Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 65 (1947)
Heft: 28

Artikel: Modernisierung einer industriellen Energie-Versorgungsanlage
Autor: Howald, W.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-55908

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

Modernisierung einer industriellen Energie-Versorgungsanlage

DK 620.9 : 725.4

Von Dipl. Ing. W. HOWALD, Thalwil

Energieversorgungsanlagen werden in industriellen Betrieben oft als notwendige Uebel betrachtet und daher nicht mit der erforderlichen Sorgfalt behandelt. Mit dem Anwachsen der Fabriken werden neue Energieverbraucher meist mehr oder weniger planlos zu den bestehenden hinzugefügt, bis die Kraftzentralen überlastet und die Anlagen unübersichtlich geworden sind. In vielen Fällen drängt sich dann eine vollständige Neuordnung auf. Die Lösung einer solchen Aufgabe, die in verschiedener Beziehung interessant ist, soll nachstehend beschrieben werden.

Vor dem Umbau der in Frage stehenden Fabrikanlage waren die Versorgungsbetriebe an drei verschiedenen Stellen untergebracht (Bild 1a). Erweiterungsmöglichkeiten bestanden nicht. Besonders unübersichtlich waren die elektrischen Anlagen. Beim Umbau wurden grundsätzlich alle Maschinenanlagen in einer eigentlichen Versorgungszentrale übersichtlich zusammengefasst; sie befindet sich an der Westecke des Fabrikareals (Bild 1b, links oben). Getrennt davon erstellte man an der Nordecke die Wärmezentrale, die sowohl für die bestehenden als auch für die später vorgesehenen Betriebe dienen soll und damit für beide ungefähr gleich lange Dampf- und Heizleitungen ergibt.

Wird später der zweite Gebäudeflügel erstellt, so wird dort eine zweite Versorgungszentrale eingerichtet werden müssen, die der in diesem Teil aufzunehmenden Fabrikation anzupassen ist. Sie wird nötigenfalls eine eigene Kältemaschine aufweisen, sowie eine direkt ab Kesselhaus gespeiste Dampf- und Heizverteilung erhalten. Die elektrische Licht- und Kraftverteilung wird dagegen als Unterverteilung der Hauptzentrale zu behandeln sein.

Für den Anschluss der neuen Anlagen waren nur Betriebsunterbrechungen von höchstens 24 Stunden Dauer zulässig, was die Disposition ebenfalls beeinflusste.

1. Die Wärmeanlagen

Die bisherige Fabrikation verlangte Dampf von 2 und 4,5 atü Druck, der in einem stehenden Cochran-Kessel erzeugt wurde. Der Kessel stand in einem Anbau an eine Gebäudenische in der Nordwestecke der Fabrik (Bild 1a), in der Nähe der häuptsächlichsten Verbraucher. Da seine Nennleistung mit dem Bedarf nicht übereinstimmte, war sein Feuerraum nachträglich durch Einmauerung verkleinert worden; trotzdem arbeitete er unwirtschaftlich.

Das Speisewasser wurde in einem Rauchgasökonomiser vorgewärmt. Zur Enthärtung fügte der Heizer gelegentlich und ohne Kontrolle Natron zu. Das Kondensat der Dampfverbraucher sammelte man nur teilweise, sodass die Wärmewirtschaft entsprechend schlecht war.

Im gleichen Raum befand sich ferner ein Gliederkessel für die Warmwasserheizung der Gebäude, hauptsächlich der Bureaux und der Werkmeisterwohnung. Dieser Kessel stand nur während der eigentlichen Kälteperiode im Betrieb; für die Uebergangszeit diente ein mit Dampf geheizter Wärmeumformer zum Anwärmen des Zentralheizungswassers.

Die Brennstoffknappheit der Kriegsjahre legte nun eine Verbesserung der Wärmewirtschaft, sowie die Verwendung von elektrischer Abfallenergie nahe. Ein Elektrospeicher von 19 m³ Inhalt, 200 kW Leistung und 6 bis 13 atü Druck hätte den Ansprüchen des Betriebes entsprochen. Das Lieferwerk gestattete jedoch wegen den bestehenden knappen Zuleitungen vorläufig den Einbau von nur 100 kW.

In Anbetracht der zukünftigen Bauentwicklung wurde der neue Kessel an die Nordecke des Gebäudekomplexes verlegt (Bild 1b). Hierfür stand ein Kellerraum zur Verfügung, wodurch weder Neubauten nötig, noch für andere Zwecke wichtige Bauflächen beansprucht wurden. Das neue Kesselhaus ist damit von den übrigen Versorgungsbetrieben wohl etwas abgelegen; da es aber vollautomatisch arbeitet, ist nur eine gelegentliche Beaufsichtigung erforderlich.

Für den elektrischen Teil hat man ein neues Speisekabel aus dem Netz des Lieferwerkes nachgezogen und in einen, dem Kesselhaus vorgelagerten, abgetrennten Schaltraum geführt, der von aussen direkt zugänglich ist. Hier sind auf einer Schalttafel (Bild 2) alle Sicherungen, Schützen und Steuerapparate übersichtlich angeordnet. Im Feld rechts befinden sich das ankommende Kabel, ein Hauptschalter und der Zähler, dann folgt der Schützenschrank für vorläufig vier, später acht Schützen, welche die Heizelemente von je 25 kW-Leistung steuern. Im Feld links sind je ein Volt- und ein Ampèremeter, sowie eine Schaltwalze eingebaut. Diese schaltet die einzelnen Schützen tagsüber nach dem Lieferprogramm des Werkes, wobei die Hochbelastungszeiten gesperrt werden. Ferner kontrolliert sie das stufenweise Einschalten der Heizelemente und vermeidet so starke Belastungsschwankungen im Netz. Ausserdem ist in diesem Feld für jeden Schützen ein Handschalter angebracht, um diese individuell ausschalten zu können. Eine Signallampe zeigt jede eingeschaltete Stufe an.

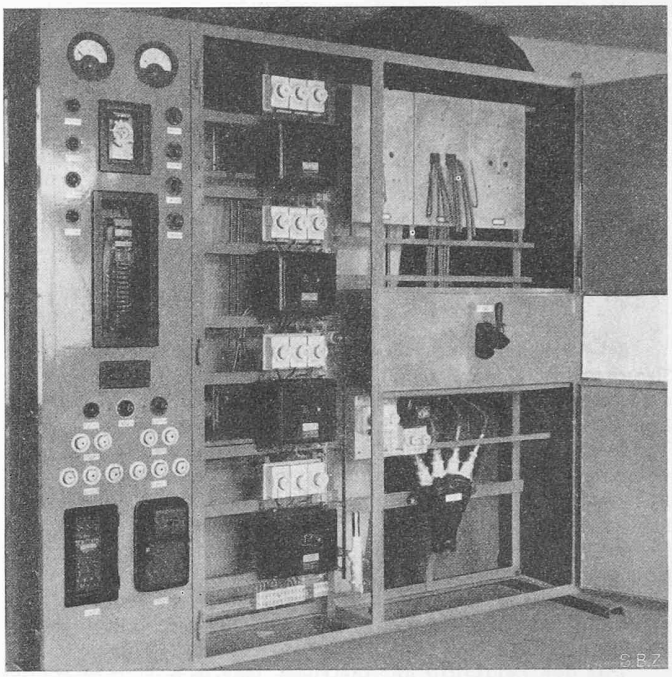


Bild 2. Schalttafel für den Elektrospeicher
Links: Steuerwalze, Schaltuhr; Mitte: Schützen; Rechts: Ankommendes Kabel, Hauptschalter, Zählertafel (Zähler nicht eingebaut)

Im Kesselraum ist neben dem Speicher ein Tableau mit vier Manostaten angebracht, die die Schützen stufenweise ausschalten, wenn sich der Kesseldruck seinem Höchstwert nähert. Die Abschaltung setzt bei 12 atü ein und ist bei 13 atü beendet.

