

# Bautechnischer Luftschutz

Autor(en): **Naef, Rob. A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **105/106 (1935)**

Heft 5

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-47385>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Für den offenen Hohlzylinder ergibt sich mit diesem Wert aus Diagramm Abb. 2  $b/a = 1,58$  und  $a/\vartheta_a = 0,31$ . Aus Gleichung (24) wird  $\epsilon_a = 0,0043 < \epsilon_v$ , während die übliche Berechnungsweise  $b/a = 2,755$  ergeben würde. Für den geschlossenen Hohlzylinder wird mit  $p/\sigma_0 = 0,5$  aus Diagramm Abb. 3  $b/a = 1,54$ ,  $a/\vartheta_a = 0,355$  und mit Gleichung (24) wird  $\epsilon_a = 0,0038 < \epsilon_v$ , während die übliche Berechnungsweise  $b/a = 2,75$  ergibt. Noch augenscheinlicher wird der Unterschied der beiden Dimensionierungsarten, wenn  $p/\sigma_0$  grösser als  $1/\sqrt{3}$  ist. Für diesen Wert ergibt sich nach der üblichen Berechnungsweise  $b/a = \infty$ , während nach der neuen für den offenen Hohlzylinder  $b/a = 1,69$  und für den geschlossenen  $b/a = 1,65$  ist.

Zusammenfassend lässt sich folgendes sagen: Die übliche Dimensionierung durch Innendruck beanspruchter Hohlzylinder aus zähem Material, die voraussetzt, dass die Belastungsgrenze bei jenem Innendruck liegt, der die Innenwand des Hohlzylinders bis an die Fließgrenze beansprucht, ergibt bei hohen Innendrücken Wandstärken, die entweder zu gross oder überhaupt nicht ausführbar sind. Andererseits wurde gezeigt, dass man bei einem zähem Material mit ausgesprochener Fließgrenze bis zu einem Halbmesserverhältnis von rd. 2,2 als Belastungsgrenze jenen Innendruck ansehen darf, der den ganzen Hohlzylinder bis zu seiner Aussenwand plastisch macht. Zu beachten ist dabei ausserdem, dass die grösste Dehnung im Spannungsdiagramm kleiner ist als die Dehnung des verwendeten Materials bis zum Verfestigungsbeginn. Um die Dimensionierung zu vereinfachen, wurden die gefundenen Beziehungen in Diagrammen dargestellt. Schliesslich wurde auch gezeigt, dass die Kesselformel beim geschlossenen dünnwandigen Hohlzylinder bis zu einem Halbmesserverhältnis von 1,4 gute Näherungswerte ergibt, während man sie auch schon beim dünnwandigen offenen Hohlzylinder für die Dimensionierung nicht anwenden sollte.

**Bautechnischer Luftschutz.**

Von ROB. A. NAEF, Dipl. Ing., Zürich.

Es soll hier nicht die Notwendigkeit des zivilen Luftschutzes untersucht werden. Dies ist ein politisches Problem. Der Bundesrat hat durch seinen Beschluss vom 29. Sept. 1934 Stellung genommen. Damit erübrigt sich eine weitere Diskussion an diesem Orte, hingegen interessieren den Ingenieur die Anforderungen des zivilen Luftschutzes an die Bautechnik und die Möglichkeiten, diese Forderungen zu erfüllen. Im Ausland ist bereits eine umfangreiche Literatur über diese Frage erschienen. Schoszberger<sup>1)</sup> gibt ein Literaturverzeichnis mit 315 Nummern. Wir zitieren nur drei der interessantesten Bücher<sup>1) 2) 3)</sup>.

Der Luftangriff gegen das Hinterland arbeitet in der Hauptsache mit drei Mitteln: a) Brisanzbomben, b) Brandbomben, c) Chemische Kampfstoffe.

