Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 99/100 (1932)
Heft: 1

Artikel: Wasserrückkühlanlagen
Autor: Kaegi, Hans
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-45437

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: 13.07.2025

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

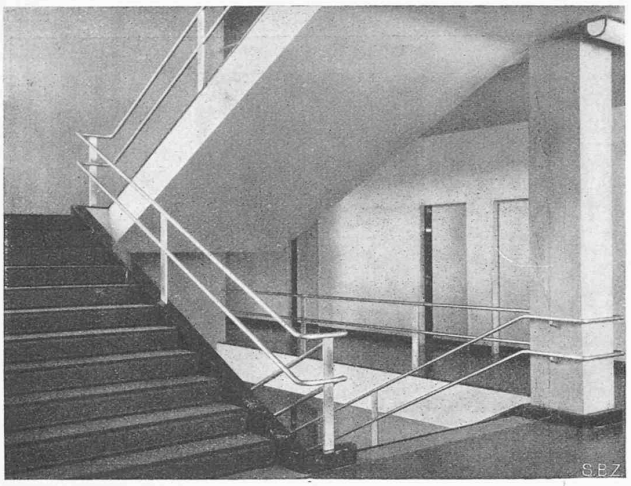


Abb. 15. Treppenhaus in einem Flügelbau.

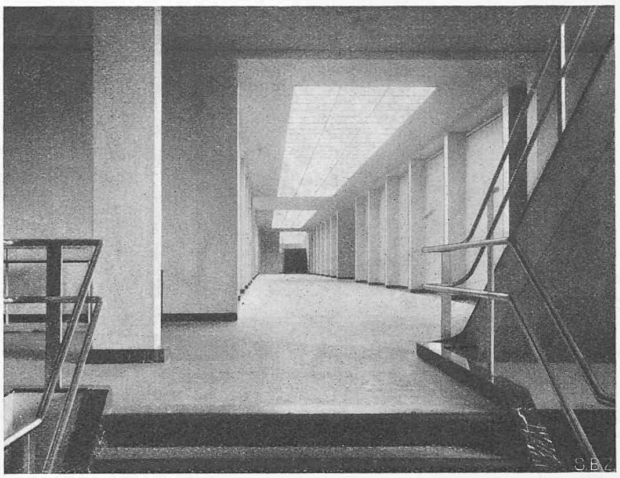


Abb. 16. Haupt-Längsgang im Erdgeschoss.

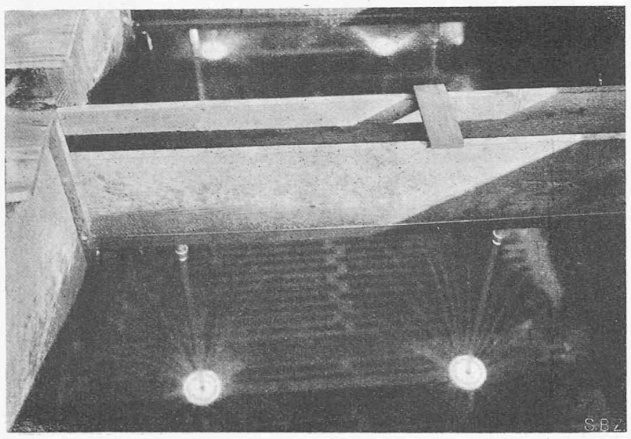
raum sind als einheitlicher Raum ausgebildet, dessen einzelne Abteilungen nur durch Glaswände in Metallfassungen abgetrennt sind; dadurch gewinnt der beaufsichtigende Beamte die beste Uebersicht und der Besucher das Gefühl der Weiträumigkeit. Auf die übliche Galerie für die Handbibliothek ist verzichtet, dafür besitzt dieser Saal nussbaumfournierte Nischen, die die Handbibliothek aufnehmen. Die obere Wandzone des Saales ist mit Akustik-Celotex verkleidet, dessen schalldämpfende Wirkung sich sehr stark fühlbar macht, und das ausserdem als Material eine sympathisch weiche, rauhe Oberfläche zeigt. Der grosse Saal, wie auch der Katalogsaal, der Ausstellungssaal und das Karten- und Bilderzimmer empfangen ihr Tageslicht ausschliesslich von oben, dagegen besitzt der grosse Lesesaal in seiner äussersten, der Zeitschriften-Abteilung, westliches Seitenlicht, da sich die ganze Stirnwand des Saales gegen den Garten im Westen öffnet. Hier lagert sich dem Saal eine geräumige, nach aussen offene, gedeckte Terrasse vor, die dem Besucher der Bibliothek den Aufenthalt auch bei längerer Dauer angenehm machen und ihm Gelegenheit zur Entspannung im Freien geben soll (Abb. 9). Ein Fresco von Ernst Morgenthaler an der Schmalwand dieser Loggia ist der einzige bildliche Schmuck des Gebäudes, denn man hat mit Bedacht davon abgesehen, die mit Celotex bekleideten, obern Wandzonen des grossen Saales mit bildlichen Darstellungen auszuschmücken, die die Aufmerksamkeit des Lesenden für sich in Anspruch nehmen, also von der Lektüre ablenken würden. Es ist zu hoffen, dass sich die neuartige Idee, einem Lesesaal einen solch offenen Raum und Austritt in den Garten beizugeben, bewähren wird. Am Ostende des nur durch Glas unterteilten grossen Raumes, der Lesesaal, Warteraum und Bücherausgabe enthält, liegt der Katalogsaal, daran anschliessend ein Ausstellungssaal mit beweglichen Wänden und Vitrinen, die in beliebiger Anzahl und Richtung aufgestellt werden können. Bei Nichtbedarf wird dieses Ausstattungsmaterial in Schränken aufbewahrt. Zur Erweiterung des Ausstellungssaales kann auch das folgende Karten- und Bilderzimmer benutzt werden. Bei einer Anzahl von Schränken ist der obere Teil der Türen als Vitrine ausgebildet, zur Ausstellung von graphischen Blättern und Landkarten (vergl. Abb. 17).

