

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 22. JANUAR 1927

Nr. 2

Statische Untersuchung eines Kirchturmes in bezug auf Standsicherheit und Mauer- spannung mit Berücksichtigung des neuen Geläutes*).

Von J. M. Bernhard, München.



In den letzten Jahren haben die Gemeinden die während des Weltkrieges an die Geschützgießereien abgegebenen Glocken wieder neu einbauen können; es wurde hierbei in fast allen Fällen von der Beschaffung einer größeren Anzahl und schwererer Glocken mit der Begründung Abstand genommen, daß die geforderte Standsicherheit nicht mehr gewährleistet wäre.

Die Münchner Eisenkonstruktionsfirma Kustermann G. m. b. H. hat nun den Beweis erbracht, daß auch die ältesten Kirchtürme ein modernes schweres Geläut bei reichlicher Sicherheit aufnehmen können, wenn der Glockenstuhl aus Eisenkonstruktion einige Meter nach unten verlängert wird.

Im gegebenen Fall wurden außerdem in den 4 Ecken der Glockenstuhllagerung (Fuge I-I) Winkeleisen nach unten geführt und seitlich am Mauerwerk befestigt, so daß in Fuge I-I die gesamten Zugkräfte durch diese Winkeleisen aufgenommen werden können.

Die statische Berechnung hat ergeben, daß bei größter Belastung durch Eigengewicht, Wind und durch die Kräfte, die durch das Schwingen der Glocken entstehen, keine Zugspannungen im Mauerwerk auftreten.

Es sei mir gestattet, in der Folge in Kürze den Rechnungsgang an einem bestimmten Beispiel durchzuführen:

Vor einigen Jahren sollte in den Turm der Pfarrkirche in Antdorf ein neues, etwa 6800 kg schweres Geläut mit einem eisernen Glockenstuhl von ebenfalls rund 6000 kg Eigengewicht an Stelle der 4 s. Zt. vorhandenen etwa 3000 kg schweren Glocken, die in einem hölzernen Stuhl gelagert waren, eingebaut werden. Da der Turm schon über 300 Jahre alt, wurde von seiten des Vorstandes der Kirchenverwaltung Antdorf die Münchner Eisenkonstruktionsfirma Kustermann G. m. b. H. um ein Gutachten ersucht, ob der Turm auch für das neue schwerere Geläute die erforderliche Standsicherheit besitzt und die zulässige Mauer- und Zugspannung nicht überschritten wird.

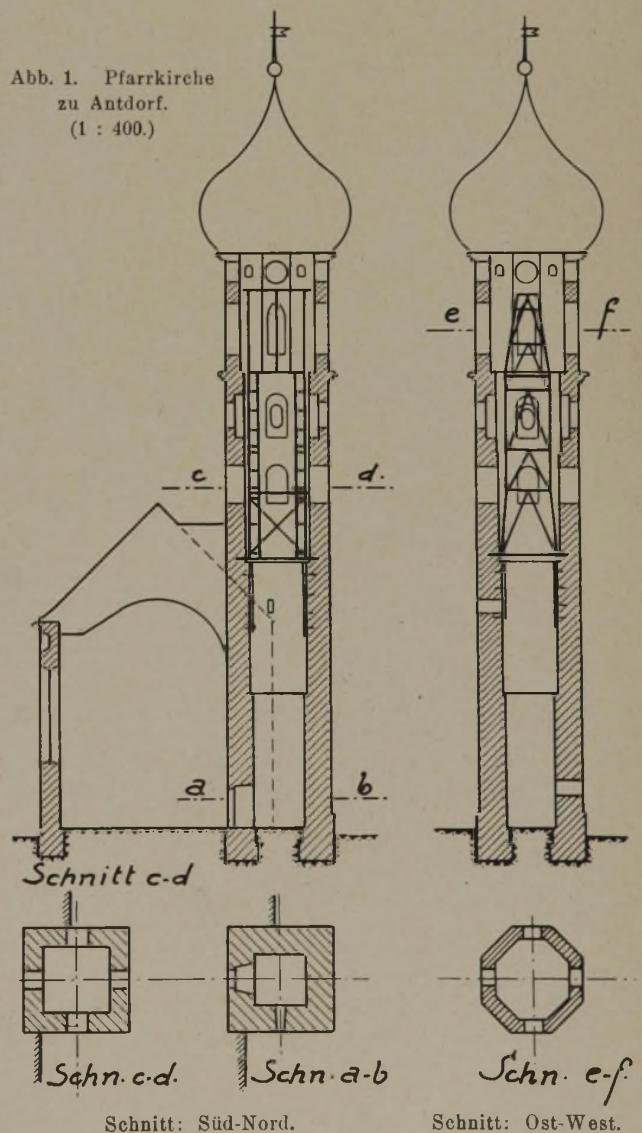
Zu diesem Zwecke wurde an Ort und Stelle zunächst eine genaue Untersuchung des Turmes vorgenommen und die Mauerstärken und -öffnungen festgelegt.

Der Turm (vgl. Abb. 1, hierneben) ist mit der Ost- und Westseite zum Teil, mit der Südseite ganz in das Kirchenschiff auf eine Höhe von etwa 13 m eingebaut. Er ist viereckig über Gelände bis zu einer Höhe von 24,3 m, hieran schließt sich ein Achteck bis zum Kuppelansatz von 6,35 m Höhe. Demnach zeigt der Turm eine Gesamthöhe von 30,65 m. Die Höhe der Kuppel selbst bis zum Zusammenschluß ist 7,65 m. Die Mauerstärken beginnen, wie die Grundschnitte, Abb. 10 bis 12, S. 11, erkennen lassen, im Erdgeschoß mit 1,4 m und verjüngen sich auf 1,25 m bzw. 1,0 m im viereckigen Teil. Der achteckige Teil weist eine Mauerstärke von 0,7 m auf.

Für die unterste Glocke wird das Ausbrechen von je einem Schalloch auf jeder Turmseite von 1,15 · 2,0 m notwendig. Bezüglich des äußeren Befundes des Turmes war zu bemerken, daß dieser keine Risse oder besondere schadhafte Stellen, die zu Bedenken Anlaß geben konnten, aufweist. Auch wurde festgestellt, daß der Turm keine

Neigung bzw. keine Abweichung der Achse von der Lotrechten zeigt. Das Mauerwerk des Turmes besteht von der Fundamentsohle bis zum Achteck aus großen Backsteinen in Kalkmörtel satt versetzt. Letzterer hat bis zur Gesteinhärte sich abgebunden. Der achteckige Teil ist in Backsteinmauerwerk aufgeführt. Zur Bestimmung der Fundamenttiefe wurde an der Ostseite aufgegraben und von Gelände bis zur Fundamentsohle eine Gründungstiefe von 1,4 m gemessen. Ob das Fundament an der Sohle eine durchgehende Platte besitzt, konnte nicht festgestellt werden und wurde daher zur Sicherheit für die Berechnung die Annahme gemacht, daß sich an dem Turmschaft ein Bankett mit einmaligem Absatz anschließt, das jeweils auf die ganze Seitenlänge der Umfassung durchgeht.

Abb. 1. Pfarrkirche zu Antdorf.
(1 : 400.)



*) Inhalt: Angaben über den baul. Zustand des Turmes. Elementare Ableitung der max. Horizontal- u. Vertikal-Kräfte infolge der Glockenschwingungen und Bestimmung der Ausschlagwinkel für die max. Kräfte. Nachprüfung der Resultate mit Hilfe des Satzes von d'Alembert. Untersuchung der Standsicherheit. Untersuchung der Kantenpressungen in den Mauerfugen. Ermittlung der max. Bodenpressung. Kritik der Berechnungsmethode. —

Schnitt: Süd-Nord.

Schnitt: Ost-West.

Ermittlung der Kräfte usw.

Zur Ermittlung der größten Horizontal- und Vertikalkräfte, die durch das Schwingen der Glocken hervorgerufen werden, wurden folgende Annahmen gemacht: Der max. Ausschlag β über die Wagerechte (s. Abb. 2, unten) nach links und rechts sei für die 3 kleinen Glocken 20° ; für die beiden großen Glocken genügt ein Ausschlagwinkel $\gamma = 60^\circ$ (s. Abb. 4, unten) nach beiden Seiten von der Lotrechten. Mit Rücksicht darauf, daß die Schwerpunktslage sowie die Trägheitsmomente der einzelnen Glocken nicht genau bestimmt werden können, wurde die Berechnung der durch die Glockenschwingungen hervorgerufenen Kräfte als von einem physischen Pendel herrührend durchgeführt.

Die Zentrifugalkraft ist bekanntlich:

$$C = \frac{G}{g} \frac{v^2}{r} \dots \dots \text{Gleichung 1.}$$

Hierin bedeutet: G = Gewicht der Glocke, g = die Erdbeschleunigung, v = die Fallgeschwindigkeit, r = Abstand des Glockenschwerpunktes von der Aufhängung.

Zu diesen dynamischen Kräften wären noch die statischen Kräfte (Eigengewicht der Glocken) zu addieren.

Nach Angabe des Glockenlieferanten sind die Gewichte der einzelnen Glocken:

Glocke A	=	475 kg
" Fis	=	800 "
" E	=	1125 "
" D	=	1600 "
" H	=	2800 "
		Sa. 6800 kg

Infolge der Glockenschwingungen ergeben sich demnach für jede einzelne Glocke die max. Vertikalkräfte:

$$V_{(c+g) \max} = (2,684 + 1) G = 3,684 G.$$

Die Horizontal- und Vertikal-Kräfte aus dem Eigengewicht für einen belieb. Ausschlagwinkel berechnen sich wie folgt: Das Gewicht der Glocke erzeugt eine Fadenspannung „ f “ (s. Abb. 3, unten) und eine Pendelbewegung in Richtung der jeweil. tangentialen Kraft „ t “.

