

# DER BAUINGENIEUR

23. Jahrgang

20. November 1942

Heft 47/48

## BOMBENWIRKUNGEN GEGEN STAHLBETON UND ERMITTLUNG VON SCHUTZDICKEN.

Von Oberregierungsrat Dr.-Ing. O. Speth, Berlin<sup>1</sup>.

DK 699.85:624.07:666.982

**Übersicht:** Allgemeine Ausführungen über Gefährdung befestigter Anlagen aus der Luft; Möglichkeit der Ableitung eines Berechnungsverfahrens ähnlich der statischen Stahlbetontheorie zur Dickenbemessung von Stahlbeton gegen Bombenwirkungen; Bombenarten und ihre Wirkung gegen Stahlbeton; Ableitung eines empirischen Berechnungsverfahrens mit Hilfe der allgemeinen Sprengformel zur Ermittlung von Schutzdicken in Stahlbeton gegen Bombenwirkungen. Ergebnisse von Bombenversuchen gegen einzelne Bauelemente; Kriegserfahrungen von direkten und indirekten Bombenwirkungen; Anpassung der Konstruktionen von Wehrbauten an die Forderung der Luftgefährdung entsprechend dem Leistungsprinzip; allgemeine Erläuterungen über die gegensätzlich zu statischen Beanspruchungen stehenden Wirkungen von Bomben gegen Stahlbeton.

Im Kampf um ständige Befestigungen führt erst der Pionier- und Infanterieangriff zur Entscheidung. Aufgabe der Artillerie bleibt es hierbei, die feindlichen Verteidigungsanlagen niederzukämpfen und zu zerschlagen, um das Vortragen des Angriffes und den Einbruch in die befestigte Stellung zu unterstützen und damit dem Kämpfer den unabwägbaren Sprung in den Nahkampf, der den Menschen zum Helden adelt, zu erleichtern.

Von den beiden neuesten Angriffsmitteln — den Panzern und Flugzeugen — ermöglicht das Bombenflugzeug eine äußerst wirkungsvolle Ergänzung der Artillerie, sowohl in der vorbereitenden Feuerwirkung gegen Kampfanlagen wie insbesondere im entscheidenden Zeitpunkt des Nahangriffes; denn nur zu oft werden in diesem kritischen Augenblick gegen den Angreifer Abwehrwaffen auftreten und Kampfblocks wirken, welche von der Artillerie nicht schnell genug erkannt und gefaßt werden können, und hier kommt zu ihrer Ausschaltung und Niederkämpfung der Einsatz von Bombenschützen und Stukas entscheidend wirkende Bedeutung zu.

Zunächst bestand allerdings die Ansicht, daß Werke der ständigen Befestigung nur wenig der Gefahr aus der Luft ausgesetzt sind; denn einerseits sind die in ihren Flächenabmessungen verhältnismäßig kleinen, im Gelände sehr verstreut liegenden Kampfanlagen nur durch die sich wenig abhebenden Panzertürme und Beobachtungsglocken erkennbar, so daß die Treffwahrscheinlichkeit und damit die Aussicht, diese ernstlich zu beschädigen, sehr gering ist; andererseits ist die Wirkung von Bomben gegen Beton infolge ihrer gegenüber Artilleriegeschossen kleineren Auftreffwucht geringer, so daß die gegen Artilleriefener vorgesehenen Schutzdicken in Stahlbeton als genügend und ausreichend auch gegen Bombenwirkungen erachtet wurden.

Dieser Standpunkt wandelte sich mit der Weiterentwicklung der Bomben, mit der Zunahme ihrer Gewichte und der Verbesserung ihrer Konstruktionen, und weiterhin mit der Fortentwicklung der Ziel- und Abwurfvorrichtungen und damit einer Steigerung der Treffwahrscheinlichkeit.

Der immerwährende geschichtliche Kampf zwischen Angriff und Festungsverteidigung ging weiter.

Daher ergab sich für den Festungsbauer die Notwendigkeit der Feststellung von Bombenwirkungen gegen Stahlbeton und die Ermittlung von erforderlichen Schutzdicken, um entsprechend den taktischen Forderungen bombensichere Kampfanlagen entwerfen und bauen zu können.

