

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 5. FEBRUAR 1927

Nr. 3

Der Hauptturm des Münsters in Ulm.

Von Oberbaurat a. D. Wundt in Stuttgart*).



Zu meinem gleichnamigen Aufsatz in Konstruktions-Beilage Nr. 14 vom 4. Juli 1925 möchte ich noch einige technische Bemerkungen machen, die als Erläuterung zum früheren der Rede wert sind und auch in weiteren Kreisen Interesse finden können. Zunächst über die Druckverhältnisse in den Grundbögen der östlichen Turmhälfte.

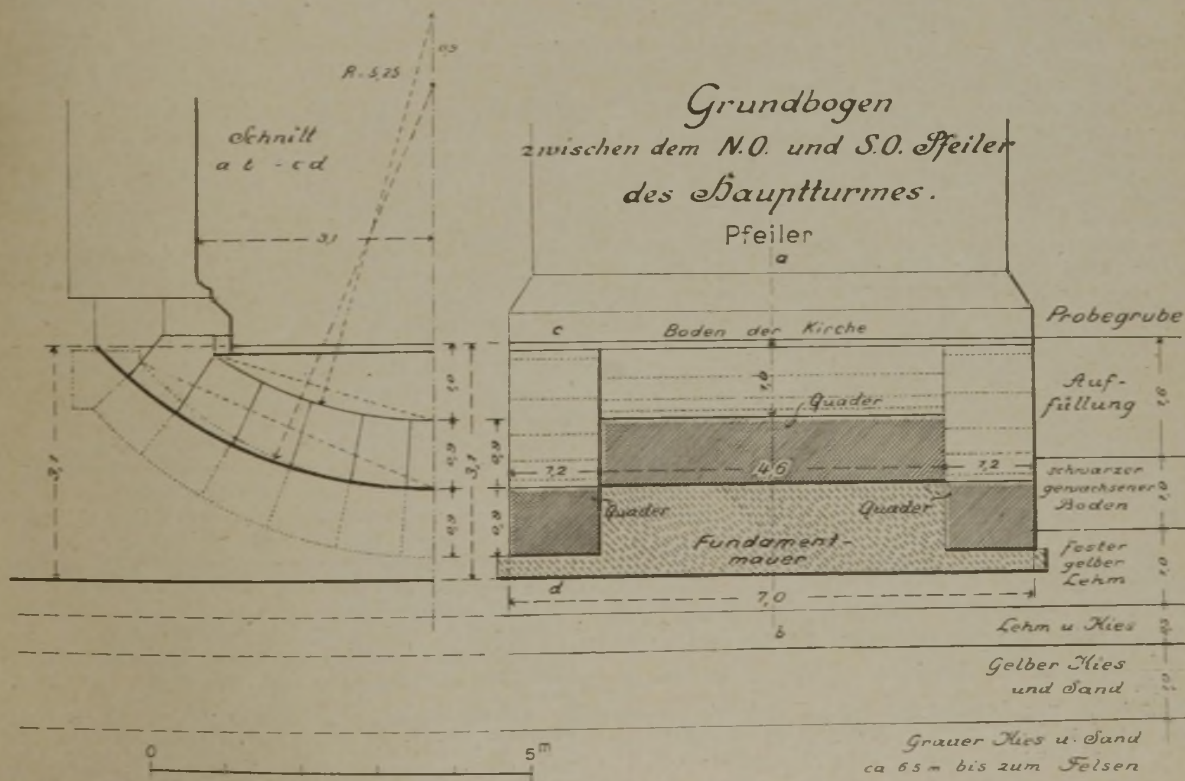
Die drei nebeneinander in verschiedener Höhenlage befindlichen Grundbögen des Hauptbaues (s. Abb. S. 107, 1925, die wir unten noch einmal beifügen) bestehen aus bestem sächsischen Granit, die einzelnen Quader sind auf das sorgfältigste geschliffen, und solches Material hat nach den Angaben von Bauschinger und von Bach sicher eine Bruchfestigkeit von 1000—1800 at. Nach der von mir angestellten Berechnung sind die Bögen, unter Voraussetzung der auch von Beyer angenommenen ganz gleichmäßigen Belastung des Untergrundes von 9.4 at, mit 80 bis 100 at beansprucht, könnten also mindestens 10- bis 18fache Sicherheit bieten. Nun sind bis jetzt ein Seitenbogen und der breite Mittelbogen erst in den letzten Jahren in einer Fuge angebrochen, ein Beweis, daß der eine Gewölbeteil durch seitliche Bewegung des nördlichen Pfeilers vom andern Gewölbeteil weggezogen ist und daß die Drucklinie überhaupt sich aus dem Gewölbe entfernt hat, mit andern Worten: das Zusammenwirken der Kräfte dort unten ist jeder Beurteilung entzogen.