Ein absoluter Schutz der Bevölkerung und wichtiger Objekte gegen diese Kampfmittel ist unmöglich. Es kann sich nur darum handeln, zu entscheiden, wie weit der relative Schutz reichen soll. Darüber gehen die Ansichten stark auseinander. Die zitierten Autoren verlangen, dass schon bei den Bebauungsplänen die Forderungen des Luftschutzes weitgehend berücksichtigt werden. Vauthier<sup>3)</sup> sagt (pag. 219): „Il faut reconstruire les villes sur de nouvelles bases“. Schoszberger erklärt (pag. 206): „Die Bandstadt ist die Stadt der Zukunft“. Diese Auffassungen sind abzulehnen. Im günstigsten Falle würden sich diese Massnahmen erst nach Jahrzehnten auswirken. Dann werden sich die Verhältnisse so stark geändert haben, dass entweder mit Luftangriffen überhaupt nicht mehr zu rechnen ist oder die Angriffsmittel andere geworden sind. Vauthier schlägt z. B.

<sup>1)</sup> Hans Schoszberger, „Bautechnischer Luftschutz“, Bauweltverlag, Berlin 1934. (Besprochen auf S. 60 dieser Nummer. Red.)

<sup>2)</sup> Giuseppe Stellingwerff, „La Protezione dei Fabbricati dagli attacchi aerei“, Ulrico Hoepli, editore, Milano 1933.

<sup>3)</sup> Lt.-Cl. Vauthier, „Le danger aérien et l'avenir du pays“, Editions Berger-Levrault, Paris 1930.

Hochhäuser vor. Diese bieten wohl heute dem vertikalen Bombenabwurf ein kleines Ziel, werden jedoch später durch Beschiessung mit Avions-Canons<sup>4)</sup> leicht zu treffen sein.

Wir glauben, dass der bautechnische Luftschutz sich auf Mittel beschränken soll, die mit möglichst geringem Kostenaufwand in kurzer Zeit durchgeführt werden können.

a) Schutz gegen Brisanzbomben: Natürlich ist auf diese Weise kein Schutz gegen Volltreffer schwerster Brisanzbomben zu erreichen. Eine Bombe von 2500 kg Gewicht, aus 5000 m Höhe abgeworfen, durchdringt nach den Formeln von Stellingwerff<sup>2)</sup> 35 m Erde oder 6,0 m Beton und nach Peres<sup>1)</sup> 21 m Erde oder 5,0 m Beton<sup>5)</sup>

Diese Zahlen geben nur die Grössenordnung an, da einerseits die Bombengewichte und Abwurfhöhen mit den Fortschritten der Aviatik noch zunehmen können, andererseits die Formeln nur Annäherungen sind. Sie zeigen aber, dass auch mit den raffiniertesten Mitteln der Befestigungstechnik ein Schutz gegen Volltreffer sehr schwer ist. Für den Gasdruck und die Splitterwirkung in unmittelbarer Nähe der explodierenden Bombe ergeben sich ebenfalls so grosse Werte, dass Gebäude dagegen nicht zu schützen sind. Andererseits kann selbstverständlich nur eine sehr beschränkte Anzahl schwerster Bomben abgeworfen werden. Auch ist die Treffsicherheit bei Abwurf aus grosser Höhe gering, die Streuung wird bei Horizontalfall auf 4% der Abwurfhöhe geschätzt. Die Wahrscheinlichkeit eines Volltreffers auf ein bestimmtes Gebäude ist also sehr gering.

Die grösste Gefahr für die Gebäude bedeutet der Luftstoss, der nach den Versuchen der chemisch-technischen Reichsanstalt in Berlin<sup>1)</sup> für 1000 kg Sprengstoff in 20 m Entfernung einen Druck von  $p_m = 50\,000 \text{ kg/m}^2$  und in 1000 m Entfernung einen Druck von  $190 \text{ kg/m}^2$  ergibt. Abb. 1 zeigt  $p_m$  in Funktion der Entfernung  $d$  vom Explosionsherd.

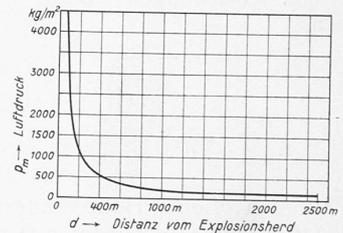


Abb. 1. Luftstoss einer 1000 kg Bombe (nach Schoszberger).