Der Kontrolle des Heizers unterliegt damit nur die Beobachtung des Wasserstandes im Speicher sowie die Nachspeisung (Bild 3). Ferner kann er mit den erwähnten Handschaltern unabhängig vom Steuerschalter gegen Abend die Belastung von Hand verringern, so dass der Speicher am Ende der Arbeitszeit entladen ist, um dann mit dem billigeren Nachtstrom wieder voll aufgeladen zu werden.

Nachdem der Elektrospeicher in Betrieb gesetzt worden war, machten betriebliche Anforderungen den Einbezug des bisherigen Kesselhauses in den bestehenden Gebäudekomplex notwendig. Der Cochran-Kessel war daher zu entfernen; zur Dampferzeugung musste neben dem Elektrospeicher im gleichen Raum ein gefeuerter Kessel eingebaut werden. Die Wahl

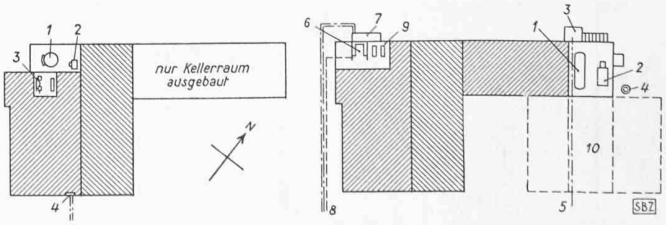


Bild 1. Disposition der Fabrikanlage
Bild 1a (links). Vor Umbau: 1 Cochran-Kessel, 2 Heizungskessel, 3 CO_2-Kälteanlage, 4 Licht- u. Kraftverteilung (mit EW-Anschluss).
Bild 1b (rechts). Nach dem Umbau: 1 Elektrospeicher, 2 La Mont-Kessel, 3 Schaltraum für die Kesselanlage, 4 Hochkamin, 5 EW-Kesselanschluss (später Reserve), 6 Licht- und Kraftverteilung, 7 Transformatorenstation (im Keller), 8 EW-Anschluss (Licht und Hochspannung), 9 Kältezentrale, 10 Spätere Fabrikerweiterung

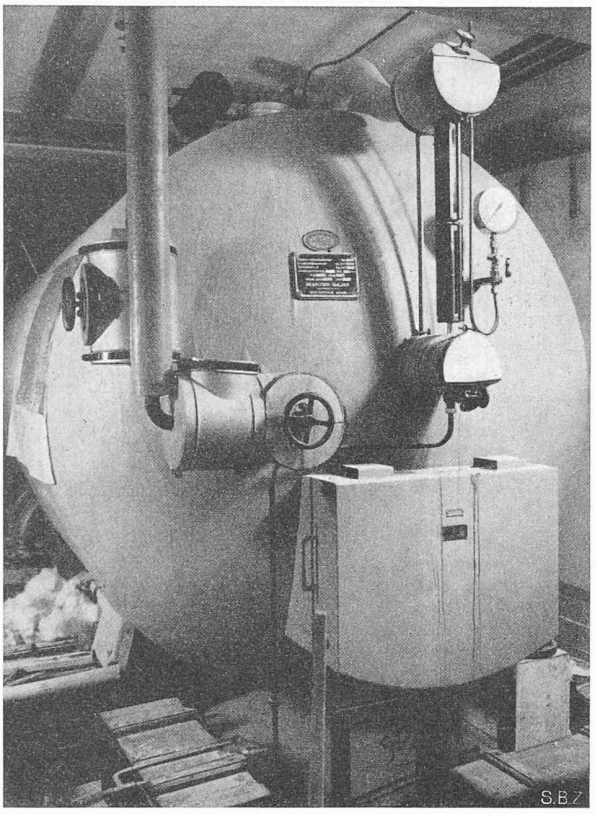


Bild 3. Elektrospeicher
Links: Speisewasser-Anschluss, unten Haube für Kabelanschlüsse zu den Heizelementen, darüber Wasserstand

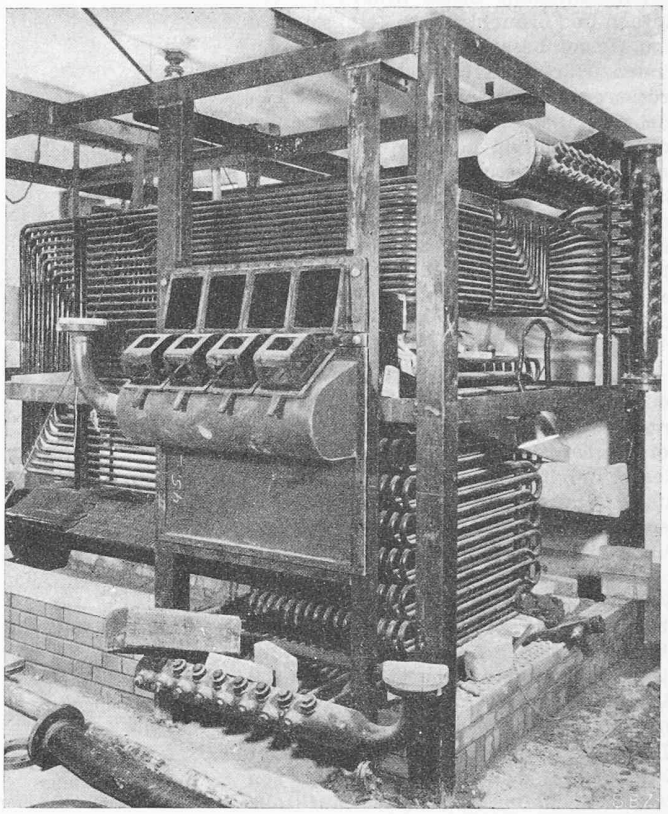


Bild 4. La Mont-Kessel während der Montage
Links: Sammler für den Speisewasser-Vorwärmer, darüber Klappen für den Russbläser, rechts die beiden Sammler für das Verdampfer-Rohrbündel

fiel dabei auf einen La-Mont-Zwangsumlaufkessel. Massgebend hierfür war der Umstand, dass im Elektrospeicher bereits ein genügendes Dampfvolumen zum Ausgleich der Belastungsstösse vorhanden war, dass der mit Brennstoff gefeuerte Kessel jederzeit und innert kürzester Frist in Betrieb zu nehmen ist, dass der vorhandene Raum klein war, und schliesslich, dass die Bedienung einfach sein und wenig Heizerarbeit erfordern sollte.