(Schluss folgt.)

Wasserrückkühlanlagen.

Von Dipl. Ing. HANS KAEGI, in Fa. Locher & Cie., Zürich.

In thermischen Kraftanlagen müssen verhältnismässig grosse Wärmemengen durch Kühlwasser abgeführt werden. Bei Dieselkraftanlagen handelt es sich um die den Motoren zur Kühlung der Zylinder, Deckel und Kolben entzogene Wärme; bei Dampfkraftanlagen um die bei der Kondensation des Dampfes abzuleitende Wärme. Ist kein oder zu wenig natürliches Kühlwasser vorhanden oder ist dieses zu teuer, so bedient man sich immer der gleichen Wassermenge, die man in einem Rückkühlwerk abkühlt und hierauf der Anlage wieder zuführt. Es muss nur der Teil des Kühlwassers, der verdunstet, durch Zusatz von Frischwasser ersetzt werden. In den heute üblichen Rückkühlanlagen mit natürlicher Kühlung macht dieser Verlust nur wenige Prozent der abgekühlten Wassermenge aus. Die Abkühlung des Warmwassers kommt durch Wärmeabgabe des Wassers an die vorbeistreichende Luft und durch Wärmeentzug infolge Verdunstens zustande. Ein geringer Teil der Wärmeabgabe tritt auch durch Wärmeausstrahlung



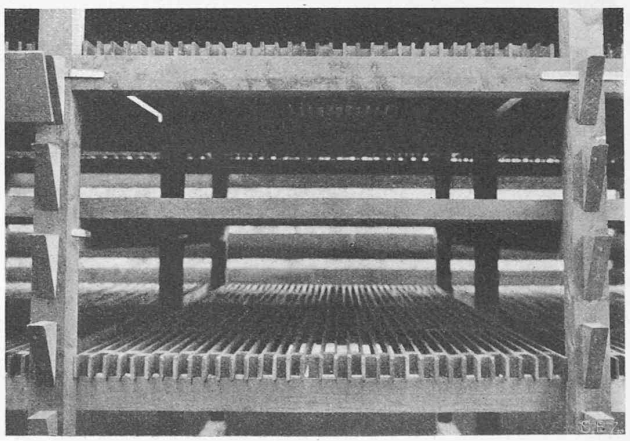


Abb. 1 und 2. Spritzteller und Latteneinbau im Gradierwerk der „Officina elettrica comunale di Lugano".