Dieser Druck kann nicht unmittelbar mit dem Winddruck verglichen werden, da der Luftstoss nur äusserst kurze Zeit wirksam ist.

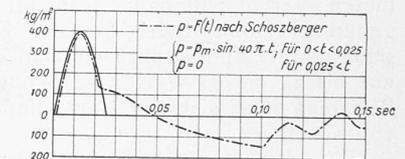


Abb. 2. Luftstoss  $p$  in Funktion der Zeit für  $d = 500 \text{ m}$ .

Abb. 2 zeigt nach<sup>1)</sup> den Druck  $p$  in Funktion der Zeit, für 1000 kg Sprengstoff und  $d = 500 \text{ m}$ .

Die erwähnten Versuche haben ergeben, dass ein Luftstoss von  $2000 \text{ kg/m}^2$  die Standfestigkeit der Gebäude nicht gefährdet.

Die Beanspruchungen durch den Luftstoss lassen sich für einfache Fälle auch theoretisch erfassen. Wir untersuchen einen einfachen Balken nach Abb. 3.

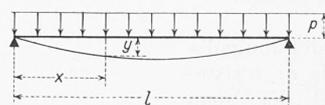


Abb. 3

Wir setzen (Abb. 2)

$$p = p_m \sin at, \quad a = 40\pi, \quad \text{für } 0 \leq t \leq 0,025$$

$$p = 0 \quad \text{für } 0,025 \leq t$$

und erhalten nach der Grundgleichung der Dynamik folgende partielle Differentialgleichungen:

$$m \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + JE \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = p_m \sin at, \quad 0 \leq t \leq T = 0,025 \text{ sec} \quad (1)$$

$$m \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + JE \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = 0 \quad T \leq t \dots \dots \dots (2)$$

<sup>4)</sup> Vergl. hierüber „L'Illustration“ vom 17. Nov. 1934, pag. 383.

<sup>5)</sup> Dr. L. Bendel hat die wichtigsten Formeln in seinen „Merkblättern für die baulichen Luftschutzmassnahmen“ (vgl. „SBZ“ Bd. 104, Seite 213) zusammengestellt. Die obigen Zahlen gelten für homogene und unendlich grosse Ziele.

Die Lösung von (1) lässt sich als Fourier-Reihe darstellen. Wir erhalten unter Berücksichtigung der Rand- und Anfangsbedingungen

$$y = \sum_{n=1,3,\dots}^{\infty} \frac{4 \dot{p}_m l^4}{n \pi^5 J E} \frac{\nu^2}{(\nu^2 - \alpha^2)} \left( \sin \alpha t - \frac{\alpha}{\nu} \sin \nu t \right) \sin \frac{n \pi x}{l}$$

wobei  $\nu = k^2 \pi^2$ ,  $k^4 = \frac{J E}{m l^4}$ ,  $\alpha T = \pi$ ,  $\alpha = 40 \pi$

Die Reihe konvergiert sehr rasch und kann mit guter Annäherung durch das erste Glied ersetzt werden:

$$y_1 = \frac{4 \dot{p}_m l^4}{\pi^5 J E} \frac{\nu^2}{\nu^2 - \alpha^2} \left( \sin \alpha t - \frac{\alpha}{\nu} \sin \nu t \right) \sin \frac{\pi x}{l}$$

Für Gleichung (2) erhalten wir, wenn wir beachten, dass für  $t = T$  längs des ganzen Balkens  $y_1 = y_2$ ,  $\frac{\partial y_1}{\partial t} = \frac{\partial y_2}{\partial t}$  sein muss:

$$y_2 = - \frac{4 \dot{p}_m l^4}{\pi^5 J E} \frac{\alpha \nu}{(\nu^2 - \alpha^2)} 2 \cos \frac{\nu T}{2} \sin \nu \left( t - \frac{T}{2} \right) \sin \frac{\pi x}{l}$$