Der nun eingebaute Kessel beansprucht nur etwa 2×3 m² Grundfläche; er leistet 800 bis 1000 kg/h Dampf, womit er allen Anforderungen auch für die Zukunft genügt. Die Unterschubfeuerung ist automatisch; sie kann vom darüberliegenden Kohlenraum aus mit einem Abfalltrichter beschickt werden. Dagegen muss der Heizer die Asche von Hand aus dem Kesselraum entfernen, wozu seitlich ein grosses Fenster ausgebrochen wurde, durch das auch der Kessel montiert wurde.

Der Kessel besteht aus zwei Mehrfach-Rohrbündeln. Das erste dient der Vorwärmung und liegt im zweiten Zug, während das Verdampferbündel den Feuerraum allseitig umschliesst. Die Rohrschlangen endigen in vier aussenliegenden und zur Reinigung leicht zugänglichen Sammlern (Bild 4). Weiter kann das Feuer durch geeignete Klappen von der Seite beobachtet und auch der Russbläser eingeführt werden.

Die Verbrennungsluft wird an der Decke des Raumes im vorgewärmten Zustand von einem Gebläse abgesogen und durch einen mit den Rauchgasen geheizten Wärmeaustauscher gedrückt, bevor sie unter den Rost tritt. Ein zweites Gebläse saugt die im Austauscher abgekühlten Rauchgase ab und fördert sie in den Hochkamin. Bild 7 zeigt diesen Austauscher in unisoliertem Zustand.

Eine Heisswasserumwälzpumpe mit künstlich gekühlten Lagern bewegt das Wasser im Zwangsumlauf durch die Röhrenbündel. Diese Pumpe wurde seitlich in einer Grube aufgestellt und weist damit einen günstigen Zulauf auf. Sie entnimmt das Heisswasser einem aussen am Elektrospeicher angebrachten Dampfabscheider und drückt es durch den La-Mont-Kessel. Beim Anfahren des Kessels wird das Dampfwassergemisch oben in den Elektrokessel zurückgegeben, was einen kleineren Umwälzwiderstand ergibt. Nachdem das Wasser im Elektrospeicher die Betriebstemperatur angenommen hat, wird umgeschaltet und das Gemisch durch ein gelochtes Rohr unten in den Speicher eingeführt, wo es ruhig ausdampfen kann.

Die Röhrenbündel des La-Mont-Kessels sind bei mangelnder Zirkulation auf lokale Ueberhitzungen empfindlich. Daher wurde der elektrische Teil automatisiert und zwar so, dass bei Ausfallen der Umwälzpumpe auch die Gebläsemotoren und der Vorschub der Feuerung ausgeschaltet werden, wodurch die Heizwirkung des Feuers sofort zurückgeht. Gleichzeitig ertönt ein Alarmsignal, worauf das Feuer sofort zu löschen ist.

Erfolgte die Ausschaltung wegen Ausfallen der Netzspannung, so schaltet bei rasch wiederkehrender Spannung zuerst die Umwälzpumpe automatisch wieder ein. Dann folgen der Saugzugmotor und nachher die Motoren für Feuerung und Unterwind. Diese können auch von einem Schalttableau aus, das sich neben dem Kessel befindet, einzeln zu- oder abgeschaltet werden. Die Einschaltung ist aber in jedem Fall über den Schütz der Umwälzpumpe verriegelt, so dass diese immer zuerst einschaltet.

Die Motorschützen selbst sind mit ihren Sicherungen in einem zweiten Schaltschrank im Schaltraum des Kesselhauses untergebracht (Bild 6, unten); im Kesselhaus würden sie verstauben. Auf dem Steuertableau im Kesselhaus befinden sich auch die Anzeigeinstrumente für $CO + H_2$ und CO_2 des Rauchgasprüfers, so dass das Feuer vom Heizerstand aus reguliert werden kann.

Der Betrieb des La-Mont-Kessels verlangt reines und enthärtetes Speisewasser. Um den Frischwasserzuschuss herabzusetzen und die Wärmewirtschaft zu verbessern, wurden vorerst alle Kondensate gesammelt und zur Speisung zurückgeführt. Weiter hat man ein Aufbereitungsgefäss von 1 m³ Inhalt aufgestellt, in dem das Rohwasser mit Trinatriumphosphat versetzt und aufgekocht wird. Zugleich wird aktiver Kesselschlamm aus dem Speicher beigegeben, womit der Bedarf an Chemikalien gesenkt und ferner der Salzgehalt der Kesselfüllung niedrig gehalten werden kann. Nach dem Absetzen der Füllung wird das enthärtete Speisewasser in einen Reinwassertank entleert, in den auch die gesammelten Kondensate zurückgepumpt werden. Die ganze Aufbereitungsanlage befindet sich über dem Kesselhaus und wird durch dessen Abluft auf etwa 40° C erwärmt, was sich auf den Wärmehaushalt günstig auswirkt.

Die Bedienung dieser Anlage ist sehr einfach und braucht wenig Zeit; sie wird vom Heizer besorgt, der auch die laufenden Härtekontrollen vornimmt. In grösseren Zeitabständen führt der Betriebschemiker eine vollständige Analyse der Kesselfüllung aus, um Härte, Salzgehalt und Natronzahl zu bestimmen. Es hat sich gezeigt, dass diese Werte bei sachgemässer Bedienung der Enthärtungsanlage annähernd konstant bleiben, gleichgültig ob das Zusatzwasser aus dem Netz der Wasserversorgung oder aus dem betriebseigenen Grundwasserbrunnen stammt.

Die nun zweijährigen Betriebserfahrungen mit dieser kombinierten Dampferzeugungsanlage sind sehr günstig. Dabei erwies sich die mit dem La-Mont-Kessel mögliche, elastische Betriebsführung als grosser Vorteil. So kann dieser Kessel z. B. bei grössern und länger andauernden Belastungsspitzen und beschränkter Energielieferung seitens des Werkes kurzzeitig eingesetzt werden, ohne dass der Brennmaterialverbrauch übermässig hoch ausfällt. Seine ständige Betriebsbereitschaft wird durch tägliches, kurzes Umwälzen des Heisswassers aufrecht erhalten, wodurch das Mauerwerk immer warm bleibt. Der Kessel kann deshalb ohne Gefahr von Rissen in 15 bis 20 Minuten auf volle Leistung aufgefahren werden.

