

KONSTRUKTION UND AUSFÜHRUNG

MASSIV-, EISENBETON-, EISEN-, HOLZBAU
MONATSHEFT ZUR DEUTSCHEN BAUZEITUNG

NR.

9 BERLIN
SEPTEMBER 1929

HERAUSGEBER: REGIERUNGS-BAUMEISTER FRITZ EISELEN ■ ■ ■

ALLE RECHTE VORBEHALTEN / FÜR NICHT VERLANGTE BEITRÄGE KEINE GEWÄHR

VERWENDUNG VON TORKRETBETON FÜR HORIZONTALDÄCHER

Von Prof. A. W. Kusnezow, Moskau

Mit 10 Abbildungen

Das Problem des Flachdaches gewinnt immer größere Bedeutung für das moderne Bauwesen, und jede neue Lösung desselben erregt allgemeines Interesse der Bautechniker und findet lebhaft Besprechung in der einschlägigen Literatur.

Die bisher üblichen Dachausführungen in Dachziegeln, Schiefer, nicht-rostfreiem Eisen usw. mit unrationellem, der Frostgefahr ausgesetztem Wasserabfluß, handwerkmäßig hergestellt und dauernd ausbesserungsbedürftig, entsprechen nicht mehr den technischen Anforderungen der Gegenwart.

Als eine technische Verbesserung des Eisendaches kommen entweder Anbringung von Schutzschichten aus rostfreien Legierungen oder Verwendung von billigen rostfreien Chromeisensorten, bei fabrikmäßiger Herstellung aller Konstruktionsteile, in Frage.

Bei der Herstellung der Dächer aus künstl. Mineralstoffen macht sich die Tendenz zur Vergrößerung der Konstruktionselemente bei gleichzeitiger Verringerung des spezif. Gewichtes bemerkbar. So erreichen die amerikanischen Zementdachziegel (Cementtile) eine Länge von 1,5 m und mehr, und Wellenernit mit Asbestfaser wird in einer Länge von 5 1/2 Fuß verlegt.

Alle erwähnten verbesserten Dachausführungen bewegen sich jedoch in den alten, traditionellen Bahnen und sind nur für steile Dachformen verwendbar, behalten überdies den Nachteil der vielen undichten Anschlüsse und Anschlußfugen.

Die Verwendung von langen und breiten Bitumenstreifen (bzw. Dachpappe) deuten auf eine neue, von dem technischen Standpunkte zweckmäßigere Form der Dachausführung. Wenige und dichte (weil verklebte) Anschlüsse gestatten eine rationelle Dachform bei geringerer Neigung.

Der Gegenstand nachstehender Ausführungen soll aber das eigentliche Horizontaldach sein, das radikale Endergebnis des langen Kampfes der Technik mit der Wasserdurchlässigkeit der im Dachbau verwendeten Baustoffe. Ein einwandfreies Flachdach bedeutet die Lösung der Normaldachprobleme im weitesten Sinne dieses Begriffes.

Die Tatsachen zeigen, daß in Amerika, also in einem Lande, das weder technische noch architektonische Vorurteile kennt, das Horizontaldach vorherrschend ist und die übrigen Dacharten nur für Sonderzwecke beibehalten werden. Neue Bauvorschriften (stufenartige Gliederung der Wolkenkratzer) erweiterten noch mehr das Verwendungsgebiet des Horizontaldaches. Die Einführung des Horizontaldaches in Deutschland erfolgt

langsamer, da seine Herstellung die Einführung besonderer Baustoffe — Goudron — erfordert und zugleich mit den nationalen Strömungen in der Architektur zu kämpfen hat. In der Union d. S. S. R. findet das Flachdach seit etwa 50 Jahren im Industriebau allgemeine Verwendung. Nach ausländischen Vorschriften und mit Importgoudronen hergestellt, entsprachen die Flachdächer bei fachkundiger und sorgfältiger Behandlung allen technischen Anforderungen und fanden allgemeine Anerkennung der Fachwelt.

Für die Verwendung von einheimischen Rohstoffen ist jedoch eine umfangreiche Vorbereitung in Verbindung mit mannigfaltigen Versuchen erforderlich. Abgesehen von den Normungsarbeiten und Laboratoriumsuntersuchungen von Bitumen, Steinkohlenteer, Holzzement, Dachpappe, Spezialpappen und Ruberoid, die gegenwärtig im Gange sind, erwarten noch folgende konstruktive und isolierungstechnische Fragen eine befriedigende Lösung:

1. Die Lage der wärmeisolierenden Schicht (obere oder untere Isolierung).
2. Einfache oder doppelte Überdeckung (Isolierung auf der unteren Decke gebettet).
3. Verwendung fester Unterlage (Zementestrich) zwischen der wasserisolierenden Schicht und der Wärmeisolierung.
4. Normale Schutzschicht über der Holzzement-schicht.
5. Innere Kondensierung in den Luftschichten der Dachhaut.

Diese Erwägungen sind sowohl für die Wasserdurchlässigkeit des Daches, als auch für alle übrigen Fragen der Dachkonstruktion von größter Wichtigkeit und verdienen ein eingehendes Studium an Hand der vorhandenen Ausführungen.

Die meisten Konstrukteure haben das Bestreben, das Flachdach als einheitliche Decke herzustellen, d. h. die tragende Konstruktion, die Wärmeisolierung und die wasserundurchlässige Decke zu vereinen. Das ist an und für sich berechtigt, entspricht aber nicht dem gegenwärtigen Stand der Technik und ist daher geeignet, das ohnedies verwinkelte Problem noch mehr zu verwirren.

Abb. 1, unten, zeigt die Ausführungen mit oben bzw. unten verlegter Isolierschicht. Im Fall 1 der Abbildung ist die Schichtverlegung logisch aufgebaut: auf der tragenden Eisenbetonkonstruktion liegt die Wärmeisolierung, die von einer dünnen (2–5 cm) Zementhaut, durch Drahtgeflecht verstärkt, mit der

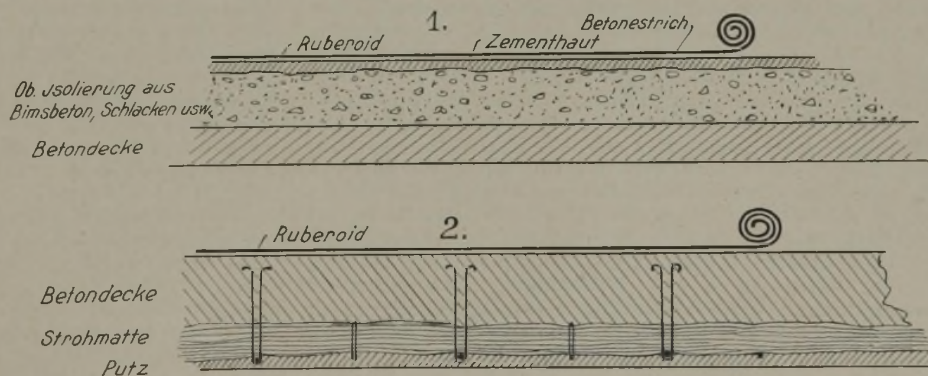


ABB. 1

FLACHDACH-KONSTRUKTION

1. Mit oben verlegter Isolierschicht
2. Mit unten angehängter Isolierschicht

daraufliegenden Isolierung gegen Nässe (Holzzement, dopp. Ruberoid) überdeckt ist. Die Wärmeisolierung ist im vorl. Fall ziemlich dicht und besteht aus Mineralstoffen (Bimsschotter, Schlacke). Die Beweglichkeit der Zementschicht bei Deformationen durch Temperatur bzw. Werfungen und Setzungen ist wenig gesichert.

Der Fall 2 der Abbildung eignet sich vorwiegend für balkenlose Überdeckungen (Pilzdecken) und erfordert eine hängend angeordnete, aus Matten bestehende Isolierung (Schilfrohr, Torfoleum usw.). Die gegen die Temperatureinflüsse ungeschützte Eisenbetonplatte verlangt eine nicht unbedeutende Zusatzbewehrung, um die Temperaturbeanspruchungen aufnehmen zu können. In beiden Fällen fehlt die Möglichkeit, die Verbreitung der Feuchtigkeit in der Wärmeisolierung zu verhindern bzw. bei zufälligen Beschädigungen des Daches die Isolierungsschicht rasch auszutrocknen.

Diese Versuche, verschiedene Baustoffe mit abweichenden Dehnungskoeffizienten in einer Dachhaut zu vereinigen, sind schwer durchführbar, teuer und nicht immer verlässlich.

Eine rationelle und konstruktiv zweckmäßige Lösung dieser Aufgabe ist bei gegenwärtigem Stand der Technik nur durch eine Zerlegung des Horizontaldaches möglich, wobei einzelne Dachschichten bestimmte Aufgaben übernehmen. Die oberste, wasserundurchlässige Schicht, die unmittelbar der Beeinflussung durch Temperaturwechsel und Atmosphäre ausgesetzt ist, soll von der unteren durch Wärmeisolierung von den Temperaturschwankungen geschützten Tragkonstruktion getrennt werden.

Im Nachstehenden werden die konstruktiven Einzelheiten dieser Dächer genauer umschrieben und es sollen die beiden wichtigsten Richtungen in der Entwicklung und Verbesserung der Flachdächer angegeben werden, deren Einhaltung für den Flachdachbau maßgebend ist:

Die erste Richtung, seit langem befolgt, empfiehlt die Verlegung der wasserundurchlässigen Schicht in Gestalt eines Pappdaches (Dachpappe, Ruberoid usw.) mit Verwendung von natürlichen oder künstlichen Goudronen als Bindemittel. Diese Schicht kann auf Flachdächern aller Konstruktionen (Beton, Holz, Kork, Torfoleum usw.) aufgelegt werden, falls die Dachoberfläche genügend stark und glatt ist.

Die zweite Richtung ist eine neuere und empfiehlt die Verwendung von wasserundurchlässigem Eisenbeton. Diese zweite, die ganz auf dem Torkretverfahren aufgebaut ist, bildet den Gegenstand dieser Ausführungen. Die Beschreibung der für das Torkretieren erforderlichen mechanischen Einrichtungen kann als bekannt vorausgesetzt werden. Es sollen demnach nur die Haupteigenschaften des Torkretbetons, die Möglichkeit seiner Verwendung bei der Herstellung von Flachdächern und die Wirtschaftlichkeit der letzteren erörtert werden.

In Moskau ist zum ersten Male das Torkretieren bei dem Bau des großen Versuchskanals im Zentralen Aero-Hydrodynamischen Institut i. J. 1926 verwendet worden. Trotz der großen Beanspruchung, der die nur 2,5 cm starke Torkretschicht ausgesetzt war, konnte man im Laufe von 1½ Jahren keinerlei Beschädigungen feststellen. Nach diesem Erfolg wurde im Herbst 1927 das erste Torkretdach der hydrotechn. Werkstatt desselben Instituts in einer Gesamtfläche von 600 qm (20 × 30) hergestellt. Das Dach ist als eine Pilzdecke (4,5 cm stark), gelagert auf gleichmäßig verteilte Stützen (Entfernung 1,5 · 1,5 m) ausgeführt. Eine einjährige Verwendung des Daches zeigte durchaus befriedigende Ergebnisse, obwohl die Ausführung wegen mangelnder techn. Erfahrungen des Baupersonals nicht einwandfrei war. Im Dezember 1927 hatte ich Gelegenheit, die Arbeiten der Torkret G. m. b. H. Berlin kennenzulernen. Unter den deutschen Bauausführungen sind besonders die Kuppelbauten der Planetarium-Anlagen hervorzuheben, die bei einer Stärke von 3,5 bis 4,5 cm nur mit Hilfe des Torkretverfahrens herstellbar sind. Gewöhnliche Halbflachdächer für ein Lagergebäude (Gesamtfläche 40 · 11 = 440 qm) und für die Montagewerkstatt der Maschinenbau A.-G. Berlin-Anhalt (Gesamtfläche 72 · 21 = 1500 qm) sind in der deutschen Literatur beschrieben worden. Unser Versuch bei der Anwendung des Torkretverfahrens (obenerwähnte Bauten des ZAHl) wurde zwar ganz selbständig ohne Kenntnis der deutschen Veröffentlichungen durchgeführt, jedoch entsprachen seine Ergebnisse durchaus den deutschen Erfahrungen. I. J. 1928 verwandte ich das Torkretverfahren bei dem Bau des Elektrotechn. Bundes-

instituts (Ges.-Fläche 650 qm) sowie bei dem Bau des Motortech. Laboratoriums des ZAHl (Gesamtfläche 720 qm). Die Gesamtfläche der von mir torkretierten Dachdecken beträgt mithin etwa 2000 qm. Konstruktion, Verlegung der Bewehrung, das Betonierverfahren selbst, sind des öfteren geändert und nach Möglichkeit verbessert worden, jedoch bleiben die Hauptelemente der Eisenbetondachplatte die gleichen, da sie durch nachstehend umschriebene Eigenschaften des Torkretbetons bedingt und bestimmt waren:

1. Das pneumatische Betonieren bei einem Luftdruck von 2,5 atm und einer Spritzgeschwindigkeit von 70–100 m/Sek. verdichtete den Torkretbeton bis zu der erreichbaren Höchstgrenze. Im allgemeinen ist bisher eine Verdichtung bis 40 v. H. bei gleichzeitiger Erhöhung der Widerstandsfähigkeit festgestellt worden. Laut Angaben der deutschen staatl. Laboratorien zeigt der Torkretbeton bei einer Mischung von 1:5 eine Würfel Festigkeit von 528 kg/cm², bei 1:7 von 500 kg/cm², d. h. 2,5 mal mehr als normal. Laut Angaben der Torkret G. m. b. H. zeigt der auf Schalung angebrachte Torkretbeton (Mischung 1:4) eine Druckfestigkeit von 516 kg/cm². Diese hohe Druckfestigkeit wird einerseits durch den Luftdruck, andererseits aber durch den Rückprall des Sandes herbeigeführt. Prof. Drujinin von der Leningrader Materialprüfungs-Anstalt stellte die Zusammensetzung des mit 1:5 gemischten und dann auf Schalung torkretierten Betons mit 1:2,16 bis 1:2,29 fest. Die Festigkeit des Torkretbetons wird von dieser Materialprüfungsanstalt für doppelt so groß als bei dem gewöhnlichen Beton der gleichen Zusammensetzung angenommen.

