

Die Berliner Kühlhäuser der Gesellschaft für Markt- und Kühlhallen.

Von Prof. Dr. C. Linde, München.

(Vorgetragen im Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure.)

A) Zweckbestimmung.

Der Zweck, dem die neuen Kühlhäuser zu dienen bestimmt sind, wird — abgesehen davon, daß sie die größte Eisfabrik Deutschlands einschließen — schon durch ihren Namen gekennzeichnet. Es sollten Räume hergestellt werden, in denen die atmosphärischen Verhältnisse: Temperatur, Feuchtigkeitsgrad und Reinheit der Luft, den Bedürfnissen der Konservierung solcher organischer Stoffe angepaßt werden können, die unter den gewöhnlichen Verhältnissen unserer Atmosphäre mehr oder weniger schnell unerwünschten Veränderungen unterworfen sind; und diese Räume sollten an diejenigen Gewerbe- und Handeltreibenden vermietet werden, welche in solcher Konservierung ihren Vorteil sehen, einen Vorteil, von dem man sagen darf, daß er, mögen auch einzelne Kreise anderer Meinung sein, einen allgemeinen volkswirtschaftlichen Nutzen darstellt. Es ist bekannt, und auch diese Zeitschrift hat wiederholt eingehend darüber berichtet¹⁾, daß insbesondere in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und in England solche Kühlhäuser weitverbreitet und für den Handel mit Lebensmitteln wichtig und vielfach mitbestimmend sind. Auf dem europäischen Festlande hat, wenn wir von den großartigen Anlagen der Bierbrauereien für die Lagerung des Bieres absehen, eine bedeutende Ausdehnung der Kühlhaustechnik nur in einer Richtung stattgefunden, nämlich hinsichtlich der Fleischkühlhäuser, und dies insbesondere in Deutschland im Anschluß an die Entwicklung der Schlachthöfe. Hier handelt es sich um die bestimmte Einzelaufgabe, frisches Fleisch während eines Zeitraumes bis zu mehreren Wochen unter den günstigsten Bedingungen zu halten, was erreicht wird, ohne es zum Gefrieren zu bringen. Der weiteren Aufgabe, durch Gefrierräume die Konservierung des Fleisches für beliebig lange Zeit zu ermöglichen, einer Aufgabe, deren Lösung in England bekanntlich weite Volkskreise mit billigem Fleische aus überseeischen Ländern zu versorgen gestattet, war infolge der Abschließung der Landesgrenzen gegen die Einfuhr geschlachteten Fleisches durch Zölle und sonstige Erschwerungen der Boden entzogen. Deutschland besitzt solche Anlagen nur in den großen Festungen, wo sie im Kriegsfall in Wirksamkeit treten sollen. Außerdem haben jedoch Fleischgefrierräume für einzelne Fleischwaren (z. B. Schinken), sodann für Wild und Geflügel auch bei uns eine gewisse Bedeutung schon erlangt. Für die Kühlhäuser bildet übrigens das Fleisch nur einen Stapelgegenstand unter vielen. Daneben kommt zunächst eine Reihe anderer dem Tierreich entstammender Lebensmittel infrage, wie Eier, die Molkereierzeugnisse Milch, Butter, Käse, sodann Fische, Kaviar, Austern usw. Noch ganz unentwickelt ist bei uns die Aufbewahrung pflanzlicher Lebensmittel, wie Gemüse und frisches Obst, welche in Amerika mächtige Kühlhäuser füllen. Im Anschlusse hieran ist die Konservierung von Pflanzen und Pflanzenkeimen zu erwähnen, die bei lebensfähig bleibendem Zustande in ihrer Entwicklung zurückgehalten werden sollen. Fernerhin kommen inbetracht: getrocknete Früchte (z. B. Feigen), Hopfen, Tabak, Wein u. a. Endlich seien von andern organischen Stoffen Fette, Häute, Pelzwaren usw. genannt.

Für alle diese Gegenstände sind in England und Nordamerika Kühlhäuser in solchem Umfange errichtet, daß unsere

Anfänge in Deutschland, geschweige denn in andern Ländern des europäischen Festlandes, sehr unbedeutend dagegen erscheinen. Bestände dieser großen Kühlhausbetrieb nur in England, so könnte man versucht sein zu glauben, daß er eben nur in einem Lande möglich sei, welches für die Einfuhr von Lebensmitteln ganz offen steht und in weitem Maße darauf angewiesen ist. Diese Annahme erweist sich aber dadurch als hinfällig, daß Nordamerika durch Zahl und Größe seiner Kühlhäuser England noch übertrifft.

Kühlhäuser großen Umfanges besaß Deutschland bis vor kurzem nur in Hamburg, wo es auch die Gesellschaft für Markt- und Kühlhallen ist, welche neben namhafter Eisfabrikation Kühl- und Gefrierräume (mit mehr als 9000 qm Gesamtgrundfläche) vermietet. Außerdem sind in Köln, in Leipzig und andern Orten einige Kühlhäuser mittleren und kleineren Umfanges in Betrieb. Von den Kühlräumen, die bis herunter zum Haushaltungs-Eisschrank unter Benutzung von Eis als Kältemittel in Gebrauch sind, spreche ich natürlich nicht. Aber hervorgehoben muß werden, daß gleichzeitig mit der Gesellschaft für Markt- und Kühlhallen in Berlin die Gesellschaft Norddeutsche Eiswerke die Errichtung eines bedeutenden Kühlhauses unternommen und es dem Betrieb übergeben hat, noch ehe die Kühlhäuser der Gesellschaft für Markt- und Kühlhallen vollendet waren. Um so mehr mag es vielen als ein beinahe verwegenes Unternehmen erscheinen, bei einer noch so wenig entwickelten Industrie gleich in einem Maßstabe einzusetzen, wie es bei den neuen Kühlhäusern geschehen ist. Und dies unter den ungünstigen Auspizien der bevorstehenden Umgestaltung des deutschen Zolltarifes! Trotzdem entschloß man sich, nicht etwa in kleinem Maßstabe zu beginnen und das Werk nach Maßgabe steigenden Bedarfes auszudehnen, und zwar deshalb, weil es alsdann unmöglich gewesen wäre, den Grad technischer Vollkommenheit zu erreichen, welcher angestrebt wurde. Bei der Zuversicht, mit welcher der Entwicklung des Kühlhausbetriebes entgegengesehen werden darf, erschien es als das kleinere Uebel, daß voraussichtlich längere Zeit vergehen werde, bis eine lohnende Vollbeschäftigung des Unternehmens erreicht sein wird.

An diesen Vorfragen mehr geschäftlichen Charakters sollte nicht vorübergegangen werden, ohne sie wenigstens anzudeuten. Denn sie bilden die Grundlage für das Verständnis der Tätigkeit, in die der Ingenieur bei Entwurf und Durchführung der Anlage einzutreten hatte.

B) Bauplatz.

Bei der ersten zu lösenden Frage: der Frage nach dem Bauplatze, mußten neben den Anforderungen im einzelnen die folgenden allgemeinen Forderungen aufgestellt werden:

1) Der Platz soll möglichst zentrale Lage haben, damit das Ein- und Ausbringen der Waren im laufenden Geschäftes seitens der zahlreichen Gewerbetreibenden, auf welche gerechnet werden muß, und der Transport der erheblichen herzustellenden Eismengen an die Verbrauchstellen in der Stadt mit möglichst geringem Aufwande von Zeit und Kosten verbunden ist;

2) zur Erleichterung dieses Verkehrs muß der Platz möglichst viele und gute Verbindungen mit dem Straßennetze zulassen;

3) für den großen Warenverkehr von außen nach Berlin und umgekehrt sollen unmittelbare und gute Anschlüsse

¹⁾ Z. 1893 S. 856; 1894 S. 571.

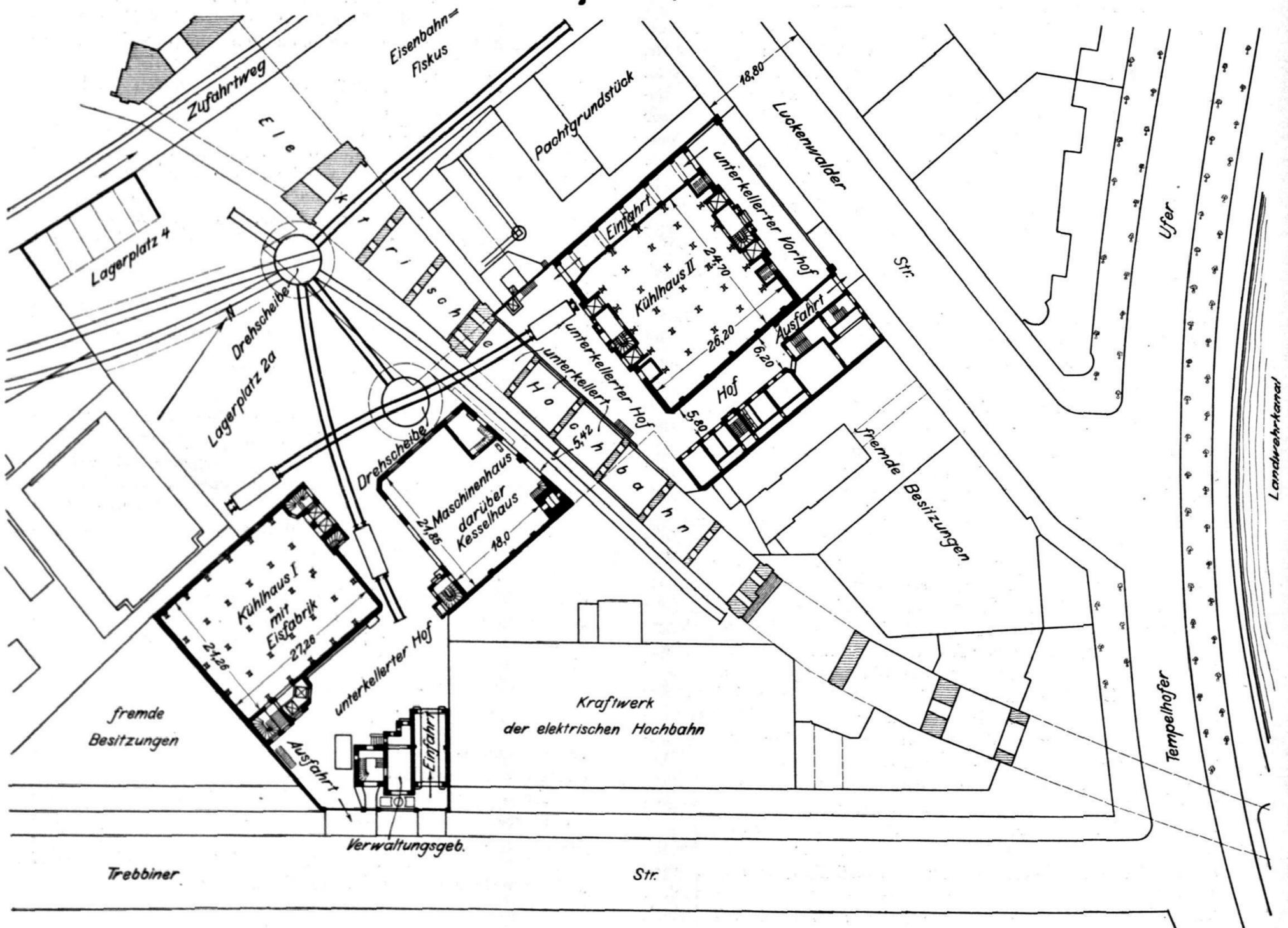
an das Eisenbahn- und Wasserstraßennetz hergestellt werden können, und

4) es muß volle Sicherheit für Zu- und Abführung der großen Wassermengen gegeben sein, deren der Kühlhausbetrieb bedarf.