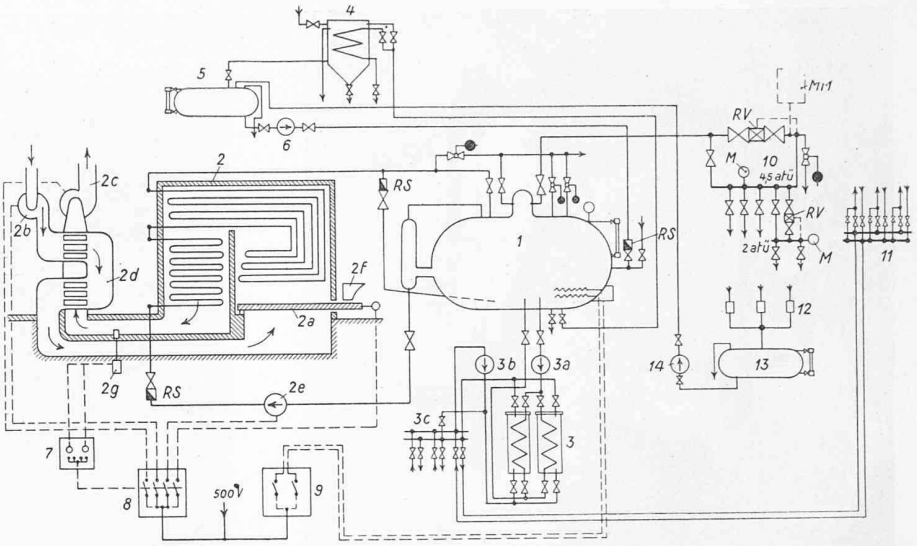


Bild 5. Rohrleitungsschema der Wärmeanlage

1 Elektrospeicher
2 La Mont-Kessel
a Unterschubfeuerung
b Unterwindgebläse
c Saugzuggebläse
d Luftvorwärmer
e Umwälzpumpe
f Kohleneinwurftrichter
g Rauchgasprüfer
3 Heisswasserumformer für die Heizung
a Heisswasserpumpe
3 b Warmwasserpumpe
c Heizverteilung
4 Aufbereitungsgefäss für Speisewasser
5 Reinwassertank
6 Speisepumpe
7 Steuertafel für den La Mont-Kessel
8 Schalttafel für den La Mont-Kessel
9 id. für den Elektrospeicher
10 Dampf-Reduzier- und Verteilstation
11 Heizverteilung B für das bestehende Gebäude
12 Kondenstöpfe
13 Kondensattank
14 Kondensatpumpe
MM Dampfmengenmesser (später)
M Manometer
RS Rückschlagventil
RV Reduzierventil

Umgekehrt übernimmt das grosse Wasservolumen im Elektrospeicher im Winter, wenn nur mit Brennstoff geheizt wird, den Ausgleich der kurzen Belastungsspitzen und ermöglicht für die Feuerung eine kürzere Betriebszeit mit ausgeglichener Belastung. Dabei wird der Dampfverbrauch zu Beginn und am Ende der Arbeitszeit aus dem Speicher gedeckt. Es ist lediglich darauf zu achten, dass der Dampfdruck über Nacht nicht unter 6 atü fällt, damit der La-Mont-Kessel am Morgen wieder rasch genug aufgefahren werden kann. Bei tieferem Druck wäre die Zirkulation zu gering und es dürfte nicht sofort mit voller Leistung gefahren werden. Die Präsenzzeit des Heizers fällt deshalb gegenüber dem Betrieb mit einem Grosswasserraumkessel bedeutend kürzer aus.

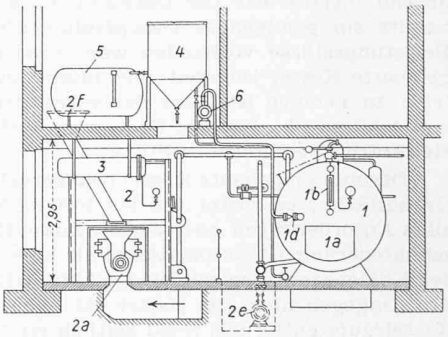
Die nach Entfernung des Gliederkessels vorläufig mit dem Dampfumformer betriebene Gebäudeheizung soll nun auf zwei Heisswasser-Warmwasser-Umformer umgeschaltet werden. Diese werden an der Decke des Kesselraumes montiert, wo sie keinen wertvollen Raum beanspruchen (Bild 6). Die zugehörigen Heisswasser- und Warmwasserumwälzpumpen, sowie die Verteilbatterie für die einzelnen Gebäudeteile werden an der Wand montiert. Mit dieser Einrichtung kann die Heizung auch über Sonntag in Betrieb gehalten werden, ohne dass Dampf oder Brennstoff verbraucht wird. Dies ist besonders mit Rücksicht auf die Werkmeisterwohnung wichtig.

Mit der beschriebenen Neuordnung der Kesselanlage wurde der ganze Wärmebetrieb der Fabrik auf das neue Kesselhaus konzentriert und konnte in einem Raum von nur 8,6 × 7,5 m untergebracht werden. Dies war von besonderer Bedeutung für das betreffende Unternehmen, da seine nutzbare Baufläche begrenzt ist.

Das ehemalige Kesselhaus wurde, soweit verfügbar, zu einem Maschinenraum umgebaut und dort eine Dampfverteilstation (Bild 8) für die einzelnen Verbraucher, sowie eine Unterverteilung mit Rücklaufbeimischung zur Regulierung der einzelnen Heizstränge eingerichtet.

In Bild 5 ist das generelle Leitungsschema der besprochenen Wärmeanlage dargestellt, aus dem die Gliederung der einzelnen Teile hervorgeht, während Bild 6 die räumliche Disposition des neuen Kesselhauses und der Speisewasseraufbereitung zeigt.

Bei Anlass des Umbaues wurde auch die Frage der Energiegewinnung aus dem Druckgefälle von 13 bis 6 atü untersucht. Eine solche Ausnützung liegt jedoch an der unteren Grenze der Wirtschaftlichkeit; ferner waren auch die Dampfmengen ungenügend und zu unregelmässig, und schliesslich hätte eine solche Kraftzentrale eine betriebsfremde Einrichtung dargestellt, deren Betriebsführung eine unerwünschte Komplikation bedeuten würde. Auf Tabelle 1 sind die Daten der beiden Kessel zusammengestellt.



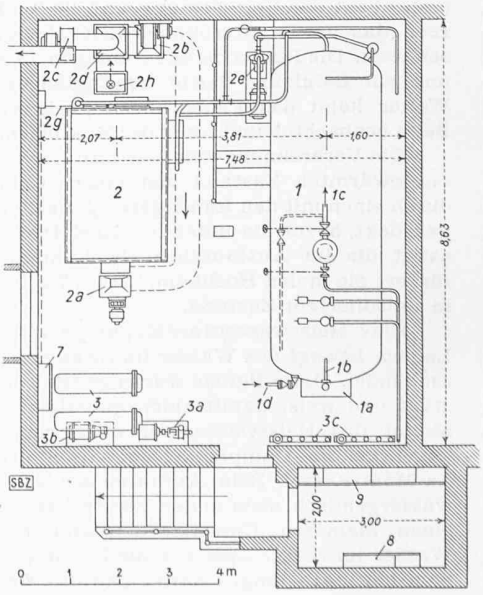


Bild 6. Disposition der Kesselanlage.

