

KONSTRUKTION UND AUSFÜHRUNG

BAUWEISEN · BAUSTOFFE · BAUBETRIEB

DBZ

65. JAHR 1931

17. JUNI

K NR. 10

BEILAGE ZUR DEUTSCHEN BAUZEITUNG NR. 49 · 50

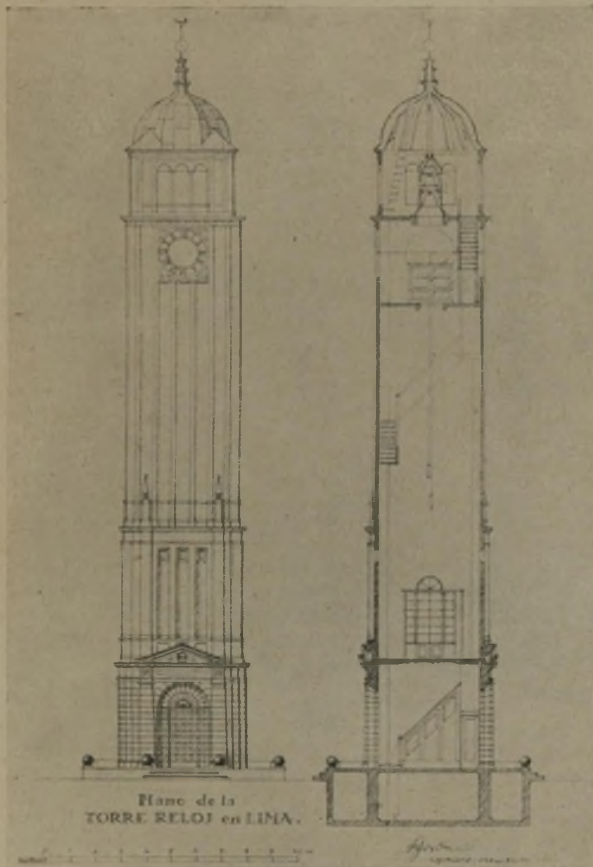
HERAUSGEBER ● REGIERUNGSBAUMEISTER FRITZ EISELEN

ALLE RECHTE VORBEHALTEN ● FÜR NICHT VERLANGTE BEITRÄGE KEINE GEWÄHR

BERLIN SW 48

EIN ERDBEBENSICHERER TURMBAU IN DER HAUPTSTADT VON PERU

VON REG.-BAUMSTR. A. D. F. JORDAN, HAMBURG ● 3 ABBILDUNGEN



Schnitt und Ansicht 1:300 31 m Gesamthöhe

Gestaltung des Turmsockels

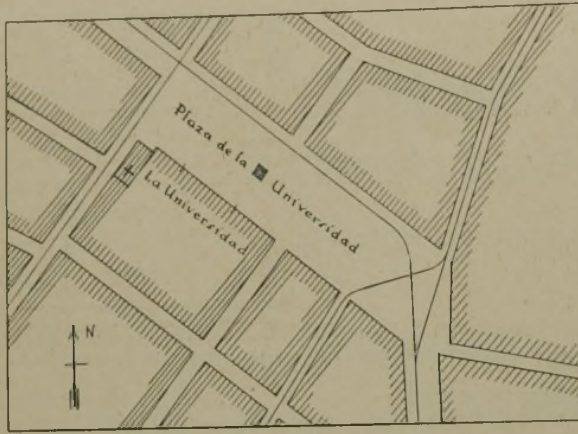
Eine gewisse Aktualität, die zur Zeit die Republik Peru als Sitz revolutionärer Unruhen genießt, und die konstruktive Eigenart des in einem erdbebenreichen Gebiete errichteten Bauwerkes veranlassen mich, diese Arbeit einer weiteren Öffentlichkeit bekanntzugeben.

Der Uhrturm auf dem Universitätsplatz der Stadt Lima, welcher nach den Plänen des Unterzeichneten ausgeführt wurde, ist ein Geschenk der in Peru ansässigen Deutschen anlässlich der hundertjährigen Unabhängigkeitsfeier dieses Landes im Jahre 1921.