Inwieweit der gewählte Platz — an Trebbiner und Luckenwalder Straße zwischen der Anhalter und der Potsdamer Bahn unmittelbar jenseits des Landwehrkanales gelegen — diesen Anforderungen entspricht, mag aus der Besprechung des in Fig. 1 zur Darstellung gebrachten Lageplanes hervorgehen. Auf den ersten Blick erscheint es als ein sehr ungünstiger und die Verwendungsmöglichkeit beschränkender Umstand, daß dieser Platz durch die elektrische Hochbahn durchschnitten ist. Bis zu einem gewissen Grade ist aber dieser Uebelstand dadurch beseitigt, daß der Vorbesitzer bereits die Offenhaltung einer Verbindung für die

zu. In jeder der beiden Straßen befinden sich getrennte Ein- und Ausfahrten; außerdem ist für die allerdings unbestimmte Dauer eines Mietvertrages mit dem Eisenbahnfiskus eine dritte Ein- und Ausfahrtstelle neben dem auf dem Mietgrundstück erbauten Wagenschuppen gewonnen. Die Eisfabrikation ist in das Kühlhaus I an der Trebbiner Straße verlegt, weil daselbst größere Hofräume für den Verkehr der Eiswagen verfügbar sind, welcher von dem vorliegenden Verwaltungsgebäude aus überwacht wird. Die an das Netz des Anhalter Güterbahnhofes angeschlossene eigene Gleisanlage erlaubt sowohl die Zuführung der Kohlen als auch die Zu- und Abfuhr der von außen kommenden Kühlgüter unmittelbar zu und von den Aufzügen. Nicht in derselben unbedingt günstigen, aber in verhältnismäßig günstiger Lage befindet sich das Werk gegenüber dem Landwehrkanal. Von besonderem Werte war dessen Nähe auch insofern, als in

Fig. 1. Lageplan.



beiden Grundstückshälften mit Gleisdurchgang durch einen Hochbahnbogen bedungen hatte, und daß weiterhin mit der Hochbahn die Unterkellerung und Abmietung des Hochbahnstreifens vereinbart werden konnte. Da das gesamte Kühlhausgelände unterkellert ist (wobei die Kellersohle etwa 30 cm über dem mittleren Grundwasserspiegel liegt), so besteht also auch im Kellergeschosse eine offene Verbindung zwischen den beiden Grundstücken. Ueber diesen Bauplatz glaubte man nun am besten so zu verfügen, daß auf jedem Grundstück ein Kühlhaus, dazwischen das Maschinenhaus und an der Trebbiner Straße ein Verwaltungsgebäude gebaut werde. Dadurch erlangte man gegenüber der Erbauung eines größeren Kühlhauses auf dem Grundstück an der Trebbiner Straße die Möglichkeit, beide Straßen vollständig für den Kühlhausverkehr auszunutzen. Jedes der beiden Kühlhäuser kehrt einerseits einer Straße, andererseits den Bahngleisen eine Front

Gemeinschaft mit dem angrenzenden Kraftwerk der Hochbahn sowohl eine Rohrleitung mit Einlaufschacht für die Zuführung von Wasser aus dem Kanale als auch eine Wasserableitung hergestellt werden konnte. Da es außerdem gelungen ist, durch die Anlage von 4 Brunnen mit je 30 m Tiefe eine für die Kondensation der Kältemaschinen ausreichende Wassermenge mit Bodentemperatur (10°C) zu erhalten, so war die wichtige Wasserfrage in günstigster Weise erledigt.

C) Die Gebäude.

Dem Gesagten zufolge waren vier Gebäude herzustellen: die beiden Kühlhäuser, das Maschinenhaus und das Verwaltungsgebäude, denen noch das ältere Haus Luckenwalder Straße 2 zuzuzählen ist, dessen Hofraum für die Durchfahrt benutzt werden konnte, und welches vermietbare Kontorräume für die größeren Kühlhausmieter sowie Beamtenwohnungen enthält.

Fig. 2 bis 6. Kühlhaus I, Trebbiner Straße.

Fig. 2. Schnitt a-b.

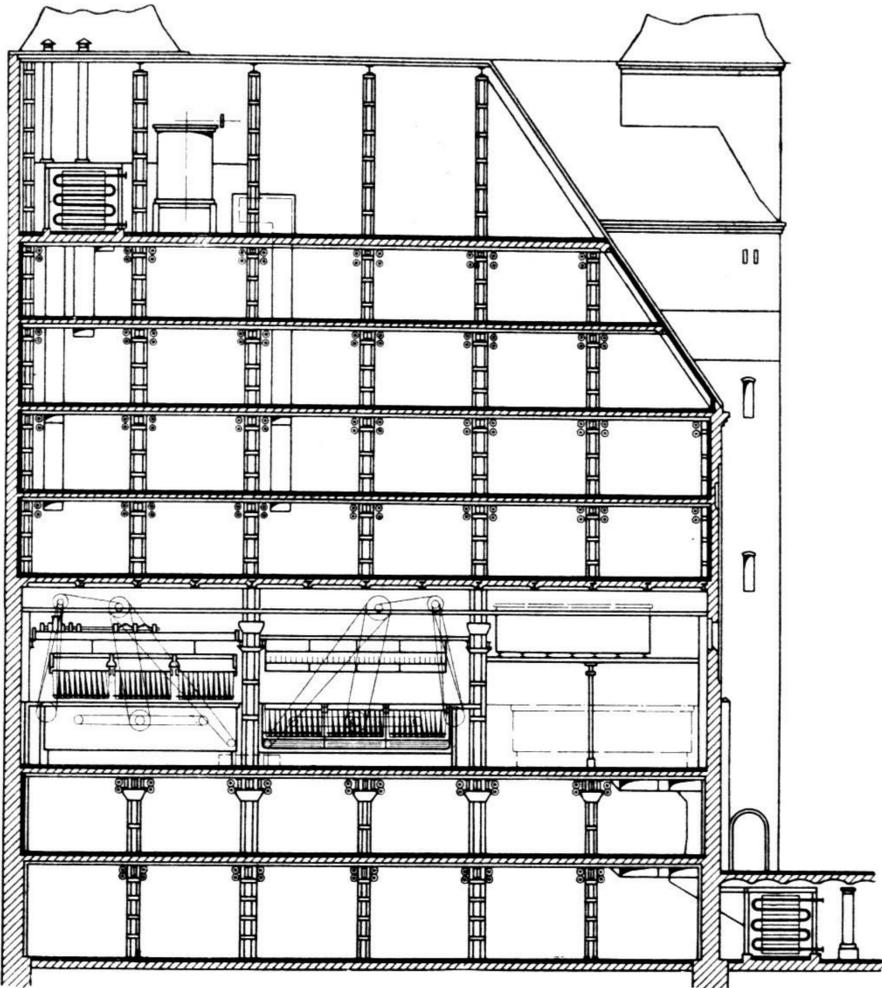


Fig. 3. Schnitt c-d.

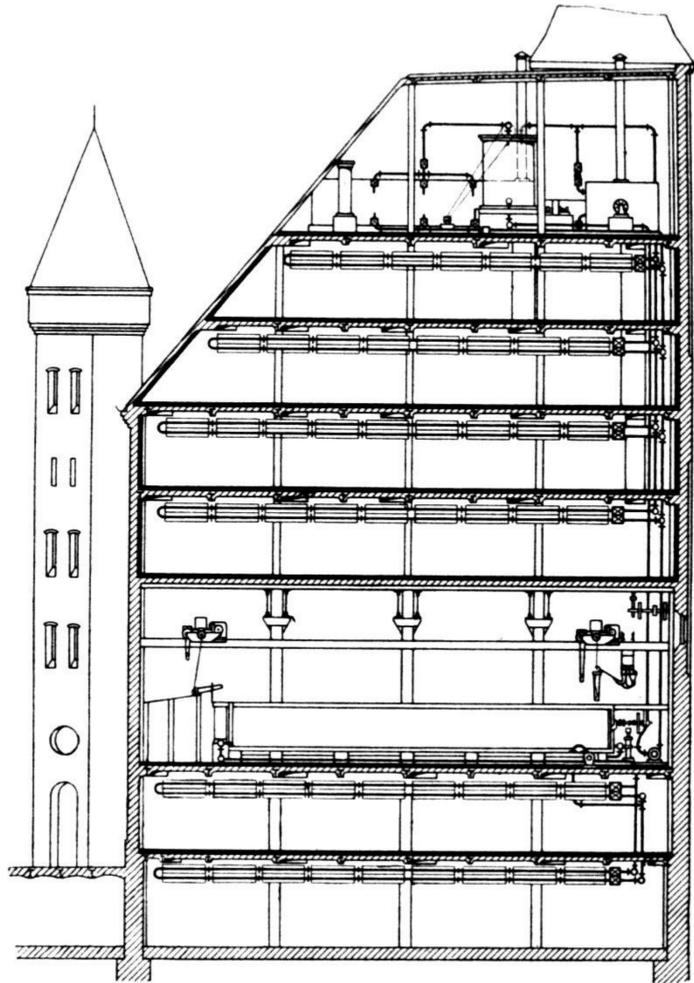


Fig. 4. Generatorraum.