1 Elektrospeicher
a Anschlusskasten
b Wasserstandsanzeiger
c Ableitung des Fabrikationsdampfes
d Anschluss der Kesselspeisung
2 La Mont-Kessel
a Unterschubfeuerung
b Unterwindgebläse
c Saugzuggebläse
d Luftvorwärmer
e Umwälzpumpe
f Kohleneinwurftrichter
g Rauchgasprüfer
h Russtüre im Rauchgaskanal
3 Heisswasserumformer für die Heizung
a Heisswasserpumpe
b Warmwasserpumpe
c Heizverteilung A
4 Aufbereitungsgefäss für Speisewasser
5 Reinwassertank
6 Speisepumpe
7 Steuertafel für den La Mont-Kessel
8 Schalttafel für den La Mont-Kessel
9 Schalttafel für den Elektrospeicher

Tabelle 1. Hauptdaten der Kesselanlage

		Elektro-speicher	La-Mont-Kessel
Baujahr		1943	1944
Betriebsdruck	atü	13	13
Konstruktionsdruck	atü	15	15
Heizfläche	m^2		45
Stündliche Dampfleistung	kg/h		800 bis 1000
Wirkungsgrad	%		82,5 81,0
Speicherinhalt	m^3	19	
Speicherfähigkeit	kWh	1000	
Anschlusswert und Stufen	kW	4(8) × 25	
Länge des Kessels	mm	6500	3150
Durchmesser bzw. Breite	mm	2000	2070
Höhe	mm		2500
Umwälzpumpe			
Energiebedarf	PS		8,5
Leistung	kg/min		732
Arbeitsdrücke	atü		13/16
Drehzahl	U/min		2900

2. Die Kälteanlage

Der Fabrikationsbetrieb verlangt neben Heizdampf auch beträchtliche Mengen Kaltwasser von + 1 bis + 2° C. Für dessen Beschaffung diente früher eine CO_2-Kühlanlage von rd. 30000 kcal/h Leistung mit Berieselungsverdampfer. Diese Leistung genügte dem vergrösserten Betrieb nicht mehr; der Kompressor war veraltet und störanfällig; die Anlage litt ferner unter dem unvermeidlichen Spritzwasser des Verdampfers, so dass man sich entschloss, sie durch eine neue zu ersetzen.

Mit Rücksicht auf später aufzustellende Kälteverbraucher wählte man eine moderne Ammoniakkühlanlage von 43000 kcal/h Leistung. Der raschlaufende, zweizylindrige Kompressor mit direktem elektrischem Antrieb wurde im neuen Maschinenraum an der Aussenseite des Gebäudes aufgestellt, wo er von allen Seiten gut zugänglich ist. Zugleich verdoppelte man den Verdampfer durch den Anschluss eines zweiten gleichen Apparates. Beide Verdampfer stellte man in dem für sich abgeschlossenen Raum auf, der durch den Abbruch der CO_2-Maschine entstand. Später soll zwischen diesen beiden Apparaten noch ein Luftkühler für besondere Zwecke montiert werden, worauf dann der Raum voll ausgenützt sein wird. Auf der Rückwand des Verdampferraumes wurde eine Schaltstation für die Ammoniakverteilung angeordnet, die die Zuteilung der Kälteleistung an die verschiedenen Verbraucher, die teilweise in anderen Räumen liegen, gestattet.

Es ist vorgesehen, die Fabrikation später auf ein anderes, leistungsfähigeres Verfahren umzustellen, das aber mehr Kälte braucht. Alsdann wird ein zweiter Kompressor des selben Typs parallel geschaltet, für den im Maschinenraum bereits die Fundamente und die Anschlussleitungen mit den Absperrorganen erstellt sind. Der im Keller montierte Bündelkondensator und das selbsttätige Expansionsventil sind bereits für die doppelte Leistung vorgesehen, so dass hier keine Ergänzungen mehr notwendig sein werden.

Bild 11 zeigt den zweistufigen Kompressor mit angebautem Zwischenkühler (hinten) und Oelabscheider (links). An der hintern Wand ist die Schalttafel und an der seitlichen Wand die Kühlwasserkontrolleinrichtung sichtbar.

Die neue Kälteanlage arbeitet selbsttätig. Ein Thermostat im Kaltwasser stellt den Kompressor ab, wenn die Kaltwassertemperatur auf + 1° C gesunken und schaltet ihn wieder ein, wenn sie über + 2° C gestiegen ist. Sämtliche Steuerapparate sind einheitlich auf den zu jeder Gruppe gehörenden Schalttafeln montiert.

Die ganze Apparatur hat von der Inbetriebsetzung an gut funktioniert. Besonders angenehm ist der fast geräuschlose und vollständig vibrationslose Lauf des neuen Kompressors, dessen Betrieb zum Unterschied von der alten CO_2-Maschine im Bureau nicht mehr verspürt wird.

Der Umbau der Kälteanlage und die Umstellung von CO_2- auf NH_3-Betrieb konnte fast ohne Betriebsunterbruch vorgenommen werden. Dazu liess man die bestehende Anlage so lange weiter laufen, bis der neue Kompressor montiert war und nach Auswechslung des Röhrensystems an den vorhandenen Verdampfer angeschlossen werden konnte. Dann wurde die CO_2-Maschine abgebrochen und der zweite Verdampfer aufgestellt, auf den das alte Röhrensystem nach innerer Reinigung und Neuverzinkung aufgesetzt wurde.

Im Gebäude waren noch vier weitere, kleine automatische Kältemaschinen einzeln aufgestellt gewesen. Diese wurden nun ebenfalls zusammengefasst und in einen separaten, im Keller gelegenen Maschinenraum versetzt. Hier können sie richtig unterhalten und kontrolliert werden, ohne dass ihre Kühlleitungen länger geworden wären. Leider war es nicht möglich, diesen Maschinenraum ebenfalls im Erdgeschoss einzurichten, da verschiedene der angeschlossenen Verdampfer im Keller liegen und so der Kühlmittelumlauf nicht gewährleistet wäre. Immerhin konnte auch dieser Maschinenraum in der unmittelbaren Nähe der übrigen Apparateräume disponiert werden.

