

KONSTRUKTION UND AUSFÜHRUNG

MASSIV-, EISENBETON-, EISEN-, HOLZBAU

HERAUSGEBER: REG.-BAUMEISTER FRITZ EISELEN

Alle Rechte vorbehalten. — Für nicht verlangte Beiträge keine Gewähr.

61. JAHRGANG

BERLIN, DEN 19. MARZ 1927

Nr. 6

Die Gründungsarbeiten für die Kirche vom Heiligen Herzen in Brüssel.



Die zur Zeit im Bau befindliche neue Basilika vom Heiligen Herzen in Brüssel, deren Erscheinung nach dem Modell Abb. 1 zeigt, ist eine Schöpfung des bekannten Genter Arch. Albert van Huffel und erreicht mit der Bekrönung der 30 m Durchmesser aufweisenden Kuppel eine Höhe von 100 m über Straßenoberkante. Gebaut nach der Grundrißform des lateinischen Kreuzes, erreicht sie eine größte Länge von 162 m und eine Breite von 108 m. Wie selbstverständlich bei einem neuzeitlichen Monumentalbauwerk, spielt bei den Tragteilen dieser gewaltigen neuen Kirche der Eisenbeton eine entscheidende Rolle. Er tritt jedoch nirgends in Erscheinung und ist im Innern in Terrakotta verkleidet; die Außenseiten sind in der Hauptsache in gelben Ziegeln, daneben in Naturstein ähnlicher Färbung ausgeführt.

Wie aus dem Grundriß Abb. 3, S. 39, ersichtlich ist, weist der vordere Teil des Bauwerks eine breite Vorhalle auf, zu der man auf einer mächtigen, fünffach geteilten halbrunden Freitreppe emporsteigt und in deren Hintergrund — zwischen zwei Nebeneingängen — die Hauptpforte unmittelbar zu dem Hauptschiff führt, das eine Breite von 18 m besitzt und an das sich zwei je 7 m breite Seitenschiffe anlehnen. Zwei schlanke, 80 m hohe Türme erheben sich zu beiden Seiten des Eingangs und enthalten links das Baptisterium, rechts die Treppe zu einer Terrasse über der Vorhalle. Beide Enden des Querschiffs enden in fünf Kapellen, die je einer der 9 Provinzen sowie der belgischen Kongokolonie gewidmet sind und je eine dazwischen gelagerte Sakristei besitzen. Im Querschnitt befinden sich ferner die Treppen zur Krypta und zu den Seitengalerien.

Über dem Schnittpunkt der beiden Hauptachsen erhebt sich die Kuppel: Unter ihr, in der Mitte des Chors und um einige Stufen erhöht, steht der Hochaltar unter pyramidenförmigem Ciborium. Die große Apsis entspricht dem Hauptschiff, ist jedoch kürzer und endet in einem Sechseck, in dessen Mitte vor einem Standbild des Heiligen Herzens Jesu sich der Altar des Heiligen Sakramentes befindet; ein Rundgang führt zu den Sakristeien.

Die unterirdischen Gewölbe erstrecken sich unter dem Querschiff und dem Hauptaltar: Sie enthalten große Sakristei-, Lager- und Verwaltungsräume. Im mittleren Teil liegt die sogenannte „Confession“, d. h. die eigentliche, zur Aufnahme der Gebeine des heiligen Albert und der Denkmäler von Helden des Weltkrieges bestimmte Krypta.

Der mittlere, die Kuppel tragende Teil des Bauwerks wird unabhängig von den benachbarten Teilen und selbsttragend ausgeführt, d. h. weder von den Mauern des Längs- oder des Querschiffs nach der großen Apsis gestützt werden. Wie bereits erwähnt, überträgt er sein Gewicht auf den Untergrund durch 4 Pfeiler von je 12 : 12 m Querschnitt, die am Fuß in beiden Richtungen durch Gänge geteilt sind und somit aus 4 Teilen von etwa 4 : 4 m Grundfläche bestehen. Jeder der Pfeiler erhält eine Belastung von 11 500 t und demzufolge eine Druckbeanspruchung von etwa 18 kg/cm² am Pfeilerfuß.