Architektonisch soll der Turm seinen deutschen Ursprung zu erkennen geben, bei gleichzeitiger Anlehnung an die klassizistischen Formen des benachbarten Universitätsgebäudes. Im oder am Turm unterzubringen waren außer der Uhr ein Glockenspiel, ein System elektrischer Leitungen für Kraft

und Licht sowie ein Transformator und einige meteorologische Meßinstrumente, von denen das Aneometer seinen Platz sichtbar auf dem Dache fand. Zur gelegentlichen Kontrolle dieses Instrumentes wurde das Dach mit einer im allgemeinen unsichtbaren Klappe versehen, durch die man mittels einer Leiter, die nach Art der Magirusleiter leicht verschieblich ist, nach oben ins Freie gelangt.

Konstruktiv stellte sich der Verfasser die Aufgabe, den Turm nach menschlicher Voraussicht erdbebensicher zu machen. Dazu wählte er die Ausführung in Eisenbeton und eine Form, die ihr Vorbild in einem Spielzeug hat, dessen besondere Eigenschaft die große Sicherheit gegen Kippen ist, dem „Stehaufmännchen“. Es handelt sich also darum, den Schwerpunkt möglichst weit nach unten zu rücken. Dazu wurden die Wandstärken bei gleichbleibendem inneren Hohlraum (auf der Grundfläche eines leicht



Universitätsplatz in Lima (Peru)

abgestumpften Quadrats von $4 \cdot 4 \text{ m}$) systematisch von unten nach oben verjüngt und als Haupteffekt der Fuß des Turmes durch eine ringsumlaufende Terrasse erweitert. Der dadurch gebildete ringförmige Hohlkörper wurde vollständig mit Erdreich ausgefüllt. Durch diese Massenverteilung ist es gelungen, den Schwerpunkt auf etwa $6,65 \text{ m}$ über Fundamentsohle zu senken. Das Gewicht des Turmes beträgt ohne die

Erdausfüllung 551 t , mit derselben 452 t . Vermöge der tiefen Schwerpunktlage kann er bei einem wellenförmig über die Erde laufenden Erdbeben sich um 51° gegen die Lotrechte neigen, ohne zu kippen, wenn man die äußeren Fundamentkanten der Terrasse als Drehachse annimmt. Will man aber dies nicht gelten lassen und nur die Außenkante des eigentlichen Turmes im Fundament als Drehachse annehmen, so besteht immerhin noch Gleichgewicht gegen Kippen bis zu einer Neigung von 20° gegen die Lotrechte. Derartige Erdbeben (terremotos), bei denen sich die Erde sichtbar bewegt, sind glücklicherweise sehr selten. Häufig hingegen erlebt man einen sogenannten „temblor“, ein nur wenige Sekunden andauerndes Zittern der Erde in Vertikalschwingungen, das sich natürlich auf alle Bauten überträgt, ähnlich, wie wenn ein besonders schweres Fahrzeug vorbeifährt, nur daß das Durchrütteln des Gebäudes beim Temblor ungleich heftiger auftritt. Erfahrungsgemäß haben sich hiergegen kastenförmige Bauten aus Eisenbeton am besten bewährt. Und so hat es sich auch beim Uhrturm in Lima erwiesen: bisher ist trotz wiederholter Temblores nirgends ein Riß aufgetreten. Seine Eigenschaft als kippstärkeres Stehaufmännchen kann er freilich erst bei einem Erdbeben erweisen. Wir wollen aber hoffen, daß solche Beben, wie sie die schöne alte Stadt der Vizekönige in den Jahren 1678, 1687 und 1746 in so furchtbarer Weise heimsuchten, dort nie wieder vorkommen mögen. —

