

<b>Zeitschrift:</b>	Protar
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Luftschutz-Offiziersgesellschaft; Schweizerische Gesellschaft der Offiziere des Territorialdienstes
<b>Band:</b>	3 (1936-1937)
<b>Heft:</b>	12
<b>Artikel:</b>	Die Berechnung von volltreffersicheren Decken : Rechnungsbeispiel
<b>Autor:</b>	Peyer, H.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-362577">https://doi.org/10.5169/seals-362577</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 16.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Die Berechnung von volltreffersicheren Decken (Rechnungsbeispiel)

Von Ing. H. Peyer, Sachverständiger für Luftschutzbauten, Zürich-Höngg

Nachdem in der «Protar», Heft Nr. 10 vom August 1937, S. 178 (siehe auch Korrektur hierzu in Nr. 11, S. 202) über die Berechnungsmöglichkeit von volltreffersicheren Decken unter Anführung einiger empirischer Formeln die Veröffentlichung stattfand, soll nun hier auf Grund eines Rechnungsbeispiels die Anwendung gezeigt werden.

Bei dem nachstehenden Beispiel kann es sich nur um eine sogenannte *Entwurfsberechnung* handeln, zu welchem die einzelnen Resultate mit dem Rechnungsschieber gerechnet worden sind. Nachdem mit der Stosszahl die statisch bestimmte Kraft  $P$  errechnet und die Verteilbreite ermittelt wurde, können die Biegmomente, Quer- und Längskräfte wie die Schub- und Scherspannungen und endlich die Dimensionierung auf dem gewöhnlichen Weg statisch untersucht werden.

## Entwurfsberechnung.

Ueber einem Luftschutzaum mit einer lichten Raumbreite ( $a$ ) von 5,50 m und einer lichten Raumlänge ( $b$ ) von 7,50 m soll gegen die Brisanzbombe-Volltrefferwirkung (Deckenmitte) eine Abschirmung berechnet werden. Der Berechnung liegen folgende Daten zugrunde:

Brisanzbombengewicht	$G$	= 100 kg
(Rein) theoretische Abwurf-		
höhe	$(F_h) A_h$	= 4000 m
Endfallgeschwindigkeit	$v_{max}$	= 250 m/sec
Auftreffwinkel		= 85°
Nutzkomponente (nach der Peyerschen Tab. Nr. 4) *)	$w'$	= 0,996 · $E$
Die Aufschlagswucht (nach der Formel (1) *)	$E$	= rd. 320'000 m/kg
Stützweite $a$	$= 5,50 + 0,27 = 5,77$ m.	
Stützweite $b$	$= 7,50 + 0,38 = 7,88$ m.	

Für die *nichtgepanzerte* Deckenstärke kommt die Schätzungsformel (15) in Betracht, nur ist hier die *Quadratwurzel* und nicht die Kubikwurzel anzuwenden. Letztere wird bei ausgesprochenen Panzerkonstruktionen angewendet. Die provisorisch ermittelte Deckenstärke beträgt demnach:

$$d = (5,77 \cdot 7,88) + \sqrt{\frac{320'000 \cdot 0,996}{100}} = 102 \text{ cm.}$$

Da nach den schweizerischen Eisenbetonbestimmungen die Deckenstärke mit dieser Schätzungsformel etwas zu gering wird, soll  $d$  auf 110 cm aufgerundet werden.

Nun ist die Ermittlung des Deckenstreifens notwendig, der für die Mitwirkung (Aufnahme) der dynamischen Kraft  $E$  ( $P$ ) in Berechnung gezogen werden darf. Beim eingespannten (rahmenartigen) Deckensystem kann die Kraftübertragung auf die benachbarten Deckenteile durch nachfolgende Formel ermittelt werden:

Für die Deckenstützweite  $a$ :

$$b_a = (K : 5) + d + 0,4 \cdot a, \text{ also ist } b_a = (0,25 : 5) + 1,10 + 0,4 \cdot 5,77 = 3,47 \text{ m, oder rund } 3,50 \text{ m. } K \text{ ist}$$

\*) Heft «Die Dynamik der Bombe». Verfasser und Verleger: H. Peyer, Ing., Zürich-Höngg. — Preis samt Ergänzung Fr. 4.— plus Porto.

also hier das Bomben-Kaliber und mit 0,25 m angenommen. Da bei den modernen Brisanzbombe die ogivale Spitzenform vorn abgeplattet ist und diese Abplattung mindestens  $\frac{1}{5}$  des Bombenkalibers beträgt, ist dieses Mass in Anrechnung zu setzen. (Die Bombentechnik macht sich hier eine Erfahrung in der Granatenkonstruktion zunutze. Wäre die Spitze nicht abgeplattet, so ist die Abprallmöglichkeit bei zähen Zielen gross. Das Rikoschieren der Bomben ist aber nicht Wille des Angreifers.)