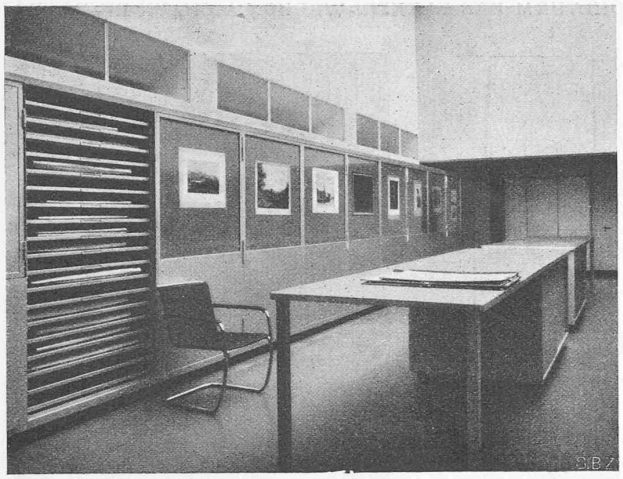


Abb. 17. Karten- und Bildersaal im Erdgeschoss.

Abb. 18. Arbeitsaal im 8. Geschoss des Büchermagazins.

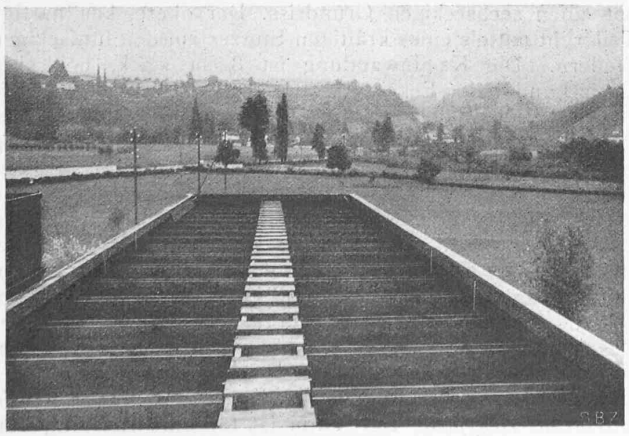
ein, in den Berechnungen der Rückkühlanlagen kann er hingegen vernachlässigt werden. Der Kühleffekt hängt von der Temperatur und Feuchtigkeit der umgebenden Luft ab.

Von den früher üblichen *Kühlteichen* (mit oder ohne Streudüsen) ist man heute ganz abgekommen, da sie trotz der grossen Grundfläche wenig wirksam sind und ein zu grosser Teil des Wassers verdunstet. Für grössere Wassermengen werden neuerdings fast nur noch *Gradierwerke* und *Kühltürme* gebaut. In den erstgenannten wird die horizontal hinstreichende Luft (Wind) zur Kühlung des Wassers benutzt, während bei Kühltürmen durch den kaminartigen Aufbau ein starker, vertikaler Luftzug erzeugt wird, der das herabfallende Wasser abkühlt. Im allgemeinen wird das von der Wärmequelle kommende Wasser in rd. 5 bis 6 m Höhe über Reservoir in die Rückkühlanlage eingeleitet, mittels eines Systems von Holzkanälen möglichst gleichmässig über die ganze Grundfläche verteilt, worauf es durch den eigentlichen Rieseleinbau aus Lattenrosten nach unten fällt (Abb. 2 bis 4). Der obere Teil der Kühltürme dient nur als Kamin zur Erzeugung eines natürlichen Zuges.

Im Bau von Rückkühlanlagen geht das Bestreben daraufhin, einesteils den Widerstand der Einbauten zu vermindern, um die durchströmende Luftmenge zu erhöhen; andernteils die mit der Luft in Berührung kommende Wasseroberfläche zu vergrössern und die Durchflussgeschwindigkeit des Wassers durch den Rieseleinbau zu verringern. Durch Spritzteller (Abb. 1) wird das herabfallende Wasser fein zerspritzt und zerstäubt. Gradierwerke sind an das Vorhandensein einer natürlichen Luftbewegung gebunden, weshalb eine günstige Lage in Bezug auf die vorherrschende Windrichtung wichtig ist. Besteht die Möglichkeit, ein Gradierwerk in erhöhter Lage, beispielsweise auf dem Dache von bestehenden Gebäuden aufzustellen, so ist diese Lösung die günstigste. Mit zunehmender Wassermenge und dementsprechender Vergrösserung der Grundfläche werden besondere Luftleitflächen und Luftkanäle erforderlich, um die durch die Jalousien am Fusse des Kühlturms eintretende Luft gegen die Mitte zu leiten und um tote Zonen zu vermeiden. Je gleichmässiger die Luft- und Wasserverteilung, desto wirksamer die Abkühlung.