Für die Maximalmomente ergeben sich die Ausdrücke

$$M_{1 \max} = \frac{4 \dot{p}_m l^2}{\pi^3} \frac{\nu}{\nu - \alpha} \sin \nu t_1 = 0,129 \dot{p}_m l^2 \frac{\nu}{\nu - \alpha} \sin \nu t_1$$

$$t_1 = \frac{2 \pi}{\alpha + \nu}$$

$$M_{2 \max} = \frac{4 \dot{p}_m l^2}{\pi^3} \frac{\alpha \nu}{\nu^2 - \alpha^2} 2 \cos \frac{\nu T}{2} = 0,129 \dot{p}_m l^2 \frac{2 \alpha \nu}{\nu^2 - \alpha^2} \cos \frac{\nu T}{2}$$

Wir setzen  $M_{\max} = 0,129 \dot{p}_m l^2 C$ , wobei  $C$  in Funktion von

$k = \sqrt[4]{\frac{J E}{m l^4}}$  aus Abb. 4 zu entnehmen ist.  $k$  bestimmt die

Periode der Eigenschwingungen des untersuchten Systems, also hier des einfachen Balkens (vergl. G. Ehlers, „Die Berechnung der Schwingungen von Turbinenfundamenten“, Festschrift Wayss & Freytag, Stuttgart 1925). Wir erhalten für die Eigenperiode  $T_e$

$$T_e = \frac{2 \pi}{\nu} = \frac{2 \pi}{k^2 \pi^2} = 2 \pi \sqrt{\frac{m l^4}{J E \pi^4}}$$

Bei  $\nu = k^2 \pi^2 \sim \alpha = 40 \pi$ , wenn also die Periode der Eigenschwingungen in der Nähe der Periode des Luftstosses liegt, kommt eine gewisse Resonanz zur Geltung, jedoch wachsen auch in diesem Bereiche die Amplituden und Momente nicht über gewisse Grenzen ( $C_{\max} = 1,77$ ). Für  $\nu < \alpha$  tritt das Maximalmoment erst nach Ablauf des Stosses auf. Es ist für kleine  $k$  bedeutend kleiner als bei einer ruhenden Belastung von gleicher Grösse (vgl. Beispiel 2).

Um die Abb. 4 auch für andere Systeme verwenden zu können, setzen wir  $f = \frac{5}{384} \frac{q l^4}{J E}$ , wobei  $f$  der Biegezugspfeil für den einfachen Balken ist, wenn dieser eine Belastung gleich dem Eigengewicht, jedoch in Richtung des Luftstosses wirkend, aufnehmen muss.

$$k^4 = \frac{J E}{m l^4} = \frac{5 q}{384 f m} = \frac{5 \cdot 981}{384 f} = \frac{12,8}{f}; f \text{ in cm}$$

Bei einem beliebigen System setzen wir nun für  $f$  den maximalen Biegezugspfeil des Systems bei der obigen fiktiven Belastung.

Um das Verhalten der üblichen Konstruktionen beurteilen zu können, rechnen wir zwei Beispiele durch. Wir setzen dabei elastisches Verhalten der Baustoffe bis zum Bruch voraus und bestimmen dasjenige  $\dot{p}_m$ , das die Bruchspannung erzeugt.

**Beispiel 1.** Stampfbetonmauer nach Abb. 5. Auf ein Meter Höhe ergibt sich  $m = \frac{22 \cdot 0,40}{981} = 0,009 \text{ kg/lcm}$

$$k = \sqrt[4]{\frac{5,33 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 10^{-2}}} \cdot \frac{1}{400} = 4,65, C = 1,73$$

$$M = 0,129 \dot{p}_m \cdot 4,00^2 \cdot 1,73 = \dot{p}_m \cdot 3,57 \text{ mkg}$$

$$W = \frac{40^2 \cdot 100}{6} = 26700 \text{ cm}^3, \sigma_B = 10 \text{ kg/cm}^2$$

$$M = W \sigma_B; \dot{p}_m = \frac{26700 \cdot 10}{3,57 \cdot 100} = 750 \text{ kg/m}^2$$

Nach Abb. 1 würde also diese Stampfbetonmauer noch in einer Entfernung von  $d = 300 \text{ m}$  vom Explosionsherd zerstört.