Nun entsteht als nächste Frage: wie ist solcher Zu-

stand bei dem mächtigen Gebäude denkbar, ohne daß jetzt schon große Bewegungen im Mauerwerk, Brüche oder gar eine Beschädigung des Turmes stattfinden konnten? Diese Frage wird schon manchen Baumeister der vielen im Untergrund schadhafte Kirchen in seinem Innern schmerzenvoll bewegt haben: wohl immer ohne Erfolg. Der 100 m hohe Campanile von San Marco in Venedig stürzte am 14. Juli 1902 ein, nachdem er am Tage vorher von einer hohen Kommission erster Architekten und Ingenieure für gesund erklärt worden war. Noch heute kennt man nicht den Grund des Einsturzes mit Sicherheit. In Straßburg kündigte sich die Bedrohung an den überlasteten und schlecht gegründeten Pfeilern wenigstens durch allerwärtiges Brennen der Fugen an derart, daß bei leichtem Schlag schon Splitter und Lappen wegflogen. Es war bekannt, daß zum Teil ganz verfaulte Pfähle unter dem Turm standen und daß das neuere Fundament der gotischen Zeit in denkbar pfuscherhafter Weise auf ein altes römisches aufgesetzt war. Von alledem ist in Ulm außer einigen Rissen, dem Bruch des Grundbogens und Überhängen des Turms nichts zu bemerken. Die Druckinanspruchnahme des Mauerwerks ist, unter Berücksichtigung der Trägheitsmomente, über der Fundamentsplatte etwa 28 at, in 60 m Höhe über derselben etwa 20 at, also für gutes Mauerwerk ganz normal und zulässig. Die Ursache der Beschädigungen kann also nur im Untergrund liegen, wohl infolge von dessen Überlastung.

Man kann nun die Frage stellen, ob nicht etwa vermorschte Holzpfähle den Anlaß zu den erst neuerdings eingetretenen Bewegungen im Untergrund abgegeben haben. Dem widerspricht Folgendes:

* Anmerkung der Schriftleitung. Die Ausführungen liegen bei uns schon seit längerer Zeit, konnten aber wegen Raumangel nicht veröffentlicht werden.



Reste von Pfählen sind überhaupt noch nicht beobachtet worden. Der Mönch Felix Fabri aus der Schweiz, der 1477/80 — also 100 Jahre nach dem Beginn des Kirchenbaues — einen „Tractatus de civitate Ulmensi“ geschrieben und darin eine Bemerkung über alte Pfähle gemacht hat, wird als ein unzuverlässiger Chronist prädiert, bei dem große Vorsicht anzuraten sei. Beyer und seine Bauleute hätten doch auch im Jahre 1878/79, da die Fundamente überall bloßgelegt waren, etwa vorhandene Pfähle bemerken müssen. Davon ist aber in dem damaligen Untersuchungsprotokoll keine Andeutung (s. Münsterblätter Heft II 1880, S. 73/75).

Die im Zusammenhang mit dem Faulen von Pfählen angenommene Senkung des Grundwassers ist nicht recht wahrscheinlich, da zahlreiche uralte Ziehbrunnen um das Münster ihr Wasser aus 9—13 m Tiefe erhielten, somit der Grundwasserstand gegen früher nicht wesentlich gesunken sein kann. Ferner macht der Lehm-, Kies- und Geröll-Untergrund, dem jedes größte Haus, nur nicht der mächtige Turm, ohne besondere Vorsicht anvertraut werden kann, einen so festen Eindruck, daß die Alten, die ohnedies eine Antipathie gegen das Pfahlschlagen hatten, in Ulm gewiß nicht an diese Befestigungsart dachten. Das Grundwasser befindet sich derzeit 9,3 m unter dem Boden der Kirche.

In letzter Zeit ist beim Münster ein Bohrloch niedergetrieben worden, in dem meine früheren Vorausberechnungen, die Reihenfolge von Lehm-Letten, Kies und Gerölle, sowie die Tiefe des festen Felsens unter dem Erdboden in etwa 10,6 m sich vollständig bestätigt haben. (S. Schwab. Merkur 1924, Nr. 279, und die Dtsch. Bauztg. 1925, Konstr.-Beil. Nr. 14.)

Hiernach ist zunächst nötig: genaue Untersuchung wenigstens der östlichen Turmfundamente, sodann sichere Beseitigung der gefundenen Schäden nach einem von Sachverständigen ausgearbeiteten Plan.

Die Vorstellung von den Verhältnissen im Untergrund kann allgemein nur die sein, daß nach dem Bruch der Bögen die Mauerwerksteile sich gegenseitig stützend wieder zusammengefunden haben, eine Art neuer roher Stützbögen bilden und so den Zustand notdürftig aufrecht erhalten. Wir sagen notdürftig, denn die ganze Sachlage hat wenig Tröstliches an sich: sie entspricht eben einem labilen Gleichgewicht, das jederzeit in eine Katastrophe übergehen kann, sobald auch nur ein kleiner Mauerteil wieder in Bewegung kommt. Gnauth hat für Straßburg eine ähnliche Anschauung geäußert.