Genügt die auf natürliche Art im Kühlturm oder Gradierwerk zu erreichende Kühlwassertemperatur noch nicht, so kann mittels künstlicher Belüftung durch Ventilatoren die Kühlwirkung noch etwas vergrössert werden. Durch den vermehrten Lufteintritt der Ventilatoren vergrössert sich aber auch automatisch der infolge Verdunstens an die Luft abgehende Anteil des Kühlwassers, besonders bei hoher Warmwassertemperatur, was einen grössern Zusatz von Frischwasser bedingt. Der geringe Gewinn einer etwas grösseren Kühlwirkung wird meistens durch die grösseren Anlagekosten und den Kraftbedarf für den Ventilator wieder aufgehoben. Auch nimmt mit Zunahme der Luftmenge, die durch den Rieseleinbau getrieben wird, der Luftwiderstand rasch zu. Ventilatorkühlung ist also nur dann angezeigt, wenn die örtlichen Verhältnisse eine normale Ausbildung nicht zulassen.

Unter den Materialien für den Bau von Rückkühlanlagen hat Holz den Vorteil, dass es billig ist und eine kurze Bauzeit verlangt. Da derartige Anlagen stark der Witterung ausgesetzt sind und meistens nur zeitweise in Betrieb stehen, ist Holz rascher Zerstörung ausgesetzt, sofern man nicht entsprechende Massnahmen trifft. Es sind vor allem Anstriche mit Konservierungsmitteln, wie Kar-



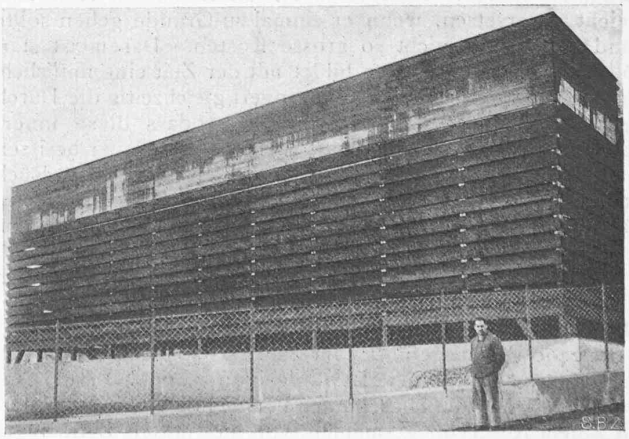


Abb. 3 und 4. Verteilrinnen und Gesamtansicht des Gradierwerkes der „Officina elettrica comunale di Lugano".

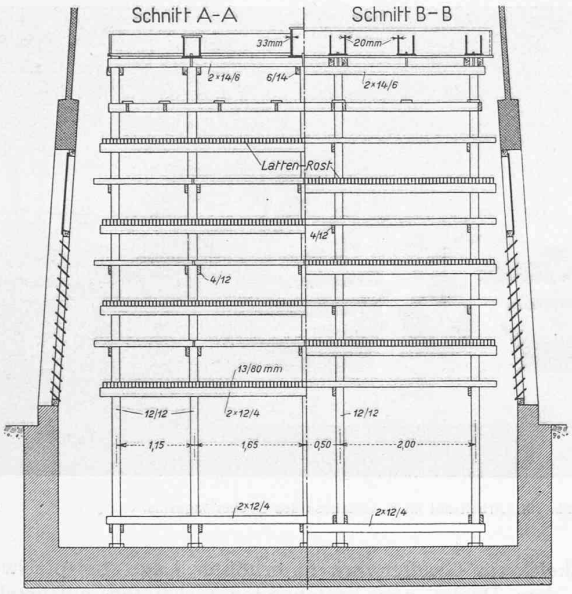


Abb. 6. Vertikalschnitte durch den untern Teil des Turmes mit dem Holzeinbau. — Masstab 1 : 100.

KÜHLTURM DES ELEKTR.-WERKS LA CHAUX-DE-FONDS.

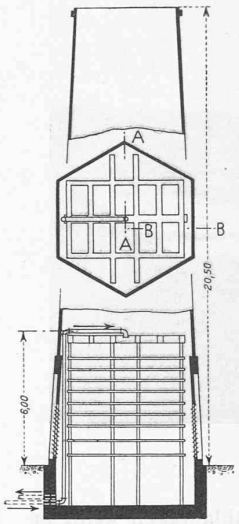


Abb. 5. Schnitte 1 : 300.