Die Möglichkeit, die Kühlanlage als Wärmepumpe zu betreiben und die Abwärme für die Heizung zu gebrauchen, wurde untersucht. Leider stellte sich auch hier heraus, dass die Betriebszeit zu unregelmässig und zu kurz ist, als dass sich eine rationelle Lösung hätte finden lassen. Die Fabrikation verlangt ebenfalls

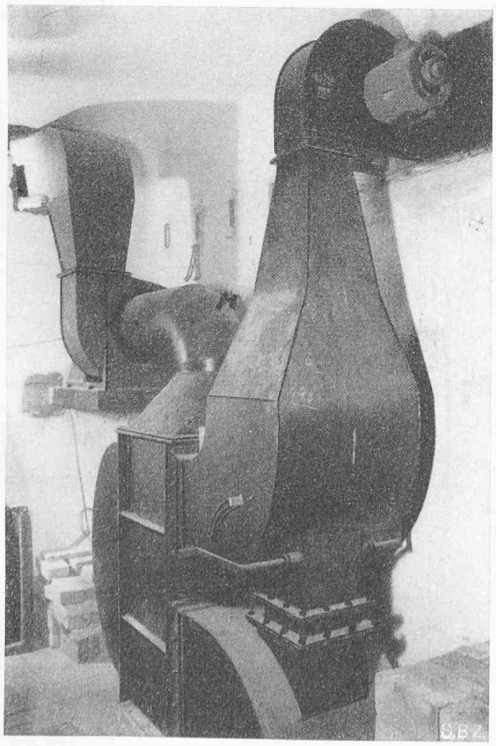


Bild 7. Wärmeaustauscher, noch nicht isoliert. Rechts oben: Unterwindgebläse, Links hinten: Saugzuggebläse

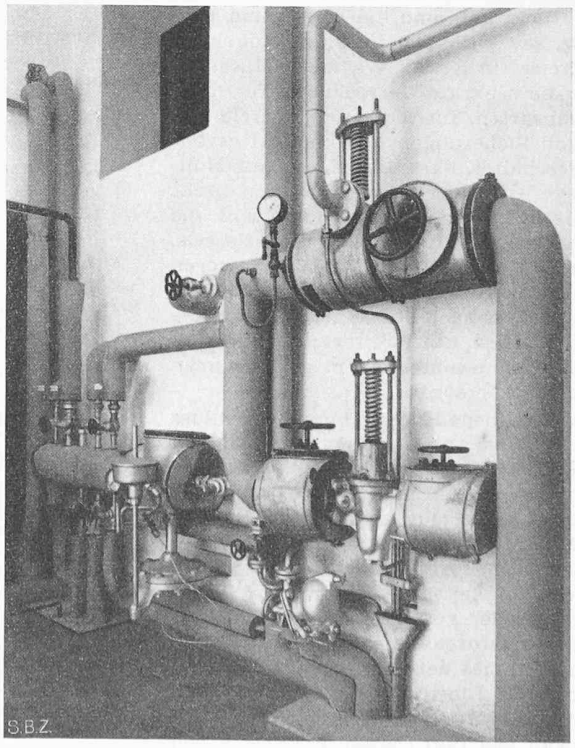


Bild 8. Dampfverteilstation; links Verteilbatterie 2 atü, nach rechts anschliessend Reduzierventil 4,5/2 atü, rechts vorn Reduzierventil 13/4,5 atü, darüber Sicherheitsventil 13 atü

höhere Temperaturen, als sich mit der Wärmepumpe hätten erreichen lassen. Deshalb wurde hiervon abgesehen.

3. Die elektrischen Verteilanlagen

Die alten Verteilanlagen waren höchst unübersichtlich und genügten den Anforderungen des Betriebes in keiner Weise mehr. In einer Kellerecke an der Strassenfront befanden sich die beiden Hauseinführungen für 220 V Licht und 500 V Kraft. Die Zähler und Sicherungen waren in verschiedenen Holzschränken auf einzelnen Isolierplatten montiert und vielfach ergänzt worden. Für den 500-V-Anschluss war ein gemeinsamer Nullspannungsschalter vorgebaut, so dass bei Spannungsunterbruch sofort im ganzen Betrieb alle Motorschalter ausgelöst werden mussten, bevor wieder zugeschaltet werden konnte. Dies erforderte immer geraume Zeit; auch waren Unterlassungen möglich, so dass beim Zuschalten Sicherungsdefekte infolge übermässiger Anlaufströme eintraten.

Als erste Massnahme wurden alle Sicherungen in je einem eisernen Kasten für Licht, Kraft und Wärme übersichtlich eingebaut und wo möglich die Stromkreise getrennt. Dann wurden auch die Zähler provisorisch geordnet.

Da der bestehende 500-V-Anschluss nicht ausreichte, musste für den Elektrospeicher ein neuer Anschluss an das Strassenkabel erstellt werden, an den später auch die Motoren des La-Mont-Kessels mit eigenem Zähler angeschlossen wurden, weil im Kesselhaus keine andere Zuleitung zur Verfügung stand. Dieses war damit von der übrigen Verteilung unabhängig.

Mit dem Ausbau der Nordwestecke des Gebäudes konnte im Erdgeschoss ein Raum für das Aufstellen einer richtigen Zentralverteilung verfügbar gemacht werden. Für den Lichtanschluss verlegte man ein neues Anschlusskabel von der Strasse her, in dessen Graben man zugleich zwei Zementrohre für die späteren Hochspannungskabel einlegte.

Die neue 500-V-Kraftversorgung erfolgt dagegen vorläufig über den reichlich bemessenen (200 kW) Elektrokesselanschluss, der zwischen Kesselhaus und der neuen Zentrale verlängert wurde. Wenn später die Zentrale an die Hochspannung angeschlossen werden wird, überträgt dieses Verlängerungskabel die Kesselenergie in umgekehrter Richtung und der Elektrokessel kann dann auf die volle Leistung ausgebaut werden.

Die neue Zentrale weist eine U-förmige Schalttafel auf (Bild 12). Auf dem linken Seitenfeld ist die gesamte Lichtverteilung mit ihrem Zähler montiert. Dann folgt das Feld für den späteren Hochspannungsschalter und die zugehörige Messeinrichtung. In der Rückwand sind die Trenn- und Umschalter der 500-V-Kreise, sowie die 500-V-Zähler eingebaut. Es bestehen getrennte Kreise für Kraft-, Wärme- und Kesselbetrieb; dies ermöglicht die separate Verrechnung für diese verschiedenen Verwendungsarten. Im rechten Seitenfeld finden sich alle Schützen und Sicherungen für die Kraftverteilung. Diese wurden so geschaltet, dass die neuen, mit Nullspannungsautomaten ausgerüsteten, grösseren Motoren direkt über Sicherungen gespeist werden. Hierzu gehören z. B. die Motoren der Kältekompressoren und die des La-Mont-Kessels, sowie die verschiedenen Aufzugmotoren. Andere Motoren wurden dagegen je über einen Schützen mit Nullspannungsauslösung angeschlossen, so dass nach Störungen ihre Wiedereinschaltung hier erfolgen muss. Eine weitere Gruppe kleinerer Verbraucher wird über eine hinter einem gemeinsamen Schütz gelegene Unterschiene versorgt.

Wird der für später vorgesehene Hochspannungsanschluss in Betrieb genommen, so kann bei Störungen auf diesem Netz noch ein reduzierter Betrieb über den 500-V-Kesselanschluss aufrechterhalten werden. Hierzu wurde aus dem Kesselhaus ein weiteres Kabel nachgezogen, auf das die Kraftverteilung umgeschaltet werden kann. Diese Sicherstellung der Versorgung ist vor allem für den La-Mont-Kessel von Bedeutung, dessen Betriebsfähigkeit hiervon abhängt. Bild 9 zeigt das prinzipielle Schema der gesamten Verteilung.

