bedürfnisse bemessen, die sich beim Ausfall des EWZ-Netzes im Hochhaus stellen. Vorab müssen zu jeder Tageszeit alle Personenaufzüge aus dem vorübergehenden Stillstand wieder in Fahrt gebracht und bis zur nächsten Haltestelle gefahren werden, wo sich die Türen öffnen und die Insassen auszusteigen haben. Bei Besetzung aller 5 Aufzüge geschieht dies sukzessive im Verlauf von etwa 2 Minuten nach dem Spannungs-Ausfall. Für dringende dienstliche Fahrten des technischen Personals bleibt allein der Warenaufzug mit 1,2 m/s (statt 2) dauernd auch im Notbetrieb eingeschaltet.

Unmittelbar nach dem Netzausfall werden folgende Lichtstromkreise weitergespeist: Treppen, Korridore und Liftvorplätze im Hochhaus; das sind alle Verkehrswege für Personen, die die Aufzüge verlassen. Auch technische Betriebsräume (Hausverteiler und Dieselraum) werden weiter belichtet. Falls sich für andere, bisher unbediente Zonen der Notlicht-Bedarf später zeigen sollte, können am Hausverteiler, wo die automatische Umschaltung erfolgt, die Leitungsabgänge wahlweise auf Notspeisung umgeschaltet werden. Ein dritter Verbraucher an der Dieselgruppe ist die Rampen-Heizung; sie wird allerdings nur unter normalen Versorgungsverhältnissen beliefert.

Dank der Beschränkung auf das genannte Programm konnte die Maschinenleistung zu nur 75 PS, oder 55 kW ab Generatorklemmen festgelegt werden: Die uneingeschränkte Weiterführung des Aufzugsbetriebes hätte eine Motorleistung von rd. 300 PS erfordert. Die kleine Maschinengruppe einschliesslich der Schaltanlage benötigt im 1. Untergeschoss einen Raum von 11 m³. Der luftgekühlte Motor, Fabrikat SLM, der mit 1500 U/min arbeitet, verlangt im Raum selbst eine allseitige schalldämpfende Auskleidung, sowie je einen Schalldämpfer in der Abgasleitung in Motor-Nähe und am Ende der Auspuffleitung über Dach. Die isolierte Metall-Abgasleitung verläuft im Leitungsschacht. Lautstärke-Messungen bei der Inbetriebsetzung, die namentlich in weiterer Umgebung von einigen 100 m Umkreis kritische Ergebnisse zeitigten, machten den Einbau des zweiten Auspuff-Schalldämpfers notwendig.

Anlauf und Abstellen der Notstromgruppe erfordern keine persönliche Anwesenheit; ein Probetrieb bei Vollast der Gruppe findet einmal im Monat statt und soll die jederzeitige Einsatzbereitschaft sichern. Bisher ist ein erster wichtiger Einsatz der Gruppe zu verzeichnen und zwar im Zusammenhang mit einem Strom-Unterbruch zu Beginn der Werktags-Bureauzeit von 20 Minuten.

K. Blitzschutz

Während der Anlage-Projektierung konnten die auf neuen Erfahrungen beruhenden Leitsätze des Schweiz. Elektrotechn. Vereins

²⁾ In dieser Zahl sind die sechs Kondensatoren zu je 15 kVar der Aufzugs-Umformergruppen eingeschlossen.

(Nr. 0113 v. 1. 1. 60) voll zur Anwendung gebracht werden. Die oberste metallische Dachkanten-Verschaltung wurde mit einem weitmässigen Netz aus Kupferdraht von 8 mm Durchmesser zu einer Fangelektrode ausgebaut. Diese erhält auf gleichem Niveau Kontakt mit allen vertikalen Metall-Systemen des Hochhauses wie: Laufschiene der Aufzüge, Heiz- und Kühlleitungen, Kaltwasserrohre und schliesslich mit dem vertikal verlaufenden Armierungssystem des Hochhauses. Sie bilden insgesamt ein natürliches Netz von parallelen Ableitungen und machen die Verlegung besonderer «Ableiter» überflüssig.

Im Traggesschoss kommen die von oben eintreffenden Fallleitungen in direkten, künstlich geschaffenen Kontakt mit dem Armierungssystem der Hauptpfeiler und werden damit übergeleitet zu den Fundament-Pfeilern, die als natürliche Erdelektroden anzusehen sind.