Der für diese Mitteilungen benutzte Bericht von Magnel in „La Technique des Travaux“ verweilt besonders eingehend bei den umfangreichen Vorversuchen und Arbeiten für die Gründung, bei welcher mit der Aufnahme so gewaltiger Lasten in der Tat eine nicht alltägliche Aufgabe gestellt war. Handelte es sich doch nicht um die Fundierung eines beliebigen Industriegebäudes von begrenzter Dauer, sondern um den Unterbau eines für Jahrhunderte bestimmten Baudenkmals, das man vor dem Schicksal z. B. der Londoner St. Pauls-Kathedrale¹⁾ zu bewahren hatte, deren Kuppelbau heute infolge unzureichender Gründung und des mangelhaften Pfeilermauerwerks vor der Gefahr des Einsturzes steht.

Nachdem der aus Mitgliedern der Kirchenbaugemeinschaft und technischen Sachverständigen bestehende Ausschuß übereingekommen war, für die Gründung der Hauptpfeiler eine 2,5fache Sicherheit

¹⁾ Vergl. Deutsche Bauzeitung 1926, Heft 79: Die Wiederherstellung der St. Pauls-Kirche in London. —

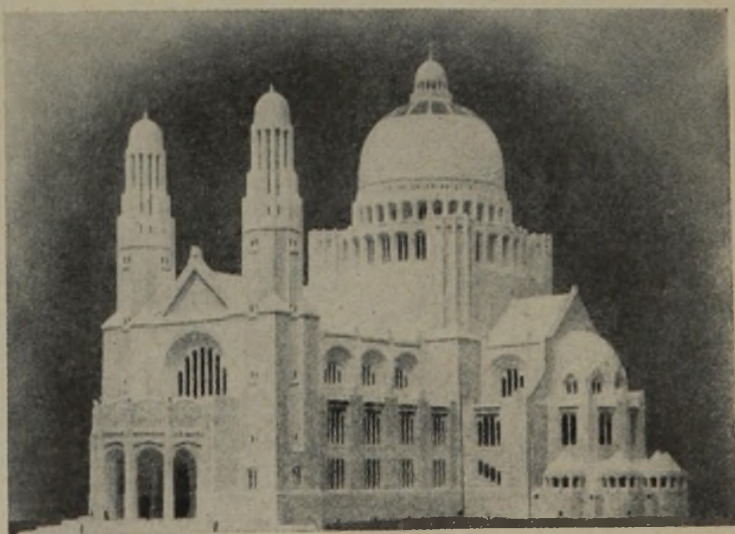


Abb. 1. Aufnahme der Kirche nach dem Modell.

gegenüber der tatsächlichen größten Belastung vorzuschreiben, schritt man zur Auswertung der Probebohrungen, deren von dem geologischen Sachverständigen M. Hallet 6 Stück vorgenommen waren. Sie lieferten in der Hauptsache alle das gleiche Ergebnis und zeigten, von Bodenoberfläche an gerechnet, zunächst eine ziemlich starke, trockene Moorschicht über einer dünnen Lage oben moorigen, unten kiesigen Sandes. Darunter fand man bei Bohrloch 1 u. 3—6 Lagen grauweißen Sandes, an dessen Stelle bei Bohrloch 2 noch Moorschichten angetroffen wurden; ferner leicht mit Sand durchsetzte, ziemlich starke, undurchlässige feste Tonlagen und endlich tragfähigen, plastischen, schiefrigen Ton in ungefährer Stärke von 8—10 m. Grundwasser fand sich in Tiefe —11,0 bis —11,70 m und zwar bei Bohrloch 1, 4, 5 und 6 in dem grauweißen Sand, bei Bohrloch 2 und 3 in gelblichem Moorsand, und es war zu vermuten, daß sich über den undurchlässigen Tonuntergrund in den mehr sandigen Schichten schwebendes Grundwasser angesammelt hatte, mit dem in den Tiefen —11,60 bis —15,60 m zu rechnen war. Was jene undurchlässige, sandige Tonlage anbelangt, so fand sie sich bereits in Tiefe —13,50 bis —13,80 m außer bei Bohrloch 2, wo sie bis auf —15,60 m herunterging. Im übrigen waren alle im vorstehenden erwähnten Bodenschichten fest gelagert, unumgänglich und ohne Spur von Treib- oder Schwemmsand.

