Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 80 (1962)

Heft: 8

Artikel: Die neuen Industrieanlagen der Firma Gebrüder Sulzer in Oberwinterthur. III: Die elektrischen Einrichtungen

Autor: Ulmer, Heinrich

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-66108

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: 13.12.2025

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

seiner Teilnahme am Wettbewerb bzw. Projektauftrag für Kunstbauten der Expresstrasse Zürich—Süd, auf falschen Voraussetzungen beruht. Wir stellen fest, dass Ing. Soutter sich durchaus korrekt verhalten hat, bedauern, dass wir ihm Unrecht angetan haben und entschuldigen uns dafür.

Obwohl wir zu den übrigen Ausführungen von Ing. Soutter verschiedenes zu sagen hätten, verzichten wir darauf, um hiemit die Diskussion im Anschluss an das Stichwort «Blödsinn» abzuschliessen.

W. Jegher und *H. Marti.*

Die neuen Industrieanlagen der Firma Gebrüder Sulzer in Oberwinterthur

DK 621.7:725.4

III. Die elektrischen Einrichtungen

Von **Heinrich Ulmer,** Winterthur

Fortsetzung von S. 113

1. Unterlagen

Zu Beginn der Planung der elektrischen Anlagen auf dem Ostareal des Werkes Oberwinterthur standen die folgenden Unterlagen zur Verfügung: 11. Die technischen Daten der bestehenden Energie-Versorgung auf dem Westareal in Oberwinterthur (OW), 12. ungefähre Angaben über die zu installierenden Leistungen in den Giessereien, Modellwerkstätten und Grossbearbeitungshallen, 13. ungefähre Lage der einzelnen Baukomplexe, sowie die grundsätzliche Anordnung der Energie-Verteilkanäle.

2. Vorentscheide und deren Abklärung

An Hand dieser Unterlagen mussten einige Vorentscheide grundsätzlicher Art getroffen werden, um eine fruchtbare Einzelplanung zu ermöglichen. Im besonderen betraf dies: 21. die Bezugsmöglichkeit der erforderlichen Leistung aus dem Netz des Elektrizitätswerkes der Stadt Winterthur (EWW), 22. den Standort der Energie-Versorgungszentrale, 23. die Wahl der Mittelspannung und 24. die Anordnung der Transformatorenstationen in den einzelnen Baukomplexen.

21. Bezugsmöglichkeit der mutmasslich erforderlichen Leistung

Um mit dem EWW über die Lieferung der erforderlichen Energie für die Neu-Anlagen verhandeln zu können, musste zuerst die mutmassliche Bezugsleistung bestimmt werden. In Tabelle 1 sind die einzelnen Verbraucherkategorien zusammengestellt. Die zeitliche Beanspruchung und die Gleichzeitigkeitsfaktoren wurden auf Grund der bisherigen Betriebserfahrungen eingesetzt.

Um diese Leistungsbezüge in einem gemeinsamen Diagramm darstellen zu können, mussten zuerst die Belastungen durch die Schmelzbetriebe ermittelt werden. Diese Betriebe fahren mit sehr veränderlicher Last, je nachdem eingeschmolzen oder korrigiert wird. Im weitern muss darauf geachtet werden, dass die Leistungsspitzen (d. h. die Energiekosten) niedrig bleiben. In der Hauptbelastungszeit dürfen somit nicht alle Oefen gleichzeitig einschmelzen, d. h. es muss nach einem Plan gefahren werden, der sich einerseits nach dem Bedarf an flüssiger Schmelze und anderseits nach einem verantwortbaren maximalen Leistungsbezug richtet. Diese Bedingungen wurden dem Schmelzdiagramm, Bild 1, zu Grunde gelegt. Aus ihm geht hervor, dass der Leistungsbezug für die Schmelzöfen in der Grössenordnung von 9000 kW liegt, wogegen der Gesamtenergiebezug sämtlicher neuer Werkanlagen nach Bild 2 rd. 17 000 kW erreichen wird. Neben den bisher in Oberwinterthur bezogenen 2000 kW wird sich somit der Totalbezug auf etwa 19 000 kW beziffern.

Die Verhandlungen mit dem Elektrizitätswerk zeigten, dass dessen Anlagen auf Grund der vorliegenden Leistungsangaben verstärkt und erweitert werden mussten, um die Energieversorgung im Gebiet von Oberwinterthur sicherzustellen.

22. Standort der Versorgungszentrale

Beim Bau der Energieversorgungszentrale Unterwerk I (UW I) im Jahre 1952 wurde angenommen, dass die in einem späteren Zeitpunkt zu bauende Giesserei von dieser Zentrale aus gespiesen werden solle. Nach Bekanntwerden der zu erwartenden installierten Leistung von etwa 40 000 bis 45 000 kW auf dem Ostareal musste man nochmals auf diesen Entscheid zurückkommen. Einerseits lagen die Entfernungen vom Unterwerk bis zu den Verbraucherschwerpunkten in der Giesserei zwischen 430 und 700 m und anderseits betrug die Uebertragungsspannung nur 3,3 kV. Die grossen Distanzen und die kleine Mittelspannung erhöhen beträchtlich die Kosten für die Uebertragung der elektrischen Energie, weshalb allgemein die Tendenz besteht, mit möglichst hoher Spannung so nahe wie möglich an die Verbraucherschwerpunkte heranzugehen.

Um die Grössenordnung der Kosten für die zu verlegenden Speisekabel zu ermitteln, wurde an Hand eines provisorischen Kabelplanes mit den Standorten der vorgesehenen Transformatorenstationen und Schmelzanlagen die Mehrkosten für die Mittelspannungskabel ermittelt, welche sich ergeben zwischen dem Speisepunkt UW I und einem allfälligen neuen Speisepunkt Unterwerk II (UW II). Die Bemessung der Kabel-Querschnitte zu den Transformatorenstationen und Schmelzanlagen ergab 23 Kabelstränge bei 3,3 kV ab Unterwerk I zum Ostareal. Die Anordnung ist aus Bild 13*) ersichtlich. Man sah ein Strahlennetz vor, damit bei einem allfälligen Kabel- oder Schalterdefekt ein möglichst geringer Teil der produktiven Anlagen ausfällt. Aus diesem Grunde wurde eine Zwischenverteilanlage in der Giesserei auf der Mittelspannungsseite nicht in Betracht gezogen, dafür Ringleitungen vorgesehen, um zweiseitige Einspeisung zu ermöglichen.

*) Die mit * bezeichneten Bilder beziehen sich auf den Aufsatz I. Grundsätzliche Gesichtspunkte.