2. Das Abspringen der Sandkörner von der Eisenbewehrung ermöglicht eine Ummantelung der letzteren durch eine Kruste aus reinem Zement und erhöht dadurch das Haften des Betons an dem Eisen auf das Dreifache.

3. Die Elastizität des Torkretbetons ist ebenfalls eine wesentlich erhöhte. Bei Probebelastungen von Platten wurden viele kleine Risse festgestellt, deren Anzahl sich vergrößert hat, ohne daß die Größe der Risse selbst zunahm. Bei den oben erwähnten Torkretdächern der ZAHl können keinerlei Risse mit unbewaffnetem Auge festgestellt werden, dagegen ist ein Probeabschnitt desselben Daches, der in normalem Beton hergestellt ist, von einem ganzen Netz solcher haarfeinen Risse bedeckt. Bei dieser hohen Elastizität des Torkretbetons verliert die Frage der Dehnungsfugen in den Horizontaldächern ihre Bedeutung. Die bisher übliche größte Entfernung von 30 m zwischen diesen Fugen kann ohne weiteres verdoppelt werden.

4. Die Wasserundurchlässigkeit des Torkretbetons ist durch die obenerwähnte große Dichte dieses Materials bedingt. Die entspr. Versuche, die in Berlin bei einem Druck von 5 atm und an dem Wolchow-Kraftwerk bei 6 atm durchgeführt wurden, erwiesen die Wasserundurchlässigkeit des Betons bei einer Schichtstärke von 0,5 bis 2,5 cm. Laut Angaben der Torkret G. m. b. H. blieb eine Schicht von 2 cm Stärke sogar bei 20 atm Druck wasserundurchlässig.

5. Außerdem besitzt der Torkretbeton erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen die Verwitterung, eine Eigenschaft, die besonders für die Dachkonstruktionen wertvoll ist, da diese großen Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen ausgesetzt sind.

Alle oben erwähnten Eigenschaften des Torkretbetons ergeben die Möglichkeit einer technisch durchführbaren fugenlosen Dachkonstruktion, deren Stärke 3 cm, deren Gesamtfläche aber bis 1000 und mehr Quadratmeter erreichen kann. Somit erscheint der Torkretbeton als neuer Dachbaustoff, der besonders den Bau von abflußlosen Horizontaldächern ermöglicht, wodurch die teuren Abflußanlagen in Wegfall kommen. Schon die Möglichkeit allein, die Anbringung des Holzzement-Estriches zu vermeiden, ergibt eine Ersparnis von etwa 4–5 RM/qm und verringert die Dachbelastung infolge der Beseitigung des Sandes um 100 bis 150 kg/m².

Nachstehend sollen die günstigsten Formen der Konstruktionseinzelheiten der Horizontaldachplatte festgelegt werden. Vor allem soll hervorgehoben werden, daß es sich im vorliegenden Falle um eine Dachplatte (Dachhaut) und nicht um eine Betondecke handelt. Aus diesem Grunde ist es erforderlich:

1. Die Dachplatte nicht als Baukonstruktion, sondern als eine Art Baustoff zu behandeln.

2. Die Nutzbelastung sowie das Eigengewicht der Dachplatte bis zur zulässigen Mindestgröße zu verringern.

Bei gewöhnl. Flachdächern (Eisenbetonplatte 6 cm stark, von einem Holzzement-Estrich überdeckt) setzen sich das Eigengewicht und die Nutzbelastung wie folgt zusammen:

| | | |
|----------------------------------|--------|-----------------------|
| Eisenbetonplatte 0,06 · 2400 | = rund | 150 kg/m ² |
| Holzzement-Schicht mit 5 cm Sand | = | 100 kg/m ² |
| Nutzbelastung | = | 250 kg/m ² |
| Gesamtlast | = | 500 kg/m ² |

Für die torkretierte Dachplatte kommt nur die Schneebelastung bzw. eine Nutzbelastung für die Sommerreparaturen von 100 kg/m² in Frage. Die Plattenstärke soll auf ein Mindestmaß von 5 cm verringert werden. Bei einem etwas größeren spezif. Gewichte des Betons ergibt sich das Plattengewicht mit 2500 · 0,05 = 75 kg/m² und die Gesamtlast mit 175 kg/m².

Angesichts der obenerwähnten hohen Eigenschaften des Torkretbetons und insbesondere bei Verwendung von Stahlraht ist die Plattenstärke von 5 cm leicht erreichbar.

Plattengewichtes (also Ersparnisse), sondern auch Erhöhung der Wirtschaftlichkeit in der Verwendung der Torkretmaschinen (wie später nachgewiesen wird).

5. Die Wärmeaufnahme-fähigkeit der Platte soll nach Möglichkeit verringert werden, da letztere bei geringerer Stärke den Temperaturänderungen leichter folgt. Es ist notwendig, die zusätzlichen Temperaturbeanspruchungen der Platte nach Möglichkeit hinten zu halten und vor allem die Kondensierung der Feuchtigkeit bzw. des Rauheises (im Winter) auf der unteren Oberfläche der Platte zu verhindern. Besonders die Bildung des Rauheises wird durch gute Lüftung des Luftraumes unter der Platte ermöglicht.

6. Zur Lösung der wichtigsten Aufgabe, die größte Wasserdurchlässigkeit zu erreichen, ist erforderlich, die Platte möglichst beweglich zu konstruieren; das verhindert Temperaturrisse und verringert die nötige Zahl der Temperaturfugen. —

Diese Erwägungen berechtigen die Forderung, daß die Dachplatte nicht zu einem Bestandteil einer Plattenbalkendecke gemacht werden soll, wie das in

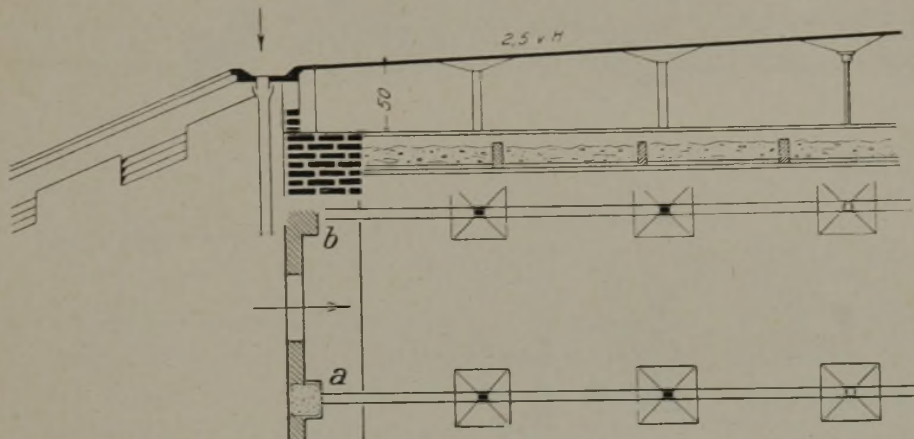


ABB. 2 (OBEN)
PILZDECKE ALS
FLACHES DACH
MIT AUSSEN-
ENTWÄSSERUNG

ABB. 3 (LINKS)
BLICK UNTER DIE
PILZDECKE

5. Die zulässigen Beanspruchungen sollen mit Rücksicht auf die große Druckfestigkeit des Torkretbetons (100—150 v. H. größer als im normalen Beton) wesentlich erhöht werden. Meines Erachtens ist eine solche Erhöhung um etwa 50 v. H. schon jetzt, d. h. vor dem Abschluß der eingeh. Plattenuntersuchungen zulässig. Es kämen somit zuläss. Beanspruchungen mit 75 (Mischung 1 : 4) bis 100 kg/cm² (fettere Mischungen) in Frage. Unter Zugrundelegung letzterer Beanspruchung stellte ich die Proberechnung einer Pilzdecke von 5 cm Stärke bei Stützenentfernungen von 1,6, 1,6 m auf, die die Notwendigkeit folg. Stahlbewehrung (zuläss. Beanspruchung 2000 kg/cm²) ergab: 2 mm Stärke, in Entfernungen von je 75 mm verlegte Drähte in der Mitte der Öffnung und abwechselnd in Entfernungen von 57 mm verlegte, 2 und 3 mm starke Drähte an den Auflagern. Das Verhältnis der gesamten Bewehrungsfläche zum Plattenquerschnitt beträgt 0,75 v. H.

4. Die Stützenentfernungen der Pilzdecke sollen verringert werden auf 1,5 m bei 5 cm Plattenstärke und bis 2,5 m bei 4 cm. Die Verringerung der Plattenstärke bezweckt nicht nur die Verringerung des

dem vorerwähnten Bau der Maschinenbau A.-G., Berlin-Anhalt der Fall ist. Dachpappenunderlage an den Auflagerstellen der Eisenbetonrippen auf den eisernen Dachbindern werden die nötige Beweglichkeit der gesamten Dachhaut kaum gewährleisten. Außerdem ist die Gefahr der Ribbildung infolge Temperaturschwankungen bei abweichenden Querschnitten der Dachhaut und verschiedener Bewehrung in zwei zueinander senkrechten Richtungen immer vorhanden.

Als beste Lösung erscheint die vorhin erwähnte Pilzdecke, gelagert auf gleichmäßig verteilten (1,5 bis 2,0 m Entfernung) Eisenbetonstützen (10 · 10) oder Rohrsäulen. (Abb. 2 u. 3, oben.) Bei einer Mindestneigung von 2,5 v. H. und einer Dachbreite von 20 m (ZAH) erhält man eine Gesamtüberhöhung von nur 50 cm. Erhebt man die Dachplatte am Dachrand um 50 cm über den Balken, so entsteht ein 0,5—1,0 m hoher Luftraum unterhalb der Platte. Die Hebung der Dachplatte verursacht zwar gewisse Mehrkosten durch Stützen und 0,5 m hohe halbsteinstarke Mauer (durch Fenster oder Spalten kann übrigens auch das Mauervolumen verringert werden), ergibt jedoch folgende Vorteile:

1. Einwandfreie Lüftung, deren Bedeutung vorstehend nachgewiesen wurde.

2. Die Zugänglichkeit der Lüftungsschicht gibt die überaus wertvolle Möglichkeit, der unmittelbaren Dachkontrolle, wodurch eine leichte Auffindung der etwa beschädigten Dachstellen, Vermeidung der Durchfeuchtung großer Dachabschnitte und rasches Austrocknen des Daches gewährleistet werden.

3. Die Möglichkeit, das Bauwerk noch während des Baues vor den atmosphär. Einflüssen rasch und leicht zu schützen. Die Wärmeisolierung aus billigen organischen Stoffen kann an den Unterflanschen der Balken der Geschosdecken angebracht werden.

4. Die Möglichkeit der Verwendung leichter, 2 cm starken Brettverschalung, wenn ausreichende Maß-

sammen mit dieser verputzt. Eine Bewegung der Dachplatte führt zu Rißbildungen (b-b) im Verputz, weshalb eine andere Ausführung (2) zu empfehlen ist, bei der ein Teil des Mauerwerkes hochgeführt und die Betonbrüstung an das Mauerwerk angelehnt wird. Die hierbei entstehende Spalte wird mit Dach-eisen überdeckt.

2. Die Dachplatte erhält äußere Kragfelder und bildet eine durchlaufende Längsspalte in der außen-seitigen Mauer. (3), wodurch eine größtmögliche Lüftung ermöglicht wird. Diese Art der Ausführung kann als zweckmäßigste bezeichnet werden, da sie eine vollständige Trennung der Dachhaut von den Mauern und sozusagen schirmartige Anordnung der Dachplatte über dem Gebäude ergibt. —

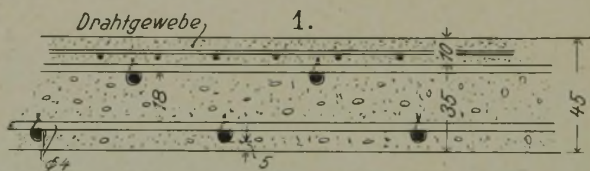
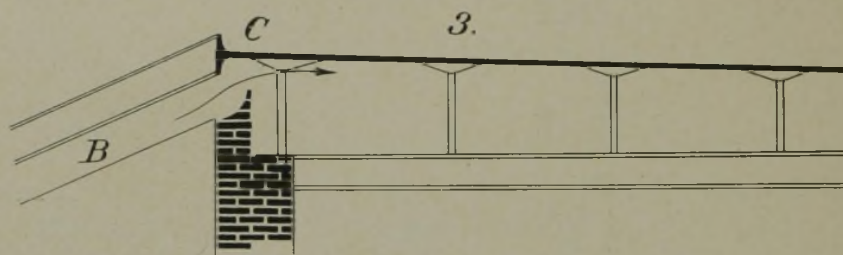
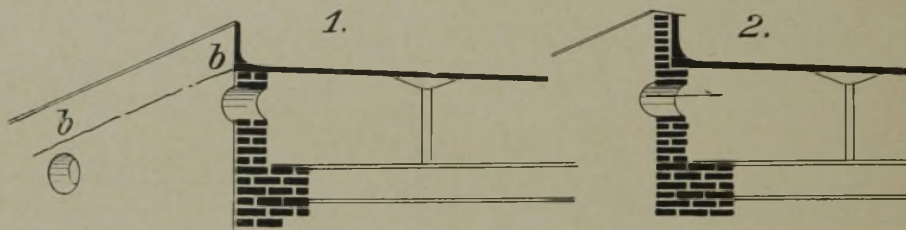


ABB. 4 (OBEN)
VERBINDUNG VON DACH-
PLATTE UND MAUERWERK
BEI INNEN-
ENTWÄSSERUNG

ABB. 5 (LINKS)
GEWÖHNLICHE KREUZ-
WEISE BEWEHRUNG
EINER PILZDECKE

nahmen gegen die Feuchtigkeit der Geschosdecken getroffen sind und eine gute Lüftung der letzteren vorhanden ist. Die Brettverschalung erhält eine, aus organischen Stoffen bestehende, mit Schlacke oder Alabasterglatzstrich (Feuerschutz!) bedeckte Isolierschicht.