Auf Grund dieser Vorarbeiten erfolgte die Ausschreibung, auf die von 8 Firmen 16 Angebote zwischen 1 895 004 und 3 785 000 Fres. eingereicht wurden. Der auffällige Unterschied von fast genau 100 v. H. erklärt sich offenbar aus dem mehr oder weniger großen Vertrauen der Unternehmer in die Tragfähigkeit des eben beschriebenen Baugrundes und aus den von ihnen gewählten Sicherheitsgrenzen: So war die auf Pfählen zu gründende Fundamentplatte für einen der Hauptpfeiler bei einem der Anbietenden auf 20,60 : 20,60 m bemessen, bei einem andern nur auf 13,50 : 12,75 m und sollte bei dem einen auf 100, bei andern auf 342 Pfählen ruhen, deren Tiefe von 13,50 bis zu 19,50 m wechselte.

Die Bauherrschaft stand angesichts so auseinandergehender Vorschläge der ersten Firmen des Landes vor einer heiklen Aufgabe und hatte wirtschaftliche und technische Rücksichten miteinander zu vereinen. Eine Frage war hierbei allerdings von vornherein geklärt: Weder Platten- noch Brunnen Gründungen konnten in Frage kommen, sondern allein eine solche auf Pfählen, da man durch Grundwasser und feinen Sand hindurch bis mindestens auf Tiefe —14,50 m herunter mußte. Selbst wenn in diesen Sandschichten eine Plattengründung in geringerer Tiefe zunächst möglich wäre, hätten ihr alle späteren größeren Erd- und Gründungsarbeiten in der Nachbarschaft Gefahr gebracht. Es konnte sich also nur noch um die endgültige Festsetzung der Pfahltiefe sowie darum handeln, ob man vorbetonierte Eisenbeton-Ramppfähle oder Bohrpfähle verwenden und welche Belastung man für sie zulassen wollte.

Zunächst schien es zu genügen, wenn man mit den Pfählen bis etwa auf —16,00 m, d. h. 2,50 bis 3,00 m tief in sandigen Ton ging. Immerhin mußte man sich wohl vergewissern, ob man vorsichtshalber nicht doch besser bis auf den plastischen Ton, also auf —19,00 m gehen sollte, um das Bauwerk gegen zukünftige Überraschungen zu schützen, wie sie andernfalls späterhin — etwa beim Bau einer Untergrundbahn oder einer Pumpstation — sehr leicht eintreten könnten. Es sei nochmals daran erinnert, wie bitter man es heute in London bedauert, daß s. Zt. die Gründung der St. Pauls-Kathedrale nicht bis auf tragfähigen plastischen Ton heruntergeführt ist: Die darüber gelagerten sandigen Ton-schichten, auf denen das Bauwerk ruhen sollte, sind dort in weniger als zwei Jahrhunderten infolge der Tidebewegungen der Themse abgesackt und unterwaschen. Ähnlich ist es bei dem durch deutsche Ingenieurkunst in letzter Stunde freilich noch gerette-

ten Mainzer Dom²⁾, dessen unzureichende Pfahlgründung durch Senkung des Grundwasserspiegels fast völlig zerstört war.