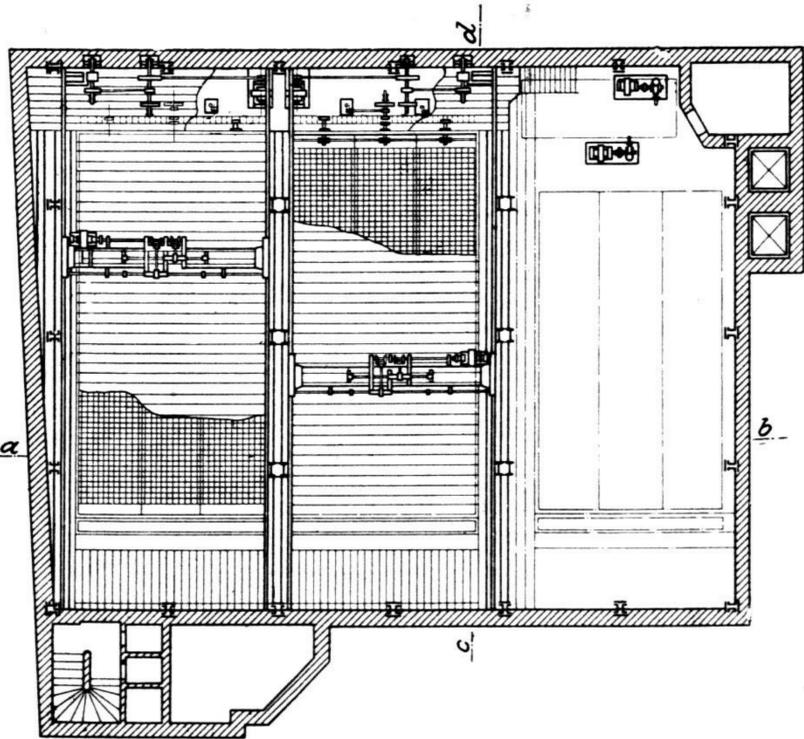


Fig. 5. Dachgeschoss

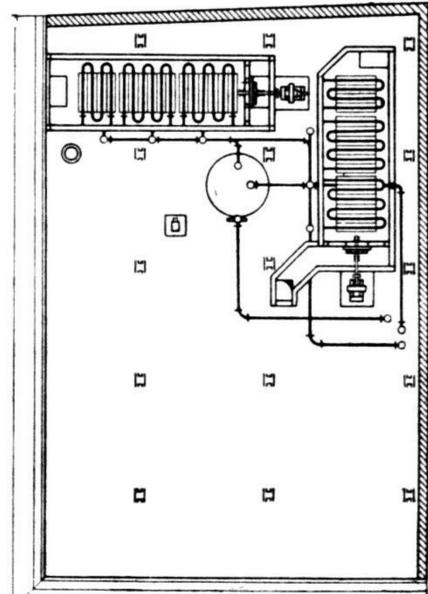
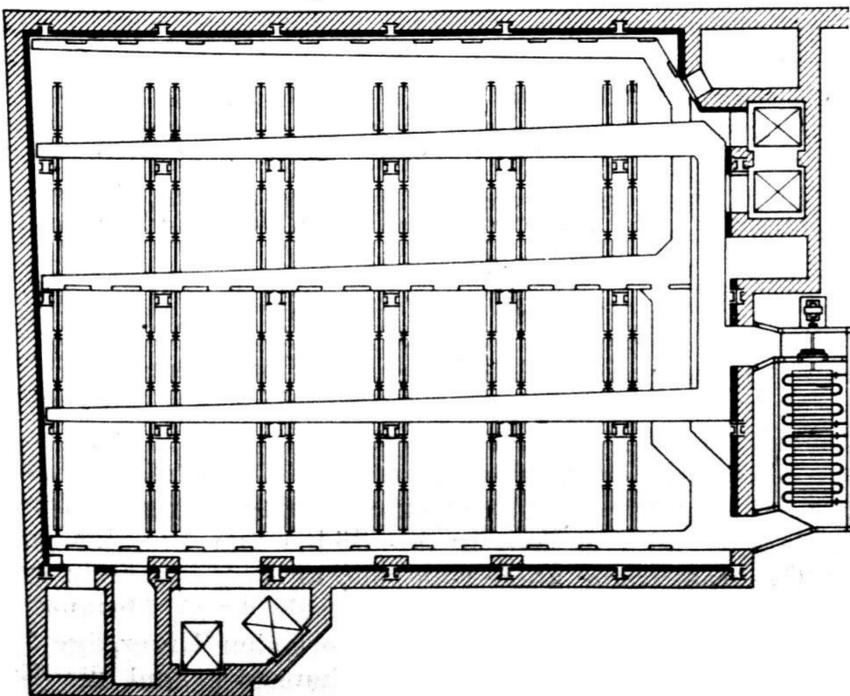


Fig. 6. Kellergeschoss.



Die Bearbeitung der Baupläne wurde von Baumeister Th. Kampfmeyer übernommen und in Gemeinschaft mit Stadtbauinspektor Stiehl und Architekt Well durchgeführt. Von vornherein stand fest, dass mit Rücksicht auf den hohen Einheitwert des Grundstückes die baupolizeilich begrenzte Bauungsfähigkeit vollständig ausgenutzt werden sollte, sowohl hinsichtlich

der zu überbauenden Grundfläche als hinsichtlich der Gebäudehöhen. [Demzufolge erhielten die Kühlhäuser, Fig. 2 bis 6 und 7 bis 11, mit Einschluss der Kellergeschosse je 8 Stockwerke von 3 m lichter Höhe. Im Kühlhaus I, Fig. 2 bis 6, werden zwei Stockwerkshöhen für den Eiserzeugungsraum in Anspruch genommen, sodass im ganzen für Kühlräume 14 Stockwerke mit 8300 qm (zuzüglich der Hofunterkellerung 9400 qm) vermietbarer Bodenfläche erzielt werden konnten. Aus den Grundrissen der Kühlhäuser ist ersichtlich, dass jedes derselben (in je 2 einander gegenüberliegenden Gruppen) 2 Treppenhäuser und 4 Fahrstühle enthält.

Beim Maschinenhause, Fig. 12 bis 18, ist die zulässige Höhe dahin ausgenutzt, dass die Dampfkessel über dem 7 m hohen Hauptmaschinensaale aufgebaut und daneben in fünf übereinander liegenden Stockwerken die zahlreichen Nebenmaschinen und Apparate angeordnet sind. Das Verwaltungsgebäude konnte 5 Stockwerke erhalten; die drei unteren sind als Kontorräume eingerichtet, während oben der Direktor seine Wohnung hat.

Die architektonische Ausgestaltung des Aeußeren bot bei den fensterlosen Kolossen, als welche die Kühlhäuser aus wärmetechnischen Gründen auszuführen waren, keine leichte Aufgabe. Fig. 19 zeigt in einem Bilde des Kühlhauses I, wie sie gelöst worden ist.

Fig. 7 bis 11. Kühlhaus II, Luckenwalder StraÙe.

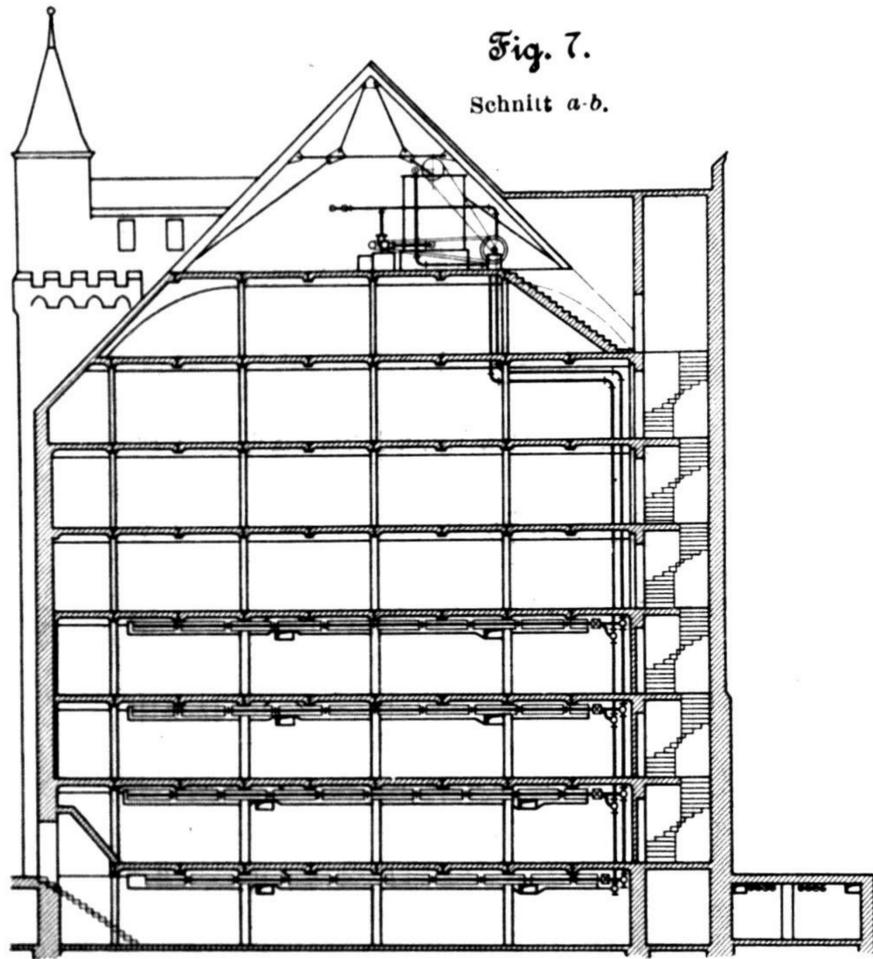


Fig. 7.

Schnitt a-b.

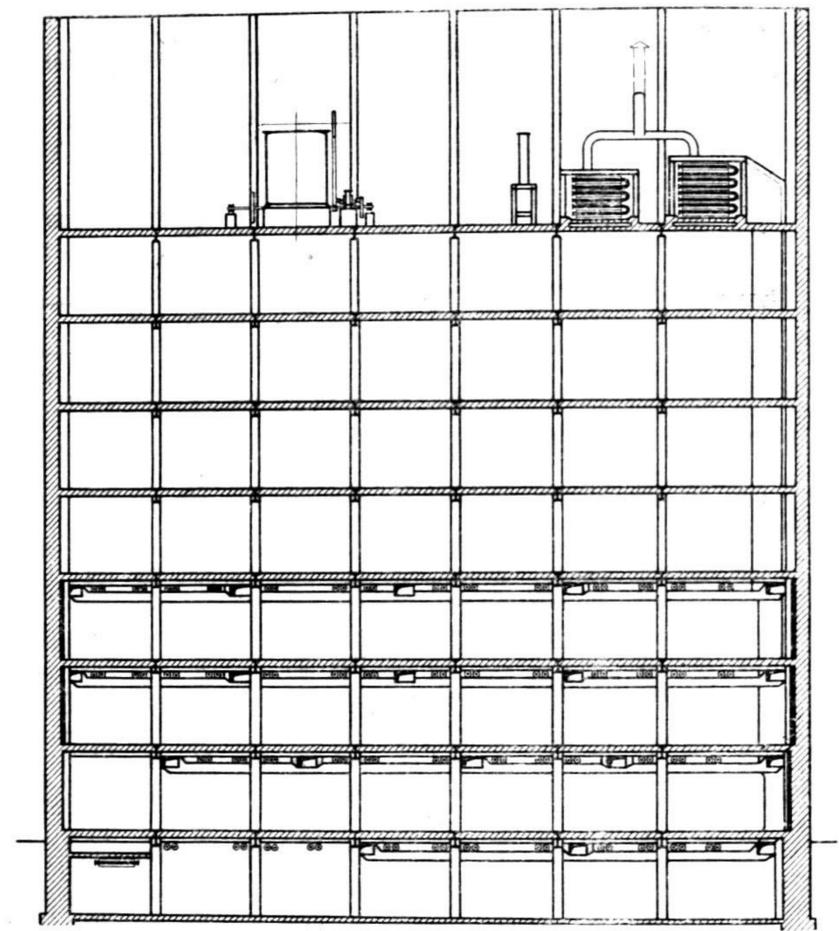


Fig. 8. Schnitt c-d.

Fig. 9. 2tes Stockwerk.