Die Durchführungen des Systems durch die zweischichtige Fundamentwanne sind gegen Grundwasser isoliert und die 30 m tiefen 90 Fundamentpfeiler von je rd. 50 m² berührender Mantelfläche mit dem Grundwasser stellen wertvolle Kontaktflächen mit dem natürlichen feuchten Boden her. Es konnte somit auf besonders zu verlegende Erdleitungen in Ring- oder Strahlenform verzichtet werden, die zudem bei der Geländeform ausserordentlich kostspielig ausgefallen wären. Benachbarte metallische Bodenleitungen sind mit dem erwähnten System ebenfalls verbunden.

L. Telefon

Um jedem Bedarfsfall im Neubau «Palme», mit wohl übersichtlichem Volumen, aber im Projektstadium noch unbekanntem Mieterverhältnissen gewachsen zu sein, disponierte die Installations-Abteilung der PTT eine Anschluss-Kapazität von 600 Amtsleitungen; nämlich ein Kabel zu 600 Amtslinien (AL). Bei voller Auslastung würden somit auf 5 zurzeit beschäftigte Personen 4 Amtsleitungen entfallen. Der effektive Bedarf, als Folge verhältnismässig grosser Mietflächen pro Mieter-Firma, liegt endgültig bei rund $\frac{1}{4}$ der eben genannten Kapazität, entsprechend 1 AL auf 5 Insassen. Im Amtsverteiler im 1. Obergeschoss, der rd. 5 m² ($2 \times 2,5$) Wandfläche beansprucht, erfolgt eine Aufgliederung einerseits in die Randzonen (6 Kabel zu 40 Leitungen) und andererseits ins Hochhaus (10 Stränge zu 4 Kabeln mit je 20 Leitungen). Insgesamt verlassen 46 Kabel vom Typ G 51 den Hauptverteiler und verlaufen nach der entsprechenden Zahl von Zwischenverteilern, wo die letzte Aufspaltung des Netzes auf die Abonnenten-Anschlüsse erfolgt.

Grosse Mieter-Zonen benötigen Telefon-Automaten vom Typ 5/50. Der eigene Hausdienst der Palmen-Verwaltung kommt mit einer Automat-Einheit 10/57 aus, die zurzeit mit zwei Amtsleitungen und 25 Zweiganschlüssen belegt ist.

Das Telefonkabelnetz trägt auch die Steuerleitungen (24 V) für die elektrischen Uhren, die bei jedem Mieter wahlweise anschliessbar, aber verhältnismässig wenig begehrt sind. Insgesamt werden nur 25 Nebenuhren von der beim Hausverwalter aufgestellten Hauptuhr mit 1-Minuten-Impulsen versorgt.

M. Zeit- und lichtabhängige Zentralsteuerung

Eine grosse Zahl elektrischer Apparate oder Verbraucher-Gruppen eines Bureau-Hochhauses würden nach konventioneller Praxis mit zahlreichen, örtlich verstreuten Einzel-Apparaten (Schaltuhren oder Lichtrelais) individuell bedient. Das hätte folgende Nachteile: Nicht übereinstimmende Schaltzeiten wegen Gangdifferenzen der Schaltuhren, mühsame Programm-Umstellung an zahlreichen Stellen, Schwierigkeiten der Programmgestaltung für aussergewöhnliche Fälle, so z. B. bei Feiertagen, verlängerten Wochenenden usw. Um die Reichhaltigkeit der hierunter fallenden Stromkreise deutlich zu machen, seien die folgenden Verbraucher erwähnt: Fassaden-Reklamebeleuchtungen, Aussen- und Innen-Schauenster-Beleuchtung, Aussen- und Innen-Verkehrsbeleuchtung bei verschiedenenartigen Tageslichtverhältnissen, Lüftungs- und Klima-Anlagen, Elektroboiler und Rampenheizung.

Zur Erfüllung der verschiedenen Schaltprogramme wurde eine zentrale Kommandostelle mit Steuerleitungsnetz nach allen Gebäudezonen eingerichtet. Die hierfür gewählte Betriebs-Gleichspannung von 48 V gestattet die Benützung von Schwachstromkabeln Typ G 51 (6×2 bis 60×2). Die Zentrale erhält und verteilt die von der Mutteruhr herkommenden 1-Minuten-Impulse und setzt sie in mindestens 5 min absteigende Intervalle um. Zudem erhält sie von 3 Lichtelementen über Dach, Richtung Nord, Meldungen über die Aussenlicht-Niveaux, bei denen entsprechende Lichtkreise zu schalten sind, z. B.: bei Niveau «Tief»: Einschalten von Fassaden-Reklame,

bei Niveau «Mittel»: Einschalten von Tageslicht-nahen Treppen und Durchgängen,

bei Niveau «Hoch»: Einschalten von Tageslicht-fernen Innenzonen, Korridoren, Vorplätzen.