Es ist sehr zu bedauern, daß von der Sachverständigen-Kommission d. J. 1881/82 keinerlei statische Überlegungen und Berechnungen auf uns gekommen sind. Bauschinger, der Meister in Mechanik und graphischer Statik, hätte darüber Auskunft geben können, ebenso Weyrauch, der damals an der Hohen Schule zu Stuttgart lehrte. Sicher wäre man dann auf andere Gedanken gekommen als auf den unglücklichen dreiteiligen Bogen, dem zugemutet wird, in diesem von alten Gebäuderesten durchsetzten Untergrund eine gleichmäßige Verteilung des enormen Turmgewichts zu vermitteln zwischen den beiden östlichen Pfeilern, die sich notorisch von jeher etwas in Bewegung befunden haben. Durch irgendeine Urkunde also in die Gedankengänge der älteren Sachverständigen eindringen zu können, wäre für die Neueren sehr von Wert gewesen, denn das vorhandene Protokoll ist zu mager, als daß daraus das Für und Wider technischer Anschauungen zu erkennen wäre.

Wir kommen zu einem weiteren Punkt unseres Themas, nämlich zu einer Betrachtung über die Bewegung unseres Turmes durch die Wirkung des Windes.

Diese Wirkungen können von zweierlei Art sein:

1. statische, herrührend von einer wiegenden Bewegung des Turmes und seiner Abschnitte auf ihren Lagerflächen. Sie wird hervorgebracht durch starke, gleichmäßige Winde.

Die statische Bewegung des Turmes ist abhängig von der elastischen Zusammendrückbarkeit des Mauerwerks, die sich berechnet zu 0,32 cm ($E = 50\,000$).

Diese 0,32 cm werden anzunehmen sein als Wirkung des Drucks am Rande der Mauerschicht über der Fundamentplatte, also in der Entfernung 21,37 m vom neutralen Drehpunkt der Grundplatte. Auf den 160 m hohen Turm übertragen ergibt sich die Bewegung von dessen Spitze zu $\frac{0,32 \cdot 160}{21,37} = 2,2$ cm. Der Elastizitätsmodul ist hier zu

50 000 statt den von Bauschinger angegebenen 22 000 eingestellt, da die Qualität des Turmmauerwerks bei der statischen Bewegung doch höher als die des von B.

untersuchten Stückes anzunehmen sein wird. Immerhin zeigt sich hier schon, wie schwankend die Berechnung der Turmausschläge aus dem Elastizitätsmodul und umgekehrt sein kann.

2. Dynamische Bewegungen, die sich durch eine elastische Biegung, ev. Verdrehung des Turmes bemerklich machen unter der Wirkung starker Windstöße. Sie sind die im Ausmaß etwa 3—4mal größeren und mehr gefürchteten. Als Beispiele für diese Bewegungen kann auf den Vorgang sehr hoher Schornsteine zurückgegriffen werden, von denen einige neue, gut beobachtete angeführt seien:

Bei dem 140 m hohen Schornstein der Halsbrücker Zeche in Freiberg i. S. wurde ein Ausschlag von 17 cm beobachtet (s. Hüppner), ein ganz neuer Eisenbetonschornstein des Oppauer Werks bei Ludwigshafen von 100 m Höhe zeigte in 77,5 m Höhe 6 cm, an der Mündung 8,2 cm Ausschlag, wozu noch 3,5 bis 4,5 cm als statische Bewegung kämen (s. K. Döring, Berechnung hoher Schornsteine 1925 bei Springer). Die Angabe für einen 165 m hohen Schornstein in Japan (Saganoseki) von einem Ausschlag von 30 cm, der sich zuletzt bis zu 2,4 m gesteigert haben soll, wird mit Vorsicht aufzunehmen sein (s. Jahr, Berechnung von Fabrikschornsteinen).

Daß die Bewegungen dieser sehr hohen, schlanken und daher mehr beweglichen Bauwerke nicht ohne weiteres auf einen so massigen Turm wie den Ulmer angewendet werden dürfen, ist selbstverständlich. Sie sollen auch nur einen Anhalt für die zu erwartende Größenordnung des Ausschlages bieten. Richtige Zahlen sind natürlich nur aus genauen und längeren Beobachtungen, die ihre Schwierigkeiten haben, zu erkennen. Für Ulm ist zu diesem Zweck, wie man hört, die Aufstellung von 2 selbstregistrierenden Seismographen durch Prof. Meinke in etwa 100 m unter der Spitze beabsichtigt.

Stellt man sich nun den Turm als einen senkrechtstehenden, am unteren Ende fest eingespannten, dazwischen belasteten Stab vor, so lassen sich für ihn bei annähernd wagerecht streichendem Wind die bekannten Formeln für die Abbiegung des eingespannten Balkens nach der elastischen Linie anwenden. Werden in den Formeln mehrere Werte des Elastizitätsmoduls nach gesicherten Vorgängen und nach Abwägung aller Einflüsse eingesetzt, so erzielen sich die Werte der Abbiegung selbst, deren Mittel dann der Wirklichkeit möglichst nahekommen kann. Bemerkte sei noch, daß der Winddruck für die statische Bewegung sehr stark, nämlich mit 300 kg/qm, die Windfläche sehr reichlich unter Einbeziehung aller anhängenden Bauteile, (Pfeiler, Fialen) angenommen worden sind. Hiernach