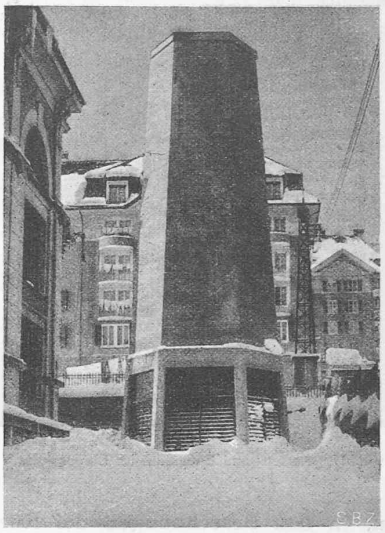


Abb. 7. Gesamtbild des neuen Eisenbeton-Kühlturmes.

bolineum u. dergl. zu nennen. Ein Nachteil der Anstriche liegt darin, dass sie erneuert werden müssen, was natürlich kostspielig ist und oft unterlassen wird, bis es zu spät ist. Besser und auch wirtschaftlicher ist eine eigentliche Imprägnierung des Holzes, beispielsweise mit Teeröl. Dieses schützt das Holz während einer Zeitdauer von reichlich 20 Jahren; während dieser Zeit ist kein Anstrich erforderlich. Der teurere Gestehungspreis der Imprägnierung gegenüber einem blossen Anstrich- oder Tauchverfahren macht sich daher reichlich bezahlt. Eine weitere Möglichkeit besteht auch in der Verwendung von widerstandsfähigerem Holz, vor allem von Lärchenholz. Dieses ist besonders widerstandsfähig gegen wechselnden Feuchtigkeitsgehalt; so dürfte karboliniertes Lärchenholz mindestens die gleiche Lebensdauer haben wie imprägniertes Fichtenholz.

Eisen kommt vor allem als Gerippe für Kühltürme in Frage, deren eigentliche Kaminschalung aber in Holz erstellt wird. Solche Eisenteile sind natürlich ganz besonders stark der Einwirkung des Rostens unterworfen und erfordern kostspieligen Unterhalt.

Die Eisenbetonkühltürme schliesslich kommen gegenüber solchen in Holz und Eisen bedeutend teurer zu stehen (bis 100 %), sind in besondern Fällen aber trotzdem vorteilhafter. Die relativ dünnen Wände der Eisenbetonkühler, die eine exakte doppelte Schalung erfordern, verteuern die Bauten. Der innere Einbau für die Warmwasserverteilung wird auch bei den Eisenbetonkühlern fast immer in Holz ausgeführt. Die vielen kleinen Einzelteile kommen in Eisenbeton viel zu teuer zu stehen. Ausserdem ist ein Einbau in Holz auch leicht zu ersetzen, wenn er einmal zu Grunde gehen sollte, und verursacht nicht so grosse Kosten. Das meist stark ölhaltige Kondenswasser bildet mit der Zeit eine natürliche Imprägnierung des Holzes (verringert gleichzeitig die Durchgangsgeschwindigkeit des Wassers), sodass diese innern Einbauten in der Regel eine grosse Lebensdauer besitzen.

Zum Schlusse geben wir einige Beispiele von Rückkühlanlagen, die nach den von Ing. Ed. Gams in Zürich übernommenen Ausführungsrechten durch die Firma Locher & Cie. projektiert und ausgeführt worden sind.

Gradierwerk der Officina Elettrica Comunale di Lugano. Das Elektrizitätswerk der Stadt Lugano hatte im Jahre 1917 den Bau einer Reserve-Kraftanlage mit einem Dieselmotor von 2400 PS ausgeführt. Im Jahre 1928 kam ein zweiter Dieselmotor mit einer Leistung von 3000 PS zur Aufstellung. Das vom Dieselmotor kommende Kühlwasser wird in einem Reservoir gesammelt, von hier mittels Zentrifugalpumpen auf ein Gradierwerk geleitet, wo es je nach der herrschenden Lufttemperatur mehr oder weniger stark abgekühlt, unten gesammelt und wieder dem Dieselmotor zugeführt wird. Das zuströmende heisse Kühlwasser von rd. 60° C kann in der Anlage bei 30° C Lufttemperatur im Schatten und 70 % Luftfeuchtigkeit bis auf rd. 32° C gekühlt werden. Die Hauptabmessungen dieses Gradierwerkes sind aus den Abb. 1 bis 4 ersichtlich. Es ist in karboliniertem Lärchenholz ausgeführt und für eine stündliche Leistung von 120 m³ Wasser bemessen.