Bei konsequenter Befolgung vorstehend abgeleiteter Grundsätze ergab sich folgende

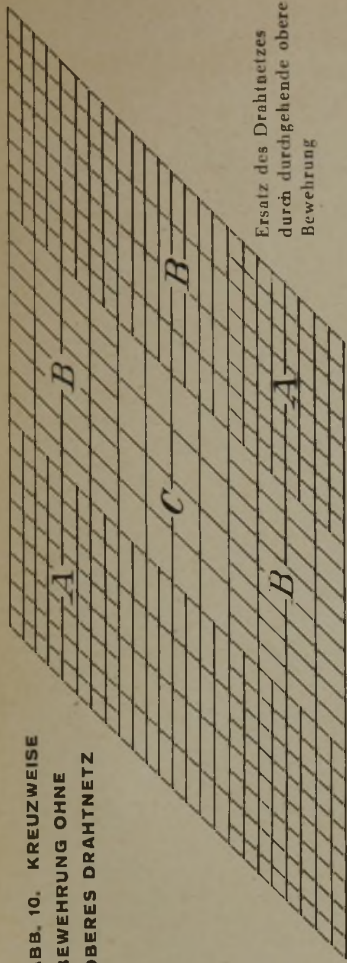
Konstruktion der wagerechten Torkretdächer (ZAHN und EBI):

I. Bei Vorhandensein eines äußeren Wasserabflusses erhält das Dach eine Saumrinne (Abb. 2, S. 99) die als einfache Falte der Dachplatte auszuführen ist. Als Auflager der Dachplatte an der Außenseite des Gebäudes dienen kleine Ziegelstützen, zwischen denen Lüftungsöffnungen freigelassen bleiben. Um eine gewisse Gleitung der Dachplatte an den Ziegelstützen zu ermöglichen, sind an denselben mit Sand bestreute Eisenblechunterlagen angebracht.

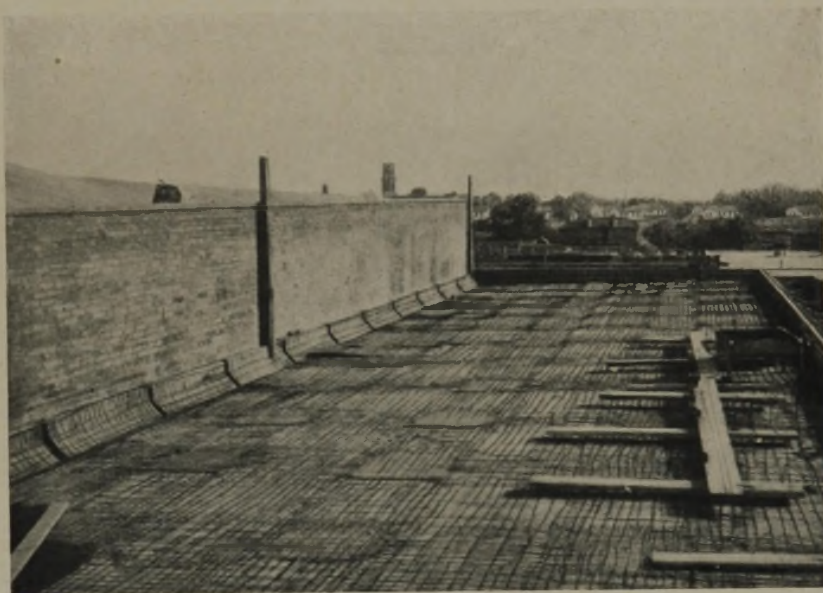
II. Bei einem im Inneren des Gebäudes verlegten Wasserabfluß (Gußisenrohre) ist die Verbindung der Dachplatte mit der außenseitigen Mauer auf folgende zwei Arten möglich (Abb. 4, oben):

1. Die Vollmauer mit runden Lüftungsöffnungen wird hochgeführt. Sie wird oben durch die Eisenbetonbrüstung der Dachplatte abgeschlossen und zu-

Die Verlegung der Bewehrung in der Dachplatte ist überaus verwickelt und schwierig und erfordert besondere Vorkehrungen, um den Erfolg zu sichern. Bei geringer Plattenstärke der Pilzdecke von 3—4 cm ist die Verlegung der gewöhnlichen kreuzweisen Bewehrung besonders schwierig. Um eine rißlose Oberfläche zu erhalten, empfiehlt es sich, in der oberen Schicht des Torkretbetons (etwa 1 cm stark) ein Drahtgewebe (Maschenweite 2 bis 2,5 cm, Drahtstärke 1,5 bis 2 mm) zu verlegen. Da ein Torkretieren der ganzen Platte durch ein derartig engmaschiges Drahtgewebe kaum möglich ist und auf alle Fälle durch großen Sandrückprall und Bildung von Hohlstellen begleitet wird, wurde die Platte zuerst auf eine Stärke von 3 cm torkretiert und erst dann das vorhin erwähnte Drahtgewebe aufgelegt und mit Draht an der Hauptbewehrung befestigt (Abb. 5, 1, oben). Erst dann erfolgte das Torkretieren der oberen 1 cm starken Betonschicht. Die Verlegung und Befestigung des Drahtnetzes wird am zweckmäßigsten derart vorgenommen, daß der Anschluß einzelner Netzflächen noch vor der Anbringung der unteren Betonschicht erfolgt, damit die Befestigung an der Hauptbewehrung ohne Schwierigkeiten vor sich geht. Die beiden übereinandergelagerten Ränder AC (etwa 10 bis 15 cm breit) der benachbarten Netzflächen liegen zuerst frei und werden erst nach dem Anbinden

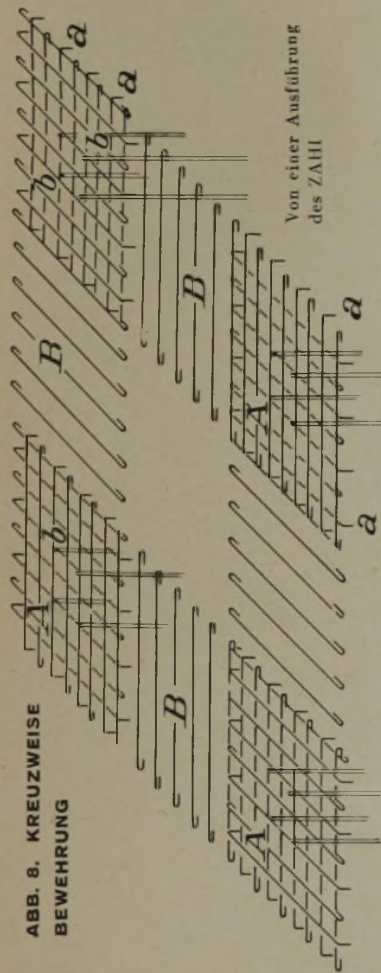


Ersatz des Drahtnetzes durch durchgehende obere Bewehrung

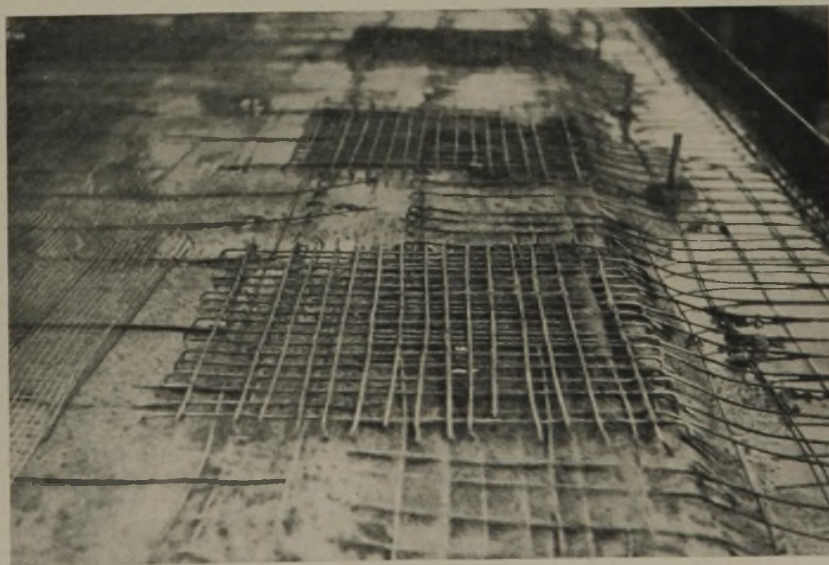


HERSTELLUNG DER PILZDECKE. ABB 6 u. 7

Oben: Schalung mit den Vertiefungen für die Stützen; unten: Stützenköpfe fertig. untere Bewehrung



Von einer Ausführung des ZAHN



AUSFÜHRUNG DER KREUZWEISEN BEWEHRUNG. ABB. 9

Bewehrung der Stützenabschlüsse A in Abb. 8 verlegt

der benachbarten Netzfläche durch die obere Betonschicht überdeckt (Abb. 5, 2, S. 100). Dieses Arbeitsverfahren erfordert eine ganz besondere Sorgfalt, da die obere Hauptbewehrung leicht verbogen werden kann und schlecht angebundenes Drahtgewebe sich leicht aufstellt, wodurch die Plattenstärke von 4 auf 6 cm erhöht wird (Abb. 6 u. 7, S. 101) zeigt die Verlegung der Bewehrung). Der Hauptmangel dieses Verfahrens besteht darin, daß die obere Torkretschicht die obere Hauptbewehrung nicht berührt und mit der übrigen Platte nur durch das Drahtnetz verbunden ist. Dadurch wird die Druckzone der Platte in zwei nicht gleichzeitig ausgeführte und verschieden bewehrte Teile getrennt.

Um diesem Mangel einigermaßen entgegenzuwirken und die Bewehrung möglichst sorgfältig zu verlegen, wurde bei dem letzten, vorhin erwähnten Dachbau in ZAHl folgendes Arbeitsverfahren angewendet (Abb. 8 u. 9, S. 101): Obere kreuzweise Bewehrung der quadratischen Stützenabschnitte A wurde zuerst fertiggeflochten, wobei die Drahtenden a senkrecht nach unten abgebogen wurden. Die Länge dieser abgeboenen Teile a betrug etwa 5 bis 4 cm (entspr. der Plattenstärke), damit die ganze Bewehrungsfläche, auf die Schalung gelegt, durch diese abgeboenen Drahtteile a in ihrer richtigen Lage festgehalten wäre. Außer diesen Stützhaken a wird die Bewehrungsfläche in der Mitte durch die Bewehrung C—C der Stütze gehalten. Die obere Bewehrung B—B zwischen den Stützen wurde vorhin in entspr. Höhe auf der frisch torkretierten unteren Betonschicht verlegt. Bei 5 cm Plattenstärke war diese untere Schicht 3,5 cm stark (bei 4 cm nur 3 cm), so daß die obere Bewehrung der quadratischen Stützenabschnitte noch oberhalb des Betons lag. Auf dieser hervorstehenden Bewehrung wurde das Drahtnetz verlegt und sorgfältig mit derselben verbunden. Diese Ausführung ermöglichte eine größere Einheitlichkeit des gesamten Plattenkörpers sowie eine gute Verbindung der oberen Betonschicht (mit dem darin gebetteten Drahtnetz) mit der oberen Hauptbewehrung, die außerdem etwas höhergerückt wurde, um einen möglichst großen Hebelarm für die inneren Kräfte sicherzustellen. Aber auch diese konstruktive Lösung der Dachplatten kann nicht als vollkommen aus folg. Gründen gelten:

1. Das Drahtnetz in der oberen Druckzone vergrößert deren Druckwiderstand nicht, ist eher geeignet, ihn zu schwächen,
2. ist die dreifache Bewehrung (Drahtnetz inbegr.) ein Hindernis für das Bestreben, die Dachplatte möglichst zu verringern.
3. Das Anbringen des Drahtnetzes erschwert die Arbeiten und verteuert die Konstruktion um etwa 0,5 RM/m².