Für die spätere Transformatorenstation wurde im Keller, unterhalb des neuen Schaltraumes der erforderliche Platz so vorbereitet, dass nur noch die Einrichtungen zu montieren sind. Dabei musste der Raumlüftung besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Von den fünf Deckenfenstern öffnen sich nur drei und zwar nach oben, so dass die Warmluft möglichst unbehindert abziehen kann. Den beiden anderen baute man einen Kaltluftkanal vor, der bis auf den Boden

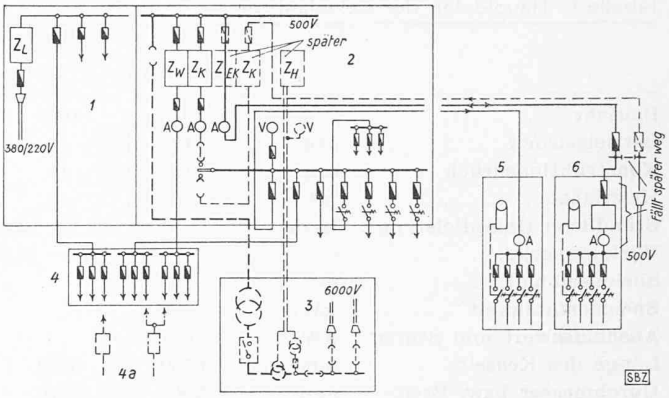
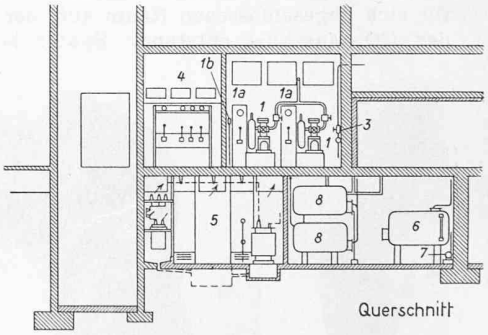


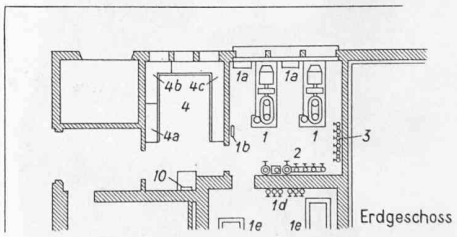
Bild 9. Prinzipschema der elektrischen Leitungen

1 Lichtverteiltafel
2 500 V Kraftverteiltafel
3 Transformatorenstation (später)
4 Alte Verteilstation für Licht und Kraft, neu Unterverteilung
a ehemaliger EW-Anschluss
5 Schalttafel für den La Mont-Kessel
6 Schalttafel für den Elektrospeicher
Z_L Lichtzähler 220 V
Z_K Kraftzähler 500 V
Z_W Wärmezähler 500 V
Z_{EK} Zähler für den Elektrokessel 500 V
Z_H Hochspannungszählerei (später)

reicht, wodurch eine diagonale Belüftung entsteht, die durch Oeffnungen in der Türe noch verstärkt wird.

Der ganze Betrieb soll über einen einzigen, grösseren Transformator gespeist werden; Vergleichsrechnungen zeigten, dass hierbei die Verluste am kleinsten werden. Damit konnte auch an Hochspannungsmaterial gespart werden. Für den Gesamtbezug ist die Hochspannungsmessung massgebend. Auf der Niederspannungsseite werden die Bezüge der verschiedenen Verbrauchergruppen für sich gemessen. Diese Vereinfachung in der Zählerei war ohne weiteres zulässig, da ja das zur Verrechnung gelangende Maximum im Winter auftritt, wenn die Belieferung des Elektrokessels gesperrt ist. Uebrigens besitzt auch der Niederspannungskraftzähler einen Maximumzeiger, womit der Leistungsbezug für motorische Zwecke getrennt gemessen werden kann.





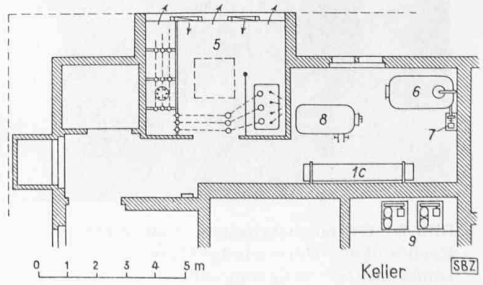


Bild 10. Disposition der Energie- und Kältezentrale. Masstab 1 : 250

1 Kältekompressoren
a Schalttafel
b Kühlwasserkontrolle
c NH_3-Kondensator
d NH_3-Verteilung
e Kaltwasser-Apparate
2 Dampf-Reduzier- und Verteilstation
3 Heizverteilung B
4 Elektrische Verteilanlage
a 220 V Lichtverteilung
b Hochspannungsfeld
c 500 V Verteilung
5 Transformatorenstation (später)
6 Kondensattank
7 Kondensatpumpe
8 Warmwasserbereiter
9 Raum für Kleinautomaten
10 Steigleiter zum Keller

Mit dieser Disposition konnten alle Zähler, die vorher im Betrieb verstreut montiert waren, an einer Stelle zusammengefasst werden. Gleichzeitig ergab sich eine zentrale Ueberwachung aller Abgänge. Nach Störungen können die verschiedenen Motoren rasch und schrittweise wieder eingeschaltet werden, so dass Sicherungsdefekte durch zusammenfallende Anlaufstromstösse vermieden sind.

Die im Keller befindliche, umgebaute frühere Verteilung wurde als Unterverteilung beibehalten. Sie versorgt aber nur noch die ihr naheliegenden Verbraucher, während alle in der Nähe der neuen Zentrale aufgestellten Motoren, namentlich die grösseren, direkt an diese angeschlossen sind. Die Betriebsicherheit konnte damit merkbar verbessert werden.

4. Nebenbetriebe

Jedes Fabrikationsunternehmen weist neben den eigentlichen Produktionseinrichtungen noch verschiedene maschinelle Nebenbetriebe auf, die oft nicht mit der wünschbaren Sorgfalt aufgestellt werden, und deren Uebersicht und Kontrollmöglichkeit meist nicht befriedigen. Im vorliegenden Fall konnte für sie neben der Transformatorenstation ein gut belüfteter Kellerraum verfügbar gemacht werden.

Ausser dem an der Wand hochliegend montierten NH_3-Kondensator der Kälteanlage mit den zugehörigen Regulierapparaten befinden sich in diesem Raum auch der Sammeltank für die Kondensate, verschiedene Kondenstöpfe und die Kondensatpumpe für die Rückführung des Kondensats in das Kesselhaus. Ferner wurden zwei dampfgeheizte Wärmeaustauscher für Warmwasserbereitung von je 800 l Inhalt aufgestellt. Elektrische Heizung konnte hierfür nicht angewendet werden, da tagsüber öfters mehrere Füllungen zubereitet werden müssen und das bei reinem Nachtbezug erforderliche Speichervolumen sonst zu gross geworden wäre.