| | |
|--------------------|----------|
| Winddruck | 585 t |
| Gewicht des Turmes | 50 000 t |

beide im Schwerpunkt 57 m über dem Plattenboden der Kirche angreifend. Die Resultante schneidet die Fundamentplatte in 0,7 m Abstand vom Lot in der Windrichtung. Nach der Rechnung, die hier ihrer Einfachheit wegen nicht durchgeführt werden soll, wird man für den Ulmer Turm

in 100 m Höhe etwa 1,4 cm statische, 4,6 cm dynamische in 160 m Höhe etwa 2,2 cm statische, 9,2 cm dynamische zusammen also im Maximum etwa 11,4 cm Bewegung erwarten dürfen. Mit diesen Werten ergibt sich der Elastizitätsmodul E zu 50 000 at. Die Versuche von Bach und Bauschinger geben zum Teil höhere Zahlen, bis zu 300 000. Doch hat der letztere ein Stück alten Mauerwerks vom Ulmer Münster selbst untersucht und für dasselbe gefunden bei einem Druck von 15 at $E = 22\,000$ at bei einem Druck von 7 at $E = 16\,000$ at*).

auch Hüppner berechnet aus den beobachteten Schwingungen 20 000 bis 25 000 at für seine Esse.

Hüppner und Döring konnten mit beobachteten Windgeschwindigkeiten von nur 16 bzw. 18,5 m/sek = 40 kg/qm rechnen. Wir legen für unseren Zweck $v = 35$ m/sek = 150 kg/qm („starker Sturm“ nach der offiziellen Skala) zugrunde.

Aus Norddeutschland wird im Monat Dezember 1925 von Windstößen von 31 m/sek = 100 kg/qm Geschwindigkeit berichtet, die gewaltige Verheerungen an Gebäuden, Schornsteinen und Türmen angerichtet haben.

Eine scharfe Trennung der statischen und dynamischen Bewegungen ist natürlich nicht möglich. Die angenommenen Schwingungswerte, die das Mittel aus mehreren Berechnungen sind, haben aber auch nach Beob-

*) Siehe Bauschinger, Mitteilungen, Heft 18, S. 21 und Lang, Schornsteinbau, 2. Heft, S. 124. Hüppner, Jahrbuch für Berg- und Hüttenwesen in Sachsen 1890. Döring, Berechnung hoher Schornsteine, Berlin 1925, wo die Berechnungen sehr anregend durchgeführt sind. —

achtungen an Schornsteinen immerhin eine Wahrscheinlichkeit für sich, trotzdem die Werte zu E für Mauerwerk sehr schwankend sind. Ob die künftigen Beobachtungen eine schärfere Berechnung, damit auch eine sicherere Feststellung der in den einzelnen Mauerwerksschichten vorhandenen Druckverhältnisse ermöglichen, ist fraglich. Ebenso fraglich bleibt weiter noch die aus diesen Beobachtungen erhoffte Beurteilung der Haltbarkeit einzelner Mauerteile sowie Voraussicht von etwaigen baulichen Zufällen. Da jedoch Döring neuerdings so interessante Ergebnisse aus seinen Schwingungsbeobachtungen errechnet hat, mag auch in Ulm manches erwartet und die Einrichtung der Seismographen begrüßt werden.

Dabei ist Folgendes zu bemerken: Der Vergleich des Turmes mit einem homogenen elastischen Stab ist natürlich wenig zutreffend; bei Schornsteinen noch eher, doch aber nur ein Notbehelf. Bei Türmen können auch einzelne Teile, namentlich die oberen Abschnitte, der Helm usw. durch den Wind und Stürme für sich in Schwingung geraten, was bei der Rechnung kaum in Berücksichtigung kommen kann. Es können mit einem Wort Ausschläge auftreten, besonders wenn sich die Windstöße rhythmisch folgen, die durch ihre Größe überraschen, ohne von dem ganzen Gebäude herzurühren. Abweichungen von der Berechnung können sicher eintreten und man kann sagen: wir wissen zur Zeit von dem Schwankungszustand unseres Turmes eigentlich wenig, aber das sicher, daß neben manchen anderen Ursachen diese Bewegungen der großen Masse auf dem ohnedies schadhafte Fundament von