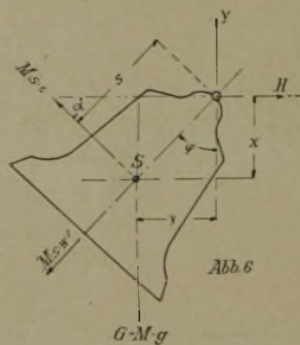
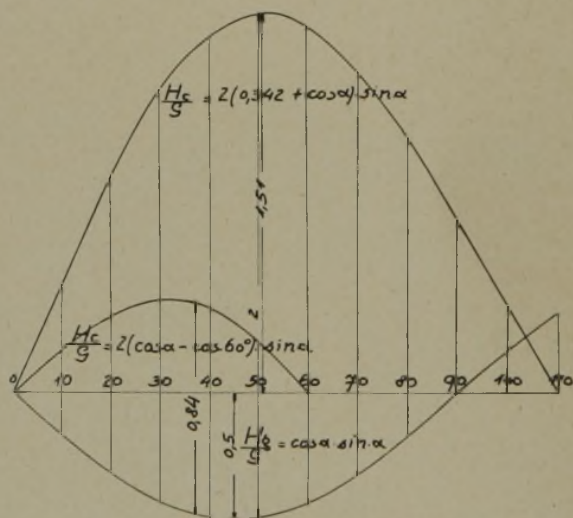
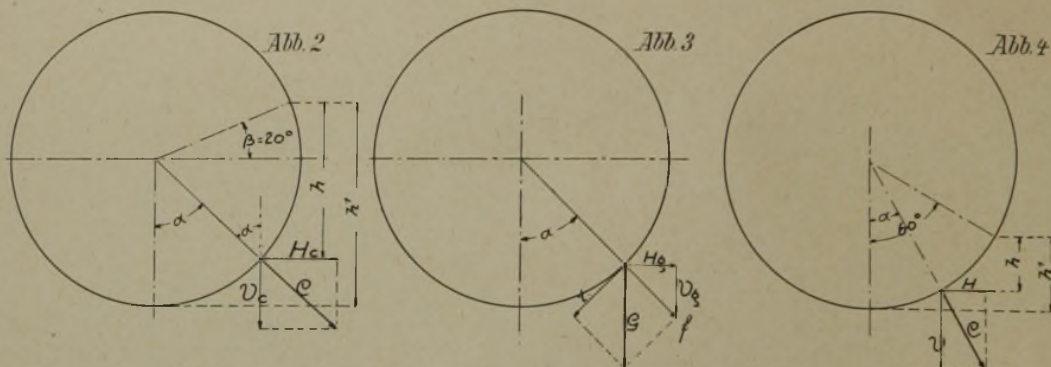


Abb. 5 (links).

Graph. Zusammenstellung der statischen und dynamischen Horizontalkräfte.

Die Fallgeschwindigkeit v ist bestimmt durch die Gleichung

$$v = \sqrt{2gh} \dots \dots \text{Gleichung 2.}$$

Demnach $C = \frac{G}{g} \cdot \frac{2gh}{r} = \frac{2Gh}{r} \dots \dots \text{Gleichung 3.}$

Nimmt man den größten Ausschlag mit $90^\circ + 20^\circ = 110^\circ$ an, so ist die Fallhöhe nach Abb. 2

$$h = r \cdot \sin \beta + r \cdot \cos \alpha = r (\sin \beta + \cos \alpha) \dots \dots \text{Gleichung 4.}$$

Da $\sin \beta = \sin 20^\circ = 0,342$ so wird: $h = r (0,342 + \cos \alpha)$ und $C = 2G (0,342 + \cos \alpha) \dots \dots \text{Gleichung 5.}$

Die Zentrifugalkraft zerlegt sich in 2 Komponenten:

$$H_c = C \sin \alpha \dots \dots \text{Gleichung 6.}$$

$$V_c = C \cos \alpha \dots \dots \text{Gleichung 7.}$$

Führt man C aus Gl 5 in Gl 6 und 7 ein, so wird:

$$H_c = 2G (0,342 + \cos \alpha) \sin \alpha \text{ Gleichung 6.I}$$

$$V_c = 2G (0,342 + \cos \alpha) \cdot \cos \alpha \text{ Gleichung 7.I}$$

In der graphisch. Darstellung (s. Abb. 5, oben) wurden die Werte H_c für $G = 1$ und $\alpha = 0$ bis 110° aufgetragen:

Es ergab sich ein $H_{c \max}$ bei einem Winkel $\alpha = 52^\circ$.

Die Vertikalkraft V_c wird zu einem Größtwert bei einem Ausschlagwinkel $\alpha = 0^\circ$, nach Gleichung 6.I u. 7.I ist:

$$H_{c \max} = 2G (0,342 + \cos 52^\circ) \cdot \sin 52^\circ = 1,51 G \text{ Gleichung 8.}$$

$$V_{c \max} = 2G (0,342 + \cos 0^\circ) \cdot \cos 0^\circ = 2,684 G \text{ Gleichung 9.}$$

Erstere zerlegt sich in eine Horizontalkraft H_g und in eine Kraft in vertikaler Richtung V_g .

$$H_g = G \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha \dots \dots \text{Gleichung 10.}$$

$$V_g = G \cdot \cos^2 \alpha \dots \dots \text{Gleichung 11.}$$

In der Abb. 5, oben sind die Werte der Gleichung 10 für $\alpha = 0^\circ$ bis 110° und für $G = 1$ nach unten graphisch aufgetragen.

Es ergibt sich demnach ein $H_{g \max}$ für den Winkel $\alpha = 45^\circ$

$$H_{g \max} = G \cdot \cos 45^\circ \cdot \sin 45^\circ = 0,5 G \dots \dots \text{Gleichung 12.}$$

Die entsprechende Horizontalkraft H_c (als Komponente der Zentrifugalkraft) und H_g (als Komponente der Fadenspannung) aus dem schwingenden Glockengewicht addiert ergibt ein Maximum bei 50°

$$H_{(c+g) \max} = \infty 2G \text{ (s. Abb. 5) Gleichung 13.}$$

Somit können die max. Horizontalkräfte für die drei kleinen Glocken berechnet werden.

Diesen Horizontalkräften entsprechen die gleichzeitig wirkenden Vertikalkräfte bei einem Ausschlagwinkel von 50° (s. Gleichung 7.I und 11).

$$V_g = 2G (0,342 + \cos 50^\circ) \cdot \cos 50^\circ = 1,266 G$$

$$\text{und } V_c = G \cdot \cos^2 \alpha = 0,41 G.$$

$$\text{Also } V_{(c+g)} = G (1,266 + 0,41) = 1,676 G \dots \dots \text{Gleichung 14.}$$

Für die zwei großen Glocken wurde ein größter Ausschlagwinkel $\gamma = 60^\circ$ nach beiden Seiten (von der Vertikalen) angenommen, der bei gewöhnlichem Läuten selten erreicht wird und auf alle Fälle als genügend groß angesehen werden kann. Führt man für diese Annahme die Berechnung der größten Horizontal- und Vertikal-Kräfte, wie vorstehend, durch, so findet man (s. Abb. 4):

Kräfte bei dem Ausschlagwinkel von 37° nach Gleichung 18 und 11.

$$V_{(c+g)} = 2G(\cos 37^\circ - \cos 60^\circ) \cdot \cos 37^\circ + G \cdot \cos^2 37^\circ = 1,12G \dots \dots \dots \text{Gleichung 20.}$$

$$V_{(c+g) \max} \text{ ergibt sich für } \alpha = 0^\circ \text{ zu.}$$

$$V_{\max(c+g)} = 2G(\cos 0^\circ - 0,5) \cdot \cos 0^\circ + G \cdot \cos^2 0^\circ = 2G \dots \dots \dots \text{Gleichung 21.}$$