Bild 10 zeigt die Anordnung der Versorgungszentrale. Die gesamten, ebenfalls der Kontrolle des Heizers unterliegenden, maschinellen Anlagen sind zweckmässig in den einzelnen, nahe beieinander liegenden Räumen untergebracht, so dass zu deren Bedienung keine weiten Gänge nötig sind. Eine Steigleiter ermöglicht eine rasche Verbindung zwischen beiden Stockwerken, so dass das etwas abseits liegende Treppenhaus und die übrigen Fabrikationsräume nicht betreten werden müssen. Dadurch erhält später auch das Elektrizitätswerk für seine Beamten den erwünschten direkten Zugang zur Transformatorenstation.

An der Lieferung der hauptsächlichsten Einrichtungen waren folgende Firmen beteiligt:

Elektrospeicher, La-Mont-Kessel, Heisswasserumformer und Pumpen . . . . . Gebr. Sulzer, Winterthur
Verteilstelle für Dampf und Heizung . Hälg & Co., Zürich
Kälteanlage. . . . . Escher-Wyss, Zürich
Elektrische Anlagen . . . . . AZE, K. Zerkiebel, Zürich

Mit der vorliegenden Beschreibung wurde gezeigt, wie beim Umbau einer Fabrikanlage die Energieversorgung nach neuzeitlichen Gesichtspunkten geordnet werden kann. Im Interesse einer rationellen Betriebsführung wurde weitgehende Zentralisation angestrebt. Projektierung und Ausführung erfordern eine intensive Zusammenarbeit zwischen Betriebsinhaber, projektierendem Ingenieur, Architekt und Maschinenlieferant; nur so kann eine allseitig befriedigende Lösung zustande kommen.

Preisausschreiben der Denzler-Stiftung

DK 06.063: 621.315.052.8

Nachdem innert der gesetzten Frist von einem Jahr für die im Bulletin SEV 1945, Nr. 26, S. 883 [1]), ausgeschriebene 7. Preisaufgabe der Denzler-Stiftung keine Lösung eingegangen war, beschloss die Kommission für die Denzler-Stiftung des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) im Einvernehmen mit dem Vorstand des SEV, gestützt auf die Statuten der Denzler-Stiftung, diese Aufgabe mit einer Laufzeit von *zwei Jahren* nochmals auszuschreiben [2]). Sie lautet: *Das Problem der drahtlosen Energieübertragung ist im Lichte des gegenwärtigen Standes unserer physikalischen und technischen Erkenntnisse zu behandeln.*

Erläuterung. Nach der Erfahrung wird von Zeit zu Zeit die Frage aufgeworfen — namentlich auch aus Kreisen der Starkstromtechnik — ob eine Verwirklichung von drahtloser Energieübertragung wohl einmal möglich sein werde, und ob der Stand unserer heutigen physikalischen und technischen Erkenntnisse überhaupt gestatte, zu diesem Problem in bestimmtem Sinne Stellung zu nehmen. Unseres Erachtens ist dies durchaus möglich, denn elektrische Energieübertragung ist letzten Endes Energiestrahlung, und es handelt sich darum, längs des vorgeschriebenen Uebertragungsweges die nötige Energiedichte im Dielektrikum oder den nötigen Betrag des Poyntingschen Strahlungsvektors zu erreichen. Das kann längs Leitungen geschehen, weil die Leitungen die Führung und Konzentration der Felder ermöglichen. Im drahtlosen Richtstrahl ist dies nur sehr bedingt möglich, namentlich weil scharfe Bündelung ganz kurze Wellen erfordert und solche mit grosser Leistung nicht einfach zu erzeugen sind (Zusammenhang zwischen Frequenz und Generatorgrösse, und zwischen Generatorgrösse und zulässiger Verlustwärme); immerhin gibt es heute Röhren, die Strahlungen ganz kurzer Wellenlängen von erstaunlich grosser Leistung erzeugen. In diesem Zusammenhang wäre auch von Interesse das Problem der hochfrequenten Energieübertragung längs

[1]) Siehe auch SBZ Bd. 127, S. 110 (1946).
[2]) Einzelheiten siehe Bulletin SEV Bd. 38 (1947), Nr. 12, S. 360.

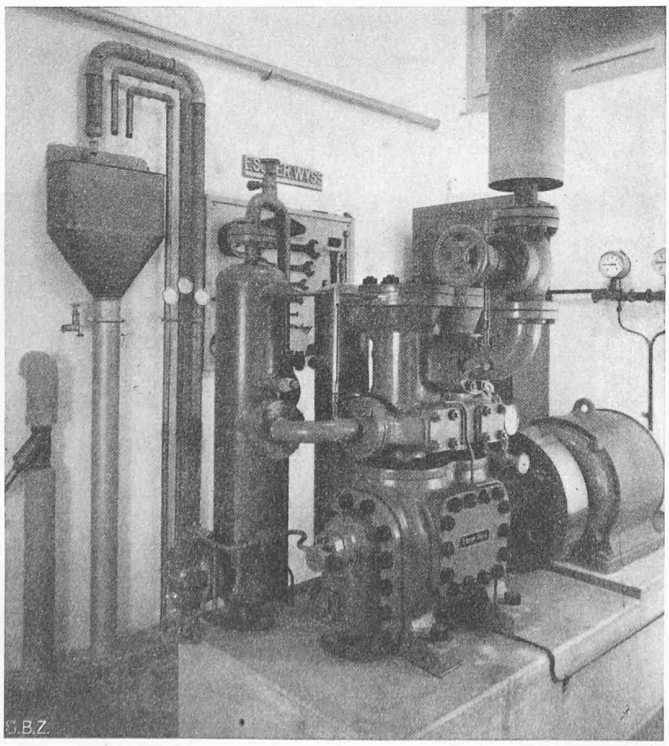


Bild 11. Kältekompressor, links Kühlwasserkontrolle, hinten Schalttafel

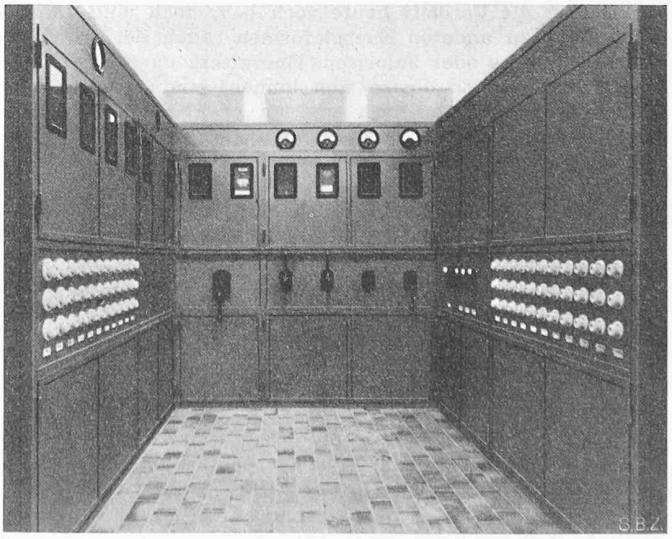


Bild 12. Schalttafel der elektr. Zentrale; links: Lichtverteilung; Mitte: 500 V-Zählerei und Trennumschalter; rechts: 500 V-Kraftverteilung