jeder schlimmen Einfluß haben konnten und der Turm daher einer genauen Untersuchung, dann, nach Befund, einer Stützung dringend bedarf. Dringend und tiefgreifend, nur keine vorübergehende Reparatur und Maskierung der Schäden! Gnauth hat für seinen Straßburger Turm drei Programme ausgearbeitet: mit einer tüchtigen Reparatur beginnend und aufsteigend zum gewaltigen Umbau der Fundamente, der 10 Jahre dauerte. Er hat das weitestgehende gewählt und durchgesetzt, nun zum Lobe der — leider französischen — Nachwelt. So soll in Ulm auch vorausschauend vorgegangen werden, denn man mag über die neuere Denkmalspflege denken wie man will: hier in Ulm steht ein unvergleichlich schönes Bauwerk, das der Befestigung harret. Würde die allgemeine Beihilfe bei diesem Notwerk versagen — wo man doch so viel für andere Zwecke übrig hat! — es wäre ein Vorwurf und Schmerz für alle Zeiten! Es ist natürlich schwer und unbequem für das Publikum und alle Beteiligten, sich in die Tatsache solcher Bauschäden und deren Beseitigung hineinzudenken. Aber man liest in den Zeitungen von Mainz, daß dort die Fundamente des Doms in letzter Zeit in einem schreckenerregenden Zustand befunden wurden und gewaltige Kosten zur Reparatur erfordern würden. Frage: Wäre die dortige Kirchengemeinde jetzt nicht recht erfreut und dankbar, wenn ihr schon vor 20 Jahren ein dringender Mahnruf erteilt und sie damals schon auf Vorbeugung gegen die absehbaren Übel gedrungen hätte? Auch in Straßburg wären durch eine frühere Hilfe viel Mühe, Sorgen und Geld erspart worden. —

18. Hauptversammlung des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik.



Der Deutsche Verband für die Materialprüfungen der Technik hatte zu seiner Hauptversammlung, die am 3. und 4. Dezember v. J. in Berlin stattfand, einen großen Teil der Kräfte zusammengeführt, die in erster Linie berufen sind, auf dem Gebiete der Stoffkunde die Hauptarbeitsgebiete wissenschaftlicher Forschung, Prüfung und Auswertung der Ergebnisse für die praktische Verwendung zu fördern. Man gewann den Eindruck, daß die von den Aufgaben berührten Industrien und die wissenschaftlichen Verbände sich dafür einsetzen, daß zielbewußte und geordnete Arbeit geleistet wird.

Seinem Arbeitsgebiet entsprechend, das alle Werkstoffe der Technik, sowohl die Baustoffe als auch die Betriebsstoffe und Verbrauchstoffe umfaßt, gingen neben der eigentlichen Hauptversammlung eine Reihe von Fachsitzungen her, über die im Organ des Verbandes und in den besonderen Fachzeitschriften zu berichten ist.

Im Rahmen der Hauptversammlung, zu der Vertreter der Behörden, der Hochschulen und Institute, der wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Verbände und der Industrie erschienen waren, konnten naturgemäß Einzelfragen nicht behandelt werden und es zeigte sich durch die Wahl der Tagesordnung das Ziel, die allen Fachgebieten gemeinsamen, heute besonders wichtigen Fragen eingehender zu erörtern.

An einer Besichtigung des Staatl. Materialprüfungsamtes zu Berlin-Dahlem nahmen etwa 300 Herren teil, denen durch die Leiter der verschiedenen Abteilungen ein Einblick in das Arbeitsgebiet und in die Arbeitsweise des Amtes gegeben wurde. An die Besichtigung des Amtes reihte sich der Besuch des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Metallforschung an, das die zur Zeit vollkommenste Röntgenanlage für Materialprüfung besitzt.

Am Nachmittage waren über 400 Teilnehmer zu den wissenschaftlichen Verhandlungen im Hause des Vereins deutscher Ingenieure vereint. Der Vorsitzende des Verbandes, Generaldir. Dr.-Ing. E. h. C. Kötting, begrüßte besonders die Vertreter des österreich. und des schweiz. Verbandes für die Materialprüfungen der Technik und die erschienenen Mitglieder aus dem Auslande. In seiner Eröffnungsrede wies er dann darauf hin, daß es heute mehr als früher Aufgabe der wissenschaftlichen Forschung sei, sich der Stoffe des täglichen Bedarfs anzunehmen. Der bevorzugten Behandlung der eigentlichen Konstruktionsstoffe ist es zuzuschreiben, daß andere wirtschaftlich sehr bedeutende Stoffgebiete uns heute noch erhebliche Schwierigkeiten in bezug auf Herstellung, Verarbeitung und Verwendung bereiten. Es wird eine Aufgabe der allernächsten Zeit sein, hier die wichtigen Fragen herauszuschälen und, hoffentlich unter maßgeblicher Beteiligung der daran interessierten Industrien, die forschende Tätigkeit und die Prüfung der Stoffe zu fördern.