In Anbetracht dieser Umstände wurde bei den letzten Dachausführungen das Drahtnetz nicht mehr angewendet. Man ersetzte es durch eine durchgehende obere Bewehrung, die folgendermaßen verlegt worden ist (Abb. 10, S. 101): In den quadratischen Stützenabschnitten A wurde die obere 4 bzw. 5 mm starke Bewehrung in Abständen von 5 cm verlegt und bildete somit die Hauptbewehrung ohne das Drahtnetz. Zwischen den Stützen in den Feldern B wurde die obere Hauptbewehrung durch 5 mm starke, alle 10 cm verlegte Drähte gekreuzt. In der eigentlichen Feldmitte c wurde das Drahtnetz durch eine in 10 cm Entfernung kreuzweise verlegte, 4 bis 5 mm starke obere Bewehrung ersetzt, die alle zusätzlichen Beanspruchungen (Temperatur, Setzung, Wurfung usw.) aufzunehmen hatte. Eisenverbrauch bei Verwendung des Drahtnetzes ergibt sich wie folgt:

Bei Maschenweite von 2,5 cm 40 Drahtstränge auf 1 m

d. h. bei Drahtstärke von 1,6 mm Querschnitt $0,02 \text{ cm}^2 \cdot 40 = 0,8 \text{ cm}^2$
Drahtstärke von 2,0 mm Querschnitt $0,03 \text{ cm}^2 \cdot 40 = 1,2 \text{ cm}^2$

Die Hauptbewehrung bei einer Durchschnittsentfernung von 5 cm (20 Stränge auf 1 m) ergibt:

Drahtstärke von 4 mm Querschnitt $0,13 \cdot 20 = 2,6 \text{ cm}^2$
Drahtstärke von 5 mm Querschnitt $0,2 \cdot 20 = 4,0 \text{ cm}^2$

Dementspr. beträgt der Eisen-Querschnitt des Drahtnetzes etwa 30 v. H. des Querschnittes der Hauptbewehrung. Wird im Mittelfeld statt des Drahtnetzes die obere Bewehrung in Abständen von 10 cm verlegt, so ergibt sich die erforderliche Querschnittsfläche mit

Drahtstärke von 4 mm — $0,13 \cdot 10 = 1,3 \text{ cm}^2$
Drahtstärke von 5 mm — $0,2 \cdot 10 = 2,0 \text{ cm}^2$

Da die Fläche der Mittelfelder etwa $\frac{1}{4}$ der Gesamtfläche der ganzen Dachdecke beträgt, ist die tatsächlich erforderliche Eisenfläche

$$\frac{1,3}{4} \text{ bis } \frac{2,0}{4} \text{ d. h. } 0,3 \text{ bis } 0,5 \text{ cm}^2$$

In den Plattenabschnitten B zwischen den Stützen, die etwa 50 v. H. der Gesamtfläche betragen, wird Zusatzbewehrung nur in einer Richtung verlegt, so daß der erforderliche Eisenquerschnitt etwa die Hälfte des gleichen im Mittelfeld C beträgt:

$$\text{bei } 4 \text{ mm } \frac{1,3}{2} \cdot 0,5 = 0,3 \text{ cm}^2$$

$$\text{bei } 5 \text{ mm } \frac{2}{2} \cdot 0,5 = 0,5 \text{ cm}^2$$

Demnach ist das Gesamterfordernis an Bewehrung für die Mittelfelder C und die Felder B zwischen den Stützen

$$\text{bei } 4 \text{ mm } \cdot 0,3 + 0,3 = 0,6 \text{ cm}^2$$

$$\text{bei } 5 \text{ mm } \cdot 0,5 + 0,5 = 1,0 \text{ cm}^2$$

d. h. um 20 bis 25 v. H. weniger als bei durchgehendem Drahtnetz. Ein Mehrverbrauch an Eisen ist somit nicht zu befürchten. Die Verlegung der oberen Bewehrung wurde in den vorhin fertiggestellten schildartigen Flächen, deren Größe je nach der Entfernung der Stützen 1,5 · 1,5 oder 2,0 · 2,0 betrug, vorgenommen. Ungeklärt bleibt noch die Frage, ob eine in den Entfernungen von je 10 cm verlegte Bewehrung die Ribbildung infolge der Setzung wirksam verhindern kann. Diese Frage ist allenfalls durch Laboratoriums-Untersuchungen zu lösen.

Rückprall und Feuchtigkeit des Sandes. Nach der Vereinfachung des Arbeitsverfahrens bei der Flechtung und Verlegung der Bewehrung war es erforderlich, noch alle die Widerstände zu beseitigen, die die Herstellung einer einheitlichen Torkretbetonmasse von guter Beschaffenheit in der gesamten Dachplatte verhinderten. Besondere Schwierigkeiten bildete hierbei der Sandrückprall. Laut deutschen Angaben erreicht der Sandrückprall etwa 5 bis 12 v. H. (für dünne Platten noch mehr); laut amerik. Angaben von 12 bis 15 v. H. für wagrechte und bis 25 v. H. für senkrechte Flächen*). Der rückprallende Sand (mit etwa 10 v. H. Zementbeimischung) sammelt sich auf der Schalung, wodurch die untere Bewehrung derart verdeckt wird, daß keine Berührung mit dem Beton stattfinden kann. Dieser große Mangel kann nur zum Teil und mit großer Mühe durch Torkretieren von unten (nach Abnahme der Schalung) beseitigt werden. Der Rückprall bildet überhaupt eine der Hauptfragen bei richtiger Ausführung der Torkretarbeiten. Da es notwendig ist, die Ablagerung der rückprallenden Sandteilchen auf dem fertiggestellten Beton bzw. auf der noch freiliegenden Bewehrung zu verhindern, ist eine Überdeckung der beiden mit Brettern, Segeltuch usw. erforderlich. Kleine Ansammlungen des Rückprallandes an der Schalung werden noch vor dem Betonieren durch Luftstrahl mit der Düse beseitigt. Der beseitigte Rückprall, der etwa 90 v. H. Sand enthält, ist wieder für die Betonherstellung verwendbar.

Bei erfahrenen Düsenführern ist der Rückprall geringer, außerdem verstehen sie es, diesen im Beton zu verteilen. Die kleineren Sandkörner stoßen bei ihrer Bewegung auf größeren Luftwiderstand, ergeben daher geringeren Rückprall, aus welchem Grunde es empfehlenswert ist, das Torkretieren an der Schalung mit feinem Sand zu beginnen und den grobkörnigen erst auf die fertige Betonschicht anzubringen. Jedoch ist dieses Arbeitsverfahren in der Praxis schwer durchführbar.

Der Sand für die Torkretarbeiten erfordert eine bestimmte Feuchtigkeit. Bei nassem Sand ist ein Verstopfen der Schläuche und Verringerung ihres Querschnittes möglich, wodurch die Arbeit erschwert und beeinträchtigt wird (es werden aus der Düse ganze Klumpen von nassem Sand herausgeschleudert). Bei allzu trockenem Sand und allzu großer Geschwindigkeit in der Düse (80 bis 100 m/Min.) wird der Sand nicht angefeuchtet und verläßt die Düse getrennt und trocken. Die Amerikaner empfehlen eine mittlere Feuchtigkeit von 10 v. H. Bei den Arbeiten auf dem Wasserbehälter in Cambridge verursachte eine Erhöhung der Feuchtigkeit von 5 auf 18 v. H. eine Verringerung der Leistung von 387 auf 205 Fuß²

*) Laut Angaben der Leningrader Materialprüfungsanstalt d. Prof. Drujinin beträgt der Rückprall vom Fußboden bei Platten von 15—25 mm Stärke etwa 20 v. H.

für die Maschine und den Tag. Auf meinen Bauten verursachte die Verwendung des feuchten Sandes eine Verringerung der Leistung von 5800 kg auf 4400 kg. Eine künstliche Trocknung des Sandes ist sehr teuer. Es empfiehlt sich, ihn in gedeckten Räumen auszustreuen.

Arbeitsjournal und Arbeitskontrolle. Zwecks Nachweis der Arbeitsleistung führten wir vier Arbeitsjournale.

Das I. Arbeitsjournal — eine gewöhnliche Personalliste — besitzt kein besonderes Interesse. Das Bedienungspersonal bestand aus:

- 1 Motormechaniker an dem Kompressor.
- 1 Kanonenführer.
- 1 Düsenführer.
- 1 Gehilfen des Düsenführers (zur Verstellung der Schläuche, Messung der Schichtstärke, Richtigestellung der Bewehrung usw.).
- 4 Arbeitern für die Herstellung der Zement-Sandmischung (bei Vorhandensein eines Betonmischers genügt nur 1 Arbeiter).

Außerdem waren noch Hilfsarbeiter für die Zubereitung von Zement und Sand und das Austrocknen des letzteren erforderlich.

Das II. Arbeitsjournal bestand aus den Eintragungen der Druckverhältnisse im Kompressor, in der Zementkanone und in dem Wasserbehälter. Der Druck im Kompressor hielt sich auf 2,5 bis 3,5 at, in der Zementkanone betrug er 2,0 bis 2,5 at. Der Wasserdruck in der Düse war etwas größer (0,15 bis 0,2 at) als der Luftdruck.

Das III. Arbeitsjournal diente zur Eintragung der Dauer aller Arbeitsprozesse: Vorbereitung, Reinigung, etw. Reparaturen, Stillstand infolge der Witterungsverhältnisse usw. und stellte die effektive Arbeitszeit der Düse fest. Dieses Arbeitsjournal wurde in nachst. Form geführt: Dies Journal, geführt während der 15tägigen Ausführungsarbeiten bei dem vorhin erwähnten Dachbau des ZAHl, ergab bei 112 Arbeitsstunden etwa 40 v.H. Zeitverluste und 60 v.H. Nutzarbeit.

Bei dem Bau des EBI betrug die Gesamtdauer der Arbeiten 261 Stunden, davon 164,5 — das sind 65 v.H. — Nutzarbeit.

Laut Angaben der amerikan. Praxis (das vorhin erwähnte Torkretieren des Wasserbehälters von Cambridge) betrug die Nutzarbeit der 4 Zementkanonen (Gesamtfläche 34700 qm) im Mittel 63 v.H. (1. Zementkanone 68,8 v.H., zweite 68,4 v.H., dritte 60 v.H. und vierte nur 55,4 v.H.).

$710 \cdot 0,06 = 42,6 \text{ m}^3$. Dementspr. betrug die effekt. stündl. Leistung (67 Stunden effekt. Nutzarbeit der Düse) $42,6 : 67 = 0,64 \text{ m}^3$. Der Umfang der trockenen Mischung betrug $61,2 \text{ m}^3$, daher die stündliche Herstellung $61,2 : 67 = 0,91 \text{ m}^3$. Die mittlere Herstellung während eines achtstündigen Arbeitstages betrug bei dem oben-erwähnten Verhältnis der Nutzarbeit von 60 v.H. etwa $0,91 \cdot 8 \cdot 0,6 = 4,36 \text{ m}^3$ trockener Mischung.

Bei dem Bau des EBI (größerer Umfang der Arbeiten) gelang es, die mittlere Tagesleistung auf 2650 kg zu bringen. Stündliche Herstellung der trockenen Mischung betrug 1,02 m³. Bei dem vorhin erwähnten Nützlichkeitskoeffizient von 63 v.H. stellte sich die mittlere Tagesherstellung auf $1,02 \cdot 8 \cdot 0,63 = 5,14 \text{ m}^3$ trockener Mischung.

Laut Angaben der Torkret G. m. b. H. ergibt eine Zementkanone, Type N Nr. 1, eine stündl. Leistung von 1,5 m³/St., d. h. um 50 v.H. mehr. Diese im Firmenprospekt angegebene Leistung ist wohl als maximal zu bezeichnen (nur bei forzierter Arbeit und gut getroffener Trockenheit der Mischung erreichbar). Allerdings gelang es uns bei den Arbeiten im Textilinstitute diese deutsche Norm beinahe zu erreichen. Wir verwendeten dabei die neue Type eines starken Vierzylinderkompressors (5,5 m³ Luft/Min.). Bei einer mittl. Leistung von 3230 für 1 Kanone im Tag wurde ein Nützlichkeitskoeffizient von 0,7 erreicht (der höchste amerikan. 0,68). An einem Tage war die Gesamtleistung 5600 kg bei 7 Stund. 20 Min. ununterbrochener Tätigkeit. Der Raumumfang der hierbei erforderlichen trockenen Mischung betrug etwa 10,4 m³ für 7,35 Std., d. h. 1,4 m³ trockener Mischung/Stunde.