Mit  $d$  lässt sich nun das Eigengewicht desjenigen Deckenstreifens bestimmen, der hier zur Kraftübertragung herangezogen wird.

Das Eigengewicht des Deckenstreifens:

$$G = 5,77 \cdot 3,50 \cdot 1,10 \cdot 2600 = 57'500 \text{ kg.}$$

Der dynamische Faktor (Stossziffer), mit welchem die vertikal wirkende Aufschlagswucht nun multipliziert werden muss, ist:

$$\begin{aligned} \mu &= \sqrt[3]{\frac{E \cdot w'}{\frac{l^3}{n} \cdot r \cdot \sqrt{\frac{Q}{g}}}} \\ &= \sqrt[3]{\frac{320'000 \cdot 0,996}{\frac{577^3}{192} \cdot 0,00012 \cdot \sqrt{\frac{57500}{9,8}}}} = 3,27 \end{aligned}$$

$n$ , die Verhältniszahl, ergibt sich aus der hier in Betracht gezogenen Deckeneinspannung (rahmenartige Konstruktion gemäss den eidgenössischen Richtlinien, Zeichnung Nr. 6/II). Der Normwert für diese Bewehrungsart dürfte 0,00012 sein.

Die statisch bestimmte Kraft  $P$  lässt sich nun bestimmen:

$$P = 3,27 \cdot 320'000 \cdot 0,996 = 1'043'000 \text{ kg.}$$

Auf die Stützweiten verteilt sich diese Kraft nun:

1. für die Stützweite  $a$ :

$$P_a = 1'043'000 \cdot \frac{7,88}{(5,77 + 7,88)} = 605'000 \text{ kg}$$

2. für die Stützweite  $b$ :

$$P_b = 1'043'000 \cdot \frac{5,77}{(5,77 + 7,88)} = 438'000 \text{ kg}$$

Wie bereits erwähnt, lassen sich nun Biegmomente, Längs- und Querkräfte wie Schub- und Haftspannung in der uns bekannten Weise bestimmen. Nach den allgemein üblichen, in den Normen für die Berechnung von Beton- und Eisenbetondecken enthaltenen Methoden ergibt sich:

a) in der Deckenmitte:

Deckenstärke 110 cm

Eisenbewehrung in der Zugzone  $f_e = \text{rd. } 391 \text{ cm}^2$

Eisenbewehrung in der Druckzone  $f_e' = (\text{bei einem Armierungsverhältnis } \alpha = 0,3) 0,3 \cdot 391 = \text{rd. } 117,3 \text{ cm}^2$

b) am Auflager:

Deckenstärke  $h' = 132,5 \text{ cm}$

Eisenbewehrung in der Zugzone  $f_e = \text{rd. } 552,0 \text{ cm}^2$

Eisenbewehrung in der Druckzone  $f_e' = \text{rd. } 165,6 \text{ cm}^2$

Für die Dimensionierung ist also ein Bewehrungsverhältnis  $\alpha = f_e : f_e' = 0,3$  angenommen worden, ein

Verhältnis, das etwas zu ungünstig wird. Man wähle das Verhältnis der Eiseneinlagen im Druckgurte zum Zuggurte stärker (0,7—0,9). Die lotrechte Aufteilung der Eisenbewehrung, wie sie die Zeichnung der Richtlinien zeigt (und wie dieser Fall hier Gegenstand der Entwurfsberechnung war), bedingt die Feststellung der einzelnen Trägheitsmomente für die jeweilige, kreuzweise Armierungslage. Bei der durch die eidgenössischen Richtlinien vorgeschriebenen Deckendurchbil-

dung ist zu erwähnen, dass die Armierungslagen durch Tragstäbe miteinander verbunden werden sollen. Diese Tragstäbe müssen, um diese Konstruktion volltreffersicher zu gestalten, einen bestimmten Abstand ( $K : 3$ ) nicht übersteigen; nur diese Bedingung einer Armierung kann (in Richtung der Wurfbahn) als zweckdienlich angesehen werden. Wenn die Durchbildung nicht dieser Forderung entspricht, ist die Volltreffersicherheit unnachweisbar.

## Literatur

**Brandversuche an Holzbauten**, durchgeführt von der Lignum, unter Mitwirkung der Eidg. Materialprüfungsanstalt für Industrie, Bauwesen und Gewerbe, Zürich. Verfasser: J. Seger, Zimmermeister. Zu beziehen durch: Lignum, Beratungsstelle für den Holzbau, Zürich, Börsenstrasse 21. — Preis Fr. 5.—.