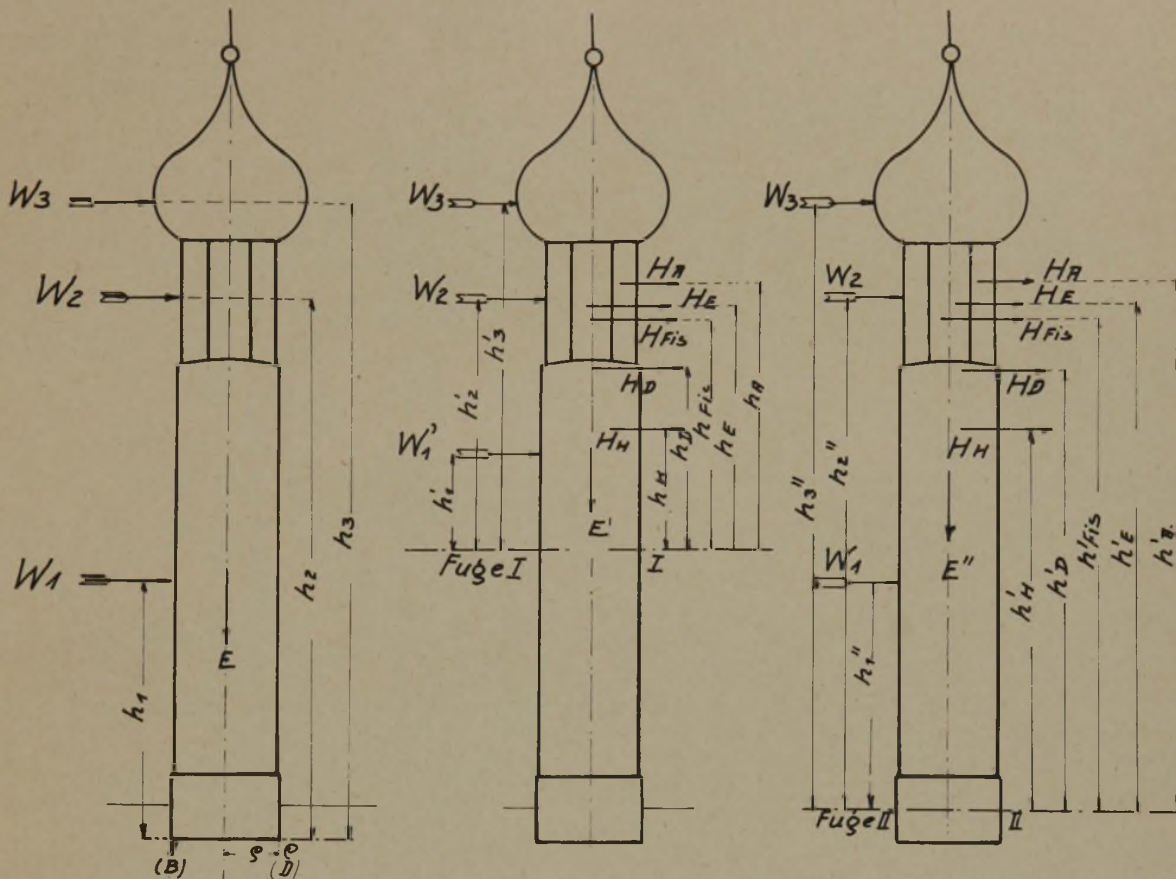


Abb. 7, 8, 9. Kräfte und Hebelsarme. (1 : 400.)

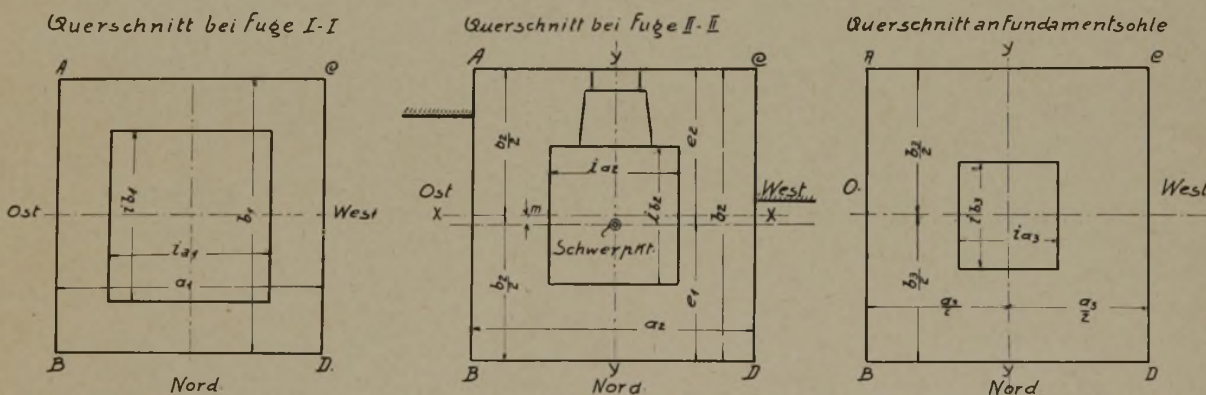


Abb. 10, 11, 12. Fugenquerschnitte. (rd. 1 : 150.)

Die Fallhöhe $h = r(\cos \alpha - \cos 60^\circ) \dots \dots \dots$ Gleichung 15.

Nach Gleichung 5 die Zentrifugalkraft: $C = \frac{2G \cdot h}{r}$

oder $C = 2G(\cos \alpha - \cos 60^\circ)$ Gleichung 16.

Die Zentrifugalkraft zerlegt sich wiederum in zwei Komponenten

$$H_c = C \cdot \sin \alpha, V_c = C \cdot \cos \alpha$$

oder $H_c = 2G(\cos \alpha - \cos 60^\circ) \cdot \sin \alpha$ Gleichung 17.

$V_c = 2G(\cos \alpha - \cos 60^\circ) \cos \alpha$ Gleichung 18.

Gleichung 17 wurde in Abb. 5 für den Winkel $\alpha = 0$ bis 60° und $G = 1$ aufgetragen.

Es ergibt sich der größte Horizontalgesamtschub bei einem Ausschlag von 37°

$$H_{(c+g) \max} = 2G(\cos 37^\circ - \cos 60^\circ) \cos 37^\circ + G \cdot \cos^2 37^\circ = 0,84G \dots \dots \dots \text{Gleichung 19.}$$

Diesen beiden Horizontalkräften (der beiden großen Glocken) entsprechen die gleichzeitig wirkenden Vertikal-

Zusammenstellung der Horizontal- und Vertikalkräfte.

Glocke	H_{\max}	V zugehöriges	V_{\max}
A	950 kg	800 kg	1760 kg
Fis	1600 "	1340 "	2960 "
E	2250 "	1890 "	4160 "
D	1340 "	1790 "	3200 "
H	2350 "	3140 "	5600 "

$$\Sigma H_m = 8490 \text{ kg} \quad \Sigma V = 8960 \text{ kg} \quad \Sigma V_{\max} = 17680 \text{ kg}$$

Vorstehende Gleichungen sind unter der Annahme entwickelt, daß die Glocken ein festes Zapfenlager haben; durch die in Verwendung kommenden Rollenlager werden die berechneten Horizontalkräfte natürlich vermindert.

Besonders hervorzuheben ist die Feststellung der Winkel α einmal für den max. horizontalen Gesamtschub

$$H_{(g+c) \max} \text{ für } \alpha = 37^\circ$$

einmal für die max. Vertikalkraft $V_{(g+c) \max}$ für $\alpha = 0$.

Die vorstehende elementare Berechnung erlaubt nun die Richtigkeit dieser Resultate anzuzweifeln. Das d'Alembert'sche Prinzip gibt aber eine bequeme Handhabe obige Werte nachzuprüfen. Der Satz lautet: „An jedem Körper sind die Ergänzungskräfte (Trägheitskräfte) [m. p] mit den gesamten äußeren Kräften H, v im Gleichgewicht. D. h. ihre algebraische Summe ist gleich Null.

Nach Abb. 6 S. 10 ist:

$$H = M \cdot w^2 \cdot s \cdot \sin \alpha + M \cdot \varepsilon \cdot s \cdot \cos \alpha \dots \text{Gleichung 22.}$$

$$V = Mg + M \cdot w^2 \cdot s \cdot \cos \alpha - M \cdot \varepsilon \cdot s \cdot \sin \alpha \text{ Gleichung 23.}$$

Dabei ist: s = Schwerpunktsabstand vom Drehpunkt. α der veränderliche Ausschlagwinkel, γ der max. Ausschlagwinkel = 60° , w = Winkelgeschwindigkeit nach Foeppel techn. Mechanik:

$$w = \sqrt{2g \cdot s \cdot \frac{\alpha}{J} (\cos \alpha \cdot \cos \gamma)} \text{ Gleichung 24.}$$

$$\varepsilon = \text{Winkelbeschleunigung} = \frac{M}{J} = \frac{M \cdot g \cdot y}{J}$$

$$\text{nun ist aber } y = s \cdot \sin \alpha; \text{ deshalb: } \varepsilon = \frac{Mg s \cdot \sin \alpha}{J}$$

J das Trägheitsmoment der Glocke bezogen auf die Schwerpunktsachse.

Nach dem Handbuch der Architektur III 6 ist:

$$J \approx 0,005 437 D^5 \cdot \frac{\gamma}{g}$$

Dabei ist D der unterste Glockendurchmesser = (1,64 m für die größte Glocke), γ das spez. Gewicht = 8810 kg/m³.

Für die größte Glocke ergibt sich deshalb ein Trägheitsmoment von $J = 0,005 437 \cdot 1,64^5 \cdot \frac{8810}{9,81} = 57,8 \text{ mkg/sek}^2$.

In gen. Handbuch ist noch eine zweite Formel für J gegeben:

$$J = 0,10 397 \cdot Q \cdot D^2 \cdot \frac{\gamma}{g}, \text{ wenn } Q = \text{Rauminhalt d. Glocke} = \frac{G}{\gamma}$$

$$\text{Also: } J = 0,10 397 \cdot 1,64^2 \cdot \frac{2 800}{9,81} = \approx 80 \text{ mkg/sek}^2$$

Wir nehmen das Mittel aus beiden Werten: $J \approx 70 \text{ mkg/sek}^2$.

Allgemein kann man schreiben: $J = c^2 \cdot M$.

Mit den Werten ε, w und J wird nach Gleichung 22 u. 23

$$H = Mg \cdot \frac{s^2}{c^2} (3 \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha - 2 \cos \gamma \cdot \sin \alpha) \text{ Gleichung 27.}$$

$$V = Mg (1 + \frac{s^2}{c^2} (2 \cdot \cos^2 \alpha - 2 \cdot \cos \gamma \cdot \sin^2 \alpha))$$

Da aber $-\sin^2 \alpha = -1 + \cos^2 \alpha$ so wird:

$$V = Mg \cdot (1 + \frac{s^2}{c^2} (3 \cdot \cos^2 \alpha - 1 - 2 \cdot \cos \gamma \cdot \cos \alpha)) \text{ Gleichung 28.}$$

Der Differentialquotient von H gleich Null gesetzt ergibt den Winkel α für H_{max} .

$$\frac{\delta H}{\delta \alpha} = -3 \sin^2 \alpha + 3 \cdot \cos^2 \alpha - 2 \cdot \cos \alpha \cdot \cos 60^\circ = 0$$

$$\text{oder } 6 \cdot \cos^2 \alpha - 3 - 2 \cdot \cos \alpha \cdot \cos 60^\circ = 0.$$

Die Lösung dieser Gleichung zweiten Grades geschieht nach der Formel (s. Hütte Seite 51 I. 22).

$$\cos \alpha = \frac{\cos 60^\circ}{6} \pm \sqrt{0,5 + \left(\frac{\cos 60^\circ}{6}\right)^2}$$

$$\cos \alpha = 0,0833 \pm 0,712 = + 0,7945.$$

(Es gilt das + Zeichen.)

$$\alpha = 37^\circ 25'.$$

Zuvor hatten wir den Winkel mit 37° bestimmt.