Tabelle 1. Leistungsbezug der einzelnen Verbraucherkategorien

Energieverbraucher	Inst. Leistg. in kW	Gleichzeitigkeit in %		Leistungsbezug in kW	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht
Schmelzenergie für Graugiesserei	4 200	75	75	3 200	3 200
Schmelzenergie für Stahlgiesserei	11 000	50	40	5 500	4 400
Glüh- und Trockenöfen, Oelvorheizungen usw.	6 500	40	40	2 600	2 600
Kraft allgemein	8 700	25	8	2 200	700
Ventilatoren, Kompressoren und Pumpen	7 200	30	15	2 200	1 100
Krane und Aufzüge	4 400	15	5	650	200
Beleuchtung	750	90	40	700	300
Total	42 750			17 050	12 500

Tabelle 2. Uebertragungsverluste und Kabelkosten zum Uebertragen einer Leistung von 5000 kW auf eine Entfernung von 585 m bei verschiedenen Spannungen (cos φ = 0,84)

Spannung kV	Leistung kW	Strom Amp.	Querschnitt mm²	Verluste kW	Kabelkosten + Verlegung Fr.
3,3	5000	1040	2 × 3 (1 × 240)	63,3	100 000.—
6	5000	575	2 × (3 × 150)	33,7	76 000.—
10	5000	344	3 × (1 × 150)	24,1	49 000.—
16	5000	215	3 × 120	11,8	45 000.—

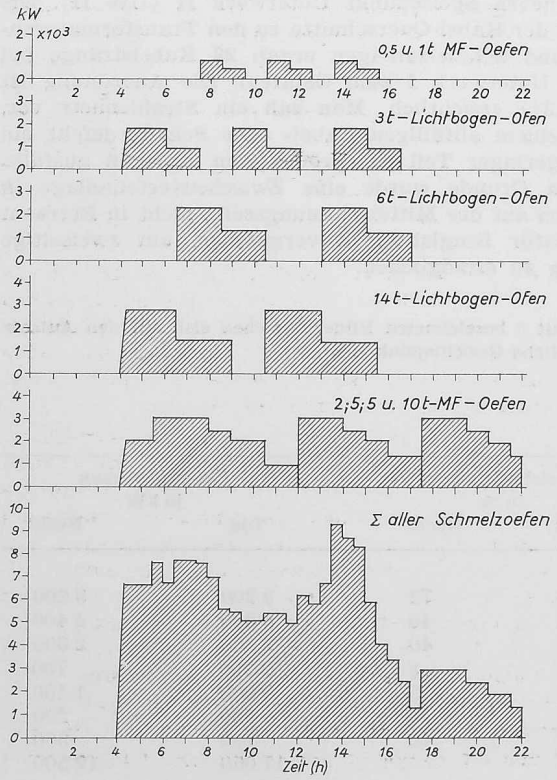
Zwischen der Speisung ab UW I und derjenigen ab UW II gemäss Bild 14*) ergab sich eine Mehrkabellänge für eine Speisung ab UW I von rd. 4900 m. Die entsprechenden Mehrkosten einschliesslich Verlegung betrugen rd. 400 000 Fr. Dazu sind die Mehrkosten für die Uebertragungsverluste zu addieren. Diese sind ab UW I doppelt so hoch wie ab UW II, da sich die totalen Kabellängen wie 2:1 verhalten.

Wie früher erwähnt, ist eine Leistung von rd. 17 000 kW zu übertragen; bei einem Leistungsverlust bei Vollast von rd. 1,0 Prozent ergeben sich total 170 kW, somit für Speisung ab UW I Mehrverluste von 85 kW, was bei täglich zehnstündigem Betrieb 850 kWh/Tag bzw. 250 000 kWh pro Jahr ausmacht. Der entsprechende Kostenbetrag von rd. 10 000 Fr. ergibt kapitalisiert einen Betrag von rd. 150 000 Franken. Diese Mehrkosten für Kabel und Uebertragungsverluste im Betrag von rd. 550 000 Fr. zeigten eindeutig den Vorteil eines zweiten Energieversorgungszentrums auf dem Ostareal. Hinzu kam der berechtigte Wunsch nach erhöhter Sicherheit in der Einspeisung aus dem 45 kV-Netz des EWW. Das Werk Oberwinterthur wurde nur durch ein 45 kV-Kabel von der Verteilanlage Grüze gespiesen. Mit der Steigerung der Bezugsleistung, d. h. der Vergrösserung der Produktionsanlagen, sollte auch die Sicherung gegen allfällige Störungen (durch Kabeldefekte infolge Baggerarbeiten im Gelände oder Brand in einem Energiekanal) erhöht werden. Mit der Schaffung eines zweiten Versorgungszentrums war es daher gegeben, auch gleichzeitig eine zweite Einspeisung aus dem 45 kV-Netz des EWW zu erstellen.

23. Wahl der Mittelspannung

In den beiden Werken Winterthur und Oberwinterthur erfolgt die Einspeisung aus dem Netz des EWW mit 45 kV, welche in den beiden Haupttransformatorenstationen Unterwerk Brühl in Winterthur und Unterwerk I in OW auf 3,3 kV transformiert wird. Diese 3,3 kV-Mittelspannung hat den Vorteil, dass sie sich für grosse Motoren über etwa 100 PS direkt verwenden lässt. Für die Uebertragung grösserer Leistungen (über 2000 kW) ist sie jedoch unwirtschaftlich, da grosse Querschnitte erforderlich sind, was erhöhte Leitungskosten verursacht. Im weitern sind für Anlagen mit grossen Kurzschlussleistungen die Leistungsschalter für Abschaltleistungen von 500 MVA bei 3,3 kV ausserordentlich teuer. Es wurde daher erwogen, die Mittelspannung zu erhöhen, um wirtschaftlichere Anlagen und Verteilleitungen bauen zu können. An Hand eines Beispiels, wie es sich in unserer Planung stellte, wurden die Leitungskosten ermittelt, welche sich ergeben, wenn die MF-Induktions-Ofenanlage mit einer installierten Leistung von 5000 kW auf eine Distanz von 585 m versorgt werden müsste. Tabelle 2 und Bild 12* zeigen die Ergebnisse. Wie ersichtlich, werden mit steigender Spannung wesentlich günstigere Uebertragungskosten erzielt, als dies mit der vorhandenen Mittelspannung von 3,3 kV möglich ist. In unserem Beispiel verringern sich die Leitungskosten bei 10 kV im Verhältnis 2:1 und die Uebertragungsverluste in einem solchen von 2,6:1.

Um im weiteren den Einfluss der Spannung auf die Kosten einer Blocktransformatorenstation von 1000 kVA mit zwei Kabeleinspeisungen, Trafoschalter, Trafo und zwölf



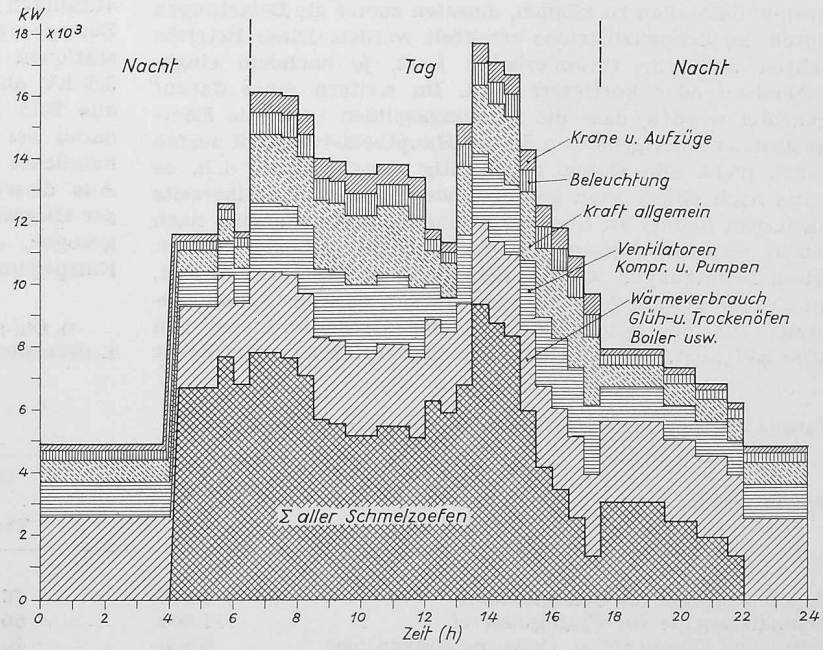


Bild 2. Voraussichtlicher Gesamtenergiebezug für die Neubauten im Werk Oberwinterthur