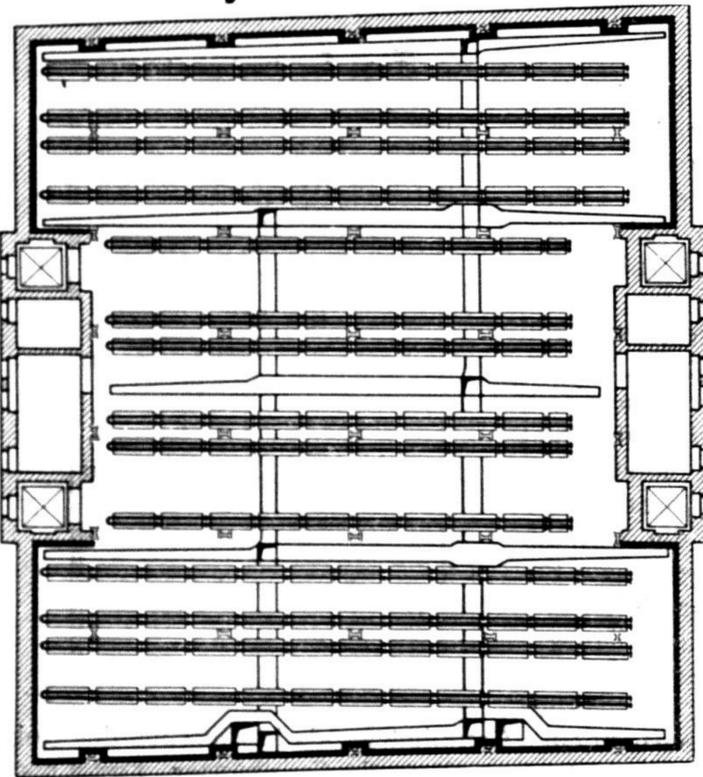


Fig. 10. Kellergeschofs.

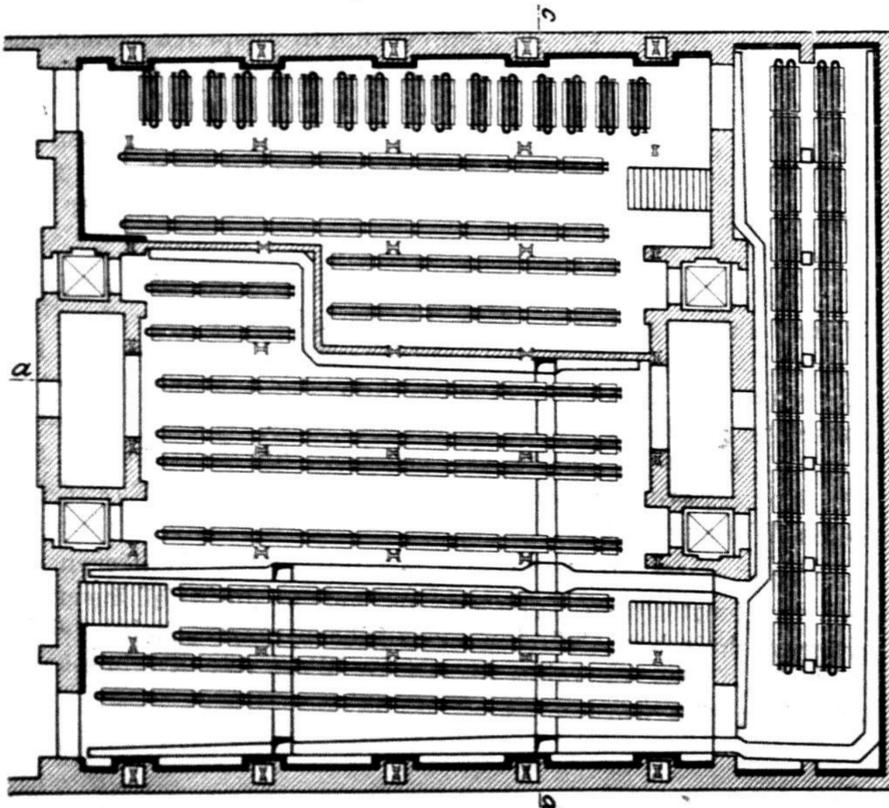
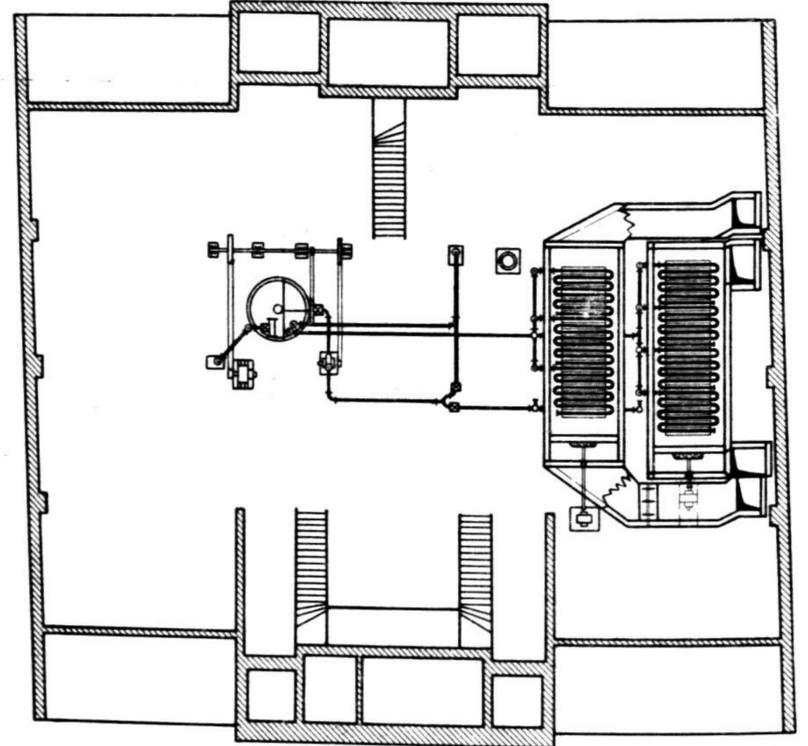


Fig. 11. Dachgeschofs.



Für beide Kühlhäuser und das Maschinenhaus ist Eisen in weitestem Umfange verwandt worden, so zwar, daß für die Aufnahme der Belastungen auf die Gebäudemauern überhaupt nicht gerechnet ist, deren Stärke somit auf das geringste Maß zugunsten der ausnutzbaren Fläche vermindert werden konnte. Bei der Höhe von acht Stockwerken würde die Verstärkung der Mauern je um einen Stein eine Verminderung der nutzbaren Bodenfläche in beiden Kühlhäusern um insgesamt rd. 400 qm bedeuert haben.

Die Eisenkonstruktion für Kühlhaus I wurde entworfen und ausgeführt von der Vereinigten Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg, Werk Gustavsburg, diejenige für Kühlhaus II sowie für das Maschinenhaus von der Aktiengesellschaft Lauchhammer. Es bestehen diese Konstruktionen, s. Fig. 20 bis 22, aus Säulen, eisernen Unterzügen und eisernen Deckenträgern. Der Berechnung ist eine Belastung der Böden von 1000 kg/qm, für den Generatorraum aber von 1600 kg/qm, zugrunde gelegt.

Die Deckenträger liegen in 2,4 bis 2,7 m Abstand, ihre Stützweite beträgt 4,6 m, die der normalen Unterzüge 5,4 m. Im ersten Obergeschoße des Kühlhauses I sind die Unterzüge auf 9 m Weite gespannt. Die Windkräfte mußten vorschriftsgemäß in der Eisenkonstruktion abgeleitet werden. Zu diesem Zwecke sind in 4 Gebäudewänden zwischen 2 Wand-

Fig. 12 bis 18. Maschinenhaus.

Fig. 12.

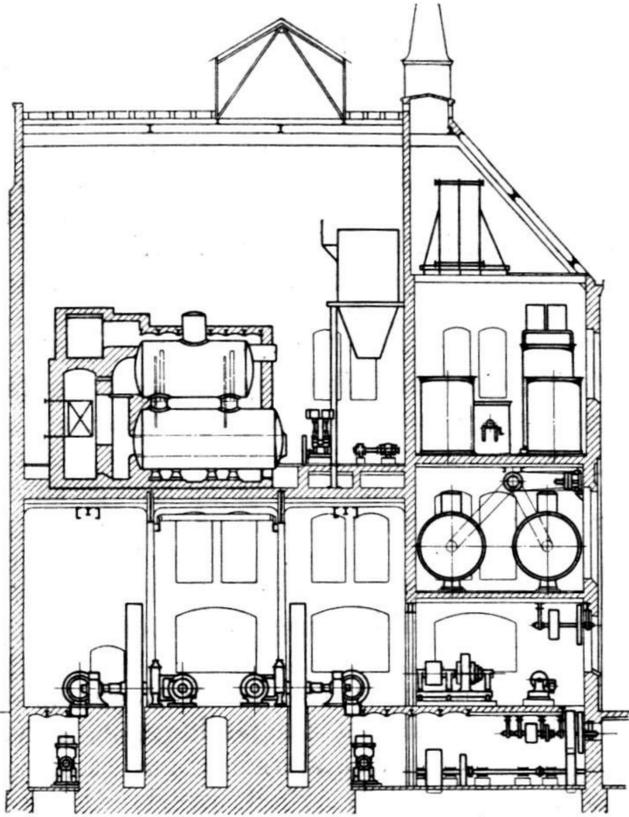


Fig. 13.

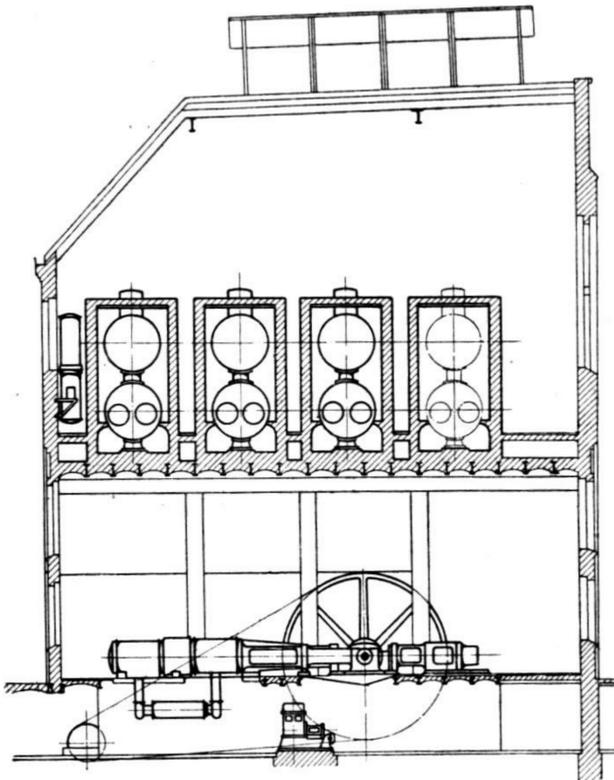
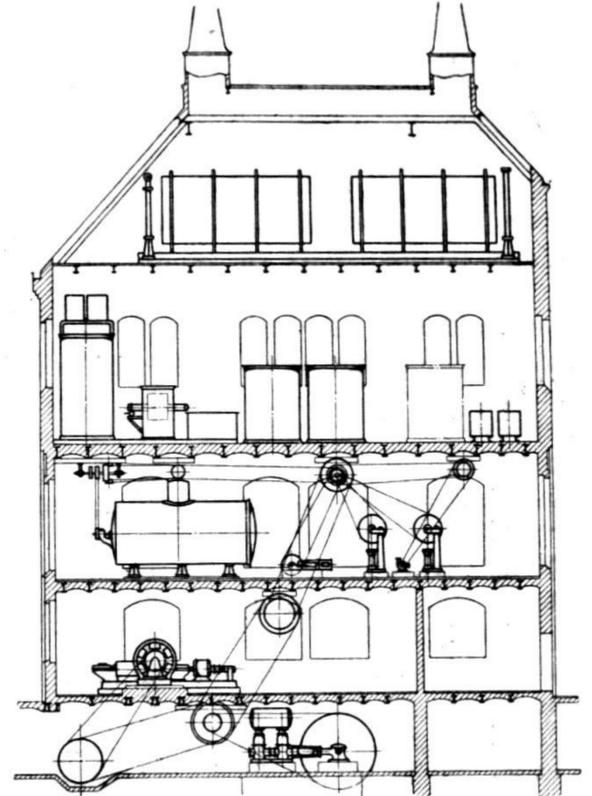


Fig. 14.



säulen Schrägverbände angeordnet. Im übrigen ist die Eisenkonstruktion besonders mit Rücksicht auf einfache und rasche Montage ausgebildet worden. Ihr Gewicht beträgt für Kühlhaus I 556 t, für Kühlhaus II 563 t, für die Hofunterkellerung 103 und für das Kesselhaus 251, zusammen 1473 t.