H_{max} rechnet sich nun nach der Formel 27 mit

$$H_{max} = Mg \frac{0,56^2}{0,2454} (3 \cdot 0,794 \cdot 0,605 - 2 \cdot 0,5 \cdot 0,605) = 1,074 Mg.$$

Hierbei ist $s = 0,56 \text{ m}$. Der Schwerpunktsabstand vom Drehpunkt infolge des oberen Ansatzes und der unzureichend geg. Unterlagen nicht genau zu bestimmen.

Der Differentialquotient von V (s. Formel 28) gleich Null gesetzt ergibt den Winkel α für V_{max} .

$$\frac{\delta V}{\delta \alpha} = -6 \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha + 2 \cdot \cos \gamma \cdot \sin \alpha = 0.$$

Da der Winkel innerhalb der Grenzen 0° und 60° liegen muß, so wird $\alpha = 0^\circ$ und nach Gleichung 28

$$V_{max} = Mg \left(1 + \frac{s^2}{c^2} (3 \cdot \cos^2 0^\circ - 2 \cdot \cos 60^\circ \cdot \cos 0^\circ - 1)\right) = Mg (1 + \frac{s^2}{c^2} (3 - 1 - 1)) = Mg (1 + \frac{0,56^2}{0,2454} \cdot 1) = 2,277 Mg.$$

Zuvor ergab sich $V_{max} = 2 G$. Da s nicht genau festgestellt werden konnte, so ist auch hier ein Vergleich nicht

statthaft. Jedenfalls ist aber ein Weg gewiesen, um V_{max} bzw. H_{max} einwandfrei berechnen zu können. Es sollen deshalb in der Folge die Werte aus der 1. Rechnung beibehalten werden.

Untersuchung der Standfestigkeit.

a) Bei Wind allein (s. Abb. 7). Der Winddruck wird zu 150 kg/m^2 senkrecht getr. Fläche angenommen.

Die Windkräfte sind:

$$\begin{aligned} W_1 &= \text{Wind auf das Viereck } 20200 \text{ kg} \\ W_2 &= \text{,, ,, ,, Achteck } 3500 \text{ ,,} \\ W_3 &= \text{,, ,, die Kuppel } 4300 \text{ ,,} \end{aligned}$$

Die Windmomente sind deshalb:

$$\Sigma M_W = W_1 \cdot h_1 + W_2 \cdot h_2 + W_3 \cdot h_3 = 20200 \cdot 13,65 + 3500 \cdot 29,08 + 4300 \cdot 35,21 = 528 913 \text{ mkg.}$$

Die Momente aus den vertikalen Kräften (um Kippkante CD) $M_E = (T + \Sigma G) \cdot \rho = E \cdot \rho = 1061 100 \cdot 2,85 = 3024 135 \text{ mkg}$. Hierbei ist T = Eigengewicht des Turmes einschl. Kuppel, Fundament, Treppenläufe usw. und Glockenstuhl jedoch ohne die Glocken = 1054 300 kg ΣG = Gewicht der Glocken = 6800 ,,

$$\rho = \frac{A_1}{2} \text{ (s. Abb. 12).} \quad \text{Sa. } 1061 100 \text{ kg}$$

Die Standsicherheit ist demnach eine

$$\frac{M_E}{\Sigma M_W} = \frac{3024 135}{528 913} = 5,7 \text{ fache.}$$

b) Beim Schwingen der Glocken und Wind in Richtung der Glockenhorizontalkräfte.

Die Momente der Glockenkräfte sind (s. Tabelle).

Für Glocke A	$M_A = 950 \cdot 29,34$ mkg
„ „ Fis	$M_{Fis} = 1600 \cdot 27,44$ „
„ „ E	$M_E = 2250 \cdot 28,08$ „
„ „ D	$M_D = 1340 \cdot 25,06$ „
„ „ H	$M_H = 2350 \cdot 22,06$ „
$\Sigma M_H = 220 412$ mkg.	

Mit diesen Momenten wirken gleichzeitig im entgegengesetzten Drehsinne die Momente der Vertikalkräfte.

$$\Sigma V = 8960 \text{ (s. Tabelle).}$$

$$\Sigma M_V = -8960 \cdot 2,85 = -25 536 \text{ mkg}$$

$$\Sigma M_W = (\text{wie oben}) = + 528 913 \text{ ,,}$$

$$\Sigma M_H = + 220 412 \text{ ,,}$$

$$\Sigma M_{(W+H-V)} = 723 789 \text{ mkg.}$$

Die Standsicherheit ist demnach eine

$$\frac{M_E}{\Sigma M_{(W+H-V)}} = \frac{3024 135}{723 789} = 4,18 \text{ fache.}$$

Untersuchung der Kantenpressungen in den einzelnen Mauerfugen (Abb. 10 bis 12).

1. Fuge I—I in Höhe der Glockenstuhllagerung.

Turmgewicht bis Fuge I—I inkl. Glockenstuhl $E^1 = 417 400 \text{ kg}$
Gewicht der ruhenden Glocken = 6800 ,,

$$\text{Sa. } 424 200 \text{ kg}$$

Die Windkräfte sind: $W_3 = 4300 \text{ kg}$, $W_2 = 3500 \text{ kg}$, $W_1 = 8300 \text{ kg}$ Winddruck auf das Viereck bis Fuge I—I. Die Windmomente in bezug auf Fuge I—I sind:

$$W_3 \cdot h_3^1 + W_2 \cdot h_2^1 + W_1 \cdot h_1^1 = 174 810 \text{ mkg.}$$

Die Momente aus den Kräften, die während des Glockenschwings auftreten:

a) Die Momente aus den Horizontalkräften:

Glocke A	$H_{(c+g)max} \cdot h_A = 950 \cdot 13,61$
„ E	$\cdot h_E = 2250 \cdot 12,33$
„ Fis	$\cdot h_{Fis} = 1600 \cdot 11,73$
„ D	$\cdot h_D = 1340 \cdot 9,35$
„ H	$\cdot h_H = 2350 \cdot 6,31$
Sa. 86 800 mkg.	

b) Die Momente aus den Vertikalkräften:

Die Größe der gleichzeitig wirkenden Vertikalkräfte ist nach Abb. 5, S. 10, $\Sigma V_{(c+g)} = 8960 \text{ kg}$.

Die Stabilitätsgleichung lautet:

Belastungsfall 1: „Wind allein“.

Moment durch Wind $M_W = 174 810 \text{ mkg}$ (s. oben).

Belastung in Turmmitte $T + G = 424 200 \text{ kg}$ (s. oben).

Fläche der Fuge I—I = $F_{I1} = 19,37 \text{ m}^2 = 193 700 \text{ cm}^2$.

Widerstandsmoment in bezug auf die Achse Nord-Süd

$$W_{I1} = 20251875 \text{ cm}^4.$$

Hieraus rechnet sich die max.-Randspannung:

$$\sigma_1 = \frac{E' \cdot M_W}{F_{I1} \cdot W_{I1}} = \frac{424 200 \cdot 174 810}{193 700 \cdot 20 251 875} = + 3,05 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{E' \cdot M_W}{F_{I1} \cdot W_{I1}} = \frac{424 200 \cdot 174 810}{193 700 \cdot 20 251 875} = + 1,33 \text{ kg/cm}^2$$

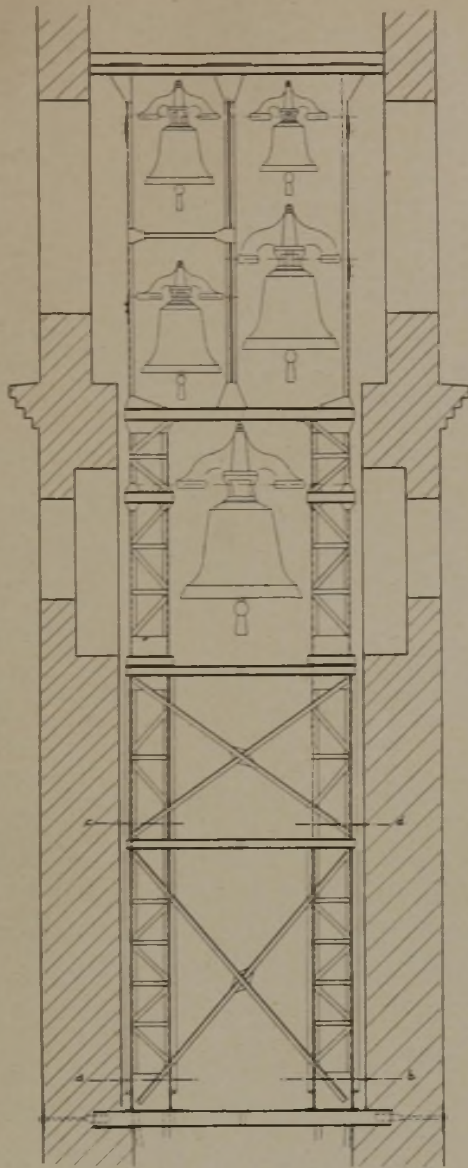


Abb. 13. Ansicht der Ostseite des Glockenstuhls.