Bild 1 (links) Belastungsdiagramm der Schmelzanlagen in der Grau- und der Stahlgiesserei

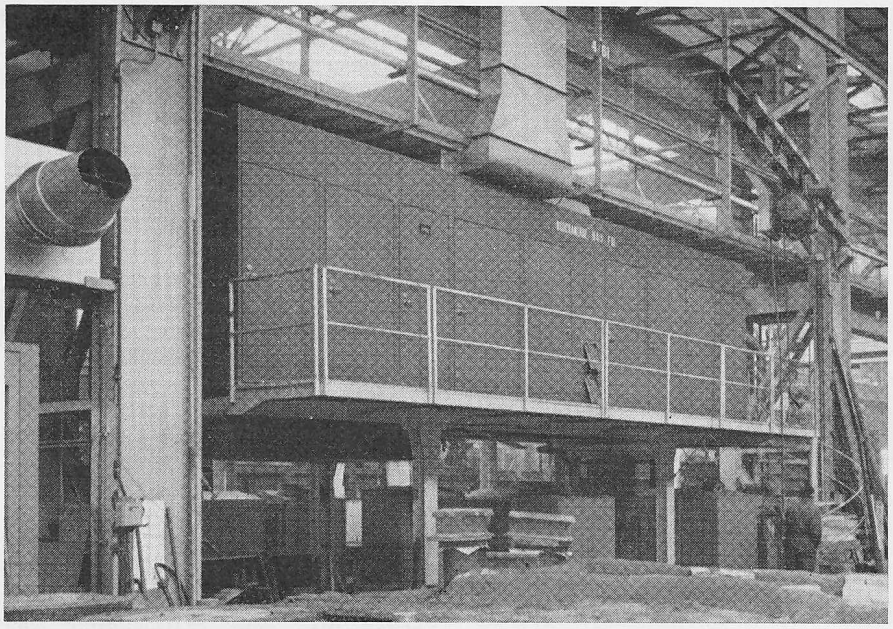


Bild 3. Blocktrafo-Station auf 2,5 m Höhe mit dem darunterliegenden Abstellplatz

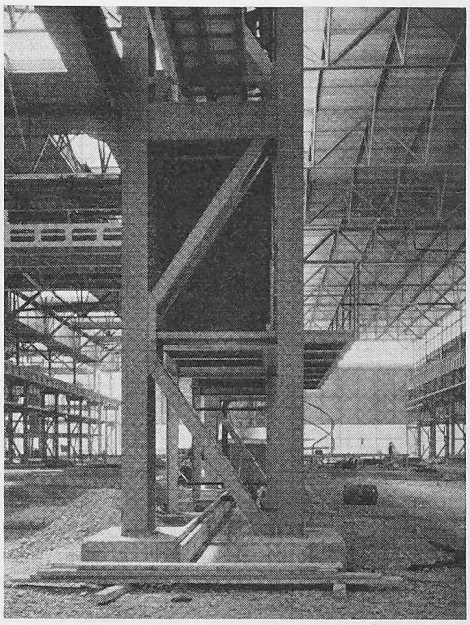


Bild 4. Blocktransformatorenstation zwischen den Hallenstützen

Sekundärabgängen zu ermitteln, wurden deren Kosten berechnet. Es zeigte sich, dass zwischen 3,3, 6, 10 und 16 kV nur ganz unwesentliche Preisunterschiede bestehen. Bei 6 und 10 kV herrscht Preisgleichheit, bei 3,3 kV + 1,4 % und bei 16 kV + 2,7 %. Somit ergab sich, dass die Kosten für die Transformatorenstation ohne Berücksichtigung der verminderten Abschaltleistung der Schalter bei 3,3, 6 und 16 kV die Wahl der Mittelspannung nicht beeinflussen.

Zur Wahl der Mittelspannung standen nur 16 oder 10 kV im Vordergrund, es musste daher abgewogen werden, welcher Spannung der Vorzug zu geben sei. Den Vorteilen von 16 kV, d. h. geringste Leitungskosten und Uebertragungsverluste, standen als Nachteile gegenüber: 1. Grösserer Platzbedarf für die Schaltanlagen als bei 10 kV, 2. Um 20 % verminderte Abschaltleistung der Schalter, da sich die Nennabschaltleistung der Schaltertypen auf 20 kV bezieht. 3. Die Speisekabel der Blocktransformatorenstationen mussten im allgemeinen Leitungstrasse in 5,5 m Höhe verlegt werden, wofür Polyaethylenkabel vorgesehen waren. 16 kV bedeutet bei Verlegung in Eisenkonstruktionen eine sehr hohe Spannung.

Dem gegenüber sprachen für 10 kV als Mittelspannung 1. die erwähnten Nachteile von 16 kV. 2. Die schon bestehenden 3,3 kV-Transformatorenstationen auf dem Westareal sind mit 10 kV-Schaltmaterial ausgerüstet, weshalb schon seit längerer Zeit der Wunsch bestand, durch Erhöhung der Mittelspannung von 3,3 auf 6 oder 10 kV die ungenügende Abschaltleistung der eingebauten 10 kV-Schalter um das Zwei- bis Dreifache zu erhöhen und damit den Sicherheitsgrad den gesteigerten Verhältnissen anzupassen. Eine Erhöhung der Mittelspannung auf 16 kV würde den Umbau sämtlicher Anlagen erfordern. Diese entsprechenden Kosten wurden ermittelt, doch standen sie in keinem Verhältnis zu dem dabei zu erzielenden Gewinn an Leitungskosten und Uebertragungsverlusten.

Aus den vorstehend erwähnten Gründen wurde 10 kV als neue Mittelspannung gewählt. In einem späteren Zeitpunkt sollen dann die bestehenden Anlagen auf dem Westareal ebenfals auf 10 kV umgebaut werden.

24. Disposition der Transformatorenstationen

Vorerst wurde angenommen, dass vier Trafostationen genügen würden, um die Giessereien mit Kraft- und Wärme-Energie (ohne Schmelzenergie) zu versorgen. Die Standorte dieser Stationen sind an Hand eines Grundrissplanes der Giesserei geometrisch nach dem Schwerpunktsystem ermittelt worden. Die installierten Leistungen der einzelnen Versorgungsgebiete erreichten unter Annahme eines Leistungsfaktors von 0,84 und einer angemessenen Gleichzeitigkeit die Werte der Tabelle 3. Die Trafo-Einheiten wurden auf maximal 1250 kVA beschränkt, um den sekundären Kurzschlussstrom nicht über 35 000 A ansteigen zu lassen.