Kühlturm des Elektrizitätswerkes von La Chaux-de-Fonds. Bei der im Jahre 1908 erfolgten Ausführung der thermischen Reservezentrale Les Eplatures war bereits ein Kühlturm für rd. 240 m³/h gebaut worden. Anlässlich des in den Jahren 1929 bis 1930 erfolgten Ausbaues der Zentrale und Aufstellung eines neuen Dieselmotors von 3000 PS Normalleistung wurde die Erstellung eines neuen Kühlturmes für rd. 100 m³/h nötig. Das vom Dieselmotor kommende Warmwasser wird in einem Reservoir in der Nähe der Auspufftöpfe gesammelt. Von dort aus wird es mittels der Warmwasserpumpe angesaugt und in die Verteilrinnen im Rückkühlturm geleitet. Der Wassereintritt in den Kühlturm erfolgt rd. 5,50 m über Boden. Am Fusse des Kühlturms wird das Wasser in einem Reservoir gesammelt und von dort in ein Zwischenreservoir von 18 m³ Inhalt gepumpt; von diesem aus fliesst es zum Dieselmotor. Da der neue Kühlturm in unmittelbarer Nähe des alten, im Jahre 1907 in Eisenbeton ausgeführten, zu stehen kam, entschloss man sich auch beim neuen für diese Bauweise.

Der neue Kühlturm von rd. 20 m Höhe (Abb. 5 bis 7) hat einen sechseckigen Grundriss. Der obere, kaminartige Teil ruht mittels eines kräftigen Sturzes auf den fünfeckigen Pfeilern. Die Kaminwandung ist 8 cm stark, beidseitig armiert und in den Ecken verstärkt. Das Kühlwasserreservoir am Fusse des Turmes ist ebenfalls armiert und mit den Pfeilern verbunden. Die Mischung für den Eisenbeton betrug 300 kg P. Z. auf 1000 l Kies- und Sandmischung, die aus dem Bielersee angeführt werden musste. Der innere Einbau für die Warmwasserverteilung, -Verspritzung und Abkühlung erfolgte für beide Türme in karboliniertem Lärchenholz. Die Eisenteile wie Wasserverteilröhrchen, Schrauben, Klammern, Unterlagsscheiben usw. sind galvanisiert. Die Gesamtkosten des im Sommer 1930 erbauten Kühlturmes samt Reservoir, Holzeinbau usw., jedoch ohne Rohrleitungen, stellten sich auf rd. 27 000 Fr.

Kühlturm für eine Dieselmotoranlage von 3000 PS in Massarah, Aegypten. Der Turm ist für eine Leistung von 120 m³ Wasser pro Stunde berechnet und ganz in Holz in

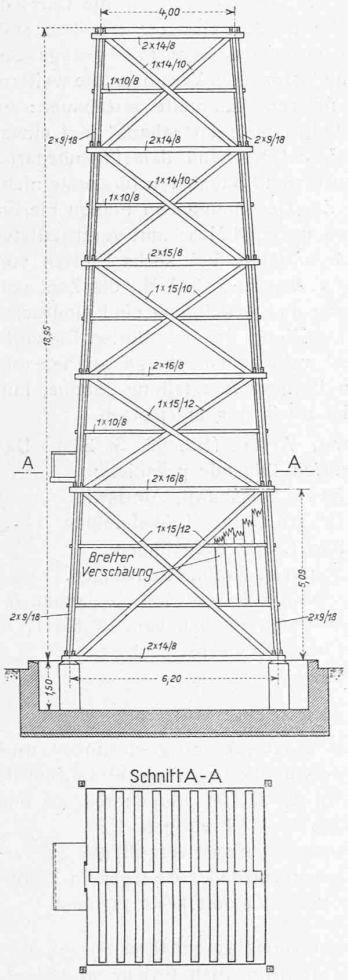


Abb. 8. Hölzerner Kühlturm in Massarah, Aegypten. — 1 : 200.