Die Qualität des Torkretbetons entspricht seiner Dichte. Während der Arbeiten am Wasserbehälter in Cambridge bei einem Mischungsverhältnis von 1 : 2,5 und einer Plattenstärke von 5 cm entfielen auf einen Sack Zement (42,5 kg) 10 bis 15 fuss² Dachfläche, d. h. die Dichte zeigte etwa 50 v.H. Schwankungen. Der Mittelwert betrug etwa 11,5 fss². Bei meinen Ausführungen erhielt ich eine geringere Dichte mit dem Mittelwert von 14,6 fss², was hauptsächlich durch mangelhafte Erfahrungen des Düsenführers, vor allem durch zu reichlichen Wasserverbrauch, bedingt war. Zur Kontrolle des Wasserverbrauches ist die Anbringung eines Wassermessers an dem Schlauche des Wasserbehälters erforderlich. Das reine, für das Abwaschen der zu torkretierenden Oberfläche notwendige Wasser bleibt unberücksichtigt, indem man den Wassermesser ausschaltet. Der Mittelwert des Wasserverbrauches betrug bei meinen Arbeiten etwa 200 l Wasser für 1 m³

III. Arbeitsjournal.

| Datum | Arbeitszeit | Vorbereitungsprozesse | | | | Zeitverluste b. Reparaturen und Reinigung der Maschine | Zeitverluste wegen ungünstiger Witterung | Effektive Arbeit der Düse | Prozentsatz der Nutzarbeit |
|-----------|-------------|---|---------------|-----------------------------------|-------------------------|--|--|---------------------------|---|
| | | Vorbereitung d. Maschinen Ausblasen der Schläuche | Wasser-zusatz | Reinigung des Daches mit der Düse | Umstellung der Maschine | | | | |
| 9. 9 | 8 St. | 15 Min. | — | 30 Min. | — | 1 Std. 15 Min. | 30 Min. | 5 Std. 50 Min. | 70 v. H. |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Insgesamt | 112 St. | 9 St. 2 Min. | 5 St. 12 Min. | 6 Std. 9 Min. | 3 Std. 12 Min. | 15 Std. 45 Min. | 5. Std. 15. Min. | 67 Std. 15 Min. | $\frac{67 \cdot 15 \cdot 100}{112} = 60$ v.H. |
| | | 23 Std. 35 Min. = 21 v.H. | | | | 14 v.H. | 5 v.H. | 40 v.H. der Gesamtzeit | |

IV. Arbeitsjournal.

| Datum | Materialverbrauch | | | Herstellung | | | |
|-------|-------------------|------------|---------------------|--------------|-----------------------|-----------|------------------------|
| | Zement Faß | Kubikmeter | Sand m ³ | Wasser Liter | Fläche m ² | Stärke cm | Volumen m ³ |
| | | | | | | | |

Das IV. Arbeitsjournal, für die Feststellung der Wirtschaftlichkeit des Torkretverfahrens besonders interessant, diente zu den Eintragungen über Materialverbrauch und effektive Herstellung der Deckenflächen bzw. der Betonvolumina. Dieses Journal hatte bei den Arbeiten der ZAHl folgende Ergebnisse: Durchschnittl. Leistung einer Zementkanone 1200 bis 3400 kg für 1 Tag, Höchstleistung 4100 kg, mittlere Tagesleistung 2500 kg. Da die Gesamtfläche des ZAHl-Daches 710 qm betrug und dieses 0,06 m stark war, war der Rauminhalt des verwendeten Betons

der Mischung. Da für den plastischen Beton etwa 170 bis 180 l (7,4 bis 7,8 v.H. des Gewichtes) und für den Gußbeton 220 bis 240 l (9,6 bis 10,4 v.H. des Gewichtes) verlangt werden, ergibt sich für den Torkretbeton eine Mittelstellung zwischen dem plastischen und Gußbeton. Das Leningrader Laboratorium des Prof. S. I. Drujinin stellte den Mittelgehalt des Wassers im Torkretbeton mit 10 bis 12 v.H. fest*). Einschl. Literatur gibt bis

*) Torkret-Ges. meint Wasserverbrauch zwischen Stampf- und plastischem Beton, d. h. weniger als 170 l.

jetzt noch keinerlei Mitteilungen über den normalen Wassergehalt im Torkretbeton, und es werden wohl weitere Untersuchungen in dieser Frage notwendig.

Die Bewertung der Wirtschaftlichkeit des Torkretbetons.

Die Kalkulation der vorhin erwähnten Arbeiten des ZAHl ergab folgende Resultate (bezogen auf 1 m² der 6 cm starken Dachplatte): der Anteil der Arbeitslöhne betrug etwa 37 v.H. der Gesamtkosten*) Auf die Baustoffe entfielen 47 v.H., 3 v.H. für Amortisation der masch. Einrichtung (10 Jahre Amortisationspflicht) und etwa 13 v.H. für verschiedene Nebenkosten. Für die Verringerung der Herstellungskosten stehen folgende Möglichkeiten offen:

1. Verringerung der Plattenstärke von 6 cm auf 4 cm (etwa 11 v.H. Ersparnis).
2. Zweimalige Verwendung der Schalung (3 v.H. Ersparnis).
3. Ersatz des Drahtnetzes durch entsprechend verlegte und verstärkte Hauptbewehrung (3 v.H. Ersparnis).
4. Herstellung der Betonstützen in fertigen Formen (4 v.H. Ersparnis).

Somit ist eine Verringerung der Herstellungskosten um beinahe 22 v.H. möglich.

Bei Herstellung der Betondächer durch Handarbeit stellt sich die Ausführung zwar bedeutend billiger (etwa 70 v.H. des Torkretverfahrens), jedoch ist ein Vergleich der beiden Ausführungen kaum möglich, da das handwerkmäßig hergestellte Dach wasserdurchlässig ist und eine nachträgliche Abdeckung mit Ruberoid oder Holzzement erfordert, wodurch eine bedeutende Verteuerung entsteht. Es ist allenfalls aber bemerkenswert, daß die Herstellung einer 6 cm starken Betonschicht im Handbetriebe etwa um die Hälfte billiger ist als bei maschineller Herstellung nach dem Torkretverfahren. Diese letztere wird außerdem noch durch die Notwendigkeit der Maschinenamortisation wesentlich verteuert (etwa 60 v.H. der Handarbeitskosten). Diese Angaben können jedoch nicht als ein Hindernis für die Verwendung des Torkretverfahrens angesehen werden. Sie beweisen nur, daß das letztere hauptsächlich dort gut zu verwenden ist, wo dünne Auftragung in Frage kommt. Das Hauptverwendungsgebiet des Torkretbetons erstreckt sich vor allem auf jene Bauten, die einer geringen Nutzbelastung ausgesetzt sind und günstige Verteilung der inneren Kräfte besitzen (räumliche Systeme: Kuppelbauten, „Dywidag“-Gewölbe usw.), da hier eine Mindeststärke erforderlich ist. Absolut billiger im Vergleich zu handwerkmäßiger Herstellung ist das Torkretverfahren für Auftragungen von weniger als 2 cm Stärke, und bei großen Herstellungsflächen (von über 2000—3000 m²).

Die vergleichende Berechnung für ein gewöhnliches Eisenblechdach ergab, daß das letztere um etwa 30 v.H. billiger als das Torkretdach ist. Jedoch auch hier werden die Mehrkosten durch die hochwertigen Eigenschaften des Torkretdaches gerechtfertigt, das ein Minimum an Reparaturen verlangt. —

Zum Abschluß meiner Ausführungen über die Verwendung des Torkretbetons für die Herstellung von Dachplatten möchte ich noch einige allgemeine Fragen besonders hervorheben:

Aus dem Vorhergehenden folgt, daß Torkretbeton sowohl in bezug auf die Mechanisierung des Arbeitsverfahrens als auch in bezug auf die Güteeigenschaften

des hergestellten Baustoffes den höchsten Anforderungen entspricht. Die Einführung dieser Mechanisierung wird kaum auf große Schwierigkeiten stoßen können. Für den vollen Erfolg der Arbeiten sind nur zwei vorgebildete Arbeiter notwendig: Mechaniker (für den Kompressor) und Düsenführer. Der erste verlangt wohl keine besondere Vorbildung, der zweite jedoch soll erst herangebildet werden. Andererseits aber geben die Amerikaner als Grundbedingung für die erfolgreiche Verwendung des Torkretbetons die Einhaltung richtiger Feuchtigkeit und Verwendung eines erfahrenen Düsenführers an. Ich bin der Meinung, daß diese Hindernisse leicht zu bewältigen sind.

Das Wesen des Arbeitsprozesses des Torkretverfahrens setzt sich wie folgt zusammen:

1. Mechanische Vermengung der trockenen Mischung mit dem Wasser an der Düsen Spitze.
2. Druckluftbeförderung der trockenen Mischung auf die Höhe von 20 bis 30 m und Beförderung des Wassers durch die städtische Wasserleitung bzw. durch eine Pumpe.
3. Druckluftverstärkung der fertigen nassen Mischung im freien Strahl.

Alle diese drei Teile der Betonarbeit werden von einem einzigen Ausrüstungsaggregat bewältigt, das leicht beweglich und immer arbeitsbereit ist. In bezug auf die Grundeigenschaft jeder Mechanisierung, d. h. in der Beschleunigung des Arbeitsprozesses zeigt das Torkretverfahren folgende Resultate: bei dem vorhin erwähnten Dachbau des ZAHl stellten neun Arbeiter 710 m² 6 cm starker Dachplatte in 15 Tagen her. Bei Handarbeit würde die gleiche Zahl der Arbeiter 19,5 Tage erfordern, wozu aber noch zu bemerken ist, daß eine Vergrößerung der Arbeitszahl diese letzte Zeitangabe wesentlich verringern kann, daß aber die Aufstellung mehrerer Torkretaggregate angesichts des geringen Arbeitsumfanges kaum zweckmäßig wäre. Bei dünnen Auftragungen bis zu 2 cm Stärke ändert sich das Verhältnis wesentlich zugunsten des Torkretverfahrens, da die Leistung einer Zementkanone Nr. 1 etwa 150 m²/Tag erreicht, d. h. etwa 14,4 m² für einen Arbeiter. Bei handwerkmäßiger Herstellung wird die Tagesleistung pro Arbeiter etwa 4,78 m² betragen, d. h. dreimal weniger. Weitere wirtschaftliche Vorteile des Torkretverfahrens können wie folgt zusammengefaßt werden: 1. rasche Erhärtung des Betons ergibt direkte Zeitersparnis. 2. Geringere Dauer für den Verbleib des Betons in der Schalung ergibt die Möglichkeit, diese letztere öfter zu verwenden und somit an der Herstellung derselben zu sparen. 3. Erhöhte mechanische Eigenschaften ermöglichen die Verwendung von mageren Mischungen (1:4 bzw. 1:5 statt 1:3 bzw. 1:4).

4. Verringerung der Plattenstärke und rasche Abbindung erleichtern sowohl die Schalung als auch die tragenden Teile des Gebäudes.

Wir kommen mithin zu dem Ergebnis, daß Preßluftbeton neue Möglichkeiten vor der Bautechnik eröffnet, von denen eine im vorstehenden erläutert wurde. Für weitere Verwendung und Verbesserung dieses wertvollen Baustoffes sind jedoch auch wissenschaftliche Laboratoriums-Untersuchungen erforderlich, und zwar:

1. über mechanische und physische Eigenschaften;
2. über Wasserdurchlässigkeit; 3. über Verwitterung;
4. über Temperatur- und Werfungsrisse bei verschiedenem Grad der Bewehrung. —

GLOCKENLÄUTEMASCHINE NACH DEM SCHIEFERSTEIN-SCHWINGSYSTEM

Von Architekt Paul Schaefer, Berlin-Charlottenburg

Mit 2 Abbildungen

Die elektrische Energie, die sich auf weite Strecken und schwer zugängliche Stellen leicht übertragen läßt, eröffnete der Maschinenindustrie mancherlei neue Betätigungsbereiche. Dahin gehört auch der Ersatz des Glockenläutens von Hand durch maschinellen Antrieb. Dieser Vorgang hat aber seine bestimmten individuellen Voraussetzungen, weil zur Erzielung eines wohlklingenden Anschlags der Glocken der maschinelle Antrieb in einem gewissen Rhythmus arbeiten muß,

*) Die Herstellung der Stützen für die Pilzdecke des Daches beträgt etwa 25 v.H. von den Gesamtkosten.

derart, daß die Glocke frei ausschlagen kann und Glocken- und Klöppelbewegung aufeinander abgestimmt sind. Derartige schwingende Bewegungen lassen sich aber in die übliche, starre Kraftübertragung nicht einwandfrei einfügen, deshalb mußten die bisherigen Versuche des maschinellen Läutens, die auf einer starren Kopplung zwischen Maschine und in Schwingung zu setzender Glocke brachten, versagen.