Tabelle 3. Leistungen der Trafostationen

Station I	3700 kW	4400 kVA	2 Trafo zu 1250 kVA
Station II	3300 kW	4000 kVA	2 Trafo zu 1250 kVA
Station III	4300 kW	5100 kVA	3 Trafo zu 1000 kVA
Station IV	4800 kW	5700 kVA	3 Trafo zu 1000 kVA

Im provisorischen Auslegungsplan der Giesserei wurde nun versucht, die Standorte für die vier Trafostationen zu ermitteln. Es zeigten sich dabei ausserordentliche Schwierigkeiten. Gemauerte Einbauten nach üblichem Muster wurden wegen Beeinträchtigung der Produktionsflächen abgelehnt. Unterirdische Standorte wären möglich gewesen, doch lagen sie nicht mehr in den Verbraucherschwerpunkten und stellten ausserdem für die Giessereiplanung Hindernisse dar, die einer weiteren Ausdehnung oder Umgestaltung der Giessereieinrichtungen im Wege standen. Als günstig erwies sich der Raum zwischen den Stützenaxen. Er stellt keine eigentliche Produktionsfläche dar, weil er durch die Laufkrane nicht bedient werden kann. Die Giessereiplanung war deshalb bereit, den erforderlichen Platz zur Verfügung zu stellen, umso mehr als die Trafostationen auf Böcke von 2,5 m Höhe gestellt werden sollten und damit der darunterliegende Raum als Abstellplatz zur Verfügung stand, wie aus den Bildern 3 u. 4 ersichtlich ist. Bei dieser Anordnung kamen die Stationen direkt in den Zug des allgemeinen Leitungstrasses für Rohr- und Kabelleitungen zu liegen, das längs den Stützenaxen verläuft. Somit konnten sie auch direkt im Verbraucherschwerpunkt aufgestellt werden.

In Bezug auf Leitungsverluste wurde die wirtschaftlichste Lösung gefunden. Dagegen bedingt diese Anordnung investitionsmässig einen gewissen Mehraufwand, da infolge der dichten Belegung pro Hallenaxe mindestens eine wenn nicht sogar zwei Stationen installiert werden mussten. Betrieblich vorteilhaft ist der Umstand, dass bei einem allfälligen Kabel- oder Schalterdefekt nur ein Bruchteil der produktiven Anlagen ausfällt. Ausserdem ist man in der Aufstellung von Betriebseinrichtungen nicht behindert, ein Vorteil, der nicht hoch genug veranschlagt werden kann. Bild 14* zeigt die Anordnung dieser Blockstationen in der Giesserei und Grossbearbeitung, wobei auch die 10 kV-Speisekabel und die Ringleitungsverbindungen eingezeichnet

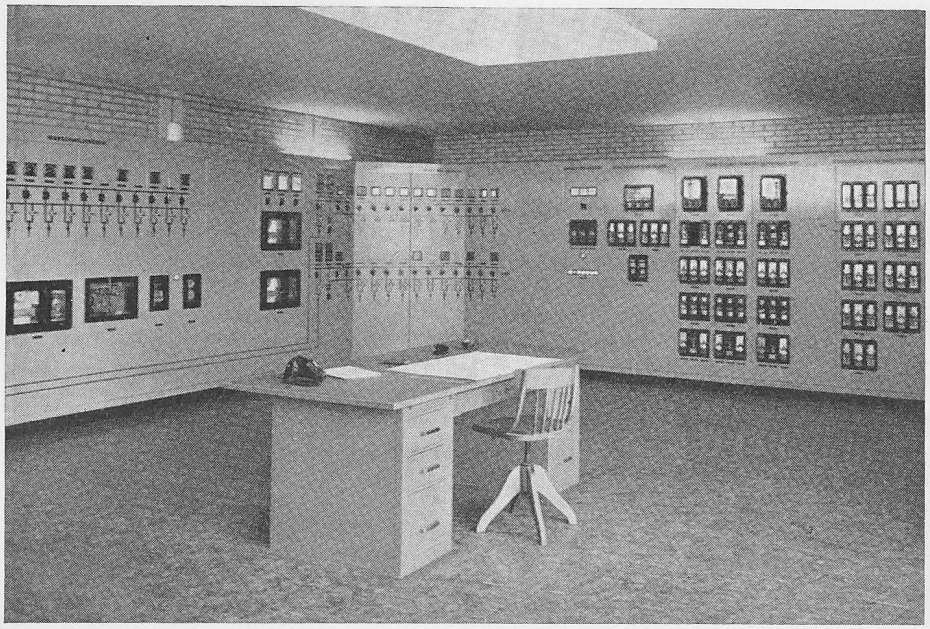


Bild 5. Teilansicht des Kommandoraumes im Unterwerk II

sind. Die Ringleitungen in der Grossbearbeitung werden erst beim vorgesehenen weiteren Ausbau erstellt.

3. Einzelplanung

Nach Abklärung der Vorentscheide konnte an die Einzelplanung herangetreten werden. Diese erstreckte sich im wesentlichen über die nachfolgend behandelten Punkte 31 bis 43.

31. Auslegung des Unterwerkes II

Nachdem durch den Vorentscheid bestimmt wurde, dass ein zweites Unterwerk zu erstellen sei, konnte an dessen Auslegung geschritten werden. Aus den Angaben des Leistungsbedarfs ergab sich die Trafoleistung. Wie schon erwähnt, wurde mit einer installierten Leistung von 43 000 kW gerechnet, wovon für den Schmelzbetrieb 15 000 kW vorgesehen waren. Da die Schmelzenergie gesondert verrechnet wird und das Schmelzen einen äusserst unruhigen Betrieb darstellt, hat man hiefür auch einen eigenen Transformator vorgesehen. Neben den festgeplanten Schmelzanlagen wurden noch Platzreserven für weitere Anlagen geschaffen, durch die sich die installierten Schmelzleistungen um weitere 10 000 kW erhöhen werden, weshalb als gesamte installierte Schmelzenergie 25 000 kW vorgesehen wurden. Bei einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,5 bis 0,6 und einem Leistungsfaktor von 0,84 ergab dies eine erforderliche Trafoleistung von 15 000 bis 18 000 kVA im Vollausbau und für den gegenwärtigen Betrieb 9000 bis 11 000 kVA.