Zur Ermittlung der Widerstandsfähigkeit von Stahlbeton gegen Bomben wurden bereits vor dem 2. Weltkrieg Großversuche durchgeführt. Nachstehende Ausführungen sollen einen kurzen Einblick bringen, wie diese Aufgabe gelöst wurde, und über wichtigste Erkenntnisse aus diesen Ergebnissen berichten.

Die Erfahrung lehrt, daß wohl alle „Friedensingenieure“, die heute im Kriege in die gewaltigen Arbeiten der Wehrbautechnik mit eingeschaltet sind, den Mangel einer Vorausberechnung der „dynamischen Tragfähigkeit“ ihrer Bauwerke, d. h. ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Bombenwirkungen empfinden.

Bevor ein Entwurfsbearbeiter der konstruktiven Durchbildung solcher Bauanlagen näherzutreten kann, deren besonderer Charakter durch die Forderung nach ausreichender Widerstandsfähigkeit gegen Bombenwirkung bedingt wird, muß er wissen:

1. die Art der angreifenden Kräfte nach Größe und Richtung,
2. die Art des durch die wirkenden Kräfte ausgelösten inneren Kräftespiels im beanspruchten Körper.

Auf Grund dieser Unterlagen muß der Entwurfsbearbeiter die Baustoffe Beton und Stahl entsprechend ihren Festigkeitseigenschaften in seiner Konstruktion so anordnen, daß an keiner Stelle des Bauwerkes durch das Einwirken der Bomben gefährliche Überbeanspruchungen eintreten.

Die Kennzeichen der angreifenden Kräfte, so die Größe und Art der Bombe, ihre Auftreffwucht und ihre Sprengstoffmenge, mögen als bekannt vorausgesetzt sein, jedoch die Kenntnis des Zusammenwirkens von Beton und Stahl im Verbundkörper, das dadurch ausgelöste Kräftespiel der inneren Spannungen sowie schließlich die Art, wie überhaupt Stahlbeton den außerordentlich hohen Stoßbeanspruchungen widersteht, fehlen.

Eine Wissenschaft, die allseitig bewährte Grundlagen anzugeben vermag, ähnlich der statischen Stahlbetontheorie, gibt es noch nicht; die Möglichkeit einer Lösung scheint nur dann gegeben, wenn es gelingt, bei Bombenwirkungen durch Messung die Art und die Größe der Widerstandsenergien des beanspruchten Bauteils zu erfassen, um aus Beobachtungen das innere Spannungsbild des Verbundkörpers festzuhalten, so daß dann allgemeingültige Schlüsse für die Ausarbeitung eines Berechnungsverfahrens gezogen werden können.

Die Lösung dieses Problems fällt also zunächst in das Aufgabengebiet der Meßtechnik und hängt von dem Stand dieser ab. Sie zeigt aber zugleich die hier vorliegende Schwierigkeit, Meßverfahren und Meßvorrichtungen zu entwickeln, welche die außerordentlich hohe und rasche Kräfteeinwirkung einer Bombe, die sich in Millisekunden abspielt, erfassen, und welche deren Auslösung auf den getroffenen Körper festhalten können; deshalb erfordert die theoretische Durchdringung des hier vorliegenden, sehr verwickelten Problems viel langwierige Versuchsarbeit und damit viel Zeit — meist ja bedingte Schattenseiten jeder wissenschaftlichen Forschertätigkeit.

Die technische Führung der heutigen Zeit verlangt jedoch wiederholt rasche, zuverlässige Erkenntnisse, unbeschadet einer streng wissenschaftlichen Erfassung und Überprüfung der Ergebnisse in späterer Zeit. Trotz der Fülle der die eingehende Forschung beeinflussenden Versuchsfaktoren müssen deshalb unter Beachtung

<sup>1</sup> Nach einem Vortrag, gehalten am 25. März 1942 auf der Tagung des Deutschen Betonvereins (E.V.), Arbeitskreis Betonbau der Fachgruppe Bauwesen im N.S.B.D.T.