Im Anschluß an die Eröffnungsworte gab Dr.-Ing. O. Petersen davon Kenntnis, daß der Verein deutscher Ing. die Werkstofffrage für wichtig genug erachte, um ihr eine Tagung in großem Rahmen zu widmen. Diese Tagung, die in Verbindung mit den maßgebenden Fachverbänden in Berlin im Oktober 1927 veranstaltet wird, hat die Aufgabe, zu zeigen, daß die durch den Krieg veranlaßte Wirtschaft mit Ersatzstoffen endgültig abgetan ist und daß die deutsche Industrie sich mehr denn je auf die Erzeugung von Werkstoffen eingestellt hat, deren Güten einwandfrei bestimmt und auf Grund wissenschaftlicher Forschung und Bewährung in der Praxis für jeden Verwendungszweck ausgewählt sind. Es soll in einer Schau gezeigt werden, welche Stoffe die erzeugende Industrie heute zu liefern imstande ist, welche Eigenschaften die Stoffe haben, wie sie geprüft werden und was für zweckmäßige Behandlung und Verwendung anzustreben ist. Es wird eine anonyme Ausstellung sein, d. h. die Stoffe werden ohne Angabe des Herstellers und nach Auswahl der beteiligten Verbände so dargeboten werden, daß ohne Einschränkung ihr Wert nach ihren nachweisbaren Eigenschaften erkannt werden kann. In den während der Dauer der Tagung stattfindenden Werkstoffvorträgen sollen Wissenschaftler, Erzeuger und Verbraucher ihre Erfahrungen austauschen. Es ist somit letzten Endes die ganze Veranstaltung auf gegenseitige Verständigung zwischen Erzeugern und Verbrauchern abgestellt, die von Nutzen sein wird.

Im weiteren Verlauf der Verhandlungen gab eine Berichterstattung der Obleute der einzelnen Fachausschüsse einen Einblick in die mannigfaltige Arbeit des Verbandes. Es zeigte sich darin besonders, wieviel Forschungstätigkeit und sorgfältig vorbereitende Kleinarbeit notwendig ist, ehe für die Praxis verwertbare Ergebnisse sich aus den Arbeiten herauschälen lassen. In dem ersten der Vorträge gab Prof. Dipl.-Ing. K. Memmler, Dir. im Staatl. Materialprüfungsamt zu Berlin-Dahlem, einen Überblick über die geschichtliche Entwicklung internationaler Arbeiten auf dem Gebiete der Materialprüfung.

Im zweiten Vortrage berichtete Dr. M. Polanyi, Dahlem, über den „Aufbau der Materie im Lichte der Röntgenstrahlen“. Die Entdeckung von Laues wurzelt in dem Glauben an zwei Hypothesen der Physik. Einerseits nahm er an, daß die Röntgenstrahlen eine Art Licht sind, dessen Wellenlänge etwa zehntausendmal kürzer sei als die des sichtbaren Lichts, also etwa ein zehnmillionstel Millimeter beträgt. Andererseits fußte er auf der Annahme, daß der gesetzmäßige Bau der Kristalle auf einer eigenartigen Anordnung der Atome und Moleküle beruhe, die man als Gitterstruktur bezeichnet. Diese Gitterstruktur sollte wie ein regelmäßiges Netz gebaut sein, in dessen Knotenpunkten Atome oder Moleküle sitzen. Die Maschenweite des Gitters berechnet sich ebenfalls auf theoretischer Grundlage zu etwa dreimal ein zehnmillionstel Millimeter. Die Idee von Laues war nun die, daß, wenn

Röntgenlicht durch ein solches Netz hindurchgeht, eine Abbeugung der Röntgenstrahlen eintritt, aus der ein quantitativer Zusammenhang zwischen Wellenlänge der Röntgenstrahlen und Abstand der Atome im Gitternetz erschließbar würde. Die schlagende Bestätigung dieser Schlußfolgerung hat es ermöglicht, ein wissenschaftliches Gebäude aufzurichten, dessen grundlegende Methoden die Beugungserscheinung der Röntgenstrahlen am Kristallgitter sind und das einen umfassenden Einblick in den Feinbau der Materie gewährt hat. Rückschlüsse auf die Natur der chemischen Kräfte, auf Zustandsänderungen in festen Körpern bei Erhitzung und Verformung werden in den letzten Jahren immer weiter ausgebaut.

Im Anschluß hieran berichtete Dr.-Ing. G. Sachs, Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung, Berlin-Dahlem, über die Auswertung physikalischer Erkenntnisse in einem Vortrage: „Struktur und technische Eigenschaften der Werkstoffe“. Er zeigte an Beispielen, wie sich die Röntgenstrahlen für die Materialuntersuchung auf den verschiedenen Stoffgebieten nutzbar machen lassen. Es ist heute möglich, beim Durchleuchten der Metalle Fehler im Stoff zu erkennen und weiter wichtige Schlüsse auf die Bearbeitung, den Zustand und die Eigenschaften des Materials zu ziehen. Die Röntgenologie ist also ein brauchbares, wichtiges Hilfsmittel der Materialprüfung.

Briefkasten.

Antworten aus dem Leserkreis:

Zur Anfrage F. R. in H. in Nr. 20/1926. (Insekten im Fußboden.) Die Konservierung des Fußbodens aus Holz zum Schutze gegen Zernagen durch Insekten (Holzwespen). Größere eingenaigte Löcher werden zweckmäßig mit einem breiigen, möglichst bituminösen Kitt, z. B. Asphaltkitt bzw. Magnesia-kitt, verfüllt. Sonst gilt es, die Holzfasern mit nachhaltigem Schutzanstrich zu überziehen.

Zur Bekämpfung des Ungeziefers im Holze erhält dieses nachwirkend imprägnierendes Anstrich, z. B. mit Fluid.