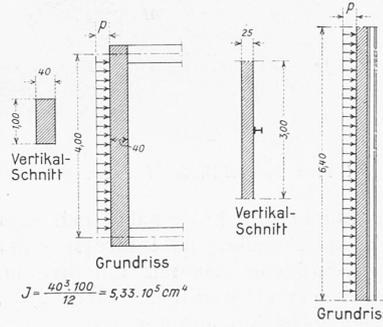


Abb. 5. Stampfbetonmauer. Abb. 6. Aussteifung.

**Beispiel 2.** Walzträger als horizontale Aussteifung einer Fachwerkwand von 3 m Breite, nach Abb. 6. Der Träger sei nach den neuen Vorschriften dimensioniert für einen Winddruck von  $w = 120 \text{ kg/m}^2$

$$M_w = \frac{3 \cdot 120 \cdot 6,40^2}{8} = 1840 \text{ mkg}$$

$$I N P 16, W = 117, \sigma = \frac{1840 \cdot 100}{117} = 1570 \text{ kg/cm}^2$$

$$m = \frac{3 \cdot 16 \cdot 0,25}{981} = 0,0122 \text{ kg/lm}$$

$$k = \sqrt[4]{\frac{935 \cdot 2,15 \cdot 10^6}{1,22 \cdot 10^{-2}}} \cdot \frac{1}{640} = 1,00; C = 0,20$$

$$M = 0,129 \cdot \dot{p}' \cdot 6,40^2 \cdot 0,20 = \dot{p}' \cdot 1,06 \text{ mkg}$$

$$\sigma_B = 4000 \text{ kg/cm}^2$$

$$M = W \cdot \sigma_B; \dot{p}' = \frac{117 \cdot 4000}{1,06 \cdot 100} = 4410 \text{ kg/lm}$$

$$\dot{p}_m = \frac{4410}{3} = 1470 \text{ kg/m}^2$$

Nach Abb. 1 würde also dieser Windträger noch in einer Entfernung von  $d = 150 \text{ m}$  vom Explosionsherd zerstört. Da die Kurve für  $d = 0 \div 150 \text{ m}$  sehr steil verläuft, ist es praktisch bedeutungslos, wenn die Konstruktionen etwas grössere Drücke aufnehmen können.

Das Beispiel 2 ist auch lehrreich für die Beurteilung des Verhaltens von Skelettbauten.  $k$  muss für diese klein bleiben, weil für die Berechnung von  $J$  nur die Stützen zu berücksichtigen sind, während für  $m$  auch Ausmauerung und Decken Beiträge liefern.

Zusammenfassend lässt sich in Bezug auf den Luftstoss folgendes sagen: Wenn Neubauten nach den neuen Schweizer Vorschriften auf Winddruck berechnet werden, so genügen sie den Anforderungen des Luftschutzes. Die grösste Gefahr bilden Steildächer, die erfahrungsgemäss durch den Luftstoss verschoben werden und leicht einstürzen; Flachdächer sind vorzuziehen. Natürlich werden die Bauten in nächster Nähe des Explosionsherdes schwer beschädigt werden und zum Teil einstürzen. Deshalb sollen für die Bevölkerung Schutzräume in den Kellern vorgesehen werden. Da diese Schutzräume überhaupt die zweckmässigste Vorkehrung zur Verminderung der Wirkung von Luftangriffen sind, kommen wir am Ende des Artikels nochmals eingehend darauf zurück.

**b) Schutz gegen Brandbomben:** Der Schutz gegen Brandbomben allein ist verhältnismässig einfach, weil sie nur einige Kilogramme schwer sind. Man kann also leicht das Flachdach oder die oberste Decke stark ausführen und mit einer Schutzschicht versehen, sodass die Brandbomben sie nicht durchschlagen können. Man muss natürlich damit rechnen, dass zuerst Brisanzbomben und nachher Brandbomben abgeworfen werden. Immerhin dürfte es sich empfehlen, bei Neubauten das Flachdach oder die oberste Decke als Eisenbetonplattendecke für eine Nutzlast von  $400 \text{ kg/m}^2$  auszuführen. Es kann dann im Notfall ohne weiteres eine Sandschicht von etwa 25 cm Stärke aufgebracht werden. In der Platte sind reichlich Verteilungseisen vorzusehen.