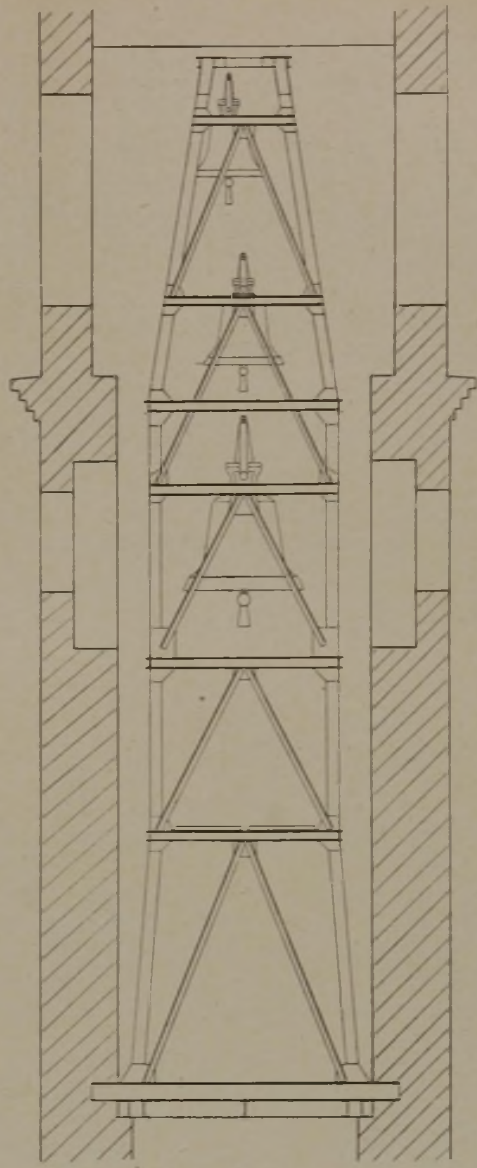


Abb. 14. Ansicht der Südseite.

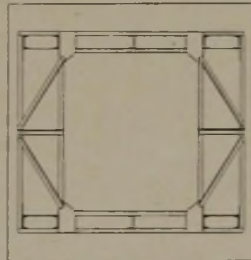
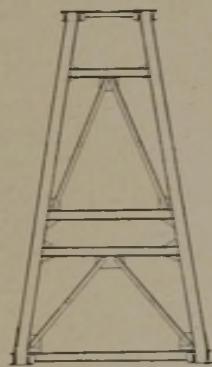


Abb. 15. Schnitt c-d.
Horizontal-Verspannung.

Abb. 16. Ansicht
obere Mittelwand.

Abb. 13—17. Maßstab 1 : 100.

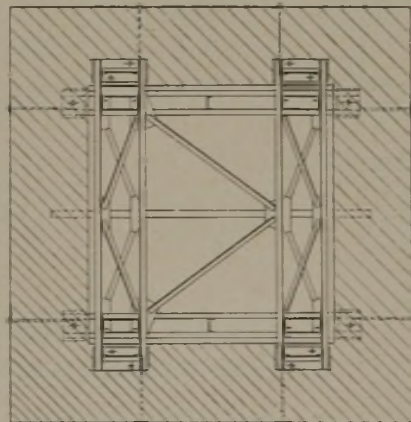


Abb. 17. Schnitt a-b. Horizontalverspannung

Belastungsfall II.

Es wirken: Wind und die Kräfte der schwingenden Glocken in gleicher Richtung.

1. Die horizontalen Kräfte:

Windmoment: $\Sigma M_W = 174\,810 \text{ mkg}$

Moment der Glocken: $\Sigma M_H = 86\,800 \text{ „}$

bezogen auf die Achse Nord-Süd.

2. Die Vertikalkräfte (s. Tabelle Abb. 5):

$E'' = T' + V_{(c+s)} = 417\,400 + 8960 \text{ kg} = 426\,360 \text{ kg.}$

Die max. Randspannungen sind demnach:

$$\sigma_1 = \frac{E''}{Fl_I} + \frac{M_W + M_H}{W_I} = \frac{426\,360}{193\,700} + \frac{26\,161\,000}{20\,251\,875} = +3,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{E''}{Fl_I} - \frac{M_W + M_H}{W_I} = \frac{426\,360}{193\,700} - \frac{26\,161\,000}{20\,251\,875} = +0,9 \text{ „}$$

2. Fuge II—II in Höhe Fußbodenoberkante.

Turmgewicht bis Fuge II—II $T'' = 962\,300 \text{ kg}$

ruhendes Glockengewicht . . . $\Sigma G = 6\,800 \text{ kg}$

Windmomente in bezug auf Fuge II—II (s. Abb. 9):

$\Sigma M_W = W_3 \cdot h_3'' + W_2 \cdot h_2'' + W_1 \cdot h_1'' = 477\,703 \text{ mkg.}$

Die Glockenmomente sind:

für Glocke A	$M_A = 950 \cdot 27,46$
E	$M_E = 2250 \cdot 26,18$
F's	$M_{F's} = 1600 \cdot 25,58$
D	$M_D = 1340 \cdot 23,2$
H	$M_H = 2350 \cdot 20,16$

$$\Sigma M_W = 204\,390 \text{ mkg}$$

Die Größe der gleichzeitig wirkenden Vertikalkräfte

$$\Sigma V_{(g+c)} = 8960 \text{ kg (s. Tabelle, Abb. 5).}$$

Fläche der Fuge II—II $F_{lII} = 24,18 \text{ m}^2$.

Lage des Schwerpunktes:

$$e_1 = 2,744 \text{ m}; e_2 = 3,106 \text{ m}; \xi = 0,181 \text{ m.}$$

Widerstandsmomente (s. Abb. 10):

$$W_{AC} = \frac{J_x}{e_2} = 23\,350\,286 \text{ cm}^4; W_{BD} = \frac{J_x}{e_1} = 26\,795\,185 \text{ cm}^4;$$

$$W_{CD} = \frac{J_y}{a_2} = 28\,142\,834 \text{ cm}^4; W_{AB} = \frac{J_y}{a_2} = 28\,142\,834 \text{ cm}^4.$$

Belastungsfall I: Wind allein.

Die max. Randspannungen sind näherungsweise:

$$\sigma_C = \frac{T'' + G}{F_{lII}} + \frac{\Sigma M_W}{W_{CD}} + \frac{(T'' + G) \cdot \xi}{W_{ac}} = + 5,78 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_D = \frac{T'' + G}{F_{lII}} + \frac{\Sigma M_W}{W_{CD}} - \frac{(T'' + G) \cdot \xi}{W_{BD}} = + 5,64 \text{ "}$$

$$\sigma_A = \frac{T'' + G}{F_{lII}} - \frac{\Sigma M_W}{W_{AB}} + \frac{(T'' + G) \cdot \xi}{W_{AC}} = + 2,4 \text{ "}$$

$$\sigma_B = \frac{T'' + G}{F_{lII}} - \frac{\Sigma M_W}{W_{AB}} - \frac{(T'' + G) \cdot \xi}{W_{BD}} = + 1,9 \text{ "}$$

Belastungsfall II.

Auf den Turm wirken die dynamischen Horizontal- und Vertikalkräfte der schwingenden Glocken, sowie Wind in gleicher Richtung.

Momente durch die Glocken

$$(s. w. oben) \dots \Sigma M_H = 20\,439\,000 \text{ cmkg}$$

$$\text{Momente durch den Wind (s. w. oben) } \Sigma M_W = 47\,770\,300 \text{ "}$$

$$\text{Sa. } 68\,209\,300 \text{ cmkg}$$

Lotrechte Last in Turmmitte $E''' = T'' + \Sigma V$ (s. Tabelle)
 $E''' = 971\,260 \text{ kg.}$

Die max. Randspannungen sind deshalb angenähert:

$$\sigma_C = \frac{T + \Sigma V}{F_{lII}} + \frac{\Sigma M_{(H+W)}}{W_{CD}} + \frac{(T + \Sigma V) \cdot \xi}{W_{AC}} = + 6,52 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_D = \frac{T + \Sigma V}{F_{lII}} + \frac{\Sigma M_{(H+W)}}{W_{CD}} - \frac{(T + \Sigma V) \cdot \xi}{W_{BD}} = + 6,38 \text{ "}$$

$$\sigma_A = \frac{T + \Sigma V}{F_{lII}} - \frac{\Sigma M_{(H+W)}}{W_{AB}} + \frac{(T + \Sigma V) \cdot \xi}{W_{AC}} = + 1,67 \text{ "}$$

$$\sigma_B = \frac{T + \Sigma V}{F_{lII}} - \frac{\Sigma M_{(H+W)}}{W_{AB}} - \frac{(T + \Sigma V) \cdot \xi}{W_{BD}} = + 1,54 \text{ "}$$

Für den ungünstigsten Belastungsfall der Fuge II treten also an allen 4 Seiten des Turmes noch Druckspannungen auf.

Ermittlung der max. Bodenpressung.

Gesamt-Turmgewicht einschl. Glockenstuhl $T = 1054\,300 \text{ kg}$

Gewicht der ruhenden Glocken $G = 6800 \text{ "}$

Moment durch Wind $M_W = 52\,891\,300 \text{ kgcm}$ (s. Seite 12)

Fläche (s. Abb. 11) $F_{lIII} = 29,045 \text{ m}^2$.

Das reine Widerstandsmoment ergibt sich in bezug auf die y Achse zu

$$W_y = 30\,244\,417 \text{ cm}^4.$$

Belastungsfall I Wind allein:

$$\sigma_{ci} = \frac{T + G}{F_{lIII}} + \frac{M_W}{W_y} = + 5,4 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{AB} = \frac{T + G}{F_{lIII}} - \frac{M_W}{W_y} = + 1,9 \text{ kg/cm}^2$$

Belastungsfall II.