gewöhnlicher Zimmerkonstruktion erstellt. Die 24 m starke, gekämmte Kaminschalung ist innen auf das Holzgerippe aufgenagelt, um einen möglichst reibungslosen Kaminquerschnitt zu erhalten. Der ausserhalb des Kühlturmes befindliche Teil des Kühlwasserbassins ist zum Schutze gegen die Sonnenstrahlen mit Brettern abgedeckt. Hinter dem durch die Jalousien erfolgenden Lufteintritt sind besondere, gegen die Mitte geneigte Luftleitflächen in Holz angeordnet, um die eintretende Luft gegen das Innere zu führen. Der Turm erforderte für Gerippe, Schalungen, Lattenröste, Verteilungskanäle u. dergl. rund 30 m³ Holz. In dieser Anlage kann beispielsweise 60 °C warmes Kühlwasser bei 30 °C Lufttemperatur und max. 70 % relativer Luftfeuchtigkeit auf 34 °C abgekühlt werden, oder 50 °C warmes Wasser auf 32 °C. Bei einer max. Lufttemperatur von 40 °C vermindern sich diese Zahlen auf 45 °, bezw. 43 °C.

Für schweizerische Verhältnisse kann im allgemeinen von der Ausführung von besondern Wasserrückkühlanlagen abgesehen werden, da Wasser meistens genügend und zu annehmbaren Preisen erhältlich ist. Immerhin gibt es auch bei uns zahlreiche Fälle, wie im wasserarmen Jura, im Süden u. a. O., wo eine genügende Kühlwassermenge nicht oder nur zu hohen Preisen erhältlich ist.

MITTEILUNGEN.

Die Baumesse in Basel, die, in grösserem Umfang als letztes Jahr, im Rahmen der 16. Schweizer Mustermesse 1932 vom 2. bis 12. April stattfindet, wird in einem eigens reservierten Raum in der Halle IV untergebracht. Für das Musterangebot fallen in Betracht: I. Baustoffe und Bauweisen: Granit-, Marmor-, Schiefer-, Alabaster-, Weichwerksteine u. a. Kalksandstein als Hintermauerungsstein und Putzträger. Gipsdielen, Gipsbauplatten. Kalk für Innen- und Aussenputz. Zement, Kiesbeton, Leichtbeton, Bimsbeton, Lavabeton, Schlackenbeton u. a. neuartige Betonbaustoffe, Eisenbeton. Stahlbauten, Stahlkonstruktionen, Demonstration der Montagefähigkeit usw., Schweisstechniken, Spezialprofile, Konstruktionsteile, Fenster, Türen, einbaufertige Bauteile. Metalle und Legierungen, Kupfer, Bronze, Aluminium, Zink, Blei. Holz, Holzarten, Verwendungsmöglichkeiten, neuzeitliche Fabrikate wie Steinholz, Holzzement, Holzplatten. Isolierstoffe, Dichtungstoffe wie Dachpappe, Teer, Asphalt, Kork, Kieselgur, Torf, Torfoleum usw. Verschiedene Systeme der Massivdecken- und Flachdachkonstruktionen. Glas, Drahtglas, Glasbausteine u. a. Ziegel, Klinker, Formsteine, Hartbrandsteine, Wand- und Fussbodenplatten, Mosaikplatten, Steinzeugröhren, Kacheln u. a. Farben, Lacke, Linoleum, Lincrusta, Stragula, Kautschuk, Guttapercha, Filz, Rohr, Stroh, Papier, Stoffe, Gewebe, Eternit u. a. II. Baumaschinen und Bauwerkzeuge. III. Bauausführung, Garagenbau u. a. IV. Materialien und Spezialwagen für modernen Strassenbau. V. Wissenschaftliche Abteilung, Materialprüfung, Normung. — Das Angebot der Messe ist vielseitig, übersichtlich an einem Orte konzentriert, und der Interessent kann es in wenigen Stunden prüfen. Die Messe soll für die Bauwirtschaft eine praktische Lehrstätte sein; sie soll die Gelegenheit geben, den grossen Komplex von Fragen des Baumaterials und der Bautechnik beurteilen zu können. Es ist ferner vorgesehen, im Zusammenhang mit der Veranstaltung Fachtagungen abzuhalten. — Anmeldungen sind bis zum 15. Januar einzureichen.