Höntsch-Fluid, eine ölige, giftfreie braune Flüssigkeit, als Produkt der Holzdestillation mit dem Holze verwandt, wirkt an diesem antiseptisch und porenverschließend und dringt, ohne sie zu verstopfen, in die Holzfasern ein. Es ist somit als Schutzanstrich, u. a. an Holzdielen, Belägen, Pflaster usw. gegen mancherlei zerstörende Einwirkungen (u. a. von Insekten) bewährt und wird zu deren vorheriger Verhütung bzw. Vertreibung mit Pinsel oder Spritze aufgetragen.

Anders ist auch das von den Insekten befallene Holz (wie sonst bei Wurmfraß) mit mehrmaligem Anstrich von Seifensiederlauge (mit Fett eingekochtem Ätznatron) und von Kochsalz (26 R.-T. Lauge : 3 R.-T. Salz) oder von Karbolsäure zu schützen, oder mit einem Schwammverhütungsmittel, z. B. geruchlosem „Raco“ zu etwa 2 v. H. (mindestens) mit je 0,1 kg für 5 l Lösung auf etwa 40 qm (von R. Avenarius & Co., Stuttgart) zu bestreichen. — Kropf, Cassel.

Zur Anfrage W. K. in H.-L. in Nr. 23/1926. (Dichtungs-Anstrichmittel.) Zu dichtendem Anstrich von Tunnel- und Schachtanlagen aus Beton eignet sich z. B. ein farbloses Anstrichmittel „Arzet“ als wasserabdichtend an deren porösen durchlässigen Wandungen. Dasselbe wird streichfertig geliefert, gründlich verrührt, zwei- bis dreimal an den Flächen aufgetragen, so daß alle Poren gut benetzt werden, und trocknet normal in 24 Stunden. Dieses Anstrichmittel ist bewährt u. a. bei den Deutschen Solvay-Werken A.-G., bei der Harpener Bergwerks-A.-G. usw. Zum Schutze gegen Säure (anlässlich deren Bildung etwa durch Oxydieren des vorkommenden Schwefels könnte Überzug mit säureabweichendem Asphalt-Isolierlack dienen.

Außerdem eignet sich zu wasserabdichtendem Überzug der Tunnel- und Schachtwandungen auch Torkret-Feinbetonmasse, die mittels Gebläses und Preßluft (oder Dampfdruck) mit großer Kraft von 3 bis 6 at Überdruck an den wasserdurchlässigen Flächen angespritzt wird; diese bildet demzufolge einen steinharten Überzug von jeweils, bei geeigneter Wahl der Mischung, beliebig erzielbarer Härte und Dichtigkeit als dünnen, fast reinen Zementfilm (nach Abschneiden aller größeren Massenteile durch Rückprall) zu festem Verband sowie luft- und wasserdichtem Porenverschluß des Betonbaus.

Entsprechendes Verfahren ist nach Ausweisen der Allgemeinen Torkret-G. m. b. H., Berlin S 42, u. a. an Bergwerkschächten und Pumpstollen, in Tunneln an deren zerstörtem Mauerwerk als brauchbar bewährt. — Reg.-Bmstr. Kropf.

Zur Anfrage P. H. in St. in Nr. 25/1926. (Flecken auf Holzfußboden.) Bei den dort zutage tretenden schwarzen Flecken in dem gestrichenen Holzfußboden dürfte die Entstehungsursache auf feuchtes Material, d. h. auf feuchten Lehmauftrag oder auf den nicht genügend ausgetrockneten Holzfußboden zurückzuführen sein. Vielleicht handelt es sich um Stockflecken, die sich infolge der Feuchtigkeit jetzt bemerkbar machen. Wenn sich die schwarzen Stellen auf dem gestrichenen Fußboden zeigen, so kann der Anstrich wohl nicht deckend sein, denn in diesem Falle würde man doch die Flecken auf dem Fußboden nicht sehen. Hieraus schließe ich, daß der Dachgeschoßfußboden lasiert, d. h. mit einem durchsichtigen Lasierüberzug versehen ist. Sie müssen nun zunächst feststellen, ob die Flecken sich nur an der Oberfläche befinden oder ob sie sehr tief in das Holz eingedrungen sind. Falls ersteres der Fall sein sollte, dann wäre

Über „Organisation der Materialprüfung in Verbraucherbetrieben“ sprach Dr.-Ing. E. h. Schulz, Dortmund. Die Prüfungsanstalt ist ein organischer Bestandteil des Betriebes. Auch beim Erzeuger ist die Prüfungsstelle als Abnahmeort für die eigenen Erzeugnisse der verschiedenen Abteilungen anzusehen. Außerdem fällt ihr die Aufgabe zu, alle von anderen Stellen bezogenen Werkstoffe zu prüfen, und es ist keine Abteilung von der Tätigkeit des Laboratoriums unabhängig. Der Stoffprüfung fallen nicht nur die Aufgaben zu, die Abnahmeprüfung laufend zu besorgen, sondern sie ist in hervorragendem Maße geeignet, die Betriebsleitung zu unterstützen, Fehler in der Fertigung aufzudecken, die Betriebsingenieure zu beraten, die Lieferungen des eigenen Werkes zu überwachen und in gleicher Weise die Abnehmer aufzuklären und mit ihnen zu beider Nutzen zu arbeiten. —