Angesichts so schwieriger Entscheidungen vermochte man nicht, mit theoretischen Überlegungen sich zu begnügen, sondern entschloß sich zur Vornahme planmäßiger Versuche: Ein Versuch mit Eisenbeton-Ramppfählen von 10 m Länge und 40 : 40 cm Querschnitt hatte insofern kein sicheres Ergebnis, als die Pfähle — obschon bereits in den plastischen Ton eingedrungen — bei fortgesetzter Rammung noch anzogen. Bei der alsdann vorgenommenen, sehr vorsichtigen Probelastung mit 100 t sank der untersuchte Pfahl innerhalb weniger Minuten um weitere 60 cm ein, ohne im übrigen bis kurz vor Aufbringen der ganzen Last irgendwelche Zerstörungen zu zeigen. Da verfiel sich leider die Lastenplattform an benachbarten Pfahlköpfen und stellte sich schief, worauf der untersuchte Pfahl auf die obere 1,50 m zerbrach. Das stellte in jedem Fall ein Minus gegenüber der vom Unternehmer für eine Höchstlast von 60 t zu gewährleistenden 2,5fachen Sicherheit dar, und die Bauherrschaft entschloß sich deshalb und unter dem Eindruck der ebenfalls wenig befriedigenden Proberammungen zu Versuchen mit Bohrpfählen Bauart Franki³⁾. Von diesen wurden 8 Stück, und zwar 7 in einer Gruppe von 10,65 m, und ein einzelner von 9,50 m Länge sowie je 0,65 m Durchmesser im Schaft und 1,0 m an der Basis nach und nach mit 335 t für die Gruppenpfähle und 250 t für den Einzelpfahl belastet, ohne daß sich danach während zweier Tage ein weiteres Nachgeben feststellen ließ.

Wie oben festgestellt ist, beträgt die Beanspruchung eines Pfeilers durch Nutzlast 11 500 t und einschließlich des Eigengewichts und anderer geringerer Lasten 13 000 t, wozu das Gewicht der über den Pfählen aufzubringenden Sohlplatte mit 2200 t tritt. Bei 2,5facher Sicherheit hätte man auf Grund der

Probekonstruktion die Gruppenpfähle mit $\frac{335}{2,5} = 134$ t belasten können, doch entschloß man sich aus Gründen erhöhter Sicherheit zu einer Höchstbelastung von nur $\frac{15\ 200}{110} = 138$ Stück

und zu einem Pfahlabstand von 1,50 m führte. Da man zufolge der Bodenuntersuchungen und Proberammungen bis auf —19,00 m, d. h. etwa 10 m tief unter die auf Ordinate —9,0 geleg. Bodenoberkante gehen mußte, erhielten die Pfähle eine Länge von 13,00 m. Abb. 2, S. 39, zeigt einen Plan der Gründung, für die im ganzen 1388 Frankipfähle erforderlich wurden. Abb. 4, S. 39, gibt eine Bauaufnahme wieder, welche Bohrmaschinen der genannten Firma im Betrieb zeigt; Abb. 5, S. 39, endlich zeigt ein Stück der fertigen Gründung eines der Hauptpfeiler für die große Kuppel. Über die nach Abb. 2 angeordneten und bis in tragfähigen, plastischen Ton getriebenen Bohrpfähle wurde eine 3,40 m starke Sohlplatte betoniert, der die Aufgabe einer gleichmäßigen Druckverteilung zufällt. Sie stellt sich als eine doppelt, und zwar an der Unterseite durch die Pfahlreaktionen, an der Oberseite durch die Gebäudelasten beanspruchte Platte dar, deren Berechnung und Entwurf im übrigen keine Besonderheiten bietet. — A—1.

²⁾ Vergl. Deutsche Bauzeitung 1926, Konstr. Beilage S. 57 Rütch, „Bautechnische und statische Ursache der Schäden am Mainzer Dom und die Sicherungsarbeiten zur Erhaltung des Bauwerks“ sowie Konstr. Beilage 145, „Die Wiederherstellungsarbeiten am Dom zu Mainz“.