Diese Schrift kann geradezu als Standardwerk für die Vorbereitung und Durchführung von Brandversuchen bezeichnet werden. Bevor die eigentlichen Brandversuche vorgenommen wurden, sind zahlreiche Vorversuche gemacht worden; einmal um die Imprägnierungsmöglichkeit von Holz unter Druck und Vakuum abzuklären (durchgeführt von der Firma Locher & Cie.), andererseits um die Anordnung des Brandherdes zu studieren (stadtzürcherische Brandwache) und schliesslich um die chemische Zusammensetzung festzustellen (Prof. Schläpfer von der Materialprüfungsanstalt). Im Labor wurden 32 Feuerschutzpräparate behandelt; davon wurden für die eigentlichen Versuche nur 17 Präparate verwendet, nämlich sieben für Eintauch- und zehn für Anstrich- und Spritzverfahren.

a) Das hölzerne Versuchshaus bestand aus zwei Stockwerken und Dachstock mit einem Grundriss von 12×6 Meter.

b) In der vorliegenden Schrift sind die Brandwirkungen auf die einzelnen Holzarten bei dem Versuchsbau übersichtlich beschrieben, und es wird möglich sein, in Zukunft aus dieser Schrift Folgerungen auch für den baulichen Luftschutz zu ziehen.

c) Die wichtigsten Beobachtungen über das Verhalten der verschiedenen Baustoffe und Konstruktionen sind die folgenden:

**Aussenwände**: Der althergebrachte Blockbau hat sich gut bewährt; Schindelverkleidungen sind feuergefährlich.

**Innenwände**: Wände aus Doppelplattengerippe und beidseitiger Sperrholzverkleidung haben sich schlecht bewährt, ebenso Holzfaserplatten. Vertikale, tannene Bretterwände halten je nach Dicke und Art der Fugenbildung mehr oder weniger lang stand. Wandhalungen in Eichenholz bieten guten Feuerschutz. Heraklith- oder Standardplatten, 5 cm stark, bilden einen vorzüglichen feuerschützenden Abschluss.

**Böden und Decken**: Gehobeltes Gebälk mit abgerundeten Kanten bietet grösseren Widerstand gegen Feuer als ungehobeltes Holz. Schrägböden, mit Schlakken gefüllt, bieten einen grossen Widerstand gegen das Durchbrennen. Imprägnierte, tannene Böden sind nur an einzelnen Stellen durchgekohlt; Riemenböden aus Eiche, imprägniert oder nicht imprägniert, widerstehen dem Feuer restlos.

**Decken**: Bei Decken, Bedachungen und Treppen konnte grundsätzlich das gleiche beobachtet werden wie oben bereits beschrieben.

Hinzuzufügen ist, dass Biberschwanzziegel und Falz ziegel sich weniger gut bewährten als Walliser Schiefer, Eternit, Schilfbretter oder Blechabdeckung.

Zu den Feuerschutzmitteln ist zu bemerken, dass das Holz von den einzelnen Flüssigkeiten ganz verschieden grosse Mengen schluckt und dass das Trocknen des Holzes dadurch zum Teil nachteilig beeinflusst wird. Sicher ist, dass heute Flammenschutzmittel auf den Markt gebracht werden, die stark feuerhemmend wirken und gegen die Zerstörung des Holzes durch Schwamm etc. konservierende Wirkung haben.

Die Feuerwehr der Stadt Zürich nahm an diesem Holzbau auch Versuche mit Brandbomben vor, aus denen mit aller Deutlichkeit hervorgeht, dass die Brandgefahr bei unentrümpelten Estrichen viel grösser ist als bei entrümpelten.

Dr. L. B.

## Ausland-Rundschau

**Italien.** Im Rahmen einer vom «Istituto di Studi Romani» veranstalteten Vortragsreihe behandelte der Präsident des Provinzialverbandes Rom der UNPA zwei bedeutungsvolle Fragen: den Schutz der Kunstdenkmäler Roms und die Räumung der Hauptstadt bei Luftangriffen.

In Uebereinstimmung mit vorangegangenen Darlegungen des Präsidenten der UNPA, des Generals Giannuzzi Savelli, führte der Redner zum ersten Punkte aus, dass die bedeutendsten Kunstdenkmäler Roms über das gesamte Stadtgebiet verteilt seien. Auch befänden

sich ganze Stadtviertel nicht in einem derart guten Zustande, dass ihr Bestand nach der Einwirkung von Luftangriffen gesichert sei. Zu der Sicherung der Kunstdenkmäler dürfe man daher keine Mühe und keine Kosten scheuen. Für den Schutz der Denkmäler und der Kunstschatze hätten die zuständigen Behörden bereits alles vorbereitet; im übrigen sei es notwendig, für den Schutz beweglicher Kunstdenkmäler besondere Schutzbauten zu erstellen.

Zur Frage der Räumung Roms richtete der Vortragende an die UNPA den Wunsch, die Bevölkerung