Für diese Gegebenheiten aus Zeit und Lichtpegel sind 25 verschiedene Ein- und Aus-Impulsvarianten und entsprechende Schaltprogramme aufgebaut worden, die an einem zentralen Rangierverteiler zur Verfügung stehen und dort nach den örtlichen Verbraucher-Bedürfnissen auf die Steuerleitungen übertragen werden. Maximal könnte ein Schaltprogramm mit 90 verschiedenen Schaltzeiten ausgebaut werden. Am Empfangsort werden die ankommenden Schwachstromimpulse von 4 bis 50 mA Stärke in kleinen oder grösseren Relaisätzen benützt, um die gesteuerten Kreise aus dem Starkstromnetz zu versorgen; die Starkstrom-seitige Relaisleistung liegt bei 220 V, 6 A.

Ein Wochenprogrammwähler erlaubt im voraus das ganze Schaltprogramm über 14 Halbtage festzulegen und erspart jeden Zwischen-Eingriff in der betreffenden Woche. Bei kurzfristig geänderten Verhältnissen kann überdies am Vorabend eines jeden Tages der Schaltplan des folgenden Tages neu gewählt werden, z. B. für Feiertage während der Woche. Die von diesen Programmen unterschiedlich bedienten Verbraucher sind z. B.: Ventilations- und Klimaanlage (unter Vorbehalt der örtlichen Sondersteuerung), Aufzug-Vorhallen ohne Tagesbelichtung (zeitabhängige Verbraucher), sowie Lichtreklamen, Aussenbeleuchtung und Umgebung (Zeit- und Licht-abhängige Verbraucher).

N. Signal- und Alarm-Übermittlung

Das vorerwähnte Stuenetz dient weiterhin der Sammlung von

Signalen und Alarmen aus allen peripheren Stellen des Hauses auf eine bei der Pforte und beim Hauswart aufgestellte Meldetafel. Als «Signale» werden u. a. folgende Betriebszustände erfasst: Übergang von «Automatik» zu «Handbetrieb» oder «Revisionsbetrieb», Diesellauf, Rampenheizung «Ein». Als «Alarm» machen sich folgende Stöorzustände geltend: «Brand» aus Rauchgasmeldern System Cerberus, «Aufzüge»: Stillstand in Zwischenstellungen, «Luftheritzer» bei Einfrieren, Diesel-Betriebsstörungen (Ölmangel u. a.).

Signale erscheinen als ruhig brennende Glühlampen in den Farben «Grün» bei Normalbetrieb «Ein», «Rot» bei «Revisions»- oder «Aus»-Zustand. Hier wird keine akustische Aufmerksamkeit benötigt.

Alarme erscheinen als «gelbe» Lampen in Verbindung mit einem Horn-Signal im ganzen Aufenthaltsbereich des Hausverwalters. Dieses telefonisch übertragene Signal meldet zudem mittels eines Morse-Codes den Charakter des Alarms als «Feuer», «Aufzüge», «Diesel», «Technische Anlagen». Der Alarmton wird beendet bei Ankunft des Betriebsleiters beim Meldetafel, das Alarmlicht erst nach Verschwinden der Ursache.

O. Mitarbeit

Wertvolle Mitarbeit am vorliegenden Bericht, sowie die Ausarbeitung des Hauptschemas (Bild 1) verdanke ich den Ingenieuren Stein und Gähwiler der Firma Sauber und Gisin, Zürich, sowie H. Stelzer, Elektrobauleiter im Architekturbureau Dr. R. und P. Steiger.

Adresse des Verfassers: Prof. Robert Spieser, 8044 Zürich, Zürichbergstrasse 81.