Für die Betriebsenergie waren 27 000 kW als zu installierende Leistung vorgesehen, wobei die weitere Ausbaureserve nur geschätzt werden konnte. Auf Grund der noch zu überbauenden Bodenfläche und des durchschnittlichen jährlichen Leistungszuwachses von 6 % wurde eine Verdoppelung der installierten Leistung angenommen, womit die mögliche Leistung auf 54 000 kW anstieg. Bei einer Gleichzeitigkeit von 0,2 bis 0,25 und einem Leistungsfaktor von 0,84 ergab dies eine Trafoleistung von 13 000 bis 16 000 kVA im Vollausbau und für den zu planenden Betrieb von 6500 bis 8000 kVA. Auf diese minimale Leistung konnte man selbstverständlich die Trafo-Leistung nicht auslegen, ohne in kurzer Zeit eine Verstärkung vornehmen zu müssen. Zur Wahl standen daher die Trafo-Typen von 12 000 oder 15 000 kVA. Die Baukosten für die Trafo- und Schalterzellen einschliesslich der Schaltapparate sind für beide Trafogrössen fast gleich hoch. Eine Gegenüberstellung der Kupfer- und Eisenverluste bei Belastungen bis 12 000 kVA ergab ungefähr gleiche Gesamt-Verluste. Die Kosten für Transformator, Schaltapparate, Trafo- und Schalterzellen einschliesslich Ventilation stellten sich beim 12 MVA-Trafo auf 21.50 Fr./kVA, wogegen sie beim 15 MVA-Trafo nur 19.50 Fr./kVA betrugen. Gesamthaft waren die Kosten beim 15 MVA-Trafo 12 % höher, bei 23 % höherer Leistung. Es wurde daher die grössere Trafo-Type gewählt und zwar je ein Trafo für Schmelz- und Betriebsenergie. Ein weiterer Transformator musste als Reserve zum Ueberbrücken von Störfällen bereitgestellt werden. Die Transformatoren wurden mit einer automatischen Stufenschalteinrichtung ausgerüstet, um eine möglichst konstante Netzspannung für die allgemeine Betriebsenergie zu erhalten. An Schutzeinrichtungen wurden Differential-Ueberlast-Maximalstrom- und Buchholzschutz vorgesehen.

Diese drei Transformatoren einschliesslich der erforderlichen Schalter bestimmten im wesentlichen die Dimensionen des zu bauenden Unterwerkes II. Aus Bild 24 im Aufsatz II über Baukonstruktionen (Heft 7, S. 110) ist der Grundriss der 45 kV-Anlage ersichtlich, während Bild 23 einen Schnitt durch das Gebäude zeigt.

Im Keller befinden sich die Eingangszellen der 45 kV-Kabel ab Unterwerk Grüze und Unterwerk I, die Drucklufterzeugungsanlage für die Betätigung der 45 kV-Druckluftschalter u. Trenner und die Eigenbedarfstrafostation, die den Strom für die Hilfsantriebe liefert. In einem besonderen Raum sind die beiden Akkumulatorenbatterien für die Steuerspannung 220 V und diejenigen für die Signalspannung 36 V aufgestellt. Weiter münden in den Keller auch

Bild 6. 10 kV-Betriebsenergieverteilanlage im Unterwerk II

die beiden Stichkanäle des Haupt-Energiekanales ein, durch welche die Speisekabel zu den Werkstätten und Giessereien geführt werden.

Im Erdgeschoss sind die Trafo- und Schalterzellen angeordnet, wobei die Transformatoren direkt vom Tiefgangwagen in die Zellen eingeschoben werden können. An den 45 kV-Schaltraum sind eine Elektrikerwerkstatt und darüber der Kommandoraum angeschlossen. Von hier aus werden die Schalter der 45 kV- und 10 kV-Anlagen ferngesteuert und auf der Kommandotafel auf einem Blindschema überwacht. Ferner sind hier die Messtellen für den Energiebezug sowie die Ueberwachungsinstrumente der Transformatoren und Speisekabel für Betriebs- und Schmelzenergie angeordnet. Bild 5 zeigt einen Teil des Kommandoraumes.

Im obersten Stockwerk ist die 10 kV-Schaltanlage untergebracht, von welcher die Betriebe mit Energie versorgt werden. Sie teilt sich in vier getrennte Anlagen, welche folgenden Zwecken dienen:

a) Die Hauptverteilung mit den drei Sammelschienensystemen, in welche die Transformatoren einspeisen und die Energie an die Schmelz- und Betriebsstrom-Verteilungen weiterleiten.

b) Die Schmelzenergieverteilung, von welcher aus sämtliche elektrischen Schmelzanlagen versorgt werden.

c) Die Betriebsenergieverteilung für die Giessereien und Lagerplätze.

d) Die Betriebsenergieverteilung für den Werkstättenbetrieb.

Diese Aufteilung der 10 kV-Anlage wurde so gewählt, dass in Störungsfällen nicht die gesamte Energieversorgung zusammenbricht. Im weitern können die erforderlichen Unterhaltarbeiten leichter durchgeführt werden, wenn die Versorgungsgebiete kleiner gehalten sind.

Bild 6 zeigt die beiden 10 kV-Betriebsenergieverteilungen für die Giessereien und den Werkstättenbetrieb. Als Leistungsschalter wurden ölarme und ausfahrbare Apparate verwendet, wodurch der Trenner auf der Kabelseite eingespart werden konnte. Die Schalter sind für eine Abschaltleistung von 500 MVA und einen Nennstrom von 600 bzw. 1500 A ausgelegt. Eine mechanische Verriegelung verhindert das Ausfahren der Schalter in eingeschaltetem Zustand. Die Trenner zu den Haupt- bzw. Hilfssammelschienen werden elektro-pneumatisch gesteuert und sind auf der Hauptsammelschienenseite mit dem betreffenden Leistungsschalter verriegelt, wogegen die Trenner auf der Hilfsschienenseite mit dem Kuppelschalter der beiden Sammelschienen verriegelt sind. Die auf Araldit-stützern montierten Sammelschienen sind für 1500 A bemessen und mit Dehnungsverbindern ausgerüstet. Die Umbruchkraft der Stützer beträgt 1250 kg. Der maximal auftretende Stosskurzschlusstrom bei zwei parallelgeschalteten 15 MVA-Transformatoren beträgt etwa 52 kA, was einer Umbruchkraft beim gewählten Sammelschienenabstand von 230 kg entspricht. Es ergibt sich somit eine 5,5-fache mechanische Sicherheit der Sammelschienensysteme.

Für die 45 kV-Schaltanlage wurden Druckluftschalter der Reihe 60 kV installiert, deren Nennstrom 1000 A und deren Abschaltleistung 1500 MVA beträgt. Die Trennschalter und Stützer sind ebenfalls für 60 kV und eine Umbruchkraft von 2000 kg bemessen. Diese hohe Abschaltleistung der Schalter und die grosse Umbruchkraft der Stützer musste vorgesehen werden, weil in einem späteren Zeitpunkt im Raume von Winterthur ein 150 kV-Umspannwerk erstellt werden soll.

32. 45 kV-Speisekabel

Das Unterwerk I wird vom Unterwerk Grüze des EWW über vier Einleiter-Masse-Kabel von 95 mm² Querschnitt gespiesen, von denen ein Kabel als Reserve dient. Die übertragbare Leistung beträgt 20 000 kVA. Mit dem Bau des Unterwerkes II wurde auch eine zweite Einspeisung vom Unterwerk Grüze her verlegt. Diese drei Einleiter-Masse-Kabel mit PVC-Mantel haben einen Querschnitt von 150 mm² und vermögen 30 000 kVA zu übertragen. Ein weiteres Kabel von 45 kV verbindet die beiden Unterwerke I und II, so dass bei einer Kabelstörung in der Zuleitung zu einem Unterwerk auf das sonst nur unter Spannung stehende Kabel umgeschaltet werden kann. Mit dieser Verbindung der beiden Unterwerke wird das Risiko eines Betriebsunterbruches infolge eines Kabeldefektes wesentlich verringert. Im Bild 14* sind diese 45 kV-Kabel eingezeichnet. Die Speisekabel zu den Unterwerken I und II sind im Unterwerk Grüze mit einem Minimal-Impedanzschutz und einem Doppelerdschlusschutz ausgerüstet. Im UW II wird die 45 kV-Sammelschiene durch Minimal-Impedanzrelais geschützt, deren Schutzbereich sich auf die 45 kV-Anlage beschränkt und auf den Eingangsschalter Grüze II wirkt. Das Verbindungskabel von 45 kV zwischen UW I und UW II besitzt einen Ueberstrom- und Kurzschlusschutz.