der wesentlichen darauf Einfluß nehmenden Einzelheiten solche Versuchslösungen und Methoden zur Ermittlung von Schutzdicken gegen Bombenwirkungen gefunden werden, welche möglichst schnell die Beantwortung gestellter Fragen gestatten, soll sich nicht die Wissenschaft und Forschung ihrer wertvollsten Lebenswurzel, stets der Praxis zu dienen, entfremden und durch die Gefahr der Zersplitterung zum Selbstzweck erniedrigen.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen zur Erfassung von Bombenwirkungen nun zu den Versuchen:

Ermittelt wurden zur Ableitung von Gesetzmäßigkeiten in Wirklichkeitsversuchen Größt- und Kleinstwerte von Bombenwirkungen gegen Stahlbeton, die als Unterlagen für die Aufstellung einer leicht handzuhabenden, empirischen Berechnungsgrundlage zur Bemessung von Schutzdicken für bombensichere Bauanlagen in Stahlbeton verwendbar sind.

In ihrer Wirkung sind zu unterscheiden zwei Arten von Bomben (Abb. 1):

1. Sprengbomben,
2. Sonderbomben.

Bei Sprengbomben — auch Minenbomben — ist zugunsten eines größeren Sprengstoffinhaltes die Bombenwandung absichtlich sehr schwach gewählt. Sie gehen beim Auftreffen auf sehr widerstandsfähige Ziele infolge der gewaltigen Stoßbeanspruchung zu Bruch,

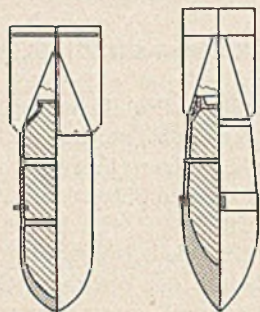


Abb. 1. Bombenarten.

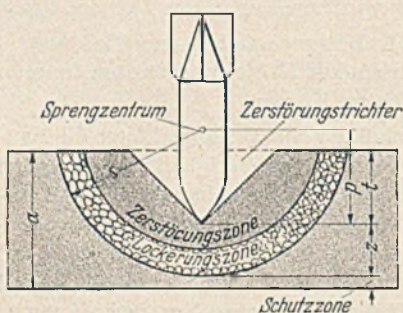


Abb. 2. Wirkung von Sonderbomben gegen Decken.

so daß sie nur mit „Aufschlagszünder“ zum wirksamen Einsatz gegen Stahlbeton kommen können.

Gegensätzlich zu diesen haben Sonderbomben — auch Panzerbomben — sehr dicke Wandungen aus besonders widerstandsfähigem Material, mit einer besonders stark ausgebildeten Bombenspitze. Sie sind mit einem „Verzögerungszünder“ versehen, so daß sie erst in das Ziel einzudringen vermögen und dann detonieren.

Bei Deckentreffern gegen Stahlbeton liegt die Zerstörungsarbeit einer Bombe (Abb. 2):

1. in der Auftreffwirkung: durch ihre Auftreffwucht,
2. in der Sprengwirkung: durch ihren zur Detonation gelangenden Sprengstoffinhalt.

Die Auftreffwucht (Abb. 2) äußert sich im Beton — erfolgt kein Durchschlag — durch Ausschlagen eines Zerstörungstrichters auf der Oberfläche.

Die Sprengwirkung (Abb. 2) äußert sich — erfolgt kein Durchschlag — in einer kreisförmigen örtlich um das Sprengzentrum — das ist der Schwerpunkt des Sprengstoffinhalts der Bombe — begrenzten Zerstörung und Zermürbung des Betons. Dabei wird der Beton in einem begrenzten Umfang von der Ladung vollkommen

zertrümmert und zerstört — „Zerstörungszone“ —, im weiteren Umfang mit mehr und immer weniger werdenden starken Brucherscheinungen aufgerissen und gelockert — „Lockerungszone“ — und darüber hinaus macht sich die Sprengkraft außer starker Erschütterung infolge des plötzlichen Stoßes durch keinerlei nachteilige Erscheinungen mehr bemerkbar — das ist die „Schutzzone“.