Glocken schwingend und Wind auf den Turm.

Lotrechtwirkende Last:

$$T + \Sigma V = 1054\,300 + 8960 = 1063\,260 \text{ kg.}$$

Moment durch Wind und Glockenbewegung

$$M_W + H = 52\,891\,300 + 22\,041\,200 = 74\,932\,500 \text{ cmkg.}$$

Demnach berechnen sich die max. Maueranspannungen wie folgt:

$$\sigma_{eD} = \frac{T + \Sigma V}{F_{lIII}} + \frac{M_W + H}{W_y} = + 6,14 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{AB} = \frac{T + \Sigma V}{F_{lIII}} - \frac{M_W + H}{W_y} = + 1,18 \text{ kg/cm}^2$$

Die vorstehend ermittelten max. Spannungen ergeben sich bei dem Belastungszustand:

Wind Ost-West = Schwingungsrichtung der Glocken.

Vorstehende Berechnung macht natürlich keinen Anspruch auf Genauigkeit. Zweckmäßig wäre eine graphische Darstellung der Maueranspannungen unter Zugrundelegung des Potenzgesetzes. Die Randspannungen ergeben sich dann nach der Formel

$$\sigma_o^m = \alpha \cdot e_1 \cdot E_o \text{ bzw. } \sigma_u^{m\mu} = \alpha \cdot e_2 \cdot E_u$$

worin e_1 bzw. e_2 die Abstände der äußersten Faser von der Nulllinie, σ die zugehörige Spannung und E_o das Dehnungsmaß für Druck, E_u dasjenige für Zug und der Exponent m bzw. μ eine aus Versuchen zu gewinnende Erfahrungszahl; α die Dehnungen für die Längeneinheit.

Da mir weder E noch m bzw. μ bekannt, muß ich hier von einer genaueren Rechnung absehen; sie hat hier auch insofern keinen Wert, da die der Rechnung zugrundegelegten Belastungszustände wohl kaum je einmal erfüllt werden. Die Vernachlässigung der Rollager geben ferner noch eine weitere Sicherheit. Hier sind allerdings die im Glockenstuhl auftretenden Eigenschwingungen nicht in Rechnung gestellt worden. Dies hat jedoch keine Bedeutung, da die in Fuge I-I auftretenden Zugkräfte infolge Schwingens der Glocken usw. unmittelbar von den in den 4 Ecken nach unten durchgeführten Winkeleisen aufgenommen werden.

Zu bemerken ist noch, daß die durch das Schwingen der Glocken hervorgerufene Mehrspannung im Vergleich zur Spannung durch ständige Last und Wind allein, verhältnismäßig gering ist. So sind z. B. die größten Bodenpressungen durch ständige Last und Wind: $\sigma = + 5,4 \text{ kg/cm}^2$; die durch ständige Last, Glocken und Wind in der Schwingungsrichtung der Glocken hervorgerufenen Pressungen $\sigma = + 6,14 \text{ kg/cm}^2$; demnach nur ein Mehr von $6,14 - 5,4 = 0,74 \text{ kg/cm}^2$.

Natürlich müssen Verankerungen in den verschiedenen Höhen der Zwischenpodeste, wenn nicht bereits vorhanden, vorgesehen werden, um ein richtiges Zusammenwirken der Umfassungsmauern zu erzielen.

Die Eisenkonstruktion des Glockenstuhles ist in den Abb. 13 bis 17, S. 13, dargestellt. Auf seine statische Berechnung kann hier nicht eingegangen werden. —

Zur Verbilligung der Zimmerarbeiten.

Eine Anregung zum Serienbau von Siedlungshäusern.

Von Reg.-Bmstr. a. D. Dipl.-Ing. J. Wolfsohn, Berlin.



Versuche zur Verbilligung der Baukosten sind bisher am wenigsten bei den Zimmerarbeiten gemacht worden, trotz des erheblichen Prozentsatzes dieser Arbeiten am Bau. Ein wesentlicher Grund scheint darin zu liegen, daß die verschiedenartigen Kunstgriffe des Zimmermanns beim Abbund eines Hauses zu sehr der Einführung der Maschinenarbeit widerstreben; außerdem hat eine gewisse Scheu vor dem althergebrachten und bewährten Handwerksbrauch es verhindert, maschinengerechtere Verbände zu finden, diese für die Massenerstellung zu verwenden und die alten Verbände dem Einzelfall zu überlassen, für den Maschinenarbeit nicht in Frage kommt. Holz ist ein so leicht und schnell zu bearbeitendes Baumaterial, daß es — besonders im Siedlungs-

bau — in der Form des gut durchgearbeiteten Fachwerks als tragendes Gerippe mit guten Aussichten auf Erfolg auch heute noch in den Wettbewerb treten kann, selbst gegenüber dem Massivbau.

Die wenigen bisherigen Versuche erstreben im allgemeinen Ersatz der früheren Handarbeit durch Maschinen. ohne daß an den alten Verbänden gerüttelt wird. Und doch scheinen diese Verbände in der heutigen Zeit nicht mehr überall am Platze, wenn man bedenkt, daß gewisse Vorbedingungen nicht mehr die gleichen sind wie früher. Wenn man als Beispiel das schöne alte Fachwerk mit den starken Holzquerschnitten heranzieht und hier wiederum Schwelle, Stiel und Rähm betrachtet, so konnte die Verbindung dieser Hölzer sehr wohl aus Zapfen und Loch bestehen und ein kräftiger Holznagel konnte diese Verbindung sichern, denn

das Holz war stark genug, um durch den Materialverlust für die Verbände keine wesentliche Schwächung zu erleiden.

Heute ist dies zum größten Teile anders geworden. Der Fachwerkbau beschränkt sich mehr und mehr auf den Bau von Baracken und Kleinsiedlungen, also Bauwerke, die sich bei geschickter Normung vorzüglich zur Massenerstellung eignen. Andererseits werden aus wirtschaftlichen Gründen die Holzstärken weitestgehend auf das statisch notwendige Maß herabgesetzt. Trotzdem sieht man immer noch die alten Holzverbände angewandt, die bei den geringen Querschnitten keinen Anspruch auf Zuverlässigkeit und Dauerhaftigkeit machen können. Dazu die Schwierigkeiten des Abbundes und der Montage! Die Herstellung des kleinen Zapfens wird zur Präzisionsarbeit, die nicht vereinfacht wird, wenn Band- oder Kreissägen zur Bearbeitung herangezogen werden. Für die Montage gibt Zapfen und Loch nur mehr die Stelle an, an die der Stiel gehört, ein festes Gefüge gestattet die alte Verbindung nicht mehr. Auch ist nicht mehr genügend Fleisch im Zapfen vorhanden, um ein ordnungsmäßiges Abnageln vornehmen zu können. Wird dies doch gemacht, so geschieht es mehr zur Beruhigung des Gewissens als in der Überzeugung, die Konstruktion zu verbessern. Das Abnageln kann auch nur das Gegenteil bewirken. Bestenfalls eine scheinbar festere Verbindung, tatsächlich wird der Holznagel den Zapfen bis zur Zerstörung schwächen, und Drahtstifte können zwar in der Not helfen, aber keinen ordentlichen Verband bewirken.

Aus Vorstehendem folgt, daß — zunächst für das „kleine Fachwerk“ — die alte Zimmermannsverbinding nicht mehr am Platze scheint, und daß man auch dann nach anderen Verbindungen Umschau halten sollte, wenn man nicht beabsichtigte, maschinelle Hilfe in Anspruch zu nehmen.

Eine solche Verbindung glaube ich nach langen Versuchen in einer Verbindung von „Verblattung“ und „Verklauung“ gefunden zu haben, die ich zur Unterscheidung und wegen der leichten Herstellbarkeit mit Maschinen die „Maschinenklaue“ nennen möchte. Das Grundprinzip ist in den Abb. 1 bis 3 dargestellt: Die Schwelle a (hier hochkant gestellt, angenommen $6 \cdot 12$ cm) erhält einen Einschnitt b (hier $2,5$ cm tief) von der Breite des Stieles c (hier ebenfalls $6 \cdot 12$ cm stark). Der Stiel selbst wird an der Innenseite in derselben Weise mit einer Nut versehen wie die Schwelle, die Verbindung geschieht dann durch einfaches Ineinanderstecken. Die Elemente sind sofort unverrückbar miteinander verbunden und bedürfen für die Montage keinerlei Abnagelung mehr. Der Verband ist ebenso leicht mit der Hand auszuführen wie er sich vorzüglich für die Maschinenbearbeitung eignet (vgl. Abb. 3). Billige Fräser, u. U. mit Vorschneider, führen spielend die Nutung aus, und durch Mitverwendung einfacher Rollentische oder dgl. läßt sich der Preis bei Massenerstellung so weit herabsetzen, daß selbst kleine Werke in der Lage sind, den Betrieb in der vorgeschlagenen Weise zu vereinfachen.

Allein hieraus ergibt sich zur Genüge die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens, denn trotz Sparens gelernter Arbeiter können völlig beliebige Mengen Materiales in kürzester Zeit mit absoluter Genauigkeit gefertigt werden. Hinzutritt die Ersparnis durch den Fortfall des Abnagelns.

Der Verwendungsbereich umfaßt alle Teile des Fachwerks einschließlich der Verstrebungen und der Sparren. Bei Mitbenutzung von Maschinen können je nach Führung von Holz oder Maschine gerade oder Kurvenschnitte verschiedenster Art hervorgerufen werden, ganz nach der Eignung für den gerade vorliegenden Fall.