33. 10 kV-Mittelspannungsnetz

Wie aus Bild 14* ersichtlich, sind die 10 kV-Kabel als Stichleitungen verlegt, um, wie früher erwähnt, bei einem Kabel- oder Schalterdefekt einen möglichst geringen Teil der produktiven Anlagen stillzulegen. Zum Teil wurden aus Sicherheitsgründen noch zusätzliche Querverbindungen geschaffen. Die Kabel sind auf Grund der thermischen Kurzschlussleistung bemessen worden, welche bei Parallelbetrieb von zwei 15 MVA-Transformatoren auftritt.

Der Kurzschlusstrom pro Transformator auf der 10 kV-Seite beträgt 10 100 A, wobei starre Einspeisung vorausgesetzt ist. Da bei Transformator-Umschaltungen kurzzeitig zwei Transformatoren auf die gleiche Sammelschiene arbeiten, musste dementsprechend auch der doppelte Transformator-Kurzschlusstrom in Rechnung gestellt werden, d. h. 20 200 A. Entsprechend dem einfachen Aufbau des Netzes sind im Normalbetrieb höchstens zwei Netz-Transformatorenstationen hintereinander geschaltet. Dies gestattet, die Relais-Staffelzeiten klein zu wählen. Es wurde deshalb vorgesehen, den Kabelschalter im Unterwerk auf 1 s und den Kabelschalter in der Blockanlage I in Richtung Blockanlage II auf 0,5 s einzustellen.

Die Schalter der Transformatoren sollten einheitlich auf 0,3 s eingestellt werden. Entsprechend der grössten Staffelzeit von 1 s wurde der Kabelquerschnitt bestimmt, welcher dem doppelten Transformator-Kurzschlusstrom (20 200 A) thermisch standhält. Es ergab sich ein minimaler Querschnitt von 150 mm². Dieser genügt auch, um bei einer Notschaltung vier hintereinanderliegende Blockanlagen mit je einem 1000 kVA-Transformator bei Vollast (230 A) zu speisen. Bild 7 zeigt die Verlegung der Kabel in den Energiekanälen.

Wie die Kabelquerschnitte galt es auch, die Schalter, Relais und Messwandler dem maximalen Kurzschlusstrom bzw. der Kurzschlussleistung anzupassen. Die verwendeten 10 kV-Schalter vermögen einem Stosskurzschlusstrom von 58 kA während einer Sekunde standzuhalten und sind für

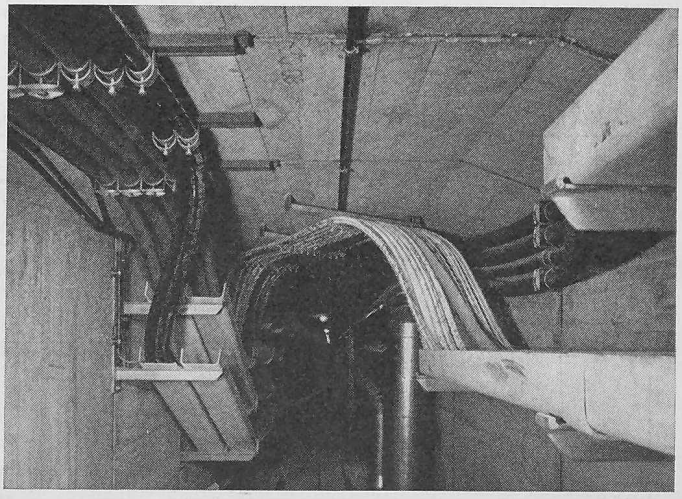


Bild 7. Verlegung der 10 kV-Speisekabel im Energiekanal zur Giesserei

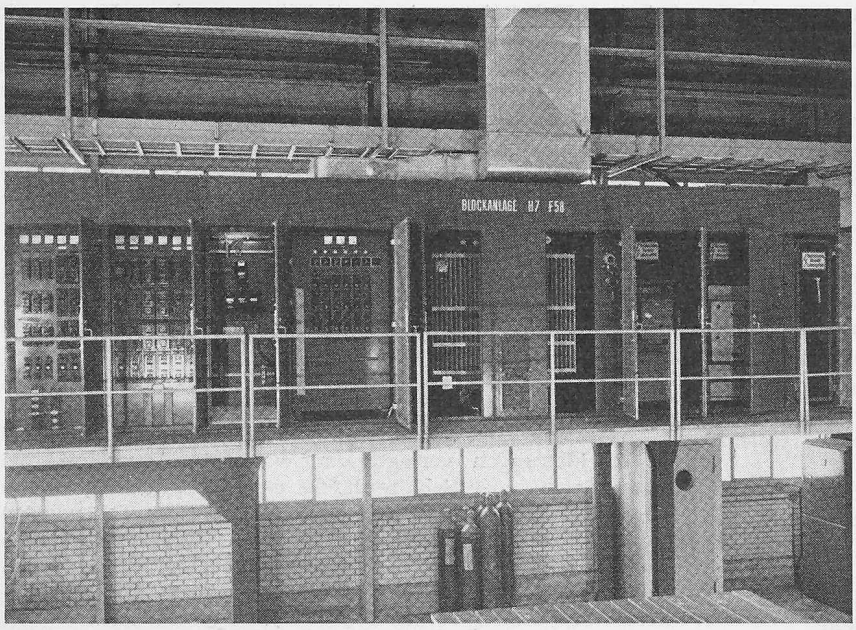


Bild 8. Blockanlage mit geöffneten Türen

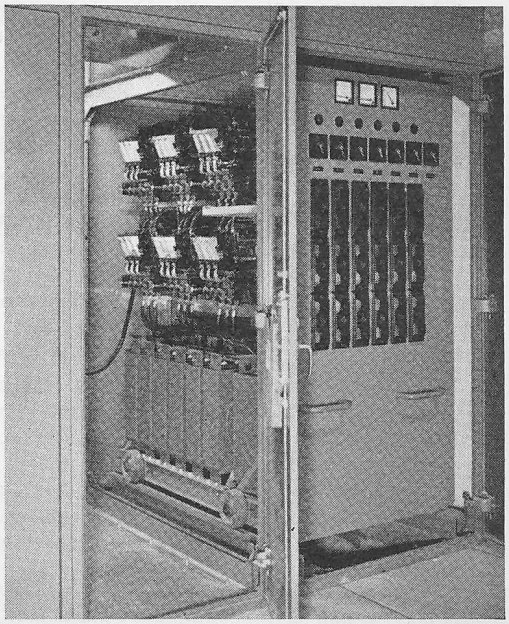


Bild 9. Ausfahrbare Kondensatorenbatterie von 430 kVar mit automatischer Steuerung, links Verbindungsgang

eine Abschaltleistung von 500 MVA ausgelegt. Der maximal auftretende Stosskurzschlusstrom erreicht etwa 50 kA und die maximale Kurzschlussleistung 350 MVA. Für den Schutz der Kabel und Transformatoren wurden direkt auf die Schalter aufgebaute Hauptstromzeitrelais und thermische Relais vorgesehen. Auf Grund der thermischen Kurzschlussfestigkeit ergab sich für die Hauptstromrelais ein minimaler Relaisnennstrom von 200 A und für die thermischen Relais ein solcher von 25 A. Diese 25 A genügen, um einen Transformator von 500 kVA schützen zu können. Da kleinere Transformatoren nicht vorgesehen waren, konnten somit direkt aufgebaute Relais verwendet werden. Es wurden somit für den Kurzschlusschutz von Kabel und Transformatoren je zwei Hauptstromrelais von 200 A eingebaut. Die dritte Phase ist mit einem thermischen Relais ausgerüstet worden, das auf den Kabel- bzw. den Transformator-Nennstrom abgestimmt ist.