Die Erfahrung lehrt, daß bei den derzeitigen Bomben nicht Deckentreffer gegen Stahlbeton, sondern Trefffer unmittelbar an oder neben Wänden einfallend am gefährlichsten wirken (Abb. 3); denn hier kommt die sehr hohe Sprengladung der Bombe voll zur

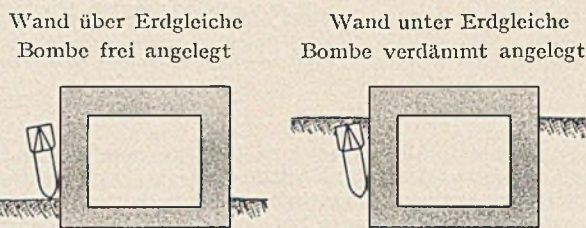


Abb. 4. Bombenwirkung gegen eine Wand.

Wirkung dadurch, daß die gesamte Sprengstoffmenge, so nahe wie es die Bombenabmessungen erlauben, sich an dem zu zerstörenden Körper befindet, gegensätzlich zu Deckentreffern, wobei der größte Teil der Sprengenergie durch ihre ungünstige Lage zum getroffenen Körper wirkungslos verpufft.

Die Wirkung der Bomben gegen Wände ist eine reine Sprengwirkung und erfordert damit die Anwendung der Sprengtheorie.

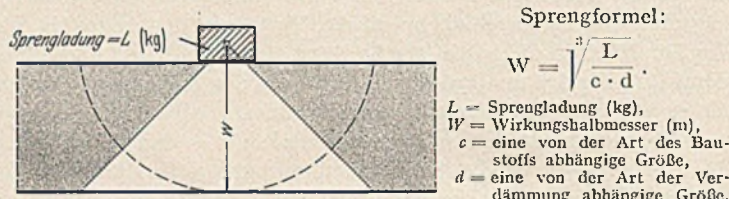


Abb. 5. Durchschlagwirkung einer Sprengladung.

Je nach dem Ort (Abb. 4), an welchem die Detonation stattfindet, an Wänden über Erdgleiche — bei Bomben mit „Aufschlagszünder“, welche beim Auftreffen auf den Erdboden detonieren — oder an Wänden unter Erdgleiche — bei Bomben „mit Verzögerungszünder“, welche erst in den Erdboden eindringen und dann detonieren — unterscheidet man „frei“ oder „verdämmt“ zur Wirkung kommende Ladungen.

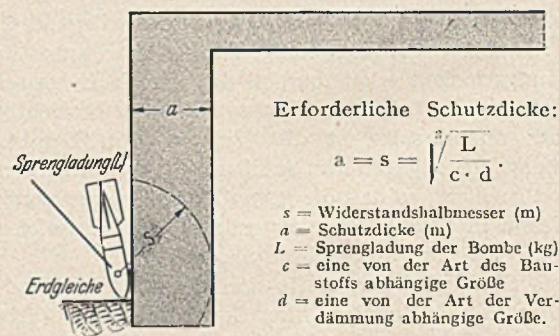


Abb. 6. Widerstandsfähigkeit einer Wand gegen Bombenwirkung.

Für die Beurteilung der Durchschlagwirkung einer Sprengladung gilt die allgemeine Sprengformel als Grundlage (Abb. 5); bringt man an einem Körper eine Sprengladung zur Entzündung, so äußert sich ihre Wirkung nach der Gleichung

$$w = \sqrt[3]{\frac{L}{c \cdot d}}$$

d. h. der Wirkungshalbmesser = w einer Sprengladung, das ist die durchschlagbare Betondicke, ist abhängig von der  $\sqrt[3]{L}$  der Sprengladungsmenge = L und von der Art des Baustoffes und der Art der Verdämmung, erfaßt durch die Koeffizienten c und d.

Für die Ableitung der Berechnungsgrundlage zur Ermittlung von Schutzdicken (Abb. 6) wird diese Gesetzmäßigkeit — die mathematische Abhängigkeit des „Wirkungshalbmessers = w für Durchschlagsleistungen“ von der  $\sqrt[3]{}$  der Sprengladungsmenge = L — benutzt zur Ermittlung des „Widerstandshalbmessers = s für Schutzdicken von Wänden = a“ also:

$$a = s = \sqrt{\frac{L}{c \cdot d}}$$

= L<sub>1</sub> werden sich die Schutzdicken verhalten wie:

$$a : a_1 = \sqrt[3]{L} : \sqrt[3]{L_1}$$

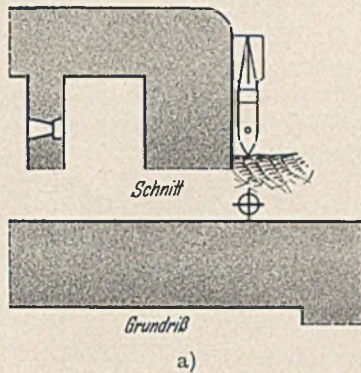
bzw.