In den Räumen des Vereins deutscher Ingenieure hatte der Verband eine Ausstellung der Meßmittel für Festigkeitsuntersuchungen veranstaltet. Eine große Zahl der allgemein verwendeten Vorrichtungen war ergänzt durch Sonderausführungen für besondere Zwecke von betriebsmäßiger Ausführung und von höchstem Feinheitsgrad. An der Ausstellung waren die Prüfmaschinenfabriken, die optischen Anstalten und die wissenschaftlichen Institute in gleicher Weise beteiligt. —

ja die Beseitigung schon durch Auftragen eines deckenden Anstriches möglich, sofern die Flecken aber durch und durch gehen, gibt es nur ein Mittel, und das ist das Entfernen des Fußbodens bzw. der fleckigen Bretter und Ersetzen durch neues und gesundes Material. Vor dem Einbringen müssen Sie natürlich darauf achten, daß vor allen Dingen der Lehmauftrag gut trocken ist. — h.

Zur Anfrage W. S. in K. in Nr. 1 (Verbindung von Kirchturm mit Hochbehälter) teile ich mit, daß ich im letzten Sommer im Auftrag des Kultusbauamts Heidelberg unter der Kuppel des aus dem 16. Jahrh. stammenden Turms der Stiftskirche in Sinheim an der Elsenz einen Wasserbehälter in Eisenbetonkonstruktion eingebaut habe. Dieser dient zur Wasserversorgung der in dem früheren Stift eingerichteten Fürsorge-Erziehungsanstalt. — A. Altenbach, Heidelberg.

Zur Anfrage Arch. M. B. in B. in Nr. 1. (Estrich in Plattenform unter Linoleum.) 1. Die Herstellung einer praktisch brauchbaren wärmehaltenden und schalldämpfenden Unterlage für Linoleum braucht durchaus nicht in Plattenform zu geschehen, sondern ebenso gut bewährt hat sich auch Estrich in seinen verschiedenen Abarten. Letzterer erscheint sogar besser und zwar insofern, als er an seiner Oberfläche viel glatter und flächenebener gestaltet werden kann als der Plattenbelag, wodurch das Linoleum eine wirklich tadellose Auflage vorfindet. Schnell herstellbare Unterlagen gibt es nun verschiedene Arten, es kommt ganz darauf an, welchen Preis man anlegen möchte und wie groß die in Betracht kommende Fläche ist. Bewährt hat sich zum Beispiel: Estrich in Form von Steinholz, dann aber auch Korkestrich in 10—12 mm Stärke. Von Platten- oder Steinbelägen wären Korkesteinplatten zu nennen, die entweder in Korksteinkitt, Spezialklebmasse oder in Pech verlegt werden. Schließlich sei noch auf Torfoleumplatten hingewiesen. In allen Fällen dürfte es zweckmäßig sein, auf die vorhandene Massivdecke vor dem Auftragen des Belages eine Isolierpappe aufzulegen. Bezugsquellen dieser Materialien finden Sie auch im Inseratenteil der „Deutschen Bauztg.“ — H.-N.

2. Den Estrich, den Sie mit Ihrer Anfrage bezeichnen, stellen wir her. Unser Produkt, die geeignetste Unterlage für Linoleum, Parkett oder Steinholznutzschicht, ist mit Tektondielen nicht zu vergleichen, da der Verlegevorgang ein anderer ist. Auf unseren Patent-Falzplattenestrich können Sie in wenigen Tagen Linoleum aufbringen lassen. Wichtig ist vor allem, daß mit unserem Estrich der höchste Grad von Schallsicherheit erreicht wird, ohne daß eine Kork- oder Torfplattenisolierung angewandt werden muß. Wir sind auf Anfrage zu weiterer Auskunft gern bereit. — G. C. Flegel & Co. Nachfl., Cottbus.

3. Ich schlage die Herstellung eines 15 mm starken Estrichs aus Gußasphalt vor. Dieser wird sich teurer stellen als die sonstigen Estricharten. Das Linoleum kann aber sofort darauf verlegt werden. Durch Einstreichen einer feinen Sandbestäubung erhält der Asphaltestrich eine etwas rauhe Oberfläche, so daß der Linoleumkitt gut haftet. Asphalt ergibt bekanntlich ein wenig geräuschvolles Pflaster, weshalb er auch als Estrich schalldämpfend wirken wird.

Dem von der Schriftleitung der D. B. geltend gemachten Bedenken gegen eine fugenhaltige Linoleumunterlage stimme ich völlig bei. — Arch. Dr. E. in R.

Anfrage an den Leserkreis.

Arch. S. in G. (Schutz von Beton gegen Ölflecke.) Welches Mittel macht Zementestrich und Kunststein gegen Ölflecke unempfindlich? —

Inhalt: Der Hauptturm des Münsters in Ulm. — 18. Hauptversammlung des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik. — 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.