Die Aufzugsanlagen im Hochhaus «zur Palme»

DK 621.876

Von W. Frick, Maschinentechniker, Schlieren

Die Projektierung der Hauptaufzüge konnte schon sehr frühzeitig in Zusammenarbeit mit den Architekten an die Hand genommen werden. Anfänglich wurde versucht, durch eine gewisse Dezentralisierung der Liftanlagen eine möglichst gleichmässige Besetzung des Hauses zu erreichen. Im Laufe der weiteren Planung ergab sich dann aber auf Grund von neuen Erkenntnissen mit vollautomatischen Programmsteuerungen die heutige Lösung mit fünf, zu einer Trafimatic-Gruppe zusammengeschalteten Personenaufzügen. Die Tragkraft der einzelnen Aufzüge beträgt 1500 kg oder 20 Personen; als Fahrgeschwindigkeit wurde 2,0 m/s gewählt. Die Aufzüge bedienen 14 Etagen bei einer Förderhöhe von insgesamt rd. 41 m. Der als Einzelläufer getrennt angeordnete Waren-Personenaufzug bedient mit einer Fahrgeschwindigkeit von 1,75 m/s zusätzlich zwei Untergeschosse. Dessen Tragkraft ist 2000 kg mit Personenbegleitung.

Für den Antrieb aller Aufzüge wurde das seit Jahren bewährte System des Schlieren-Variotron angewendet. Getriebelose Maschinen in Ward-Leonard Schaltung mit elektronischer Drehzahlregulierung erlauben stufenlose Beschleunigung und Verzögerung der Aufzugskabinen, unabhängig von der jeweiligen Belastung.

Alle Antriebsmaschinen sind in einem grosszügig geplanten Maschinenraum zusammengefasst, wobei der Ventilation besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Die einzelnen Gearless-Maschinen sind mit aufgebauter Fremdbelüftung ausgerüstet. Während der warmen Jahreszeit wird die in den Motoren erzeugte Wärme durch Abzugskanäle direkt über das Dach geführt. Im Winter kann sie durch thermostatisch gesteuerte Klappen zur Raumheizung ausgenützt werden. Für die Anwendung von getriebelosen Maschinen waren vor allem die vielen ins Gewicht fallenden Vorteile dieses Antriebssystems für den gewählten Geschwindigkeitsbereich massgebend. Einige wichtige Vorzüge sind:

- grösserer Wirkungsgrad als die üblichen Schneckengetriebe und damit kleinerer Stromverbrauch,
- kleine Drehzahl der Maschine, was einen ruhigen vibrationsfreien Lauf der Kabine gewährleistet,
- kein Ölbad wie bei den sonst üblichen Schneckengetrieben,
- einfache Montage der Gearless-Maschinen mit Zwischen-Isolation auf die Schachtdecke ohne Beton-Sockel und ohne mechanische Verbindung mit dem Auflager.

Die zugehörigen Umformergruppen mit den erforderlichen Schützen sind in einem Nebenraum untergebracht, der durch zweckmässige Massnahmen von den übrigen Räumen isoliert wurde.

Die Anzahl und Grösse der einzelnen Aufzüge wurde auf Grund von Frequenzberechnungen ermittelt. Bei Vollbesetzung des Hauses rechnet man mit einer Belegung von etwas über 1000 Personen, die sich mehr oder weniger gleichmässig auf alle Etagen verteilen. Das Gebäude weist nur einen Hauptzugang auf, der zugleich die unterste Haltestelle sämtlicher Personenaufzüge bildet.

Für die Füllung des Gebäudes wird in der Frequenzberechnung eine bestimmte Anzahl mittlerer Halte pro Kabinenumlauf, abhängig vom Fassungsvermögen und der Anzahl Haltestellen, angenommen und vorausgesetzt, dass jede von der Haupthaltestelle weggehende Kabine vollbesetzt sei. Bei der Entleerung des Gebäudes zeigt sich eine grundsätzlich andere Betriebsweise, da die Aufzugsbenützer aus vielen Obergeschossen auf eine Zielhaltestelle, nämlich das Parterre gesammelt werden müssen. Die Erfahrungen haben gezeigt, dass der Andrang beim Entleeren des Gebäudes (Arbeitschluss) ungefähr doppelt so gross ist wie bei der Füllung des Hauses (Arbeitsbeginn) und es kann somit für die Entleerung mit der halben Anzahl wahrscheinlicher Halte gerechnet werden. Der Zeitbedarf für die Füllung des Hauses ergibt stets den grösseren Wert. Neben einer kurzen Füllzeit ist vor allem für die Aufzugsbenützer psychologisch wichtig, dass der mittlere zeitliche Abstand von einer Kabine zur nächsten, genannt Kabinenintervall, innerhalb vertretbarer Grössen liegt. Die Umlaufzeit eines Aufzuges berechnet sich aus der reinen Fahrzeit über eine

Bild 1. Getriebelose Aufzugmaschinen im Dachgeschoss