In Deutschland werden heute verschiedene Massivdeckensysteme propagiert, die über bestehenden Holzdecken eingebaut werden können. Es scheint auch da einfacher

und zweckmässiger, Plattendecken vorzusehen, die weniger leicht durchschlagen werden als Hohlsteindecken.

c) Schutz gegen chemische Kampfstoffe: Die chemischen Kampfstoffe wirken nicht direkt auf die Bauten.

In den Bebauungsplänen auf sie Rücksicht zu nehmen, müssen wir ablehnen. Es ergäbe sich hier beispielsweise für Zürich das Postulat, im Interesse einer raschen Entgiftung die wichtigsten Bauten auf die umliegenden Höhen zu legen (vergl. Vauthier<sup>3)</sup>, pag. 221). Hingegen sind Schutzräume gassicher auszubauen.

Wir kommen also zu folgenden Schlussfolgerungen: Als bautechnische Massnahmen für den Luftschutz sind vorzusehen: Massive Decken im obersten Geschoss oder massives Flachdach, sowie Schutzräume im Keller. Für Neubauten ist strikte Anwendung der eidg. Vorschriften betr. Winddruck notwendig.

Die Schutzräume werden am vorteilhaftesten in die Keller gelegt. Dort sind sie weder dem Luftstoss noch der Splitterwirkung ausgesetzt. Da sie gegen Brisanzbomben nur einen relativen Schutz bieten, ist es besser, viele kleine als wenige grosse Schutzräume vorzusehen. In der Literatur wird eine Belegung von 50 Personen als Maximum empfohlen. Obwohl es nahe liegt, z. B. bei Bahnhöfen grosse Schutzräume anzulegen, so ist dies abzulehnen, da gerade diese Objekte mit den schwersten Bomben belegt werden und ein Volltreffer in einem überfüllten grossen Schutzraum eine ungeheure Wirkung hätte.

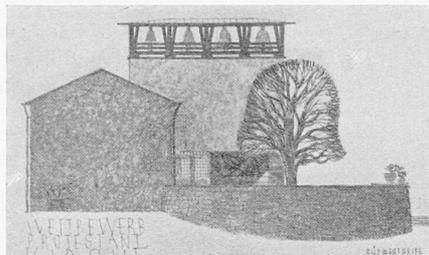
Als notwendiger Nutzraum werden 3 m<sup>3</sup> pro Person verlangt. Neue Schutzräume (Abb. 7, nach Schoszberger) werden als langgestrecktes Rechteck angelegt, um die Spannweiten der Decken möglichst klein zu halten. An jedem Ende ist ein Ausgang mit Gasschleuse vorzusehen. Auf die Einrichtung der Schutzräume soll hier nicht näher eingegangen werden.

Am besten erscheint uns die Ausführung des Schutzraumes als geschlossener Eisenbetonrahmen mit biegesteifer Verbindung von Wänden und Decken. Für welche Beanspruchung ist nun die Decke zu berechnen? Peres<sup>1)</sup> nimmt an, dass beim Einsturz des Gebäudes die Schutzraumdecke einen gewissen Prozentsatz der über ihr liegenden Bauteile tragen muss und gibt folgende Zahlen an:  $P = P_t + P_n$  wobei  $P$  = Belastung der Schutzraumdecke in kg,

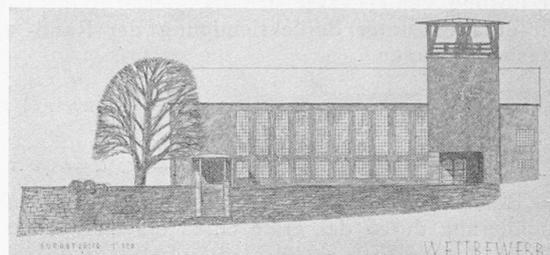
$$P_t = 75\% \text{ des Gewichtes der über der Schutzraumdecke liegenden Baustoffe in kg,}$$

$$P_n = 50\% \text{ der Summe der Nutzlasten aller über der Schutzraumdecke liegenden Decken in kg.}$$

Diese Formeln entsprechen nicht der Wirklichkeit, denn sie rechnen mit ruhender Belastung. Beim Einsturz eines



I. Preis, Entwurf Nr. 52. Südwestansicht.



Ansicht aus Südost.