Dem Ob.-Ing. Schieferstein ist es gelungen, für diese Sonderheit der Schwingungstechnik eine ebenso einfache wie ideale Lösung zu finden durch die

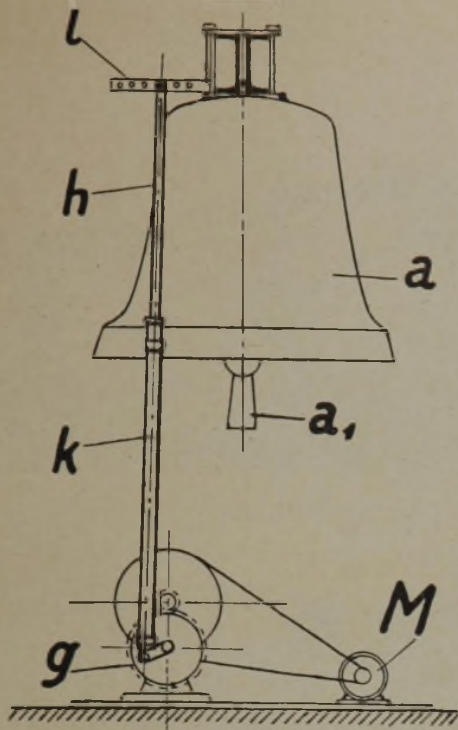
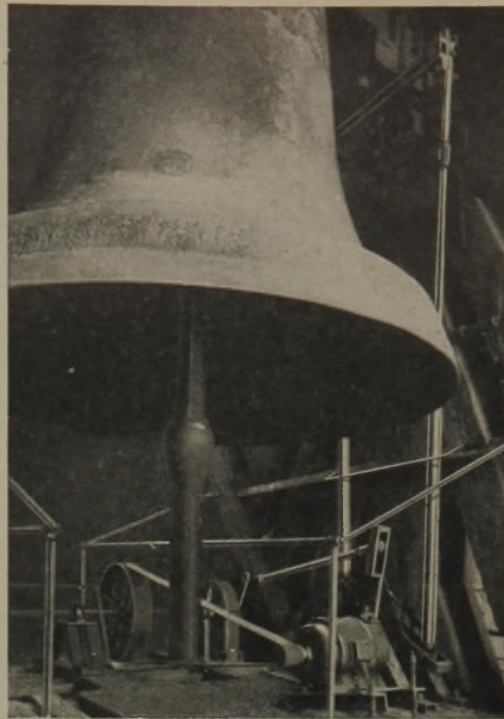


ABB. 1. SYSTEM DER LÄUTMASCHINE



LÄUTMASCHINENANLAGE IM DOM ZU MAGDEBURG. ABB. 2
Gewicht der Glocke 288 Zentner

sog. „lose Kopplung“, im vorliegenden Falle auch „Flüssigkeits- oder Glycerinkopplung“ genannt, die sich automatisch auf den Kraftbedarf der Glocke einstellt. Diese Kopplung überträgt beim Anläuten relativ viel, während des Läutens relativ wenig Energie und läßt der Glocke ihr freies Bewegungsspiel, so daß sie — scheinbar losgelöst von der Maschine — zwanglos rhythmisch schwingend erklingen kann. Nur Maschinen mit loser Kopplung im Sinn der Schwingungstechnik läuten Glocken musikalisch einwandfrei, während die früheren, mit fester Kopplung verbundenen Läutewerke in der Klangwirkung nicht einwandfrei anläuteten.

Die Schieferstein-Flüssigkeitskopplung besteht aus einem Zylinder und einem Kolben mit Ventilflansch. Der Zylinder ist mit einem kältebeständigen Gefrierschutzglycerin gefüllt und durch eine bewährte Stopfbuchsenpackung abgedichtet. Das Kolbenventil hat Kugelrückschlagdurchlässe, die in Verbindung mit dem in der Kolbenstange vorhandenen Luftpolster eine durchaus stoßfreie und völlig zwanglose Kraftübertragung gewährleisten. Bekanntlich wechselt die schwingende Glocke ständig ihre Periodenzahl während des Läutens und die lose Flüssigkeitskopplung paßt sich vermöge ihrer Nachgiebigkeit jeglicher Bewegung der Glocke an.

Der Stromverbrauch der Glockenläutemaschinen nach dem Schieferstein-Schwingsystem (D. R. P. Nr. 401664), die von der Spezialfabrik Böttcher & Klapper, Berlin, ausgeführt werden, ist äußerst gering, da die Antriebsmaschine während des Läutens mit der schwingenden Glocke fast leer mitläuft. Benötigt wird nur eine kurze Anfangsenergie, da die Glocken in 12—15 Sekunden zum vollen Anschlag kommen und dann fast mit eigener Kraft schwingen. Zum Schluß wird die Glocke nach Abschaltung des Stromes durch die in der Flüssigkeitskopplung ein-

tretende wechselseitige Kompression sanft abgebremst und kommt nach 5—4 Anschlägen zur Ruhe.

Über die Arbeitsweise der Maschine sei unter Hinweis auf die Systemzeichnung (Abb. 1, links) kurz folgendes gesagt: Denkt man sich eine Glocke a in gewohnter Weise aufgehängt, denkt man weiter unterhalb der Glocke einen Motor M befestigt, der unter Anwendung von Übersetzungsradern eine Kurbel so langsam in Umlauf setzt, daß sie mit der Schwingungszahl der Glocke ungefähr übereinstimmt, und nun ferner zwischen die Kurbel g und den Läutehebel l eine Flüssigkeitskopplung k eingeschaltet, so sind, unter der Voraussetzung, daß die einzelnen Elemente richtig eingestellt werden, die Bedingungen für ein musikalisch richtiges Läuten erfüllt.

Diese Läutemaschine ist geeignet für Glocken jeder Größe, jeder Jochform und Lagerung. Die Bedienung ist einfach und betriebsicher, da nur normale Elektromotore, bewährte Riemenkopplung mit selbsttätiger Riemenspannung sowie starke in Öl laufende, sich selbst schmierende Zahnradkurbelgetriebe verwendet werden.

Mit dieser Läutemaschine ist bereits eine ansehnlich große Zahl deutscher Kirchenglocken ausgerüstet, darunter auch die zweitgrößte Glocke Deutschlands im Gewicht von 288 Zentnern, die neben zwei ebenfalls maschinell betriebenen Glocken von 150 und 75 Zentnern im Magdeburger Dom hängt (Abb. 2, rechts). Diese schwere Glocke, die früher nur an den höchsten Festtagen geläutet wurde und dabei jedesmal durch die Arbeitsleistung mehrerer Personen verhältnismäßig große Kosten verursachte, ertönt jetzt nach der Ausrüstung mit der Läutemaschine an jedem Sonntag. Ein 6—7 Minuten dauerndes elektrisches Läuten aller drei Glocken im Magdeburger Dom kostet an Strom bei dem dortigen Grundpreise von 22 Pf. für 1 kW nur rd. 15 Pf. —

FALTBAUWEISE

Von Mag.-Baurat Dr.-Ing. Fr. Kueller, Magdeburg

Mit 4 Abbildungen

Unter „Faltbauweise“ verstehe ich eine besondere Gestaltung der „Wand“, wobei mit geringstem Materialaufwand die relativ höchste Standfähigkeit erzielt wird. Es handelt sich hierbei nicht um besondere statische Formen wie die „eingespannte Stütze“ oder den „Rahmen“, sondern um die freistehende Wand als

Einfriedungsmauer oder Raumabschluß in größeren Ausmaßen.

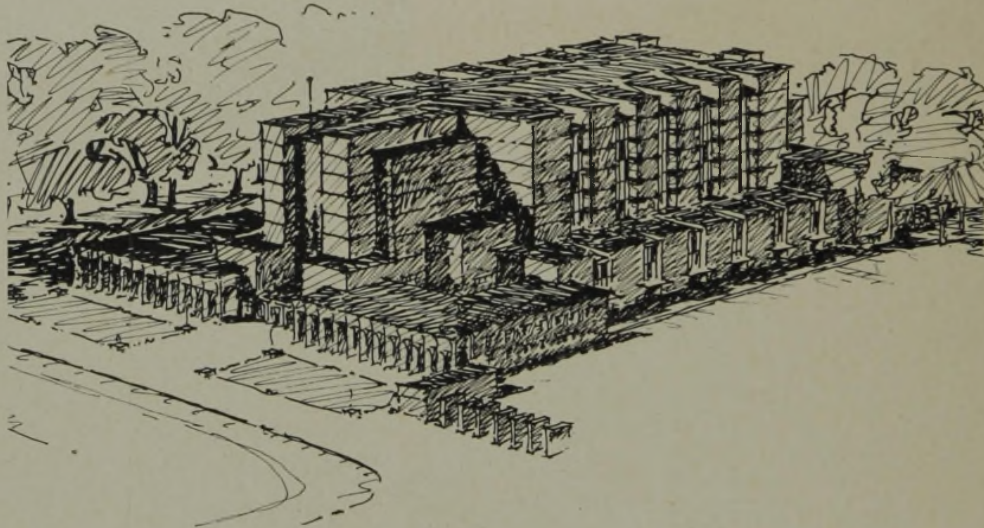
Ein auf die Kante gestellter Papierstreifen, also ein Minimum an Materialstärke, wird standfähig, sobald man ihn im Grundriß irgendwie krümmt oder „faltet“. Die Faltung kann etwa Zickzack oder Mä-



ABB. 1. EINFRIEDUNGSMAUER. (Schlacht- und Viehhof Magdeburg)



APPARATEHAUS. (Gasanstalt Magdeburg). ABB. 2



STADTHALLE IN MAGDEBURG. (Abb. 1—3 Ausführungen des Städt. Hochbauamtes Magdeburg)

ABB. 3

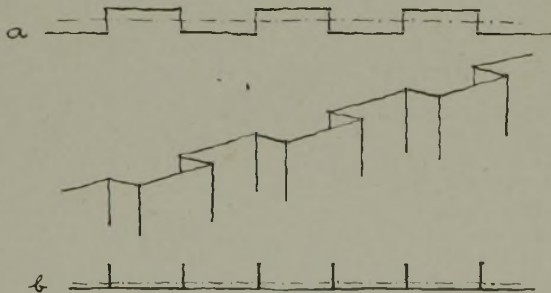


ABB. 4. SCHEMA DER FALTBAUWEISE

anderform haben. Zu dem statischen Optimum ist die regelmäßige Form erforderlich (Abb. 4, hierüber). Die Standfähigkeit wächst mit der Faltstärke. Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß sich bei normalem geradem Wandverlauf mit seitlichen Pfeilern (Abb. 4b, ebenda)

und gleichem Materialaufwand die Symmetrieachse der Momente auf Kosten der Standfähigkeit verschieben würde, oder anders ausgedrückt, um dieselbe Standfähigkeit gegen Beanspruchung von beiden Seiten zu erzielen, müßte man die Pfeiler vergrößern.

Die baulich einfachste und technisch günstigste Form der Faltung ist die aus den Abb. 1—4 ersichtliche. Die Beispiele Abb. 1—5, oben, sind bezüglich der Reinheit der statischen Form verschieden zu bewerten. Die Einfriedungsmauer (Abb. 1) stellt das statische und damit auch wirtschaftliche Optimum dar. Die Großraumwände (Abb. 2 u. 3) dagegen zeigen eine Abweichung von dem genannten Grundsatz. Die Faltabschnitte nach dem Rauminnern sind als Fenster ausgebildet und infolgedessen in der Masse verschieden von dem nach außen gekehrten vollwandigen. Immerhin erschien mir bei dem bedeutenden Eigengewicht der Fenster die Lage derselben im Sinne der „Faltbauweise“ und der hierfür charakteristischen Form noch qualifizierbar. —

BRIEFKASTEN

Antworten aus dem Leserkreis.

Zur Frage „Baugeschäft R. M. in L.“ in Nr. 2. (Anstrichmittel gegen Durchschlagen im Putz.) Der Schilderung nach haben die Schimmelbildungen und der Salpeterausschlag ihre Ursache in aufsteigender Grundfeuchtigkeit. — Das im Beton bzw. Mauerwerk aus der Erde aufsteigende Wasser will man heute vielfach durch bituminöse Anstriche bekämpfen, die an der Wand bzw. Fassadenfläche angebracht werden, an denen sich Schäden zeigen, als da sind Feuchtigkeit, Mauersalpeter, Abbröckeln des Putzes, Abblättern bzw. Zerstörung der Farbenstriche, Abstoßen des Ölharzfilms usw. Diese Art der Arbeit ist aber für das Mauerwerk schädlich, und der auf diese Weise erzielte Erfolg ist nur ein scheinbarer, denn das Grundwasser wandert hinter den bituminösen Schutzanstrichen weiter und gelangt da-

durch in die oberen Gebäudeteile, in denen an Bitumen nicht geschützten Wänden nun die genannten Schäden auftreten. Ist jedoch der bituminöse Schutzanstrich genügend hoch ausgeführt, kristallisieren die Salze zwischen Beton und Mauerwerk bzw. dem Schutzanstrich dennoch aus und stoßen mit der Zeit (etwa ¼ Jahr und länger) infolge ihres Kristallisationsdruckes die Schutzhaut ab. Daß durch bituminöse Anstriche die Atmungsfähigkeit des Mauerwerkes vollkommen aufgehoben wird und daß das Gestein infolge der immer weiter nachdringenden schädlichen Bestandteile des Wassers innerlich zerfallen muß, ist jedem Fachmann einleuchtend.

Wenn ein Dauererfolg erzielt werden soll, muß also zunächst einmal die Grundfeuchtigkeit durch Vornahme von Horizontal- bzw. Vertikalisolierung beseitigt werden. Ist diese Isolierung durchgeführt, so werden außerdem noch die sichtbaren Schäden und Folgen, sei es innere und äußere Feuchtigkeit (Schwitzwasserbildung, Schlagregen) durch Behandlung mit Fluralsil, dem Spezialfabrikat der Brander-Farbwerke, Brand-Erbisdorf Sa. geheilt.

Zur Frage Baugeschäft R. M. in L. in Nr. 7 (Anstrichmittel gegen Durchschlagen im Putz):

1. Grundsätzlich soll ein Isoliermittel zwischen die Ursache der Feuchtigkeit und das zu schützende Objekt gelegt werden. Die fragl. Wand muß von außen gegen das Eindringen von Feuchtigkeit geschützt werden. Dies erreichen Sie durch einen Anstrich mit einer Auflösung unseres konzentrierten Mörtelzusatzes Densin. Lassen Sie sich kostenlos unsere Broschüre Nr. 26: „Feuchtigkeit in den Bauten, ihre Entstehung und Beseitigung“ kommen. —
Densinfabrik. Frankfurt a. M.

2. Fluorosit enthält Bestandteile, die leicht auslaugbar sind, ist also für Ihre Zwecke untauglich. Ich verwende seit Jahren in solchen Fällen das Fluralsil der Brander Farbwerke, eine un-auslaugbare Flüssigkeit, die Kalk, Karbonate, Sulfate sowie andere hygroskopische Salze, die Ausblühungen usw. verursachen, in harte unlösliche Salze überführt. — B e r c k.