Die Aufstellungsarbeiten wurden im August 1900 eingeleitet und die eigentliche Montage je in 3 Monaten durchgeführt, obwohl der beschränkte Bauplatz dem Transporte Schwierigkeiten bot. Da bei den Grenzmauern eine symmetrische Verbreiterung der Mauersohle und der Fundamente nicht zulässig war, mußten die Fundamentflächen nach innen verlegt werden. Hierbei trotzdem eine zentrische Belastung der Fundamente und damit

Fig. 15. Erdgeschoss.

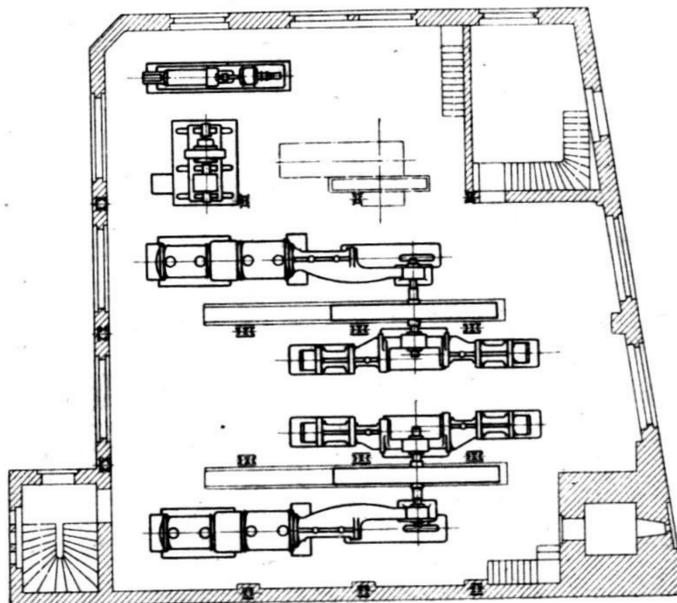


Fig. 16. Obergeschoss.

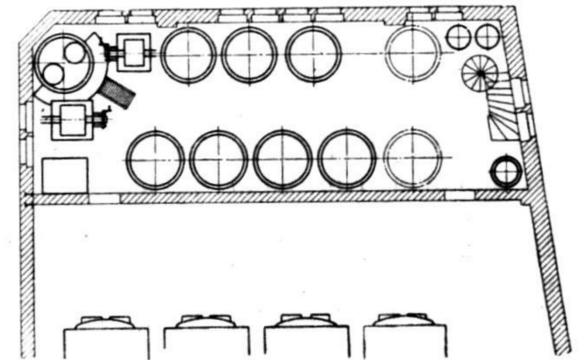


Fig. 17. Mittelgeschoss.

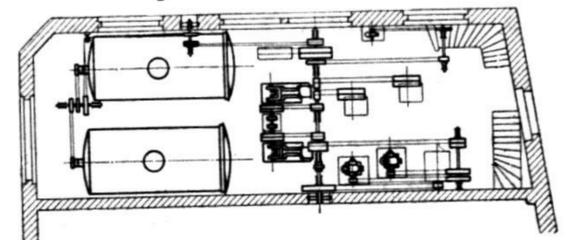
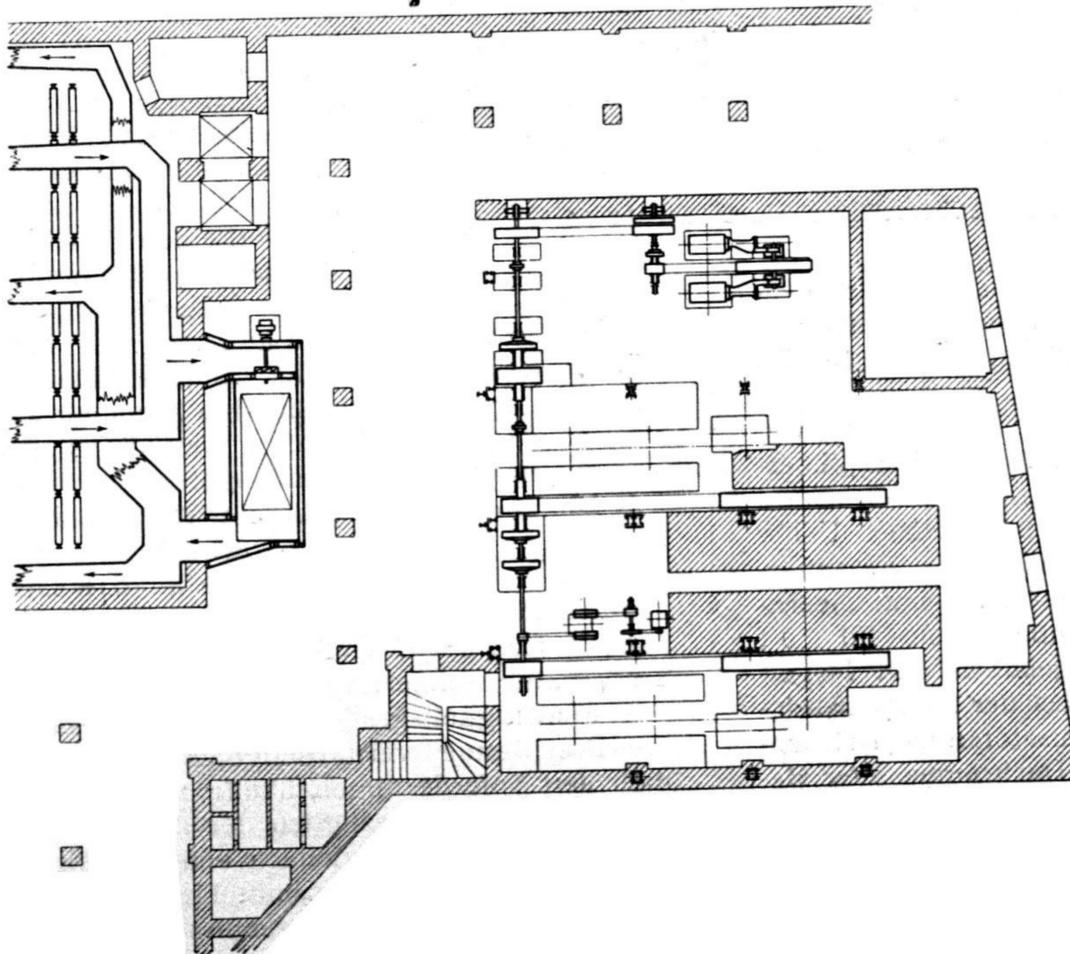


Fig. 18. Kellergeschofs.



möglichst gleichmäßige Pressung des Baugrundes zu erhalten, gelang dadurch, daß die Fundamente der Außenwände in entsprechender Weise mit den Innenfundamenten vereinigt wurden. Die Fundamente erleiden dabei in sich erhebliche Biegebbeanspruchungen. Um die nötige Festigkeit zu erreichen, erhielten sie deshalb Eiseninlagen, sodaß je ein Betoneisenkörper entstanden ist, in welchem die Zugspannungen wesentlich vom Eisen aufgenommen werden.

Daß die Außenmauern durchweg als Blindmauerwerk ausgeführt sind und die Decken nicht zu tragen haben, ist schon erwähnt worden. Der bedeutenden Höhe wegen sind sie trotzdem unten ziemlich stark geworden. Ein Vorzug der Konstruktion ist, daß die Maurerarbeiten, die wie alle übrigen Maurer-, Erd-, Steinmetz- und Zimmerarbeiten an die Firma Held & Franke, Berlin, vergeben waren, in der Hauptsache ganz unabhängig von der Eisenkonstruktion ausgeführt werden konnten; vergl. Fig. 20 bis 22. Beim Maschinenhause hat man es unter

den Dampfkesseln mit Belastungen von rd. 10 000 kg/qm (4,5 m Entfernung der Säulen und Unterzüge und 5,7 m Länge der Kappenträger) zu thun, die durch Blechträger von 1260 mm Höhe aufgenommen werden.

Der mehrerwähnte Umstand, daß die Mauerstärke der Kühlhäuser möglichst beschränkt worden ist, machte es nötig, den zum Schutze gegen das Eindringen der Wärme von außen anzuwendenden Mitteln um so größere Bedeutung beizumessen. In Amerika und England findet man vorwiegend die hierfür besonders verarbeitete Holzkohle in der Weise benutzt, daß sie einen Zwischenraum von etwa 25 cm zwischen der Mauer und einer gespundeten inneren Holzwand ausfüllt. Außerdem wird in der Regel durch mehrere Lagen einer luft- und wasserdichten Roburitpappe der Luftdurchgang verhindert und eine gewisse Temperaturabstufung hergestellt. Man entschloß sich im vorliegenden Falle zur Anwendung der von Grünzweig & Hartmann in Ludwigshafen ausgebildeten Korksteinisolierung, weil sich die Korksteinplatten organischer mit den übrigen Mauer teilen verarbeiten und verbinden lassen und sich namentlich der Belag der Fußböden und die Bekleidung der Decken damit einfach und sicher gestaltet. Von dem Berliner Zweiggeschäft der genannten Firma, die auch alle übrigen Isolierungen in den Kühlhäusern und im Maschinenhaus hergestellt hat, wurden je zwei Schichten sorgfältig getrockneter und asphaltierter Korksteinplatten von je 6 cm Dicke mit einem Kitt aus bestem geruchlosem Steinkohlenpech, Harzöl und fein gemahlenem Korkmehl vermauert. Innen sind die Korksteinflächen mit einem 2 cm starken Zementputz versehen. 8340 qm Wand- und Bodenfläche sind auf solche Weise verkleidet.