³⁾ Über die Einzelheiten des Systems Franki vergl. u. a. „Bautechnik“ 1926 Heft 33. Die Ausführungsrechte dieser belgischen Erfindung haben für Deutschland und Danzig Philipp Holzmann A. G. Frankfurt a. M. erworben. — Zur Herstellung werden teleskopartige Eisenrohre von 0,45 bis 0,60 cm Dm. benutzt die im trockenen Boden unten offen sind und in die ein Vortreibpfahl mit Spitze eingesetzt wird, der auf einem inneren Wulst des Rohres aufrucht, dieses also unter den Rammschlägen mit nach unten zieht. Die Rohre werden bis in den tragfähigen Baugrund mit 2,3 t schwerem Bär eingerammt, wobei der Treibpfahl bis zu 50 cm unter Rohrende reicht. Nach Herausziehen des Vortreibpfahles wird zunächst der dann entsteh. konische Hohlraum mit Beton gefüllt und dieser mit einem 2—2,5 t schweren in das Rohr eingeführten Bär abgerammt. Er dringt dabei seitlich und nach unten in die Bodenschichten ein und stellt einen verbreiterten Fuß her. Dann werden von oben Rundisen in die frische Betonmasse eingesetzt, das Rohr wird schrittweise hochgezogen, absatzweise wieder mit Beton gefüllt und dieser wird eingestampft. Im Grundwasser wird in das Rohrende eine Betonspitze eingesetzt, die im Boden stecken bleibt. —

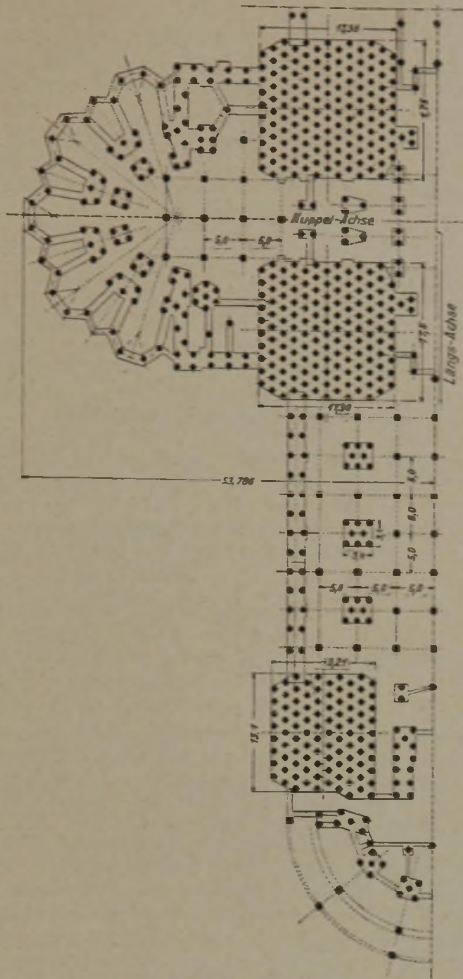


Abb. 2. Gründung auf Franki-Pfähle. 1 : 1000.