Baues erhalten jedoch die herabfallenden Bauteile eine beträchtliche kinetische Energie, sodass die Beanspruchungen der Schutzraumdecke um ein Vielfaches grösser sind als Peres annimmt. Dies lässt sich mit Hilfe der Formeln von Föppl<sup>6)</sup> leicht nachweisen. Er betrachtet eine Last  $P$ , die frei aus der Höhe  $h$  auf einen einfachen Balken fällt (Abb. 8) und erhält  $\frac{1}{2} P_1^2 \frac{l^3}{48 J E} = 0,80 P h$  wobei  $P_1$  die statische Ersatzlast ist, welche die selbe Beanspruchung hervorruft, wie die fallende Last  $P$ .

$$P_1 = \sqrt{\frac{76,8 P h J E}{l^3}}$$

$$M = \frac{P_1 l}{4} = \sqrt{\frac{4,8 P h J E}{l}} = \sigma W$$

Für eiserne Träger erhalten wir

$$W = \frac{2 J}{d}, \text{ also } \frac{4,8 P h E}{l} = \frac{\sigma^2 4 J}{d^2}$$

$$\frac{J}{d^2} = \frac{1,2 P h E}{\sigma^2 l}$$

Da es sich um ausserordentliche Belastungen handelt, allzugrosse Dehnungen jedoch vermieden werden müssen, wählen wir  $\sigma = 2000 \text{ kg/cm}^2$ . Wir erhalten nun für  $P = 150 \text{ kg}$ ,  $h = 300 \text{ cm}$ ,  $l = 300 \text{ cm}$

$$\frac{J}{d^2} = \frac{1,2 \cdot 150 \cdot 300 \cdot 2,15 \cdot 10^6}{2000^2 \cdot 300} = 96,7$$

Drei Träger DIP 32 ergeben  $\frac{J}{d^2} = \frac{3 \cdot 32250}{32^2} = 95,5$

Es ergeben sich also so starke Dimensionen, dass wir es vorziehen, den Schutzraum nach Abb. 9 knapp unter die Kellerdecke zu setzen. Diese soll die herabfallenden Bauteile abbremsen, sodass der Schutzraum, wie vorgeschlagen, leichter dimensioniert werden kann.

## Wettbewerb für eine reformierte Dorfkirche in Birmenstorf, Kanton Aargau.

[Dass 1935 Jahre nach Christi Geburt die Darstellung einer Kirche von Arbeiten umrahmt ist, die dem Luft- und Gasschutz gewidmet sind, wirft ein grelles Licht auf unsere kulturelle Situation. Nicht jedem fällt es leicht, darüber hinweg zur Tagesordnung zu schreiten, und das mutige Votum von Prof. R. Dubs in der „Gasschutz-Sitzung“ des Z. I. A. (vergl. Seite 60 dieser Nummer) war mehr als nur ein landläufiger Protest gegen den Krieg: es war ein rein logisch begründeter, eindringlicher Aufruf an die Techniker, mit der ihrem Fach eigenen zweckbewussten Nüchternheit auch an der Lösung des Problems der Kriegs-Verhütung mitzuarbeiten, damit die gleiche Energie, die heute notgedrungen für die Bekämpfung der Folgen des Krieges eingesetzt wird, mit grösserem Nutzeffekt zur Behebung seiner Ursachen aufgeboren werden kann.

Dass diese Aufgabe im konkreten Fall nicht uns als Technikern obliegt, dass wir sie nur durch unsere allgemeine Geisteshaltung unterstützen können, und uns in unserer Tätigkeit mit der Abwehr der Gefahr begnügen müssen, darüber wird wohl kein Zweifel herrschen.

Der Luftschutzbau ist vielleicht nicht weniger „ideal“ als der Kirchenbau — auch in der Kirche kämpft man für den Sieg des Guten und die Abwehr des Bösen, und in

<sup>6)</sup> Aug. Föppl, „Festigkeitslehre“, Band III, 6. Auflage, pag. 183.