D) Die innere Einrichtung,

deren Einbau Anfang Februar 1901 begonnen werden konnte, war Ende August betriebsfertig. Die Pläne dafür sind von der Gesellschaft für Lindes Eismaschinen in Wiesbaden bearbeitet worden, welche auch die Hauptbestandteile der Kraftanlage und die zur Erzeugung und Verwendung der Kälte dienenden Maschinen und Apparate geliefert hat.

Wir betrachten zunächst die Einrichtungen für die Gewinnung der Antriebsarbeit.

In dem stattlichen, 7 m hohen Maschinensaal, Fig. 12, und 13, sind zwei Tandem-Dampfmaschinen mit Sulzerscher Ventilsteuerung aufgestellt, die bei einer Eintrittsspannung von 9 at und bei 54 Uml./min normal je 350 PS und bis zu 450 PS leisten. Ihren Dampf erhalten sie aus den über dem Maschinensaal liegenden drei Dampfkesseln, Fig. 12 und 13, von je 220 qm Heizfläche, die mit ausschaltbaren Dampfüberhitzern von je 45 qm Heizfläche versehen sind. Der Schornstein hat bei 1,7 m kleinstem Durchmesser 55 m Höhe. Ueber dem Heizraume sind Kohlenbunker mit 155 cbm Fassungsraum eingebaut, in welche die Kohlen durch eine mechanische Fördervorrichtung mit 40 min Entladedauer für 10 t unmittelbar aus dem Eisenbahnwagen gehoben und verteilt werden. Zur Kondensation des Abdampfes der Dampfmaschinen dienen neben Reserve-Einspritzkondensatoren Oberflächen-Berieselungskondensatoren, welche im Dachraume des Maschinenhauses aufgestellt sind, Fig. 12 und 14. Das über sie herabrieselnde Wasser wird durch Kreiselpumpen wieder gehoben, wobei die im Kellergeschoß stehenden Wasserpumpen fortwährend Ersatz sowohl für den verdunstenden, als auch

für einen nach dem Kanal abfließenden Teil zuführen. Die Oberflächenkondensation erfolgt jedoch nicht unmittelbar, sondern, wie später zu erläutern sein wird, durch Vermittlung von Destillatoren. Neben den Dampfmaschinen ist eine Parsonsche Dampfturbine, Fig. 14 und 15, als Reservemaschine zur Erzeugung von 100 KW mit einer Gleichstromdynamo gekuppelt. Sie entnimmt und entsendet ihren Dampf in derselben Weise wie die Dampfmaschinen, die aus den Werkstätten der Maschinenfabrik Augsburg hervorgegangen sind.

Die Arbeit wird zum größeren Teil ganz unmittelbar in der Weise übertragen, daß an jede Schwungradachse 2 Ammoniakkompressoren, Fig. 15 und 23, angekuppelt sind, welche als Hauptkälteerzeuger bei Vollbetrieb des Werkes bis zu 480 PS verbrauchen. Sodann übertragen die Dampfmaschinen Arbeit durch Riemen auf eine im Kellergeschoß gelagerte Transmission, Fig. 18, von welcher die Arbeit zunächst auf eine Dynamomaschine von 165 KW, sodann auf die Wasserpumpen und einige andere Maschinen mittels Vorgelege ab-

gegeben wird. Die in elektrische Energie umwandelbaren 225 PS (sowie in Reserve 130 PS der Dampfturbine) dienen einerseits zur Beleuchtung (es sind 16 Bogenlampen und bis zu 800 Glühlampen zu versorgen), andererseits zur Leistung derjenigen Arbeit, welche insbesondere in den beiden Kühlhäusern zum Antrieb von 9 Aufzügen, einem Kohlenelevator, 5 Ventilatoren, 8 Kreislaufapparaten, 3 Kreiselpumpen und einer Reihe sonstiger Einrichtungen gebraucht wird, wozu 27 Elektromotoren mit einer gesamten Arbeitsfähigkeit von 205 PS aufgestellt sind.

Die eigentliche Kälteanlage zerfällt in die zur Herstellung und die zur Verwendung der Kälte dienenden Teile. Zur Erzeugung der Kälte sind in den beiden Kühlhäusern Ammoniakverdampfer, bestehend aus eisernen Rohrspiralen, aufgestellt, und zwar befinden sie sich einmal je auf den Dachböden für die Bedienung der Kühlräume, zum andern in den beiden Eiserzeugern. Indem in diesen Röhren das Ammoniak bei entsprechend niedriger Temperatur verdampft, entzieht es der umgebenden Salzlösung Wärme und kühlt sie dadurch ab. Die entstandenen Ammoniakdämpfe werden durch Röhrenleitungen von den an die Dampfmaschinen angekuppelten Kompressoren angesaugt und auf einen Druck gebracht, dem eine höhere Sättigungstemperatur als die

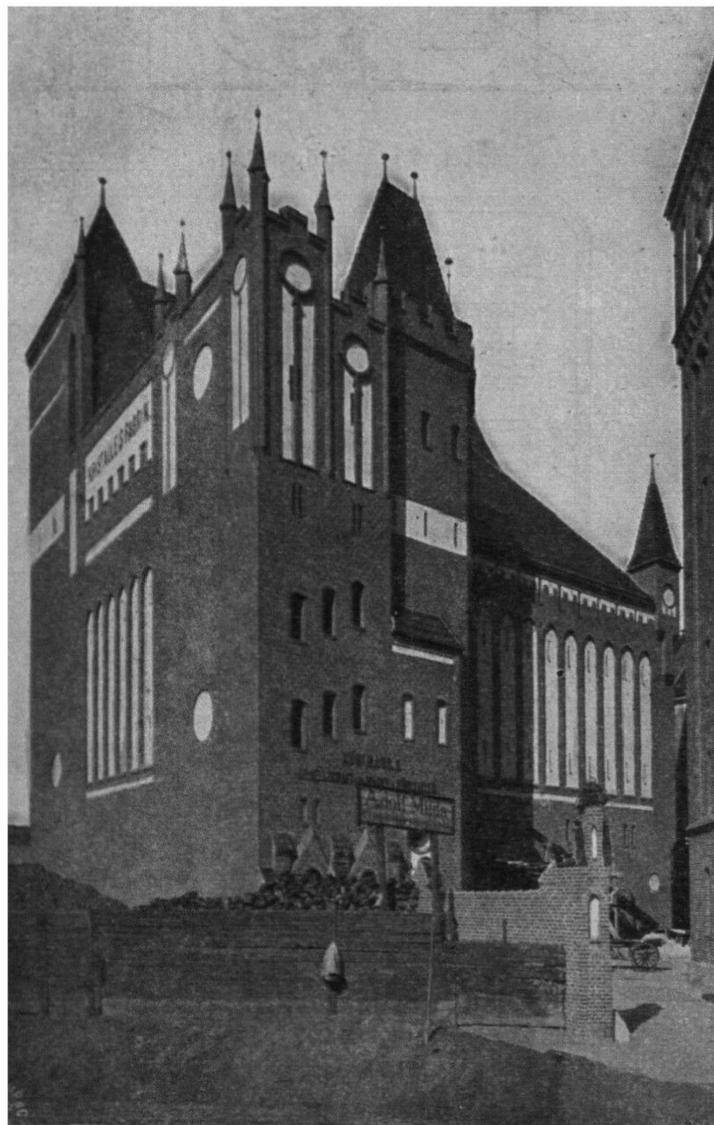
Temperatur des verfügbaren Kühlwassers entspricht, sodaß sie in den Ammoniakkondensatoren unter der Einwirkung des Kühlwassers wieder in die tropfbar flüssige Form zurückkehren. Alsdann wird das flüssige Ammoniak durch ein zweites Röhrennetz den Verdampfern neuerdings zugeführt, um durch Verdampfung Kälte zu erzeugen.

Die so erzeugte Kälte wird teils in den Luftkühlern, teils in der Eisfabrikation verwandt.

Die Anforderungen, welche an die Luftkühler gestellt werden, sind durch den Namen nur teilweise bezeichnet. Es handelt sich nicht bloß um die Erhaltung einer bestimmten Temperatur, sondern auch um die Herstellung eines bestimmten Feuchtigkeitsgrades bzw. Trockenheitsgrades und um die Beseitigung verunreinigender Beimengungen. Dadurch, daß den Anforderungen häufig wohl hinsichtlich der Temperatur, nicht aber bezüglich der sonstigen Verhältnisse genügt worden ist, hat sich vielfach eine abfällige Meinung über die Konservierung der Lebensmittel in Kühlräumen gebildet, welche durch die schlechten Ergebnisse einer falschen Behandlung

Fig. 19.