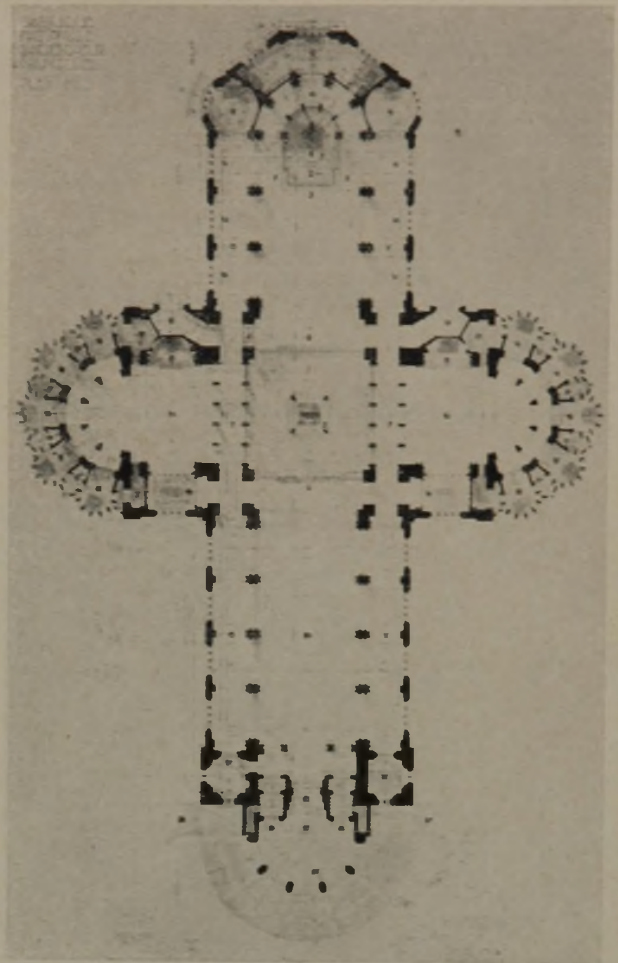


Abb. 3. Grundriß der Kirche 1 : 1400.



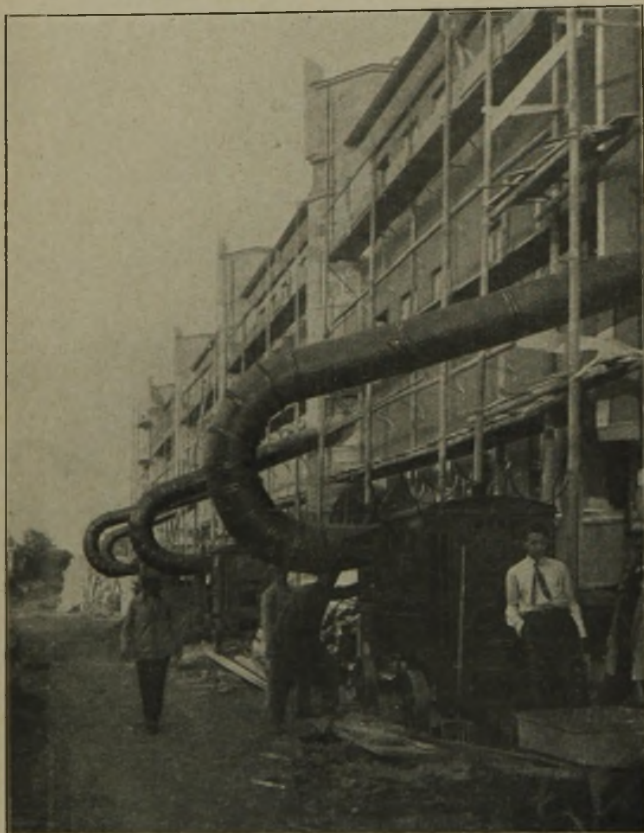
Abb. 4 (hierüber).
Aufnahme der Baustelle
zu Beginn
der Gründungs-
arbeiten.



Abb. 5 (links).
Teilansicht der fertigen
Pfehlgründung
eines
Hauptpfeilers.

Vermischtes.

Künstliche Austrocknung von Neubauten. (Verfahren Albert Wagner, D.R.P. ang.) Die Forderung nach einer schnellen Fertigstellung und Beziehbarkeit der Bauten hat schon früh dazu geführt, sich mit dem Problem der künstlichen Austrocknung zu befassen, um die großen Wassermengen, die im frischen Mauerwerk enthalten sind, rascher zu beseitigen. Der erste Fortschritt in dieser Hinsicht ist die Aufstellung von Koks Körben oder Koksöfen in dem zu trocknenden Bau gewesen. Bei der Verbrennung von Koks bilden sich reichliche Mengen von Kohlensäure, und die so mit Kohlensäure angereicherte Frischluft beschleunigt die Umsetzung des Kalkes in kohlensauren Kalk, wenigstens an der Oberfläche des Mauerwerkes. Die Koks Körbe erzeugen nur strahlende Wärme, die nicht das Bestreben hat, das Mauerwerk zu durchdringen; im Gegenteil, infolge der hohen Temperatur in den Räumen wird die Außenluft durch das Mauerwerk angesaugt. Die strahlende Wärme des Koks Korbes, die sich auch nur in rohem Maße regeln läßt, führt aber zu Rissen an Wänden und Decken.