Die Konstruktion ist bereits ausgeprobt und hat sich den Erwartungen entsprechend bewährt, wobei noch zur Erläuterung der möglichen Ersparnisse auch bei der Montage hinzugefügt werden soll, daß ein Einfamilienhaus mit angebautem Stall von einem jüngeren Gesellen und einem ungelernten Hilfsarbeiter bei der ersten Probeaufstellung in etwa einer halben Stunde fix und fertig gerichtet war.

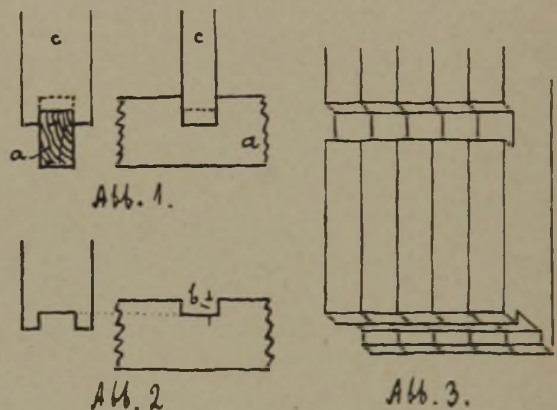
Güte und Wirtschaftlichkeit der neuen Verbindung werden durch Maschinenarbeit gesteigert. Dadurch ist der Entwicklungsweg für den gesamten Fachwerkbau gewiesen: Die Herstellung des Abbundes wird allmählich von der Zimmereizulage in die Fabrikhalle verlegt, das neu zu lösende Problem heißt nicht mehr „Herstellung der Einzelverbinding“, sondern „Bewältigung der Massenerzeugung“. Auch hier tritt also wie im Automobilbau das Transportproblem in den Vordergrund des Interesses. Zubringung des Kantholzes von bestimmtem Querschnitt zur Maschine, Fortschaffung nach der Bearbeitung, Stapelung und Transport zur Verwendungsstelle erfordert das Hauptaugenmerk, hier sind neue Kräfte anzusetzen.

Daraus folgt fast von selbst ein Hinweis für die Praxis. Im Gegensatz zum bisherigen langsamen Zimme-

reibetrieb ist im Sägewerk stets fortschreitende Bewegung vorhanden: Bewegung und Transport, vom Rundholz angefangen bis zur geschnittenen Stapelware. Im Sägewerk ist auch Maschinenkraft vorhanden, und für den Werkleiter hier gehört die Transportfrage zur täglichen Beschäftigung, mit der er sich schneller abfinden wird als der Zimmermann. Wirtschaftlichkeit und Zweckmäßigkeit stellen daher die Forderung: „Angliederung des maschinenmäßig betriebenen Fachwerkbauens an das Sägewerk.“

Für das Arbeitsgebiet der einzelnen Werke ist es nicht nötig, die Normung des Fachwerks so weit zu treiben, daß ganze Bezirke auf einen bestimmten Grundriß festgelegt werden. Es lassen sich so viel brauchbare und gute Grundrisse finden, daß sich jedes Werk seinen eigenen Verbraucherkreis schaffen kann, unter Anlehnung an die örtlichen oder sonst in Frage kommenden wirtschaftlichen Erfordernisse.

Jedes Werk möge seinen besonderen Typ propagieren, das eine Werk ein kleineres Haus, das andere ein größeres. Es mag auch Werke geben, die in der Lage sind, mehrere Typen neben einander herstellen zu können. Die Entwicklung kann hier den gleichen Weg gehen wie im Automobilbau. Genau, wie man sich daran gewöhnt hat, ein Serienauto zu kaufen, wobei einem bestenfalls hinsichtlich des Wagenaufbaues verschiedene Ausführungen zur Wahl gestellt werden, ohne daß an dem „Autochassis“ etwas geändert wird, genau so sollte man in der Lage sein, sich vom Werk sein „Hauschassis“ fertig zu kaufen. Und



genau so, wie sich der Aufbau des Wagens dem Geschmack des einzelnen anpassen muß, kann auch bei der Ausstattung des gekauften Hauses der persönliche Geschmack voll zu seinem Rechte kommen. Auf jeden Fall liegt der Gedanke, einem jeden die preiswürdige Beschaffung seines eigenen Hauses zu ermöglichen, nicht ferner, als für jeden das eigene Kleinauto zu fordern. Erst das eigene Heim als Grundlage der häuslichen Sicherheit, dann wirtschaftlicher Aufstieg, dann das Auto, dies ist die natürliche Reihenfolge der Volksgesundheit.

Nach dieser Abschweifung möchte ich zum Schluß noch auf die Wandausbildung des Fachwerks zurückkommen, nebst dem, was sich im Anschluß an diese Betrachtung ergibt. Es ist immer ein Vorzug des Fachwerkbauens gewesen, daß sich die Ausfachung bzgl. des Baumaterials am weitesten den örtlichen Gepflogenheiten anpassen kann. Darüber hinaus scheinen mir aber besonders für die Sägewerksbesitzer noch unausgenutzte Möglichkeiten in der Verwendung minderwertiger Abfallprodukte aus der Sägemühle vorhanden zu sein. Schwarten, Hobelspäne und Sägemehl, die bei einem maschinellen Betrieb, wie er in diesem Aufsätze angedeutet ist, längst nicht alle verfeuert werden können, sollten mehr als bisher nach entsprechender Verwendung als wärmeschützender Baustoff ihre Auferstehung feiern und zur Ausfachung verwandt werden.

Durch Tränkung mit Bindemitteln, die gleichzeitig geeignet sind, die Entflammbarkeit herabzusetzen, muß unschwer auch in kleineren Betrieben eine formbare Masse herzustellen sein, die, um ein Flechtwerk oder rostartige Einlage gepreßt — ähnlich wie bei der Herstellung der Gipsdielen — nach der Trocknung einen vorzüglichen Baustoff ergibt. Er wird ebenso zur Bildung der Außenwand zu verwenden sein wie, in der Form von Dielen oder Platten, zur Herstellung von unbelasteten Trennwänden. Das porige Gefüge wird zum Verputz besonders geeignet machen und wesentlich zur Schalldämpfung beitragen, und die gute Nagelbarkeit läßt diesem Baustoff in Verbindung mit den oben genannten Vorzügen eine gute Zukunft voraussagen, ebenso wie den in Frage kommenden Interessentengruppen neue Verdienstmöglichkeiten. —

Briefkasten.

Antwort der Schriftleitung:

Arch. H. R. in L. (Wasserdurchlässiges Doppelgedäch.) Das Dach eines Einfamilienhauses ist 1923/24 mit Bieberschwänzen als Doppeldach eingedeckt (Lattenentfernung 16 cm, Ziegelformat 39.16.15, Neigung 3,7 m auf 8,5/2, an der Rinne 30°). Nach fast jedem Niederschlag zeigt sich auf der Innenseite der Ziegel eine tauartige Benetzung, die die Holzkonstruktion mit der Zeit schädigen dürfte. Der Ziegellieferant lehnt jede Schuld für sein Material ab, bezeichnet die Dachneigung als zu flach und empfiehlt kräftige Lüftung des Dachraumes. —

Darauf ist zu erwidern, daß Doppeldecker je nach der Güte des Materials $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Neigung erhalten. Die früheren preuß. ministeriellen Vorschriften bezeichneten $\frac{1}{2}$ als kleinste Größe. Da das Dach hier steiler ist, trägt die Neigung also keine Schuld. Bei 16 cm Lattenweite werden alle Dachsteine doppelt, ja am Rande 7 cm breit, sogar dreifach überdeckt. Unsere Steine sind bei 15 cm Lattenweite meist nur 36 cm. Also auch an der Überdeckung kann es nicht liegen.

Entweder sind also die Ziegel schlecht gebrannt, so daß sie Regen durchlassen, oder, was wahrscheinlicher ist, sie sind nicht völlig eben, so daß bei starkem Wind sich das Wasser in der Überdeckung 7 cm hoch zieht und dann an der Fuge durchdringt. Prüfung von Ziegeln führen die Materialprüfungsämter durch. —

Antworten aus dem Leserkreis:

Zur Anfrage Gebr. W. in H. in Nr. 23/1926. (Fußboden in Zuckerwarenfabrik.) 1. Für den gefragten Fußboden in einer Zuckerwarenfabrik empfehlen wir Ihnen bestens begehbare und gehärtete Diaraböden, die für jede mechanische Beanspruchung sehr widerstandsfähig sind und die auf Grund von Versuchen auch gegen die Einwirkungen von säurehaltigen Flüssigkeiten, wie sie in einer solchen Fabrik auftreten dürften, unbedingt unempfindlich bleiben. —

Duplex-Diara-Bau-G. m. b. H., München.

2. Zur Herrichtung eines in einer Zuckerwarenfabrik geeigneten, gegen die Einflüsse der im Zucker enthaltenen Säuren widerstandsfähigen Fußbodens sind u. a. nachbedachte Beläge geeignet:

Man verlegt in gutem Zementmörtel z. B. säurefeste Tonsteine, die auch feuerfest, dicht und unglasiert hergestellt sind, und fugt sie z. B. mit säurefestem Asphaltkitt aus; entsprechend sind auch Schamottesteine verwendbar, die zuvor auch in säureabweisende Substanz, z. B. in gegen Hitze und Säuren, auch Zuckersäure beständige, dünnflüssige, heißgemachte Asphalt-Isoliermasse (wie „Awa“) getaucht werden bzw. am fertigen Belag damit überzogen werden.

Besonders eignen sich zu solchem Belag, der von den aus der Zuckerwarenaufbereitung abziehenden Dämpfen bzw. etwa verschütteten heißen Flüssigkeiten beeinflusst wird, auch säurefeste Platten aus Steinzeug; diese werden in Größen von z. B. $25 \times 12 \times 5,7$ cm bzw. $25 \times 12 \times 4,5$ cm mit aufgerauter Unterfläche in Zementmörtel verlegt und wie vor ausgefugt.