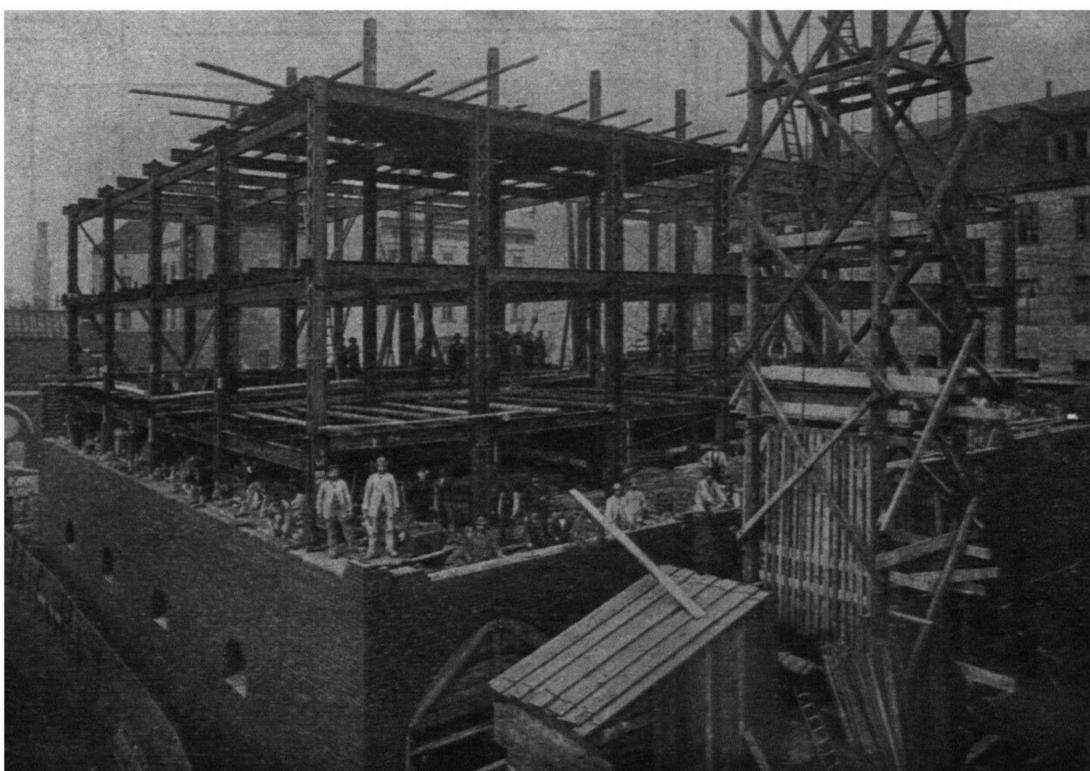
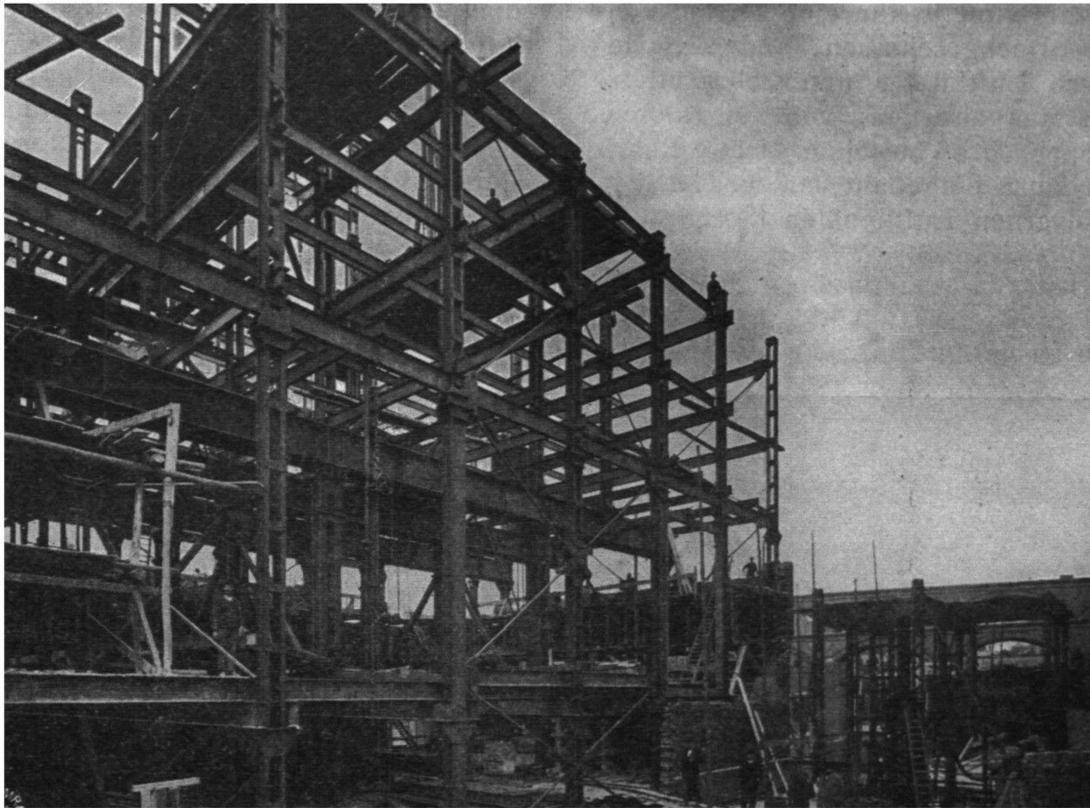
Kühlhaus I, Außenansicht.



in den einzelnen Fällen begründet war, aber keine Berechtigung grundsätzlicher Art hat. Es genügt eben nicht, daß man einfach in einem kalten Raume meterweise Wild und Geflügel aufeinander türmt, sondern es muß dafür gesorgt werden, daß erstens die kalte Luft überall zutreten kann, sodann, daß die oben angedeuteten Bedingungen sorgfältig erfüllt werden. Diese Bedingungen sind nun für die verschiedenen zu konservierenden Stoffe sehr vielgestaltig. In erster Linie ergibt sich hieraus die Einteilung in Kühlräume im engeren Sinne, das sind Räume, in welchen die Temperatur sich mehr oder weniger dem Gefrierpunkte des Wassers nähern soll, ohne ihn aber zu unterschreiten, und in Gefrierräume, in denen meist eine Temperatur von -6°C erhalten wird. Da nicht von vornherein darüber entschieden werden konnte, in welchem Maße die Räume als Kühl- oder Gefrierräume in Benutzung kommen werden, so mußten sie alle für das eine und das andere eingerichtet werden. Sodann kommen die feineren Unterschiede in Feuchtigkeit und Luftwechsel. Die Möglichkeit mußte gegeben werden, beides in allen Räumen innerhalb weiter Grenzen verändern zu können. Greifen wir beispielsweise einen wichtigen Gegenstand: die Eier, heraus, die in den Hamburger Kühlhäusern der Gesellschaft für Markt- und Kühlhallen ungefähr 2000 qm einnehmen. Da genügt es keineswegs, die Aufbewahrungsräume auf einer Temperatur nahe dem Gefrierpunkt des Wassers zu halten. Große Eiermengen sind trotz sorgfältiger Einhaltung dieser einen Bedingung in verdorbenem Zustand aus Kühlräumen herausgekommen und haben in gewissen Kreisen die Eierkonservierung völlig in Verruf gebracht. Es bedarf nämlich nicht

Fig. 20 bis 22.

Eisenkonstruktion für Kühlhaus I.



minder der sorgfältigen Einhaltung eines bestimmten, von dem Luftkreislauf abhängigen Feuchtigkeitsgrades der Luft, damit die Eier weder eintrocknen, noch auch Feuchtigkeit von dem sehr hygroskopischen Verpackungsmaterial (meist Holzwolle) aufgenommen wird, welches jede Spur eines muffigen Geruches auf die Eier überträgt. Die Luft muß stets gerade aufnahmefähig für Wasser bleiben, ohne doch erhebliche Mengen aufzunehmen. Empfindlicher noch sind Pflanzen und Pflanzenkeime, die ihren Winterschlaf verlängern sollen, ohne daß weder die feinen Würzelchen vertrocknen dürfen, noch aber durch Feuchtigkeitsniederschläge ein Nährboden für Parasiten entstehen darf.

Die Mittel, deren man sich in beiden Kühlhäusern bedient, um diesen Anforderungen möglichst gerecht zu werden sind die folgenden: An der Decke der Kühl- und Gefrierräume sind Gruppen von Rippenrohren aufgehängt, s. Fig. 7 bis 10, in denen die in den Ammoniakverdampfern abgekühlte Salzlösung umläuft. Diese Rohrgruppen sind es, durch die im wesentlichen die Kälte auf die Kühlräume übertragen wird, indem die mit ihnen in Berührung kommende Luft herabsinkt und durch die wärmere aufsteigende Luft ersetzt wird. Wir haben also die genaue Umkehrung einer Warmwasserheizung. Dabei werden sich an den kalten Rohrwandungen Niederschläge aus der Luft in fester Form absetzen, die von Zeit zu Zeit beseitigt werden müssen. In den Gefrierräumen bilden diese Niederschläge eine feinkörnige Schneelage, die mit geeigneten Stahlbürsten weggekehrt werden kann. In den Kühlräumen aber sind es fest anhaftende Ablagerungen von Eis, welche nur durch zeitweilige Ausschaltung des betreffenden Rohres aus dem Salzwasserkreislauf

zum Abtauen gebracht werden können. Wird auf solche Weise der Kühlraumluft schon Wasser entzogen, so genügt dies doch nicht für die eigentliche Regelung des Feuchtigkeitsgehaltes. Zu diesem Behufe sind je für eine Anzahl von Kühlräumen einerseits in den Dachgeschossen, andererseits in der Hofunterkellerung weitere Luftkühler untergebracht, s. Fig. 5 und 11, die ebenfalls aus eisernen, von der kalten Salzlösung durchflossenen Rippenrohren bestehen. Diese Rohrgruppen sind in hölzerne Gehäuse eingebaut, an welche sich je ein doppeltes Netz von hölzernen Luftkanälen (Saug- und

Druckkanäle) anschließt, s. Fig. 6 und 18, die sich mit solchen Absperrvorrichtungen in die Kühlräume verzweigen, daß jeder einzelne Raum nach Bedarf ein- und ausgeschaltet werden kann. Ein Ventilator saugt die Luft aus dem angeschlossenen Kühlraum an, führt sie an den Röhrenoberflächen entlang und bläst sie durch die Verteilkanäle wieder in den Raum ein. Bei dem Hinstreichen an den kalten Röhrenoberflächen geschieht dreierlei: die Luft kühlt sich ab, sie gibt Wasser ab, und es scheiden sich Verunreinigungen teils durch Adhäsion, teils durch Absorption aus. Sobald sich die Oberflächen entsprechend beladen haben, müssen die Niederschläge durch besondere Abtauvorrichtungen beseitigt werden.

Durch die Dauer des Luftkreislaufes bei einem gewissen Zustande der Oberfläche hat man es vollständig in der Hand, den Feuchtigkeitsgrad in den betreffenden Kühlräumen nach den Ablesungen am Hygroskop zu regeln. Indem fernerhin eine Verbindung des Saugrohres mit der Außenluft hergestellt wird, können entsprechende Mengen von frischer und durch ein Filter hindurchgeführter Luft in diejenigen Kühlräume geleitet werden, welche gerade an den Luftkreislauf angeschlossen sind. Zur Vermeidung unnötiger Kälteverluste tauscht die aus der Atmosphäre eintretende Luft gegen

eine gleiche Menge austretender Kühlhausluft in einem Gegenstromapparate Wärme aus.

Das zweite Gebiet der Kälteverwendung betreten wir in dem Eisfabrikationsräume. Es sind zwei Eisgeneratoren aufgestellt, s. Fig. 2 bis 4, von welchen jeder täglich 50 t Eis herzustellen vermag. Der für einen dritten Generator vorgesehene Raum wird vorläufig als Eismagazin benutzt. Die Anordnung der Eisgeneratoren ist die heute, insbesondere auf dem europäischen Festlande, fast allgemein gebräuchliche, wie sie zum erstenmale im Jahre 1878 von mir in München ausgeführt worden ist. In je einem eisernen Behälter von 16 m Länge, 7,5 m Breite und 1,75 m Höhe, der durch einen Zwischenboden in zwei übereinander liegende Abteilungen geschieden ist, wird durch Propeller ein Kreislauf von Salzwasser zwischen beiden Abteilungen hergestellt. In der unteren Abteilung befindet sich der Ammoniakverdampfer, welcher die Salzlösung auf einer Temperatur von etwa -6°C erhält. In der oberen Abteilung sind die das Gefrierwasser enthaltenden 2000 Zellen reihenweise in Rahmen gefaßt, die mittels Rollen auf Längsschienen beweglich sind. Auf der hinteren Seite

Fig. 23.

Ammoniakkompressor.