Der größte Nachteil dieses Verfahrens liegt also an der mangelnden Zirkulation der heißen Luft, denn infolge des dicht abgeschlossenen Raumes können auch die sich bildenden Kohlenoxydgase nicht zur Verbrennung kommen, da der Sauerstoff der Frischluft inzwischen vollkommen verbraucht ist. Die mit Kohlenoxydgasen angereicherte Luft wirkt für die Bedienungsmannschaft gesundheitsschädlich, wenn nicht sogar lebensgefährlich. Außerdem kann die mit Feuchtigkeit gesättigte Luft in dem abgeschlossenen Raume nicht entweichen, und nach Beendigung der Ausheizung des Baues wird sie sich auch naturgemäß wieder an Wänden und Decken niederschlagen.

In richtiger Erkenntnis dieses Mangels ging man dazu über, die Austrocknung durch zirkulierende Luft vorzunehmen. Die auf diesem Prinzip aufgebauten Trockenheizöfen haben nur den Fehler, daß die so erzeugte Heißluft nicht den notwendigen Gehalt an Kohlensäure besitzt. Die Voraussetzung aber für rationelle Austrocknung ist weniger eine besonders hohe Temperatur der Heißluft, als vielmehr ein hoher Gehalt an Kohlensäure.

Die Voraussetzungen für ein einwandfreies Trockenheizverfahren lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die Heizquelle muß sich, zur Vermeidung von Feuergefahr, außerhalb des zu trocknenden Gebäudes befinden.
2. Die heiße Luft, die zur Austrocknung verwandt wird, muß reichliche Mengen von Kohlensäure mit sich führen, damit nicht nur eine Trocknung, sondern auch eine Erhärtung des Mörtels eintritt.

3. Die heiße Luft muß frei von gesundheitsschädlichen Gasen, wie Kohlenoxyd, sein.
4. Die heiße Luft muß zirkulieren, damit sie auf ihrem Wege durch das gesamte Mauerwerk dringt.
5. Die Temperatur der Heißluft muß genau regulierbar sein.

Das seit einem Jahr aufgetauchte Verfahren nach dem System Albert Wagner D.R.P. und Auslandspatente ang., scheint nun wirklich Neuerungen zu bringen und diese Voraussetzungen zu erfüllen.

Danach wird eine fahrbare Heizquelle vor dem Neubau aufgestellt (vgl. die Abb.), und durch dicke Rohre mittels eines mit Kraftantrieb versehenen Ventilators heiße, kohlensäurereiche Luft in den Bau gepreßt. Da die Fenster und Türen des Neubaus eingesetzt, oder wenigstens verschalt sind, drückt die heiße Luft durch das poröse Mauerwerk, gibt ihre Kohlensäure an den Kalk ab, während das freiwerdende Wasser verdampft und ins Freie tritt. Die zur Verwendung kommende Trocknungsmaschine ist so eingerichtet, daß eine außerordentlich hohe Temperatur in dem Verbrennungsraum entsteht, andererseits aber die Temperaturhöhe bis herab auf 30° reguliert werden kann.

Eine Untersuchung der Trocknungsluft durch die Badisch-Chemische Technische Prüfungsanstalt hatte nach Mitteilung der Firma folgendes Ergebnis:

	Nr. I	Nr. II	Nr. III
Kohlensäure (CO ₂)	0,20 v. H.	1,00 v. H.	0,10 v. H.
Sauerstoff (O)	20,00 „	19,60 „	19,90 „
Kohlenoxyd (CO)	0,00 „	0,00 „	0,00 „
Schwefl. Säure (SO ₂)	0,08 „	0,04 „	0,11 „
Stickstoff (N) als Rest	79,72 „	79,36 „	79,89 „
	100,00 v. H.	100,00 v. H.	100,00 v. H.