$$a_1 : a = \sqrt[3]{\frac{L_1}{L}}$$

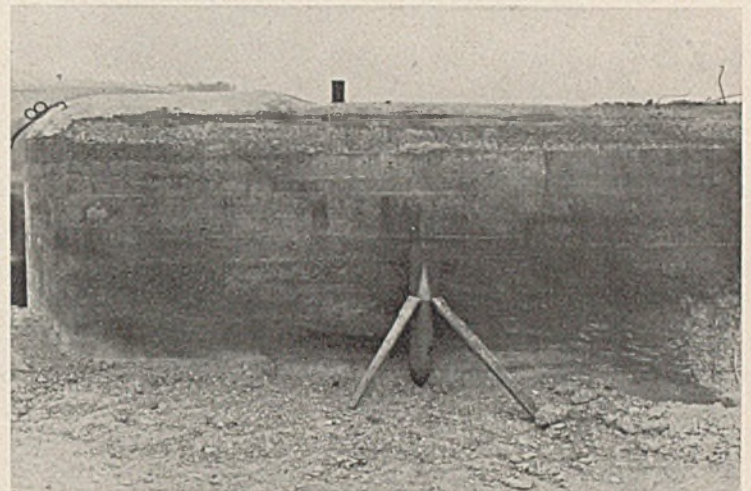
da die beiden Koeffizienten c und d bei dieser Voraussetzung in ihren Werten gleichbleiben.

Ist demnach durch den Versuch einer Bombe mit der Spreng-

Versuchsordnung.

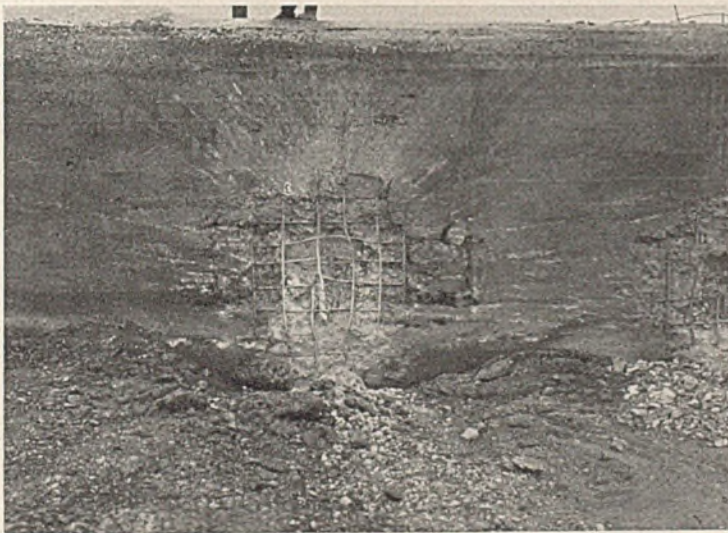


a)