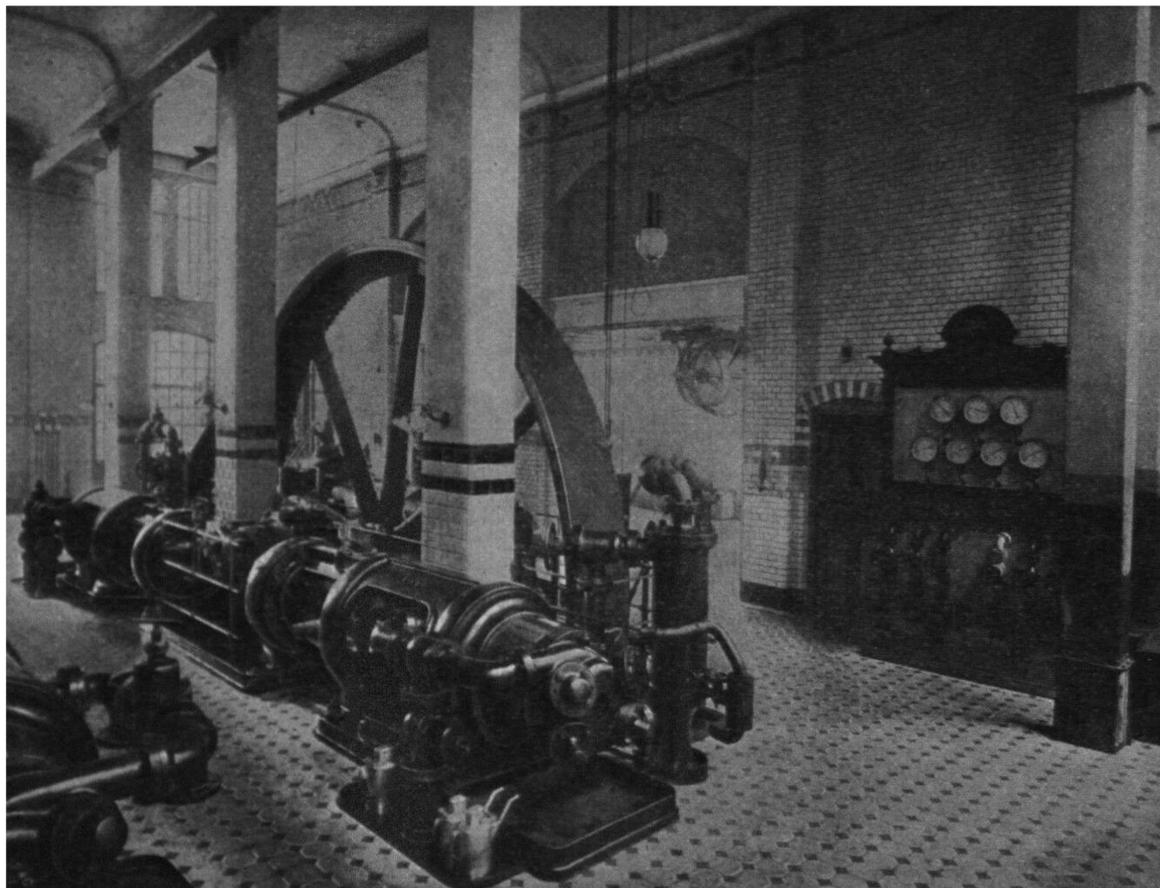
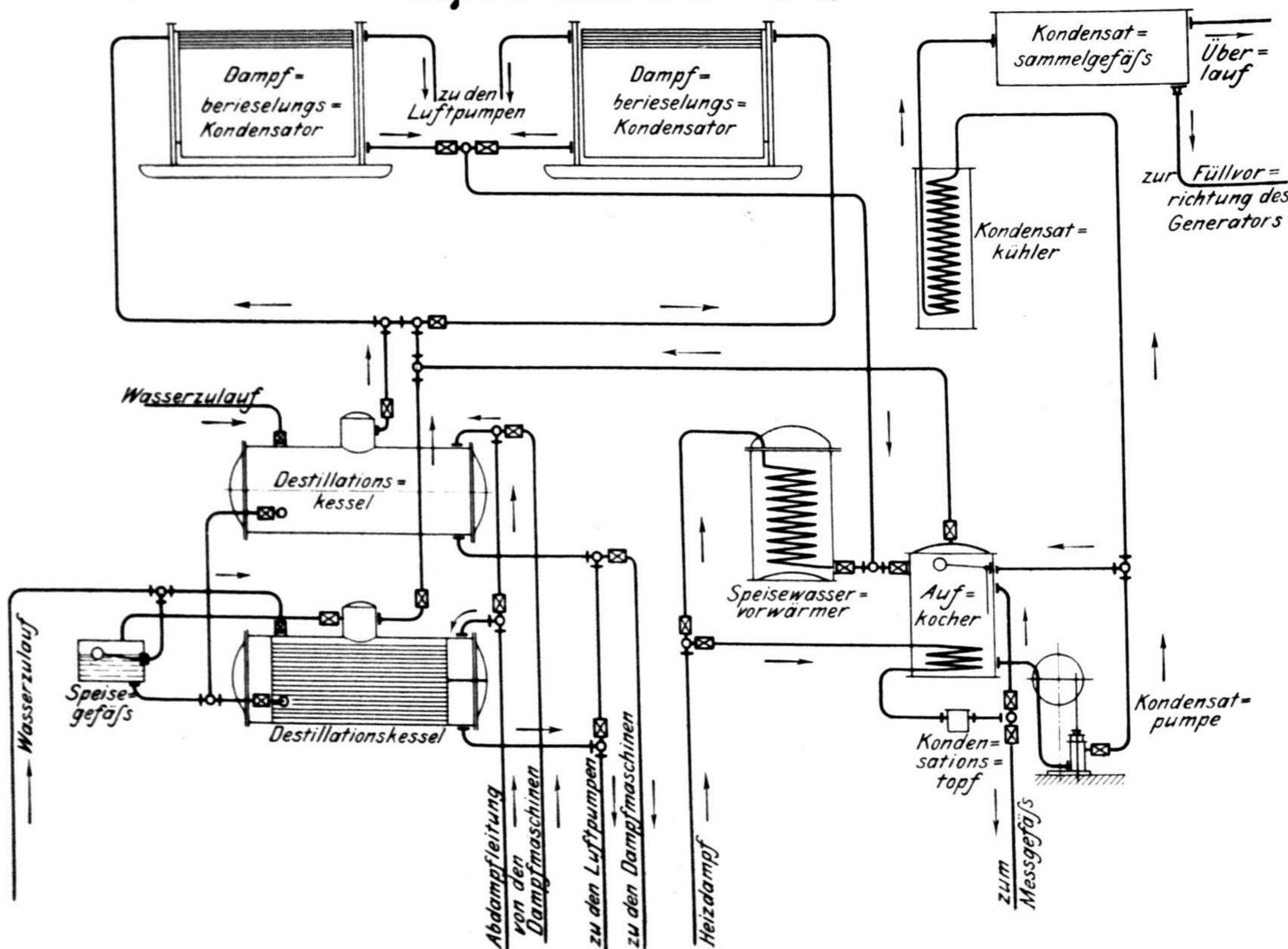


Fig. 24. Schema der Eiszerzeugung.



werden die 33 Zellen einer Reihe selbsttätig je mit rd. 27 ltr Wasser gefüllt und mittels Laufkranes in das Salzwasser gesenkt, worauf der Laufkran sich auf die Vorderseite begibt, eine ausgefrorene Zellenreihe aushebt, zum Ablösen des Eises von den Zellenwänden in erwärmtes Wasser eintaucht, entleert und zur Füllvorrichtung an der hinteren Seite zurückbefördert. Die elektrisch angetriebenen Laufkrane liefern bei jedem Arbeitsgange unter Bedienung durch einen Mann 825 kg Eis.

Eine ganz besondere Sorgfalt hat man der Güte des herzustellenden Eises widmen zu müssen geglaubt. Es sollte reinstes keimfreies Kristalleis hergestellt werden. Berlin hat keinen Mangel an Natureis; die Eisfabrik war also unnötig, wenn sie nicht etwas Besseres zu bieten hatte. Es braucht hier aber nicht näher ausgeführt zu werden, daß dieses Natureis im allgemeinen nicht den Anforderungen der Hygiene entspricht, Anforderungen, die verlangen, daß nicht nur das Eis rein sein soll, welches unmittelbar mit Speisen und Getränken in Berührung kommt oder medizinischen Zwecken dient, sondern auch dasjenige, welches in den Eisschränken und in sonstigen Kühlräumen mittelbar, nämlich durch die in dem betreffenden Raume eingeschlossene und sich bewegende Luft, mit aufzubewahrenden Lebensmitteln in Berührung kommt.

Um den angestrebten Zweck möglichst vollständig zu erreichen, wird destilliertes und aufgekochtes Wasser verwendet, das aus möglichst reinem Wasser gewonnen wird. Wollte man die Destillation mit Kesseldampf durchführen, so würde der Kohlenverbrauch das anderthalb- bis zweifache desjenigen betragen, welchen der gesamte Antrieb der Eismaschinen erfordert. Deshalb wird hierzu vielfach der Abdampf der Dampfmaschinen verwendet, und tatsächlich erhält man bei guter Abscheidung des dem Dampfe beigemischten Schmieröles ein verhältnismäßig schönes und gutes Erzeugnis. Allein die Oelspuren lassen sich nicht leicht völlig beseitigen. Aufgrund dieser Erwägungen wurde ein schon mehrfach mit bestem Erfolge angewendetes Verfahren benutzt, welches die vollständige Reinheit mit verhältnismäßig billigem Betrieb

vereinigt. Der von der Dampfmaschine abgehende Dampf wird zunächst in zwei Destillatoren, Fig. 24, von je 260 qm Oberfläche bei einem Vakuum von rd. 60 cm kondensiert und überträgt hierbei seine Wärme auf verdampfendes Wasser, das der städtischen Wasserleitung entnommen ist. Dieser Dampf wird in den schon erwähnten Berieselungskondensatoren bei einem Vakuum von 68 cm verflüssigt, alsdann zum Zwecke der Entlüftung einer Aufkochvorrichtung zugeführt und nach erfolgtem Wärmeaustausche an das den Destillatoren zuströmende Wasser zur Bedienung der Eisgeneratoren verwendet. Allerdings wird hierfür eine größere Zahl von Apparaten gebraucht, welche die Anlage verteuern, auch wird für die Dampfmaschinen das Vakuum um 8 bis 10 cm verschlechtert; allein es wird dadurch Eis von höchster Reinheit erzielt, bei dem nur infolge der nicht vollständigen Luftabscheidung und der während des Einfüllens und Gefrierens erfolgenden Absorption von Luft mehr oder weniger Luftblasen in die kristallklare Masse eingeschlossen sind.

Von den Transportvorrichtungen sind die Gleisanlage, die Kohlenförderung im Kesselhause und die 8 Fahrstühle bei den Kühlhäusern bereits erwähnt. Dazu tritt ein Fahrstuhl für den Keller unter dem Hofe. Die 8 Fahrstühle sind für Personen- und für Lastenförderung bis zu 1000 kg mit 0,4 m Fahrgeschwindigkeit eingerichtet, und es ist hierfür je ein Elektromotor von 13 PS vorgesehen.

Ueberblickt man den gewaltigen Aufwand von Dampfmaschinen, Kompressoren, Ventilatoren, Dynamos, verfolgt man das vielgestaltige Netz von Rohrleitungen für Dampf, für Wasser, für Ammoniak, für Salzwasser, für Luft usw., so liegt die Frage nahe, ob überall zwischen dem Arbeitszwecke und dem Arbeitsmittel die richtige Abwägung vorgenommen worden ist, und es mag deshalb besonders betont werden, daß zwar der leitende Grundsatz des mit sorgfältiger Ueberlegung arbeitenden Ingenieurs, jede Wirkung mit den einfachsten Mitteln zu erreichen, stets im Auge behalten ist, dabei aber nirgends auf Kosten der erreichbaren Wirkung die Mittel beschränkt worden sind.