DIE BIEGUNGSFESTIGKEIT DER BAUHÖLZER IM LICHTE MIKROSKOPISCHER UNTERSUCHUNG

Von **GEWERBESCHULDIG. JOH. MÖRS DORF, VÖLKLINGEN (SAAR)** • 11 ORIGINALAUFNAHMEN DES VERFASSERS

Die bisher gebräuchlichen Methoden zur Ermittlung der Festigkeit der einzelnen Holzarten haben ein allgemein befriedigendes Ergebnis nicht liefern können, und mit Recht weist man darauf hin, daß die Verschiedenheiten im Aufbau der einzelnen Hölzer, ihr ehemaliger Standort und die damit verbundenen Wachstums- und Entwicklungsverhältnisse eine nicht zu unterschätzende Rolle spielen. Obwohl man in den Kreisen der Holzforscher gerade in dieser Frage sehr geteilter Meinung ist, gebe ich mich der Hoffnung hin, daß die mikroskopische Untersuchung des Zellenbaues uns auf dem Wege einer sicheren Feststellung der Eigenschaften des Baustoffes Holz ein gutes Stück weiter bringt. Die sämtlichen zur Zeit angewandten Untersuchungsformen setze ich als bekannt voraus und beginne mit den oben angedeuteten Untersuchungen.

Es ist allgemein anerkannt, daß bei den Nadelhölzern die Jahresringbreite bei der Festigkeit mitbestimmend ist. Ich lasse deshalb die Hirschnitte der gebräuchlichsten heimischen Nadelhölzer bei 45facher Vergrößerung folgen, die uns recht augenfällig über Weit- oder Engringigkeit der untersuchten Holzarten belehren. Bei näherer Untersuchung werden wir jedoch finden, daß die Engringigkeit allein nicht bestimmend sein kann, sondern daß der gesamte Aufbau berücksichtigt werden muß.

So zeigt Abb. 1 — Rottannen- oder Fichtenholz — annähernd zwei ganze Jahresringe im Blickfeld des Mikroskopes. Der einzelne Jahresring hat 70 v. H. Spätwuchs und nur 30 v. H. Frühwuchs. Die Spätwuchszellen sind auffallend kräftig gewandt, während der Frühwuchs einen mittleren Bau zeigt. Es enthalten:

Der Spätwuchs 55 v. H. feste Masse und 45 v. H. Hohlraum,
der Frühwuchs 15 v. H. feste Masse und 85 v. H. Hohlraum.

Der mittlere Aufwand an fester Masse ist demnach:
 $55 : 10 = 5,5 \cdot 7 = 38,5 + 15 : 10 = 1,5 \cdot 3 = 4,5$ ($38,5 + 4,5$) = 43 v. H.
43 v. H. feste Masse bedeuten ein spez. Gewicht von $0,43 \cdot 1,5 = 0,645$, was ein überaus qualitativ hochwertiges Nadelholz bedeutet, dem auch eine gewisse Festigkeit gegen Durchbiegung zugesprochen werden muß.

Abb. 2 — Weißtannenholz — zeigt nur einen halben Jahresring im gleichen Blickfeld, ist mithin ein weitringiges Holz. Der Spätwuchs umfaßt nur ein Sechstel, während fünf Sechstel Frühwuchs vorhanden sind. Im Frühwuchs beobachten wir einen mittleren Bau. Der Spätwuchs hat verhältnismäßig große Hohlräume, und wir vermissen eine deutliche Abgrenzung zwischen Früh- und Spätwuchs. Es enthalten:

Der Spätwuchs 60 v. H. feste Masse und 40 v. H. Hohlraum,
der Frühwuchs 26 v. H. feste Masse und 74 v. H. Hohlraum.

Der mittlere Aufwand an fester Masse ist also:

$$60 : 6 = 10 + 26 : 6 = 4\frac{1}{3} \cdot 5 = 21\frac{2}{3} (10 + 21\frac{2}{3}) = 31,7 \text{ v. H.},$$

was einem spez. Gewicht von $0,517 \cdot 1,5 = 0,776$ entspricht. Der Bau dieses Holzes dürfte bei weitem zu schwach sein, großen Beanspruchungen auf Biegung standzuhalten.

Abb. 3 — Lärchenholz — zeigt nur einen Jahresring im Blickfeld und ist mithin ein ziemlich weitringiges Holz. Es enthält aber neben 0,6 Frühwuchs 0,4 Spätwuchs. Der Frühwuchs ist von mittelstarkem Bau, während der Spätwuchs recht kräftige Wände aufweist. Es enthält:

Der Spätwuchs 70 v. H. feste Masse und 30 v. H. Hohlraum,
der Frühwuchs 26 v. H. feste Masse und 74 v. H. Hohlraum.