3. Schimmel und sog. Salpeterausschlag sind nur möglich, wenn Feuchtigkeit zum Mauerwerk Zutritt findet, und wenn diese die im Mauerwerk befindlichen Salze herauflöst, auf der Oberfläche verdunstet und somit den Ausschlag verursacht. Eine radikale Abhilfe ist nur dann möglich, wenn der Putz erneuert wird, und zwar durch einen wasserdichten, 1:3 gemischten (an Stelle mit gewöhnlichem Wasser mit der Lösung eines wasserdichtenden Mörtelzusatzes angemachten) Zementputz. Als ein solcher Zusatz hat sich in ähnlichen Fällen z. B. der Prolapin-Mörtelzusatz (Hans Hauenschild, Hamburg 39) ausgezeichnet bewährt, und es ist daher anzuraten, mit der Techn. Abt. der gen. Firma Verbindung aufzunehmen. Der fragl. Mörtelzusatz wirkt auf chemischem Wege, und es wird nicht nur vollständige Wasserundurchlässigkeit erzielt, sondern es wird darüber hinaus durch seine aktiven Bestandteile eine Immunisierung des Zementputzes gegen chemisch-aggressive Einflüsse herbeigeführt. — P l.

4. Das gründliche Beseitigen von Ausblühungen und Salpeterausschlägen ist in vielen Fällen sehr fraglich. Die von den Steinen, dem Mörtel oder dem Anmachewasser herrührenden Salze werden durch ständiges Zuführen von Feuchtigkeit gelöst und treten als verschiedenfarbige Ausschläge an der Oberfläche in Erscheinung. Sobald die Feuchtigkeitzufuhr unterbunden wird, hören die Ausschläge auf. Gewöhnlich fehlt die wagerechte Wandisolierung, so daß die Baugrundfeuchtigkeit ungehinderten Zutritt findet. Die Anordnung einer nachträglichen Isolierung ist das sicherste Mittel. Die Mauer ist zu durchschneiden und die Isolierung in Form einer Bleiplatten-, Asphaltisolierung od. dgl. stückweise einzubringen. Wer derartige teure Maßnahmen nicht durchführen kann oder will, muß zu andern Mitteln seine Zuflucht nehmen. Anstriche als solche, welcher Art sie auch sein mögen, erfüllen den Zweck nur kurze Zeit, denn sie werden sehr bald zerstört. Ein nachhaltig wirksames Mittel ist folgendes: Man schlägt den Putz zunächst ab, reinigt die Flächen sorgfältig durch Abkratzen mit Drahtbürste, wäscht mit verdünnter Salzsäure (1 Teil Salzsäure auf 40 Teile Wasser) ab und streicht nunmehr mit heißem Goudron. Man kann aber auch andere Anstriche nehmen, wie etwa Orkit, Lithurin, Asphaltose, Lugato, Otrinol usw. — Auch das Aufbringen von Gasolin-Salpeter, Bleiplatten, Asphaltpappe oder einer andern Isolierpappe ist zu empfehlen. Nach diesen Vorbereitungen werden in einem Abstände von 2 cm von der Wand Falzbaupappen aufgebracht und in der üblichen Weise mit Kalkmörtel verputzt. Die Fläche kann man tapezieren oder streichen. — Sofern es nun die örtlichen Verhältnisse zulassen, führe man an der salpeterhaltigen Wand eine etwa 6 bis 7 cm starke Ziegelmauer oder Hohlsteinwand auf und wahre dabei einen Abstand von etwa 4 cm. Die betreffende Wand ist mit Bandeisen zu bewehren und sodann mittels Bindesteinen mit der alten Wand in Verbindung zu bringen, wobei die Bindersteine in Goudron getaucht werden müssen. Diese Wand putze man oder bekleide sie mit den bekannten Trockenplatten, wie etwa Lignat, Enso-, Upsplatten od. dgl.

Etwas weniger Raum benötigt man bei der Verwendung von Staufischem Ziegeldrahtgewebe. Zu diesem Zwecke wird auf der vom Putz befreiten Wand ein schwaches Holzlattengerippe befestigt, darauf das Ziegeldrahtgewebe gelegt und endlich der übliche Putz aufgetragen. Alle diese Maßnahmen bedeuten zwar keine Beseitigung des Salpeters aus der Wand, sondern sie verdecken das Übel nur. Soll eine Beseitigung stattfinden, dann muß, wie eingangs erwähnt, eine Isolierung eingebaut werden. — H r t.

Zur Frage P. M. in M. in Nr. 7 (Erfahrungen mit Karbidkalk): Karbidkalk kann in frischem Zustande 1:2 bis 1:3 mit Sand vermischt unbedenklich zur Mörtelbereitung für kleinere, nicht stark belastete Hochbauten verwendet werden. Solcher Mörtel bindet aber langsamer als als Weißkalkmörtel und ist besonders auch bei Kälte in der Abbindung gefährdet. Als Innenputz, namentlich für Decken, soll sich die Verwendung unter Gipszusatz empfehlen, während ein Zusatz von Zement oder Weißkalk die Wirtschaftlichkeit des Karbidkalks in Frage stellt. Für Zieglerbau (Klinkermauerwerk) wird Fugenverstrich mit Weißkalk oder Zementmörtel empfohlen. Ob aber hierdurch ein Ausblühen vermieden wird, erscheint fraglich. Es dürfte sich zur Vermeidung dieses Übelstandes stets eine vorherige Untersuchung des Ziegelmaterials in Verbindung mit dem Karbid empfehlen. Zum Schlemmen von Kellermauerwerk ist Karbidkalk im allgemeinen geeignet. Bei maschinellem Spritzen müssen indessen die körnigen Rückstände des Materials zur Vermeidung des Verstopfens der Düsen vorher durch Sieben entfernt werden. Der anfangs dem Karbid anhaftende scharfe Geruch pflügt sich bald zu verlieren. — J ü s e n - K ö l n.

2. Daß der Karbidkalk, der bei der Herstellung des Azetylen-Kalkstickstoffs und Kalziumcyanamids entsteht, ein außerordentlich reines Kalkmaterial darstellt, ist bekannt. Beim Vergasen des Karbids in großen Mengen entstehen Rückstände, die man gewöhnlich als Karbidkalk bezeichnet. Sie enthalten oft 60 bis 65 v. H. Kalk und 35 bis 40 v. H. Koks. Dieser Kalk ist vorwiegend in

Form von Hydro-Oxyd, das jedoch bei längerem Lagern des Karbidkalks an der Luft mehr und mehr in kohlen-sauren Kalk übergeht, vorhanden. Für die Verwertung des Karbidkalks ist die erste Voraussetzung, daß er nicht zu viel Wasser enthält und stich-feste Eigenschaften aufweist. Dieser Karbidkalk hat sich in den weitaus meisten Fällen als recht brauchbar erwiesen.

Nachstehend seien einige Verwendungsmöglichkeiten erwähnt: In erster Linie dient er zur Mörtelbereitung und bindet ebensogut wie irgendein Kalkmörtel bester Beschaffenheit. Das staatliche Materialprüfamt in Berlin hat bei seinen Versuchen durchaus gute Eigenschaften ermittelt. Es wurden Mischungen von Karbidkalk und Kalknormensand in verschiedenen Verhältnissen gut durchgearbeitet und von dem so erhaltenen Mörtel, dessen Wassergehalt 10 v. H. betrug, in üblicher Weise Probekörper gefertigt und nach mehrwöchigem Lagern bei Zimmertemperatur auf Zug- und Druckfestigkeit geprüft. Hierbei wurden mit einem Mörtel aus 1 G.-T. Karbidkalk und 3 G.-T. Sand erhalten: Zugfestigkeit nach 28 Tagen 2,2, Druckfestigkeit 8,8 kg/cm². Diese Werte übertreffen nicht unwesentlich die vom „Verein Deutscher Kalkwerke“ aufgestellten Festigkeitsnormen. — Ein Teil Karbidkalk und zwei Teile scharfen Mauer-sands ergeben einen für Gründungsarbeiten recht brauchbaren Kalkmörtel. Durch Mischen des Karbidkalks mit gelöschtem Weißkalk (50 v. H. Karbidkalk und 50 v. H. Weißkalk) erhält die Masse eine wesentlich bessere Beschaffenheit und kann auch zur Herstellung der üblichen Maurerarbeiten Verwendung finden. — Zur Herstellung von Kalkbeton verwendet man 1 R.-T. Karbid, 2 R.-T. Zement, 9 R.-T. Sand und 20 R.-T. Schotter. Erwähnte Masse eignet sich als Füllbeton zur Unterbettung für Betonfußböden u. dgl.

Ein mit Wasser verdünntes Gemisch, das aus 50 v. H. Weißkalk und 50 v. H. Karbidkalk besteht, verwendet man häufig zum Ausweissen von Stallungen und Kellerräumen, zum Anstreichen von Obstbäumen u. dgl. — Karbidkalk findet ferner zur Herstellung von Kalksandsteinen Verwendung. Allerdings lohnt sich die fabrikmäßige Erzeugung nur dann, wenn genügend scharfer Sand verfügbar ist. Alle jene Betriebe, die große Schweißwerke und Gasanstalten unterhalten, verwenden dieses Material mit besonderer Vorliebe für Baustoffe, die zum Auskleiden der industriellen Schmelz- und Martinöfen dienen. Man hat ihn auch für Düngerzwecke benutzt und vorwiegend bei der Wiesensandung gute Erfolge erzielt.

Bemerkenswert erscheint noch, daß wir im Karbidkalk ein nicht zu unterschätzendes Desinfektionsmittel haben, das gegenüber dem unangenehm riechenden Karbolinum den Vorteil besitzt, daß es billiger ist und keinen unangenehmen Geruch verbreitet. Alle jene Betriebe, die große Abtritt- und Pissoir-Anlagen ohne Wasserspülung unterhalten, haben hier ein recht preiswertes Desinfektionsmittel an der Hand. Der Karbidkalk wird nämlich in die Aborte und Pissoirräume gestreut, oder die Wandflächen werden damit bestrichen, indem er vorher zu Milch verdünnt wird. Diese Karbidkalkmilch haftet auf rohen Holzflächen und Mauerflächen und hinterläßt mattblaue Töne. — G. H.

Zur Frage Architekt B. in A. in Nr. 7 (Decke im Merciersaal einer Weberei):

1. Es ist notwendig, die Decken, Wände und Böden von Fabrikationsräumen, die den zerstörenden Wirkungen von aggressiven Flüssigkeiten oder Schwaden ausgesetzt sind, mit einem guten Säureschutzmittel zu imprägnieren und vor dem Verfall zu bewahren. Nach meiner Erfahrung wäre die Putzdecke nicht abgefallen, wenn diese mit einem Keragelanstrich, der absolut säurebeständig ist, versehen worden wäre. Die schwarze Farbe des Keragel läßt sich mit einem Überzug von säurebeständigem Weißlack lichtspendend gestalten. Soweit ich unterrichtet bin, läßt sich Keragel und darauf Weißlack auch auf Holz auftragen, wodurch ein absoluter Säureschutz erreicht, jedoch das Werfen der Stabtreter nicht verhindert würde. Es wird geraten, sich mit der Keramie-Berggarten, Gießen, in Verbindung zu setzen. Dipl.-Ing. O. H u n d.

2. Die gespundete Stabtreterdecke wird ebensowenig haltbar sein wie der Putz, denn die sich an den Deckenflächen ansammelnden feuchten Dämpfe zerstören beide in verhältnis kurzer Zeit. Sie schreiben zwar, daß genügend Entlüftung im Dache vorhanden ist, jedoch darf behauptet werden, daß dies nicht zutrifft, sonst würden solche Übelstände keinesfalls in Erscheinung treten. Bauen Sie also zunächst einmal eine richtige Entlüftung ein, dann werden die Dämpfe abziehen und der Putz bzw. Anstrich wird halten. Der betr. Raum muß allerdings bis in die äußersten hinteren Ecken gründlich von frischer Luft umspült werden können. Wie eine derartige Entlüftung anzulegen ist, kann nur am Ort festgestellt werden. Die Sesam-Entlüftung von der Firma Hoffeld & Co., Bad Harzburg-Bündheim, hat sich für solche Zwecke vortrefflich bewährt.

Was nun den Anstrich anbetrifft, so ist Teerfarbe recht säurefest, hat aber die Eigenschaft, schwarz bzw. dunkel auszusehen. Auch Asphaltfarbe oder Asphaltlack sowie schließlich Ölfarbe und Karbolinum dürften den gedachten Zweck erfüllen. Allerdings werden alle diese Farben nicht so lange haltbar sein wie in einem normalen Raum, aber doch wenigstens einige Jahre. Ein recht säurefester Anstrich besteht aus 200 g Schellack, 400 g Benzol und 200 g hochprozentigem Spiritus. Zu dieser Lösung werden 600 g Kollodium hinzugegeben. Nachdem alles gründlich durchmischt ist, wird das Holz damit mehrmals überstrichen, jedoch soll der nächstfolgende Anstrich erst dann aufgetragen werden, wenn der vorhergehende trocken ist. Die Rostschutzfarbwerke Dr. Liebreich G.m.b.H., Berlin-Reinickendorf-West, liefern eine Spezial-Aluminium-Lackfarbe, und die Firma H. Weiße, Kottbus-Ströbitz, liefert einen „Carfa Hochglanzlack“, welcher letzterer die Vorteile des Karbolineums und des Lackanstriches vereinigt und demzufolge große Lebensdauer aufweist. Vortrefflichen Schutz bieten endlich auch Bleiplatten, die von keiner Säure angegriffen werden. Es wird aber in diesem Falle auch notwendig sein, den Raum über der Schalung, also inner-

halb der Sparren zu isolieren, damit die kalte Luft nicht in das Innere dringen kann. Hierzu dienen Torf-, Korkplatten-, Kieselgur-, Zostmatten usw. — H. N.