34. Blocktransformatorenstationen

Wie eingangs erwähnt, musste die traditionelle Bauart von Transformatorenstationen in abgeschlossenen Räumen für die Werkstätten und Giessereien verlassen werden, da der Platz infolge der grossen Fundamente für Werkzeugmaschinen und Giessereianlagen in den Verbraucherschwerpunkten nicht zur Verfügung stand. Dank der Aufstellung auf Böcke von 2,5 m Höhe zwischen die Stützen, die dank der hohen Hallen ohne weiteres möglich war, wurde die Station aus dem Fabrikationsbereich hinaus verlegt und die Gefahr einer möglichen Beschädigung weitgehend ausgeschaltet. Um stabile Einheiten zu erhalten, sind die Blockzellen aus 4 mm dickem Stahlblech gefertigt. Zur Montage diente ein besonderer Montagebock, mit dem auch ein Transformator oder eine Kondensatorenbatterie rasch ausgewechselt werden kann.

Aus Bild 10 ist der schematische Aufbau der Anlage ersichtlich. In Zelle 1 ist das 10 kV-Speisekabel 3 × 150 mm² TT ab Unterwerk II über einen Lasttrenner 600 A eingeführt. Vor der Zelle 2 wird die in der gleichen Stützenaxe liegende Blockanlage II über einen Lastschalter mit Schutzrelais gespiesen. In Zelle 3 ist der Transformatorschalter mit Schutzrelais, in Zelle 4 der Transformator 1000 kVA, 10 000/3 × 380/220 Volt und ein Sekundär-Trennschalter 2500 A aufgestellt. Die Zellen 5 und 6 enthalten die Sekundär-Abgänge, Zelle 7 den Bedienungsgang mit Blindlast-Regeleinrichtung und Energieverbrauchsmessung und Zelle 8 die automatische Blindlastkompensation mit total 430 kVar. Diese 430 kVar teilen sich auf in eine Grundstufe von 30 kVar und fünf Regelstufen zu je 80 kVar. Die ganze Batterie ist aus Platzgründen auf ein ausfahrbares Gestell montiert, Bild 9. Der Anschluss erfolgt über eine mittels Schaltgriff einzuführende Anschlusslasche direkt an die Sammelschiene von 380 V und über ein Steuerkabel mit Stecker an die Steuerapparatur, welche im Bedienungsgang fest montiert ist.

Aus Bild 3 ist die Aussenansicht mit Bedienungspodest und Zugangstreppe ersichtlich. Die Hochspannungs-Kabel-

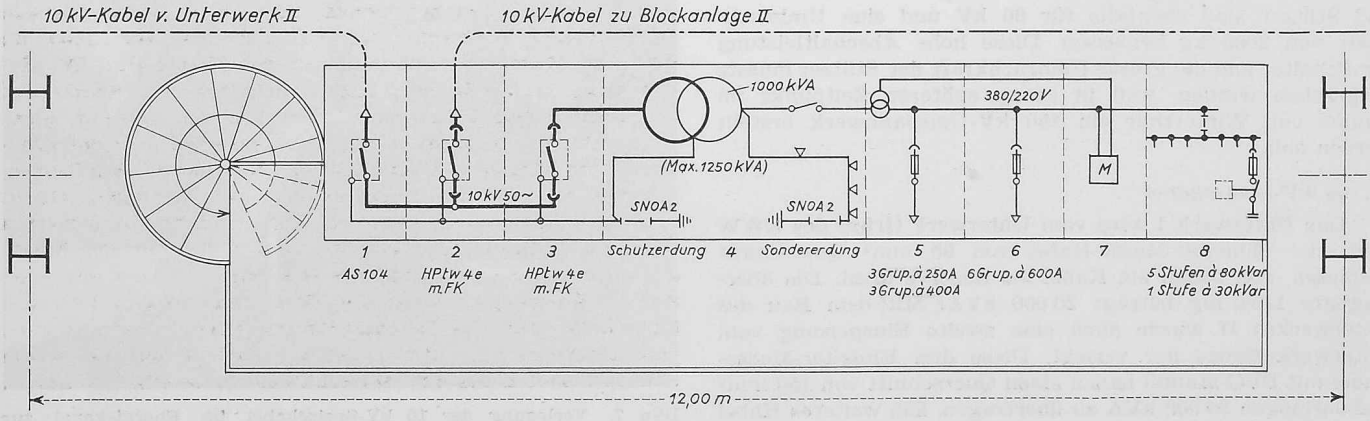


Bild 10. Prinzipschema einer Blocktransformatorenstation

zuführung erfolgt über das darüber angeordnete allgemeine Leitungstrasse, wogegen die Niederspannungsabgänge nach unten in den in der Stützenaxe angeordneten Kabelkanal und von da zu den Energie-Verbrauchern führen. Bild 4 zeigt die Schmalseite einer Blockstation, wie sie sich zwischen die Hallenstützen einfügt und keinerlei produktive Bodenfläche beansprucht.

In der Grossbearbeitungshalle hat man den Raum unterhalb den Blocktransformatorenstationen mit Abschlusswänden versehen zur staubfreien Aufstellung der vielen Leonard-Umformergruppen, welche für die stufenlos regulierbaren Werkzeugmaschinen erforderlich sind. Bild 11 zeigt die Aufstellung der Umformergruppen unter einer Blockanlage.

Die Kühlluft zum Abführen der Verlustwärmen wird in der Giesserei durch die in den Längsaxen gelegenen Lüftungskanäle zugeführt, wogegen in der Grossbearbeitungshalle eigene Belüftungsaggregate montiert wurden. Durch den in den Anlagen herrschenden Ueberdruck wird gleichzeitig das Eindringen von Staub, welcher zum Teil metallische Spuren aufweist, verhindert. Das Ausfallen der Belüftung einer Anlage wegen einer Störung am Zuluftventilator wird sofort signalisiert. Bei Brandausbruch schliesst eine automatische Klappe die Zuluft ab, so dass das Feuer erstickt. Versuchsweise wurden auch zwei Blockstationen mit je einer CO_2-Feuerlöschanlage ausgerüstet. Bild 8 zeigt eine Blockanlage mit geöffneten Türen, wobei der Lüftungskanal über den Zellen für den Transformator und die Kondensatoren deutlich sichtbar ist.