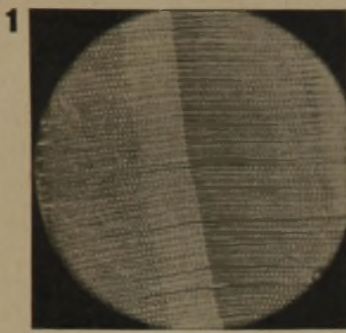
mithin liegt ein mittlerer Aufwand an fester Masse von $70 : 10 = 7 \cdot 4 = 28 + 26 : 10 = 2,6 \cdot 6 = 15,6$ ($28 + 15,6$) = 43,6 v. H. vor, was einem spez. Gewicht von $0,456 \cdot 1,5 = 0,684$ entspricht. Das offenbar etwas weitringige Holz erhält seine größere Festigkeit durch das Vorhandensein von 0,4 kräftigem Spätwuchs.

Abb. 4 — Kiefernholz — hat zwei Jahresringe im Blickfeld und dürfte als engringiges Holz anzusprechen sein. Der Spätwuchs umfaßt 0,5, der Frühwuchs 0,7. Der Frühwuchs zeigt einen leichten Bau, der Spätwuchs dagegen ist mittelstark und hat verhältnismäßig große Hohlräume. Es enthält:

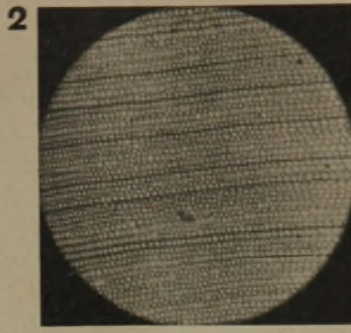
Der Spätwuchs 63 v. H. feste Masse und 37 v. H. Hohlraum,
der Frühwuchs 21 v. H. feste Masse und 79 v. H. Hohlraum.

also einen mittleren Aufwand an fester Masse von $63 : 10 = 6,3 \cdot 3 = 18,9 + 21 : 10 = 2,1 \cdot 7 = 14,7$ ($18,9 + 14,7$) = 33,6 v. H.

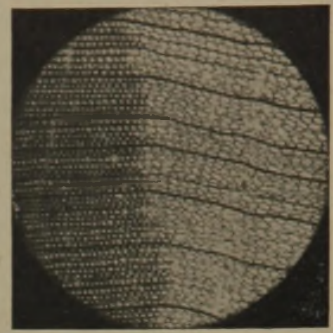
Das spez. Gewicht beträgt mithin $0,536 \cdot 1,5 = 0,804$.



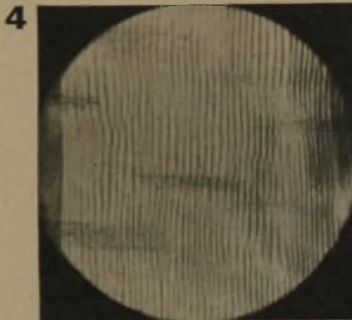
1 Rottannenholz (Hirnschnitt)



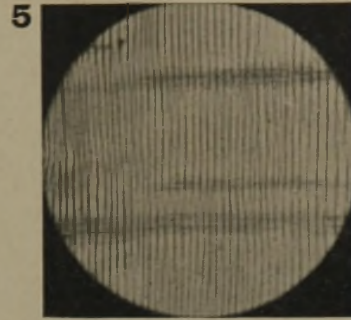
2 Weißtannenholz (Hirnschnitt)



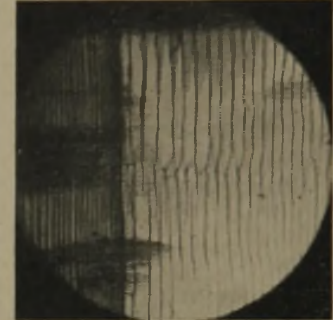
3 Lärchenholz (Hirnschnitt)



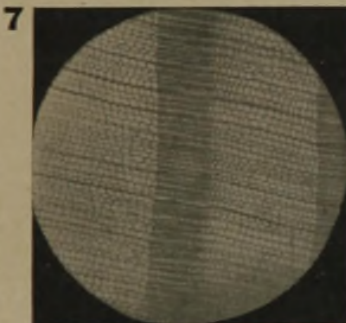
4 Rottannenholz (Längsschnitt)