Schwingungsdämpfung an schnellaufenden Dieselmotoren. In einem vor der Deutschen Maschinentechnischen Gesellschaft im Oktober 1930 gehaltenen und in „Glasers Annalen" von 1931 (September und Oktober) veröffentlichten Vortrag über schnellaufende Dieselmotoren behandelt W. Laudahn (Berlin) insbesondere auch die in jüngster Zeit bekannt gewordenen neuen Maschinenelemente, die zur Dämpfung von Torsionsschwingungen dienen. Von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg und seitens der Maybach-Motorenwerke werden hierzu Reibungsschwungräder gebaut; diese weisen einen äussern, durch Reibung mitgenommenen Schwungring auf, der zum Rutschen kommt, sobald die Schwingungsausschläge nach Grösse und Zeitdauer ein bestimmtes Mass überschreiten, wobei durch das Rutschen die bewegte Masse geändert und dabei der Schwingungsvorgang gestört wird, während gleichzeitig durch die erzeugte Reibbewegung die an der Schwingung beteiligte Energie teilweise oder ganz verbraucht wird. Der bei diesen Dämpfern bestehende Nachteil unkonstanter Reibungsverhältnisse wird in den Flüssigkeitsdämpfern vermieden. Eine bezügliche Ausführungsform von Sandner verwendet ebenfalls einen zum Rutschen kommenden Schwungring, dessen Auslösung jedoch vom Funktionieren eines Druckölventils abhängt. Ein von den Junkers-Werken verwendeter Flüssigkeitsdämpfer enthält ein mit Schaufeln besetztes Dämpferrad; zwischen diesen Schaufeln und denen eines verdrehbaren Statorgehäuses zirkuliert das Schmieröl des Motors als Dämpfungsflüssigkeit.

Förderseil von 11 km Länge. Die vor der Einführung des elektrischen Betriebes in zahlreichen Städten eingerichteten Kabeltrambahnen sind schon vor Jahrzehnten bis auf einige wenige Anlagen in Australien, in Neuseeland und in Glasgow (England), wo auch heute noch die Untergrundbahn mittels Förderseilen betätigt wird, verschwunden. Diese kreisförmig angelegte und zweimal den Clyde River unterfahrende Bahn hat kürzlich auf dem innern Geleisestrang ein neues Förderseil von 11 km Länge erhalten, das, nach der in „Engineering" vom 13. November 1931 veröffentlichten Beschreibung, seitens der Whitecross Co. Ltd. (Warrington) aus äusserst widerstandsfähigem Spezialstahl neu erstellt worden ist. Sechs Litzen aus je 19 Stahldrähten führen rund um eine Kabelseele aus Manilahanf. Die einzelnen Stahldrähte, von je 2100 m Einzellänge, sind nach einem Spezialverfahren mit den anschliessenden Stücken kunstvoll über eine gewisse Länge ohne merkbare Durchmesserstörung verlötet. Das ganze 11 km lange Kabel wiegt 56,5 t und wurde in zwei Teilen auf Spezialwagen von Warrington nach Glasgow gebracht. Bei einer Fördergeschwindigkeit von 21 km/h hat das Kabel bei einer Bruchfestigkeit des Materials von 11000 kg/cm², Zug- und Bremskräfte von 57 t auszuhalten.

Ludwig Werder, der Erbauer des am 6. Juni letzten Jahres abgebrannten Münchner Glaspalastes, hat im „Bauingenieur" vom 23. Okt. 1931 eine liebevolle Lebensbeschreibung erhalten. Abgesehen davon, dass er Schweizer (aus Küsnacht, Zürich) war, gewinnt er unser Interesse durch die unbegrenzte Schöpferkraft seiner Ingenieurnatur: er ist es, der die Maschinenfabrik Cramer-Klett aus kleinen Anfängen zu der grossen Entwicklung geführt hat, aus der die heutige M. A. N. hervorgegangen ist. Maschinen, Eisenkonstruktionen, Eisenbahnwagen, Gewehre und Prothesen — auf alles warf sich sein rastloser Erfinderdrang, und unzählige Vervollkommnungen sind seinem konstruktiven Genie zu verdanken. So hat sich wohl der von der Technik, ihren Aufgaben und Möglichkeiten ganz erfüllte Werder in seinem 1853/54 erbauten Glaspalast auch als Vorläufer unseres heutigen „neuen Bauens" ausgewiesen.

Staudamm aus Steinschüttung mit Eisenbetonkern. Ein solcher Damm von rd. 35 m Höhe und 90 m Basisbreite ist 1925 im Oued Kébir in Tunesien erstellt worden. Der dichtende Eisenbetonkern hat die Gestalt einer hohlen Mauer von 9 m Breite an der Basis und 2 m an der Krone; die luftseitige Mauerwand ist eben, während die wasserseitige als Gewölbereihe (l = 2,20 m) geformt ist. Alle Gewölbekämpfer sind durch vertikale Querwände