3. Am besten haben sich noch Holzdecken für den vorgenannten Zweck erwiesen, und zwar solche aus Lärchenholz, das sich durch großen Widerstand auszeichnet. Jeder Ölfarbenastrich löst sich ab; zu empfehlen ist dagegen Karbolineumstrich, möglichst zweiseitig.

Das Werfen und Quellen der Decken hat jedenfalls seine Ursachen in dem Temperaturunterschied im Raum und über der Decke sowie den wasserhaltigen Dämpfen. Hier hilft nur die Einschaltung einer Zwischendecke über der Stabdecke, möglichst in 20 bis 25 cm Abstand. Für gute Abführung der Dämpfe ist ferner zu sorgen. Ist die Zerstörung der Decke schon weit fortgeschritten, so empfiehlt sich ihr Ersatz durch ein im Hochgebirge gewachsenes und außer der Saftzeit gefälltes Lärchenholz. Statt gespundeter Decke ist eine solche mit einfachen Brettern, dicht an dicht gelegt und mit breiten Deckleisten überdeckt, zu empfehlen. Die zweite Einschubdecke ist auch hier erforderlich. — Arch. Thurn-Münden.

Zur Anfrage B. B. I. in M. in Nr. 8. (Abdichtung eines Betondaches.)

1. Die Auffassung der Schriftleitung, daß mit einer wasserdicht hergestellten Zementestrichschicht ein Betondach auf die Dauer nicht dicht zu halten ist, dürfte richtig sein, weil durch die Bewegung des Daches Risse eintreten können. Es scheint besser zu sein, wenn man das Betondach mit einem sehr guten teer- und phenolfreien Bedachungsanstrich versieht. Für diesen Zweck hat sich ganz ausgezeichnet der Tektamanstrich (Chemische Baustoffe G. m. b. H., Hamburg 39) bewährt. Es ist dies ein Faserstoffanstrich, der in Pastenform oder auch in dünnerer streichbarer Form geliefert wird. Man kann in einfachster Weise das Dach mit einem solchen Schutzanstrich versehen. Die Widerstandsfähigkeit des Tektamanstriches ist außerordentlich groß, sowohl gegen Wärme, als auch gegen Kälte und Nässe. A.

2. Zu der z. B. für ein Industrierwerk vorgesehenen Betondachung aus mit I- oder C-Eisen verlegten Bimsbetonplatten sind gut bindende, auch elastische und abdichtende Anstrichmassen zweckdienlich. —

Hierzu ist z. B. gebrauchsfertig kalt streichbares, rasch trocknendes Inertol zu tiefschwarz glänzender elastischer Schutzhaut und Dichtung erprobt; dementsprechende Isoliermasse wird ohne besondere Grundierung an der Zementestrichoberseite der Platten zu 1—2 kg für je 1 m² als dicker Überzug aufgetragen, der die durch Stöße und Temperaturwechsel entstehenden Risse überbrückt bzw. solche in sich ausgleichen kann, wird auch an den rostfreien Eisen zu 0,2 kg für je 1 m² dünn aufgestrichen; diese Inertol-Isoliermasse ist gemäß Nachweisungen der Norddeutschen Industrie-Gesellschaft, Hannover, u. a. bewährt; an Theod. Möhles Fabrik für Metalltüren in Elberfeld an etwas rissiger Werkstattüberdachung von Zementmörtel mit Ceresitränkung zu dessen Abdichtung und an deren Eisenteilen zum Rostschutz, ferner im Baubetrieb von Gottfried Lurken zu Krefeld an Betondächern zur Dichtung.

Auch eignet sich zu vorbezeichnetem Zweck Anstrich der trocknen Zementschicht mit Nigrit in zweimaligen Auftrag mittels Pinsels zum abdichtenden Schutz gegen Regen usw. nach Untersuchungen des hydraulischen Instituts der technischen Hochschule, München. — K.-Kassel.

3. Jenes Verfahren, das Sie zum Dichten des Daches zur Anwendung bringen wollen, dürfte keinen sicheren Erfolg verbürgen und schließlich stellt es sich keinesfalls billig, namentlich dann nicht, wenn dem zum Dichten der Fugen notwendigem Zementmörtel noch ein Dichtungsmittel hinzugefügt werden soll. Wollen Sie dieses Verfahren zur Anwendung bringen, dann wäre als Anstrichmasse „Arco“ von Wilhelm Hellenberg, Hamburg 1, zu empfehlen. Erwähnte Masse ist dünnflüssig, von schwarzer Färbung, sehr elastisch, wird mit dem Pinsel aufgetragen und ergibt eine gute Dichtung. Trotz der elastischen Eigenschaft kann eine sichere Gewähr für unbedingte Dichtigkeit wohl kaum übernommen werden. Die Eisenkonstruktion wird nämlich infolge der äußeren Temperatureinflüsse — namentlich im Sommer — ständig bzw. zeitweise Bewegungen ausgesetzt sein und Risse sowie Sprünge in der Dachhaut treten in mehr oder weniger größerem Maße in Erscheinung, so daß das Regenwasser in das Innere des Raumes dringen kann. Man sollte als Eindeckung einen andern Stoff wählen, der die Bewegungen bis zu einem gewissen Grade mitmacht. Ein solcher Stoff ist jener, der unter der Bezeichnung „Durumfix“ in den Handel kommt. Es handelt sich dabei um eine reine Bitumenmasse, die fugenlos ist, sowohl im kalten wie warmen Zustande aufgetragen werden kann und eine wirklich gute Dichtung der Dachfläche herbeiführt. — Daneben kämen die verschiedenen teerfreien und ähnliden Pappen wie Ruberoid, Gesolith, Tropikal, Wernerit, Bitumitex sowie Asphaltpappen in Betracht. Vor dem Aufbringen aller dieser Pappen muß aber der Untergrund völlig trocken und gut eben sein. Zumeist genügt eine einfache Eindeckung, besser wäre allerdings eine Doppeldeckung z. B. die erste Lage als Steinpappe und die zweite als teerfreie Pappe, wobei das Ganze an den Stoßstellen, die zu überdecken bzw. zu überlegen sind, gut mit Asphaltklebe- oder Isoliermasse zu dichten sind. Ebenso sorgsam muß man auch jene Stellen dichten, an denen Schornsteine, Lüftungshauben, Mauerpfiler usw. das Dach durchbrechen. Im übrigen hat die Eindeckung so zu erfolgen, daß

jede Lage, bevor die nächste aufgebracht wird, mit einem gut isolierendem Anstrich versehen werden muß. Vortrefflich praktisch bewährt hat sich folgendes Verfahren: Man versieht die Dachfläche zunächst mit einer gleichmäßigen Bitumenschicht in einer Stärke von 2 mm, bringt darauf eine lange Pappe mit Überdeckung und Dichtung der Nähte und gibt dem Ganzen eine weitere Anstrichmasse als Überzug unter gleichzeitigem Aufstreuen von etwas Sand. Somit besteht die Dachhaut gewissermaßen aus drei Schichten, deren jede elastisch bleibt und sich den Ausdehnungen des Daches anpaßt. — Ich empfehle auf alle Fälle, sich an eine erstklassige Dachdeckerfirma zu wenden und die Kosten für eine einmalige sachgemäße Eindeckung nicht zu scheuen, denn eine unsachgemäße Eindeckung erfordert ständig Reparaturarbeiten und diese stellen sich im Laufe der Zeit recht hoch im Preise. — H. N.

Zur Anfrage Arch. S. R. in B. in Nr. 8. (Beseitigung von Karbolineumgeruch.) 1. Wenn sich der Karbolineumgeruch noch nach einem Zeitraum von 1½ Jahren innerhalb der Wohnung in sehr starkem Maße bemerkbar macht, dann muß mit dem Anstrich seinerzeit nicht gerade sehr sparsam umgegangen sein. An besonders warmen Tagen macht sich der unangenehme Karbolineumgeruch erfahrungsgemäß immer am stärksten bemerkbar, weil sich das Verdunsten zu dieser Zeit in besonders starkem Maße auswirkt. Eine nachträgliche restlose Beseitigung des Geruches ohne Entfernung des Fußbodens gibt es wohl kaum. Da diese Arbeit ziemlich große Kosten verursacht, gilt es für fleißiges Lüften während der Tages- und Nachtzeit zu sorgen, nötigenfalls durch Einstemmen von Löchern in das Mauerwerk, so daß der Geruch, der sich zwischen den Fußböden am stärksten entwickelt, direkt nach Außen ins Freie abziehen kann. Im Laufe der Zeit verschwindet der Geruch. Freilich können noch Monate, vielleicht einige Jahre vergehen.

In der Praxis gibt es nun eine Anzahl mehr oder minder gut wirkender Mittel, die berufen sind, eine Milderung oder Abstumpfung des Geruches zu bewirken. So ist z. B. bekannt, daß frisch ausgeglühte Holzkohle solche unangenehmen Karbolineumgerüche absorbiert. Man stellt zu diesem Zwecke in den betreffenden Räumen einige offene Gefäße mit Holzkohle auf. Wenn möglich sollten die Gefäße mit den Kohlen auch unterhalb der Diele zur Aufstellung gelangen. Im Laufe der Zeit sättigen sich die Kohlen und müssen naturgemäß neu ausgeglüht oder durch andere frisch geglühte ersetzt werden. Die betreffenden Holzkohlen dürfen aber, wenn man sie in die Gefäße bringt, nicht mehr glühen, denn das wäre feuergefährlich. — Ein anderes Mittel ist Terpentinol. Davon werden mehrere Tropfen in heißes Wasser geschüttet und die Flüssigkeit läßt man verdampfen. Auch hier kann man als Folgeerscheinung eine Abstumpfung des Geruches wahrnehmen. — Ferner käme das Bestreichen der karbolinierten Flächen mit Chlor, schwefeliger Säure oder doppeltschwefligsaurem Kalk in Frage. Diese Behandlung wird nur dann möglich sein, wenn der Fußbodenbelag noch einmal abgenommen werden kann. Ausräuchern des betr. Raumes mit Wacholderbeerstraudwerk erhöht die Wirkung ganz wesentlich. — Vor dem Streichen mit Karbolineum hätte man den Luftraum unter dem Fußboden mittelst Röhren mit dem Schornstein in Verbindung bringen müssen, so daß die Gerüche in den Schornstein geleitet worden wären. Alle diese Mittel werden wie gesagt, keine restlose Beseitigung, sondern immer nur eine Mischung bzw. Abstumpfung des Geruches herbeiführen. — H. r.

2. In erwähnter Hausmanns-Kellerwohnung mag der nach längerer Zeit noch auftretende starke Karbolineumgeruch auf mangelnder Lüftung oder vielleicht eher auf Verwendung nicht echten Karbolineums beruhen. — Edches Karbolineum Avenarius verliert seinen gar nicht unangenehmen Geruch — wie öftere Erfahrung ergibt — auch in nur mäßig gelüftetem Raum schon binnen wenigen Tagen.

Durchgehende zweckmäßige Lüftung der Räume kann den vom Rohprodukt aus schweren Steinkohlenteerölen anhaftenden Geruch zum Nachlassen auf einige Zeit bringen und ist am Fußboden anzusetzen. Sonst kommt auch — entsprechend der bei der Fabrikation etwa angewandten Geruchbeseitigung mittels Chlor — eine Behandlung mit diesem durch Einwirkung auf die mäßig zu erwärmenden konservierten Holzteile in Betracht. — Hierzu wäre nähere Anweisung z. B. von Avenarius & Co., Stuttgart, und Chemische Fabrik Flörsheim (U. Main), ratsam. — Kr.-K.

Anfragen aus dem Leserkreis.

Arch. N. in M. (Erfahrungen mit Universalackfarbe „Altropac“.) Vor einem halben Jahr ließ ich ein schmiedeeisernes Gitter (Walzeisen) von einem Anstreichermeister ohne vorherigen Mennigeanstrich mit der Universalackfarbe „Altropac“ streichen. Bekanntlich wird ein Anstrich mit Bleimennige beim Gebrauch dieser Farbe nicht für notwendig gehalten. Obwohl die Eisenteile gut gereinigt und wo notwendig gut entrostet waren, zeigt sich heute, daß der Farbenstrich vollständig abblättert. Unterhalb des Anstrichs zeigen sich starke Rostbildungen. 1. Sind irgendwelche Erfahrungen andererseits mit dieser Universalackfarbe „Altropac“ gemacht worden? 2. Ist es möglich, daß durch eine sogenannte Walzhaut auf dem Eisen ein Abblättern der Farbe unvermeidlich ist und wäre dies auch beim Vormennigen eingetreten? 3. Welche Behandlung des Eisens hätte vorausgehen müssen? —

Monatsbeilage zur Deutschen Bauzeitung Nr. 72. Inhalt: Verwendung von Torkretbeton für Horizontal-dächer — Glockenläutemaschine nach dem Schieferstein-Schwingsystem — Faltbauweise — Briefkasten —

Verlag Deutsche Bauzeitung G. m. b. H., Berlin — Für die Redaktion verantw.: Fritz Eiselen, Berlin — Druck: W. Büxenstein, Berlin SW 48