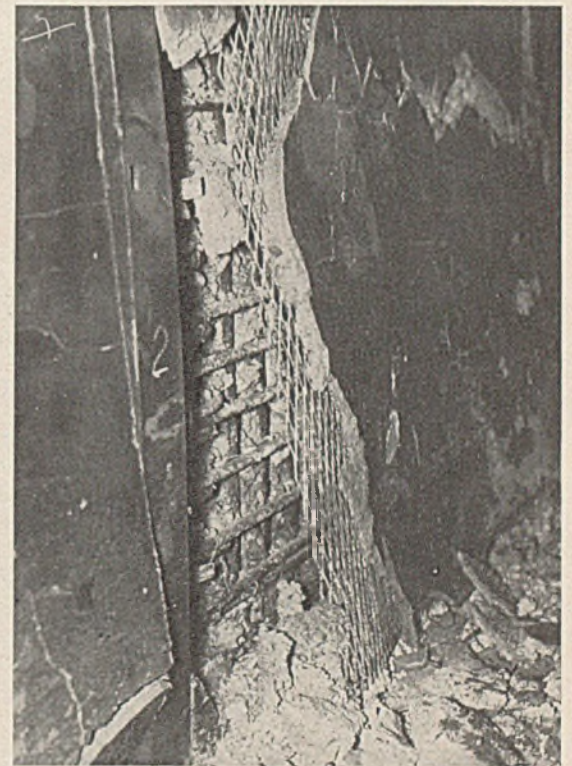


b) Bombe vor der Detonation.

Wirkung.



c) Außenfläche.



d) Innenfläche.

Abb. 7. Wirkung einer Bombe gegen eine Betonwand über Erdgleiche.

d. h. eine Wand schützt, wenn ihre Dicke a = dem Widerstandshalbmesser = s in Abhängigkeit von der  $\sqrt[3]{}$  der Sprengladung = L der Bombe steht, wobei c und d die gleiche Bedeutung wie vorher haben und das verhältnismäßig kleine Maß des Bombenhalbmessers vernachlässigt wird, so daß sich dabei ein geringes Vorhaltmaß der Schutzdicken ergibt.

Gegen verschieden große, mit der gleichen Sprengstoffart gefüllte und unter gleichen Verhältnissen gegen Stahlbeton zur Wirkung kommende Bomben mit den Sprengstoffladungen = L und

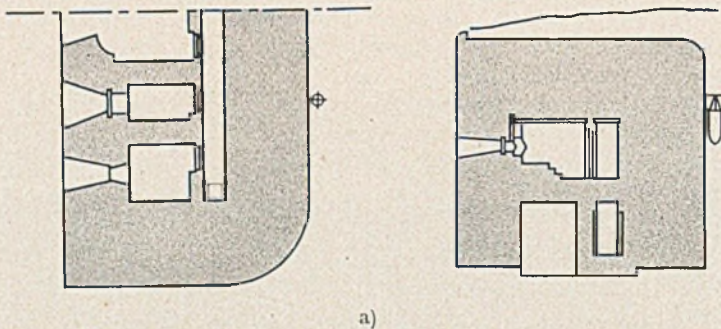
ladung = L die Schutzdicke = a, welche gegen ihre Wirkung schützt, bekannt, so können gegen die Wirkung unterschiedlicher Bomben mit der bekannten Sprengladung = L<sub>1</sub>, welche in der gleichen Art gegen eine Wand zur Wirkung kommen, die Schutzdicken der Wände a<sub>1</sub> nach dieser Formel ermittelt werden, denn in dieser Gleichung sind von den vier Werten drei bekannt.

Die erforderlichen Widerstandshalbmesser wurden nun für einzelne Bombenarten durch Versuche ermittelt zur Festlegung von Schutzdicken für Wände über und unter Erdgleiche unter der

Annahme, daß eine Bombe nahezu senkrecht unmittelbar an einer Wand einfällt.

Als Ergebnis sind Erfahrungsformeln der Schutzdicken für Wände über und unter Erdgleiche aufgestellt, deren Richtigkeit durch ergänzende Bestätigungsversuche überprüft und deren Gesetzmäßigkeit als gültig befunden wurde.

Versuchsanordnung.



b) Außenansicht.



c) Innenansicht.

Abb. 8. Wirkung einer Bombe gegen eine Wand unter Erdgleiche.

Da ein Bombenabwurf aus dem Flugzeug bei den Versuchen wegen des zu großen Munitionseinsatzes, um infolge der Treffwahrscheinlichkeit unmittelbar an der Wand liegende Treffer zu erzielen, zu zeitraubend und zu kostspielig war, wurden die Bomben jeweils an das Bauwerk angelegt bzw. eingegraben und dort frei oder verdammt wirkend zur Detonation gebracht, eine Versuchsanordnung, die der Wirklichkeit entspricht.