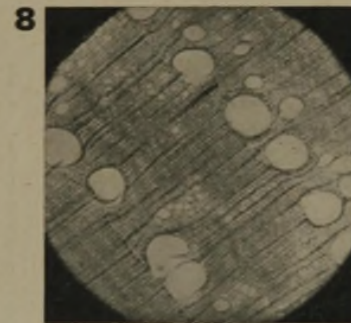
5 Weißtannenholz (Längsschnitt)



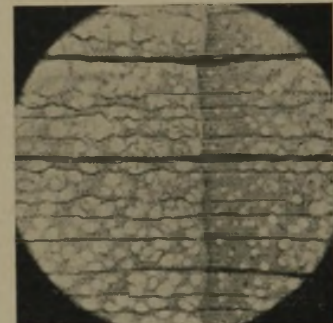
6 Lärchenholz (Längsschnitt)



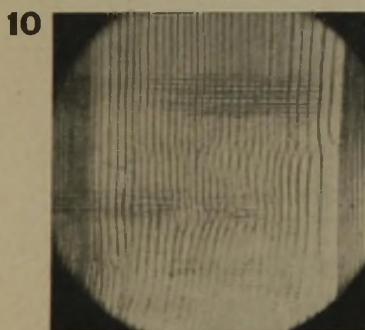
7 Kiefernholz (Hirnschnitt)



8 Eichenholz (Hirnschnitt)

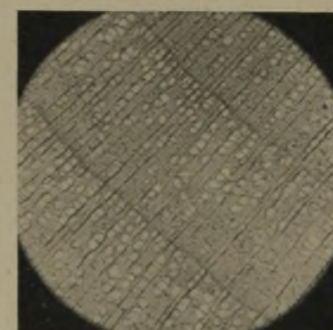


9 Buchenholz (Hirnschnitt)



10 Kiefernholz (Längsschnitt)

Mikroskopische Schnitte 45facher Vergrößerung. Hirn- bzw. Längsschnitte verschiedener Holzarten



11 Erlenholz (Hirnschnitt)

Das engringige Kiefernholz wird also durch seinen schwachen Bau weit hinter das Rottannenholz gedrängt und steht diesem an Tragkraft oft bedeutend nach.

Die vorgeführten Beispiele dürften bewiesen haben, daß die Festigkeit der Nadelhölzer nicht nur von ihrer Engringigkeit, sondern weit mehr von dem Vorhandensein einer festigenden Spätwachsmasse bedingt ist.

Die Biegefestigkeit ist weiterhin von der Länge der einzelnen Zellen und deren Verkettung abhängig,

worüber uns die vier folgenden Abbildungen belehren sollen. Sie stellen die Längsschnitte derselben Hölzer dar, die wir vorerst in ihrem Hirnschnitt betrachtet haben.

Abb. 4 — Das Rottannenholz hat Zellen, die durchweg 4 bis 5 mm lang und regelmäßig bis über ein Drittel sorgsam zerstreut verkettet sind. Sein Bruch ist immer langfaserig.

Abb. 5 — Das Weißtannenholz hat auch 4 bis 5 mm lange Zellen mit guter und abwechselnder Verkettung. Es zeigt daher immer langfaserigen

Bruch, und es hat sehr oft größere Tragkraft, als man bei seinem schwachen Bau vorausgesetzt hätte.

Abb. 6 — Lärchenholz hat bedeutend kürzere Zellen, die nicht einzeln und zerstreut, sondern in größeren Gruppen verkettet sind und zwar oft so, daß die Verbindungsstellen auf einer Höhe liegen. Die Tragkraft des Lärchenholzes ist dadurch sehr in Frage gestellt, und wir beobachten bei ihm meist einen ganz glatten Bruch.

Abb. 7 — Kiefernholz hat im Spätwuchs 5 bis 4 mm lange Zellen mit guter Verkettung, während im Frühwuchs kürzere Zellen vorhanden sind, deren Verkettung der beim Lärchenholz ähnelt. Die Biegefestigkeit des Kiefernholzes kann also nur eine mittlere sein, und sie ist von der vorhandenen Spätwachsmasse abhängig.