Übrigens benutzt man auch Zementestrich, nach dessen Überzug mit einem gegen organische Säuren schützenden chemisch wirksamen Fluat, z. B. Lithurin, Marke „E“, das in konzentrierter Lösung bei ausreichender Außenwärme an dem mit warmer Luft leicht angewärmten Fußboden mittels Pinsel oder Druckspritze aufgetragen wird. (Solches Fluat ist z. B. an Zementestrich für die Edel-Obst-Siederei G. m. b. H., Hamburg-Bergedorf, zum Schutz gegen Zucker- und Fruchtsäuren verwendet.) —

— R. K., C. —

Zur Anfrage A. K. in M. in Nr. 23, Jahrg. 1926. (Frostschutzmittel für Mörtel.) Auf Ihre Anfrage erhalten wir nur eine Zuschrift der Firma Gebr. Dollfus, Chem. Fabrik in Chemnitz-Tschernitz, die Ihre Frage zwar nicht direkt beantwortet, aber ihr Erzeugnis „Calciplast“ empfiehlt, das als flüssiges Produkt dem Beton und Mörtelanmachewasser zuzufügen ist. Die Abbindefähigkeit des Mörtels soll darunter nicht leiden, auch nicht verzögert werden. Ferner soll das Mittel verhindern, daß bei Kälte angebrachter Putz abblättert. Es soll sich an so behandelten Flächen auch keinerlei Ausschlag, Schwitzen usw. bei Eintritt wärmerer Witterung zeigen. Der Zusatz soll, ohne an Wirkung einzubüßen, von Winter zu Winter aufbewahrt werden können. Die Firma gibt folgende Zusatzmengen an: Bei -1 bis 29°C ein Teil Cp. auf 4 Teile Wasser, bei -3 bis 49°C 1:3, bei -5 bis 69°C 1:2, bei -6 bis 159°C 1:1.

Die Firma macht ferner Angaben über Bewährungsfälle, die aber nicht nachgeprüft werden können. —

2. Frostschutzmittel, die bis -10° vollkommen genügen, gibt es eine ganze Menge. Ich verwende jetzt nur noch „Antifrost“, das unbedenklich bis zu Temperaturen verwendet werden kann, wo ein Mauern praktisch noch möglich ist. Der Maurer versagt sicher eher als das Mittel. „Antifrost“ hat den großen Vorzug, daß es etwaige Eisenteile, Anker, Betoneinlagen nicht zerfrißt. —

Dipl.-Ing. O. Karl, Halle a. d. S.

Zur Anfrage H. & S. in I. in Nr. 24/1926. (Beseitig. von Maschinenöl aus Betondecken.) Ob das betreffende Maschinenöl die Betondecken in sehr starkem Maße angreift, richtet sich nach der Art und dem chemischen Charakter desselben, dann aber auch nach der Güte der Betondecken. Es gibt nämlich Maschinenöle, die außerordentlich nachteilig auf den Beton einwirken und ihn unter Umständen in verhältnismäßig kurzer Zeit zerstören, und solche, die weniger schädlich sind. Um nun festzustellen, ob eine große Gefahr für die Tragfähigkeit der Decke vorliegt, werden Sie von Zeit zu Zeit feststellen

müssen, ob die Decke an den fraglichen mit Öl durchtränkten Stellen an Festigkeit eingebüßt hat oder nicht. Ob der Beton mürbe geworden ist oder ob er seine ursprüngliche Festigkeit noch besitzt, läßt sich durch eine einfache Stemmprobe sehr leicht feststellen. Wenn die ursprüngliche Festigkeit vorhanden ist, sind überhaupt keine weiteren Maßnahmen notwendig. Ein wirklich nachhaltig wirksames Mittel, das Maschinenöl wieder aus der Betondecke zu entfernen, gibt es meines Wissens nicht. Im vorliegenden Falle wird sich nicht viel mehr tun lassen, als das Öl wenigstens oberflächlich zu entfernen, indem Sie die mit Öl durchtränkten Flächen gründlich mit heißem Wasser unter Zuhilfenahme von Seife mittels Wurzelbürste oder Drahtbürste scheuern und sodann die Flächen wieder mit Zementmilch schleimen. —

Zur Anfrage R. B. in M. in Nr. 25/1926. (Holzwurm im Parkettfußboden.) 1. Unser seit mehreren Jahrzehnten in der Praxis bewährtes Holz-Konservierungsmittel Fluralsil bringt den Holzwurm restlos zum Absterben. Das Produkt ist farblos, geruchlos und ungefährlich. —

2. Die restlose Entfernung des Holzwurmes ist mit großen Schwierigkeiten verbunden und ein wirklicher Erfolg ist nur dann zu erwarten, wenn die Arbeit sehr gründlich und sorgfältig vorgenommen wird. Nur bei Vorhandensein von wenigen Würmern lohnt sich die Inangriffnahme der Arbeit, bei allzu vielen Löchern ist jede Mühe und Arbeit von vornherein vergeblich. Das einfachste Beseitigungsverfahren stellt das Einträufeln und Einspritzen von Flüssigkeiten in die Wurmlöcher dar, wie beispielsweise Seifensiederlauge, Kochsalzlösungen, Sublimat, Benzin, Petroleum, Terpentinöl, Karbolsäure, Kupfervitriol, Eisenvitriol, Kienöl, Quecksilber, Arsenik usw., zu welchem Zwecke besondere Ballonspritzen mit Glasröhren Verwendung finden. Nach erfolgtem Einspritzen sind die Löcher sofort mit geeignetem Kitt zu verstopfen. Ganz sicheren Erfolg kann man von diesen Mitteln allerdings auch nicht erwarten, sondern da muß man schon zur Schwefelbehandlung schreiten, indem man Schwefelfäden in ein Blechgefäß legt, dasselbe mitten im Raume aufstellt und die Schwefelfäden anbrennt, wobei die Öffnungen, wie Türen und Fenster, sehr dicht zu schließen sind. Die Schwefeldämpfe sind giftig und aus diesem Grunde dürfen die Menschen keinesfalls den Raum während der Schwefelung betreten. Die Schwefeldämpfe müssen ungefähr 2 Tage einwirken, wobei es sich empfiehlt, die Möbel während dieser Zeit zu entfernen, da diese unter Umständen von den Schwefeldämpfen stark angegriffen werden. Letztere dringen in alle Löcher und Spalten ein und töten nicht nur den Holzwurm, sondern auch alle andern Lebewesen. Der Holzwurm hat seine natürliche Fortentwicklung (Ei, Made, Puppe und Larve) und kommt dann nach einem gewissen Zeitraum ans Tageslicht und zwar als Käfer. Letzterer legt seine Eier wieder in das Holz (auch in die Möbel) und wenn die Eier begattet sind, entwickeln sich die Tiere immer wieder. — H. in N.

Zur Anfrage W. S. in K. in Nr. 1. (Verbindung von Kirchturm mit Hochbehälter.) In der Stadt Weilburg a. d. Lahn, der früheren Residenz des Herzogs von Nassau, befindet sich eine Barockkirche, deren Turm über der Glockenstube einen Wasserbehälter enthält, der früher zur Versorgung der Stadt und des Schlosses diente.

Man sieht, daß man in früherer Zeit keine Bedenken getragen hat, den Kirchturm praktisch auszunützen; um so mehr sollte man in heutiger Zeit, wo überall gespart werden muß, diese Gelegenheit nicht vorübergehen lassen. —

Arch. Hugo Müller, Berlin.

Zur Anfrage Arch. M. B. in B. in Nr. 1/1927. (Estrich in Plattenform unter Linoleum.) Der verlangte Linoleumestrich in Plattenform hat sich noch überall als unzweckmäßig und unschön erwiesen, da sich das Abdrücken der Konturen der Platten unter keinen Umständen vollkommen vermeiden läßt. Für zusammenhängende Estriche, die unbedingt schalldämpfend, warm, trocken und elastisch sind, wird Diaraestrich überall vorgezogen. Die Abbindezeit ist bei dem großen Vorteil der Güte und Zuverlässigkeit sicher das kleinere Übel. —

Duplex-Diara-Bau-G. m. b. H., München.

2. Warum verwenden Sie hierzu nicht den von mir und verschiedenen bekannten größeren Geschäften hergestellten Kalzit-Estrich, der die von Ihnen geforderten Eigenschaften besitzt?

Kalzit ist unter der Nr. 210510 geschützt. Das beste Mittel, geeignet zur Herstellung von Unterböden von Linoleumbelägen. Der von mir hergestellte Kalzitestrich hat den Vorzug, daß er nach 24 Stunden begebar ist und nach 36 Stunden bereits vom Maler und sonstigen Handwerkern benutzt werden kann. Außerdem besitzt er den großen Vorzug, daß er nicht so lange wie die übrigen Estriche liegen muß, d. h., das Linoleum kann bereits nach 10 bis 15 Tagen je nach Estrichstärke ohne Bedenken verlegt werden. Der Estrich schwitzt nicht nach, ist säurefrei und kann auf einmal fertiggestellt werden.

Zur Schallsicherheit würde ich empfehlen, da 5 cm Konstruktionshöhe zur Verfügung stehen, der Estrich aber nur $2\frac{1}{2}$ bis 3 cm stark zu sein braucht, eine Korkschiebt, hergestellt aus Korkschat mit Zement vermischt, zu verwenden. —

Bildhauer Emanuel Ziehe, Cassel.

Inhalt: Statische Untersuchung eines Kirchturmes in bezug auf Standsicherheit und Mauerspannung mit Berücksichtigung des neuen Geläutes. — Zur Verbilligung der Zimmerarbeiten. — Briefkasten. —

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