Das Interessanteste bei diesem Ergebnis ist der außerordentlich hohe Kohlensäuregehalt von etwa 1 v. H., mithin das 30 fache derjenigen normalen Luft. Dieser Kohlensäuregehalt wird natürlich zu Beginn der Trocknung von dem Mörtel rasch aufgesaugt, und die Analyse im Raum 1 und 3 beweist, wie außerordentlich rasch der Kohlensäuregehalt gesunken war. Diese außerordentlich rasche Absorption der Kohlensäure führt zu einer intensiven Erhärtung des Mörtels. Die weiteren Feststellungen haben auch ergeben, daß tatsächlich nach 4 Tagen der Mörtel eine größere Härte aufzuweisen hat, als bei einem Gebäude, das der natürlichen Mörtelerhärtung 2 Jahre lang ausgesetzt war.

Aus der Tabelle geht aber weiterhin auch hervor, daß in keinem Raum irgendwelche Spuren von Kohlenoxyd, jenem giftigen Gas, das außerordentlich gesundheitsschädlich ist, festzustellen war.

Diesem modernen Trocknungsverfahren dürfte auf Grund der bisherigen Ergebnisse eine hohe wirtschaftliche Bedeutung beizumessen sein. Es soll damit wirklich möglich sein, innerhalb 4 Tagen einen Neubau auszutrocknen und den Putz zu erhärten, so daß die Innenarbeiten sofort aufgenommen werden können und der Neubau nicht mehr wie früher 3—4 Monate leer zu stehen braucht. —

Briefkasten.

Antworten aus dem Leserkreis:

Antwort auf Frage Arch. S. in G. in Nr. 3. (Schutz von Beton gegen Ölflecke.)

1. Da sich in den verschiedenen Ölen mehr oder weniger säurehaltige Bestandteile befinden, die den Zementstrich angreifen und ihn im Laufe der Zeit vollständig zerstören, müssen Sie dem Zementstrich solche Mittel zusetzen, die den Säureangriffen größten Widerstand entgegensetzen. Zunächst gilt es, einen einwandfreien Sand, der vollständig frei von Humus und anderen fremden Bestandteilen ist, zu wählen. Von den übrigen Mitteln fordert man einerseits größte Säurefestigkeit, dann aber auch Wasserdurchlässigkeit. Schon das Zusetzen von fein gemahlendem Ton oder besser Kaolin im Verein mit einem nachträglichen Behandeln der Fläche mit kieselflußsaurem Aluminium von 42 Grad Bé (mittels Pinsel aufgetragen) gewährleistet eine ziemlich weitgehende Säurefestigkeit. Viel besser und wirksamer aber sind Spezialsäurezemente, wie solche von einigen Firmen, z. B. von Friedrich Rößler, Bensheim a. d. B., in den Handel gebracht werden. Ferner wäre der Diara-Zement (Lieferant Diara-Baugesellschaft m. b. H., München, Kaulbachstraße 9a) zu nennen. Auch Zusätze von Sika usw. kämen in Frage. — H. N.

2. Handelt es sich zunächst darum, Kunststein öldicht zu machen, so ist es empfehlenswert, diese Dichtung gleich bei der Herstellung der Kunststeine in Emailith-Beton vorzunehmen. Es ist dieses eine leicht schmelzende Emailglasur, die nach besonderem Verfahren gleichzeitig mit der Kunststeinmasse eingegossen wird oder mittels Spritzpistole aufgetragen werden kann. Auf dieser Glasur haften keine Ölflecke. — E. G. in D.

Inhalt: Die Gründungsarbeiten für die Kirche vom Heiligen Herzen in Brüssel. — Vermischtes. — Briefkasten. —

Verlag der Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H. in Berlin.
Für die Redaktion verantwortlich: Fritz Eiselein in Berlin.
Druck: W. Büxenstein, Berlin SW 48.