Wenn die bisher gebräuchlichen Untersuchungsmethoden den Nachteil aufwiesen, daß die Feststellungen immer nur mit voller Sicherheit bei dem tatsächlich untersuchten Holz vorlagen, während andere Hölzer derselben Art ganz andere Festigkeitsverhältnisse zeigten, so ließe sich sehr leicht der Vorwurf erheben, diese Unzuverlässigkeit habe auch der mikroskopischen Untersuchung an. Es wäre dies auch der Fall, wenn man die Untersuchungsergebnisse der einzelnen Holzarten verallgemeinern wollte. Ich denke auch nicht daran, die Forderung zu stellen, ein jedes Holz vor seiner Verwendung im Mikroskop zu betrachten. Was ich fordere, ist kurz folgendes: Der Holzverarbeitende Handwerker soll den Aufbau des Holzes aus mikroskopischen Beobachtungen kennen und dadurch in die Lage versetzt sein, das Verhältnis von Früh- und Spätwuchs, Dichtigkeit des Baues, spez. Gewicht und andere qualitätsverleihende Merkmale gefühlsmäßig festzustellen. Es reicht voll-

kommen, wenn der einzelne Handwerker in besonderen Kursen oder in Vortragsabendigen Gelegenheit hatte, bei mikroskopischen Untersuchungen mitzuarbeiten. Hierbei wird sich sein Auge schärfen, um manches zu sehen, was andere nicht sehen.

Laubhölzer werden bei uns kaum noch als Bauholz verwandt, da die tragfähigen Hölzer zu hoch im Preise stehen und die preiswerten in ihrer Tragkraft hinter guten Nadelhölzern zurückbleiben müssen. Dennoch sollen die nachfolgenden drei Hirschnitte uns Einblick in die Verschiedenheiten des Aufbaues der Laubhölzer geben.

Abb. 8 — Eichenholz, allgemein als das tragfähigste Laubholz anerkannt, hat wohl auffallend große Gefäße und Gefäßzellen, aber zwischen sie schieben sich gewaltige und vor Kraft strotzende Massen von Festigungszellen. Die Jahresringe sind nicht immer deutlich zu erkennen, und sie weisen bei gutem Wuchs große Ausmaße auf. Die Qualität wird auch beim Eichenholz von den Spätwachsmassen und der Dichtigkeit des Baues bestimmt.

Abb. 9 — Buchenholz weist deutliche Jahresringe auf und besonders im Spätwuchs finden wir einen dichten und überaus kräftigen Bau. Die zahlreichen Gefäße und Gefäßzellen unterbrechen den Holzkörper zu oft und sie mindern die Festigkeit erheblich.

Abb. 11 zeigt uns den leichten Bau des Erlenholzes, einer Holzart, die als Bauholz nicht in Frage kommt. Der ganze Aufbau verrät ein leichtes, schwammiges Holz, das sich kaum tragfähig erweisen könnte. Außer dem Erlenholz gibt es eine ganze Reihe leichter Laubhölzer, die sich zu anderen Zwecken recht gut verarbeiten lassen, die aber aus der Reihe der Bauhölzer ausscheiden müssen. —

VERMISCHTES

Ist es notwendig, in Eisenbetonplatten die Schubspannungen nachzuweisen? Im Entwurf der neuen Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton ist in § 20 gesagt, daß auch in Eisenbetonplatten die Schubspannungen τ_0 nachzuweisen sind. Diese Forderung halte ich für überflüssig und empfehle, bei Platten vom Nachweis der Schubspannungen aus folgender zahlenmäßiger Begründung abzusehen. Ich habe die hierzu notwendigen Formeln bereits i. J. 1906 entwickelt und in Nr. 21, III. Jahrg., 1906, der „Mitteilungen über Zement, Beton- und Eisenbeton“ der DBZ seinerzeit veröffentlicht. Jetzt ist es nur nötig, die heute geltenden Biege- und Schubspannungen in die Formeln einzusetzen.