Fortsetzung folgt

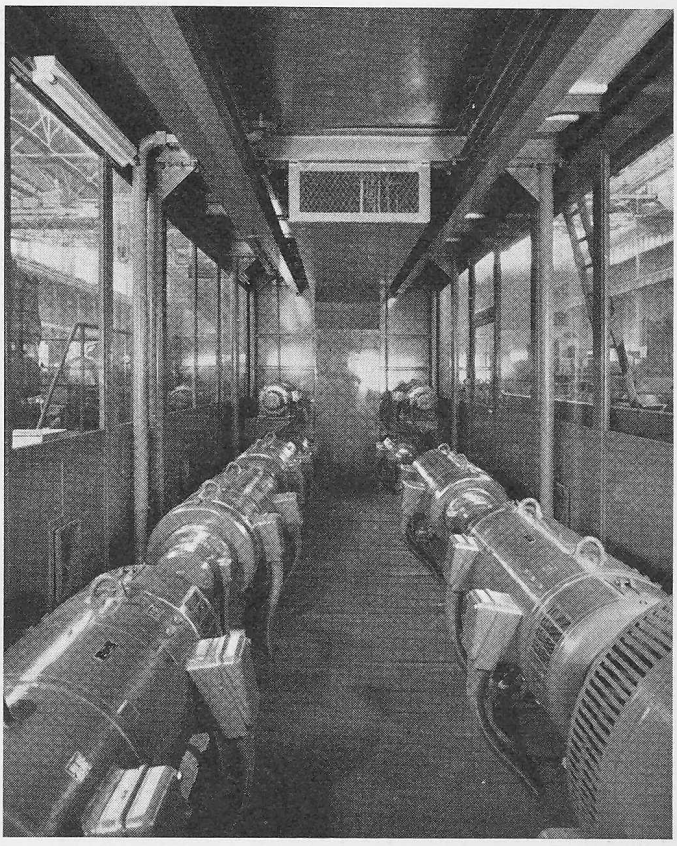


Bild 11. Leonard-Umformergruppen für eine grosse Werkzeugmaschine, eingebaut im staubfreien Raum unterhalb einer Blockanlage

Zwei neue Kunstdenkmäler-Bände

DK 7.03

Das mit bewundernswerter Stetigkeit voranschreitende Inventarisationswerk der Schweizerischen Kunstdenkmäler erfreut die Mitglieder der Gesellschaft für Schweizerische Kunstgeschichte — zu denen jeder kulturell Interessierte gehören sollte — durch zwei Jahresgaben, die diesmal nicht die intimen Reize von kleinen Städten oder die breite, bäuerliche Kultur ländlicher Bezirke zeigen. Vielmehr kommt diesmal die überprovinzielle, mondäne Seite des Mittelalters und des Barocks zu Wort. Es sind dies der 45. [1]) und der 46. Band [2]) des Gesamtwerkes.

I. Das Stift St. Gallen

Dieser Band ist als Monographie einem einzigen Baukomplex, seiner Geschichte und seiner Ausstattung gewidmet, freilich einem Bau ersten Ranges, sowohl was seine Vergangenheit wie seinen heutigen Baubestand betrifft. Er beschliesst grossartig die stattliche Reihe, die das Kunstdenkmälerwerk seinem Verfasser, *Erwin Poeschel,* verdankt: die sieben Bände Graubünden (1937—48), den Band der Stadt St. Gallen (1957) und den des «zugewandten Ortes» Fürstentum Liechtenstein (1950), wozu ausserhalb des Kunstdenkmälerwerkes noch die drei Bände «Das Bürgerhaus von Graubünden» (1923—25), das Burgenbuch von Graubünden 1929 und die Monographie über die romanischen Deckengemälde von Zillis (1941) kommen. Mit den Graubünden-Bänden hat Poeschel recht eigentlich den Standard aufgestellt, dem die Verfasser aller späteren Bände tief verpflichtet sind, und wenn die spät begonnene schweizerische Kunstinventarisation heute auch im Ausland als vorbildlich gilt, so ist das zu einem grossen Teil ihm zu verdanken.

Zuerst wird die Gründung und Erbauung des karolingischen Münsters dargestellt, soweit sie aus den Quellen erschliessbar ist; der Verfasser führt den Leser umsichtig durch das Dschungel der den berühmten Klosterplan umwuchernden Hypothesen — von einer ausführlichen Beschreibung entlastet ihn die vom Historischen Verein des Kantons St. Gallen 1952 herausgegebene Monographie und Facsimile-Reproduktion dieses einzigartigen Dokumentes.

Ueber die Bedeutung der seit 1755 erbauten barocken Stiftskirche sind keine Worte zu verlieren: sie ist ein Hauptdenkmal nicht nur des schweizerischen Barocks, sondern ihrer Zeit überhaupt. Für ihre Baugeschichte stehen Urkunden in reicher Fülle zur Verfügung, so dass sie sich bis in alle Einzelheiten verfolgen lässt; neben den wie immer in diesen Bänden vorbildlich schönen Grundrissen und Schnitten wird erfreulich viel Detail gezeigt, fliessen hier doch wie kaum anderswo Architektur, Altäre, Gemälde, Stukkaturen und Kunstgewerbe aller Art ohne feste Grenzen ineinander. Und dies vor noch nicht zweihundert Jahren, vor sechs Generationen, so dass ein heute Siebzigjähriger der Enkel eines Mannes sein kann, der noch einen am Bau Beteiligten gekannt haben könnte.

Wie üblich in den Kunstdenkmälerbänden werden die in das Schweiz. Landesmuseum oder Historische Museum St. Gallen oder sonst abgewanderten Stücke des Kirchen- oder Klosterschatzes bildlich an ihren Heimatort zurückversetzt. Amüsant und bezeichnend für das Selbstbewusstsein der St. Galler Fürstäbte sind vier Scheiben von 1565 im St. Galler Museum: auf der einen thront Papst Pius IV. Medici unter der dreifachen Krone, umgeben von Kardinälen und Patriarchen im grossen Ornat, um den vor ihm knieenden Abt in sein geistliches Amt einzusetzen. Auf der zweiten thront Kaiser Maximilian mit allen sieben Kurfürsten, um den Abt mit den Regalien, d. h. der weltlichen Macht eines Reichsfürsten zu belehnen. Auf der dritten und vierten sind je zwei Szenen dargestellt: links thront nun der Fürstabt im grossen Ornat, und vor ihm barhaupt und mit markierter Kniebeuge nimmt der Graf von Hohenzollern das Marschalkenamt des Reichsstiftes zu Lehen, das er rechts, nun seinerseits bedeckten Hauptes thronend, dem Edlen von Mammertshofen als Erb-Marschalken weitergibt — und so auf der vierten Scheibe das Kämmereramt. Zeremonien, die

Schluss siehe Seite 135

[1]) **Die Kunstdenkmäler des Kantons St. Gallen, Band III: Die Stadt St. Gallen. Zweiter Teil, das Stift.** Von *Erwin Poeschel.* 392 S., 331 Abb. Basel 1961, Birkhäuser Verlag. Preis geb. 50 Fr.

[2]) **Die Kunstdenkmäler des Kantons Basel-Stadt, Band IV: Die Kirchen, Klöster und Kapellen, zweiter Teil: St. Katharinen bis St. Niklaus.** Von *François Maurer.* 396 S., 448 Abb. Basel 1961, Birkhäuser Verlag. Preis geb. 50 Fr.