$$\text{Aus den Beziehungen } \sigma_b = \frac{2M}{b \cdot x \cdot z} \text{ und } \tau_0 = \frac{Q}{b \cdot z}$$

läßt sich, wenn man $M = \frac{q \cdot l^2}{c}$ und $Q = \frac{q \cdot l}{2}$ setzt,

für τ_0 folgende Formel ableiten:

$$\tau_0 = \sqrt{\frac{3}{8} \cdot \frac{q}{10^4} \cdot \frac{c \cdot m \cdot \sigma_b}{3 - m}}$$

Hierin ist q die gleichmäßig verteilte Belastung in kg/m^2 , c der Nenner in der Momentenformel und $m = \frac{x}{h}$. Ist $\tau_0 \leq 6 \text{ kg/cm}^2$, so ist ein Nachweis der

Schubsicherung nicht nötig. Setzen wir diesen Wert in die obige Formel ein, so können wir ermitteln, bei welchen Belastungen diese Schubspannung erreicht wird. Es ist $q = \frac{9,6 \cdot 10^4}{\sigma_b \cdot c} \cdot (3 - m)$.

Ich habe verschiedene Werte für σ_b , m und c eingesetzt und die Resultate in folgender Tabelle zusammengestellt:

Die Belastungen, bei denen $\tau_0 = 6 \text{ kg/cm}^2$ erreicht wird, sind so hoch, wie sie als gleichmäßig verteilte Belastung bei Platten, außer bei Fundamentplatten, niemals vorkommen.

Man kann also davon Abstand nehmen, bei Platten mit gleichmäßig verteilter Belastung die größte Schubspannung auszurechnen. —

σ_e	σ_b	c =			
		8	10	15	18
1500	70	10 776	8 620	5 747	4 789
	60	14 000	11 200	7 467	6 222
	50	19 200	15 360	10 240	8 533
	40	28 500	22 800	15 200	12 667
1200	70	9 306	7 445	4 963	4 136
	60	12 000	9 600	6 400	5 333
	50	16 320	13 056	8 704	7 253
	40	24 000	19 200	12 800	10 667

Baurat Paul Gödel, Leipzig.

BRIEFKASTEN

Antworten aus dem Leserkreis.

Antwort auf Frage Arch. R. u. R. in W. in Nr. 2. (Dach über dem Abkocheraum einer Färberei.) Im vorliegenden Falle scheint mir die Anordnung eines Satteldaches mit oberer, gespundeter Schalung und Eindeckung mit doppellageriger Pappe die beste Lösung zu sein. Freilich werden Sie unterhalb des Daches noch eine wagerechte oder trapezförmige Decke, bestehend aus gespundeter Holzschalung und Bekleidung der unteren Seite mit einer Trockenplatte, wie etwa Lignat, Insulite, Heraklith usw., vorsehen müssen. Auf diese Decke bringt man eine Lage Torfplatten, Korkplatten oder auch Zostamatten und deckt das Ganze noch mit Isolierpappe ab. Zwischen Dach und Decke entsteht somit ein Hohlraum, in welchem in der Regel die Heizrohre untergebracht werden, so daß der betreffende Raum während der kalten Jahreszeit stets eine warme Lufttemperatur aufweist, wodurch die Schweißwasserbildung verhindert wird. Überall da wo Oberlichte zur Beleuchtung des Arbeitsraumes notwendig erscheinen, sind entsprechende, vom Dach bis zur Decke reichende Lichtschächte vorzusehen. Die betreffenden Oberlichter verseehe man auf dem Dache mit Drahtglas, während in der Deckenfläche ein dünneres Glas genügt. Dabei sind die inneren Schachtwände mit einem weißen Anstrich zu behandeln, um eine gute Beleuchtung des Arbeitsraumes zu erzielen. — Trotz aller dieser Maßnahmen werden Sie die unangenehme Tropfenbildung nur durch Anordnung einer sachgemäßen Entnebelung beseitigen können. Die betreffende Entnebelung soll so beschaffen sein, daß der Nebel unmittelbar an seiner Entstehungsstelle aufgefangen wird, also nicht erst in das Innere des Raumes eindringt. Es gibt Spezialfirmen, die sich mit dem Bau solcher Anlagen befassen, z. B. Sesam-Werk in Bad Harzburg-Bündheim. —

H r t.