Die nachfolgenden Bilder geben einige Ausschnitte aus diesen Versuchen gegen Wände. So die Wirkung einer Bombe mit Aufschlagszündung (Abb. 7): Die Versuchsanordnung ist aus der Skizze Abb. 7a und dem Lichtbild Abb. 7b zu ersehen. Die Bombe hatte — erfolgte auch nicht ein vollständiger Durchbruch — durch das Losschlagen von großen Betonbrocken, die mit ungeheurer Wucht in den Raum geschleudert wurden, fast vernichtende Wirkung (Abb. 7c und d); demgegenüber zeigt das nächste Bild (Abb. 8), daß eine bedeutend stärkere Wanddicke hinreichend schützt gegen eine Bombe mit Verzögerungszündung, die erst in den Boden eindringt und dann detoniert — die Versuchsanordnung ist aus der Skizze Abb. 8a ersichtlich. Außer kleinen Rißerscheinungen an der Wandinnenfläche, die durch Farbe noch besonders hervorgehoben sind, treten keinerlei nachteilige Folgen im Rauminnern auf (Abb. 8b und c).

Zur Ermittlung der erforderlichen Schutzdicken von Decken ist erfahrungsgemäß zunächst die Eindringtiefe der Bombe in Beton infolge ihrer Auftreffwucht, die sich bis zum Durchschlag steigern kann, maßgebend (Abb. 9), denn je weniger tief die Bombe

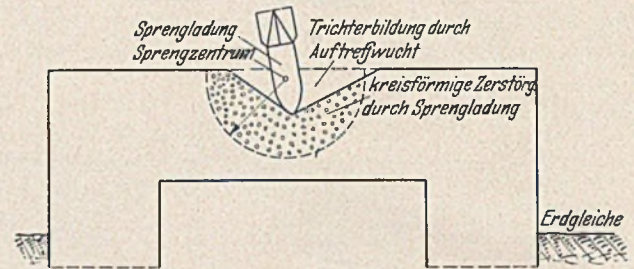


Abb. 9. Wirkung einer Bombe.

in den getroffenen Körper einzudringen vermag, desto geringer wird sich auch ihre Sprengladung im Beton selbst äußern können. Die volle Auswirkung der Bombenaufreffwucht und damit ihre größtmöglich erreichbare Eindringtiefe in Beton setzt jedoch voraus, daß eine Bombe mit Verzögerungszündung den gewaltigen Stoßbeanspruchungen gegen Beton in ihren Festigkeiten gewachsen ist, die Bombenwandung sich also nicht frühzeitig verformt oder gar vorher zu Bruch geht.

Dünnwandige Bomben kommen deshalb nur mit Aufschlagszündung zum Einsatz, so daß ein Eindringen infolge ihrer Wucht nicht erfolgt.

Durchgeführte Versuche ergaben, daß gegen derartige Bombentreffer Schutzdicken von Decken gegenüber Wänden schwächer gehalten werden können infolge der ungünstigeren Lage zum getroffenen Körper.

So zeigt der nächste Versuch (Abb. 10), unter der Annahme, eine Bombe kommt mit Aufschlagszündung zur Wirkung, — die Versuchsanordnung ist aus der Skizze (Abb. 10b) und dem Lichtbild (Abb. 10a) zu ersehen — nur geringe oberflächliche Betonzerstörungen. In Abb. 10c ist die Wirkung an der Treffstelle unmittelbar nach der Detonation zu erkennen und in Abb. 10d die Zerstörung nach Wegräumen der losgeschlagenen Betonbrocken, Zerstörungen im Umkreis von 2—3 m und von 20 cm Höchsttiefe.

Beachtet man jedoch — wie in der Abb. 11 zu sehen — ein sehr flaches Einfallen der Bombe gegen die Decke, wobei der Zünder immer noch ansprechen kann, so werden infolge der günstigen Bombenlage zu dem zu zerstörenden Körper Schutzdicken von Decken notwendig in Abmessungen von Wänden über Erdgleiche.

Anders liegt jedoch der Fall beim Einsatz von Sonderbomben mit genügend starken Festigkeiten gegen die auftretenden Stoßbeanspruchungen, welche also erst in den Beton eindringen und dann detonieren. Der Wettkampf Bombe gegen Beton wird dabei

in Zukunft ebensowenig ausbleiben wie der Wettlauf Geschöß gegen Panzer.

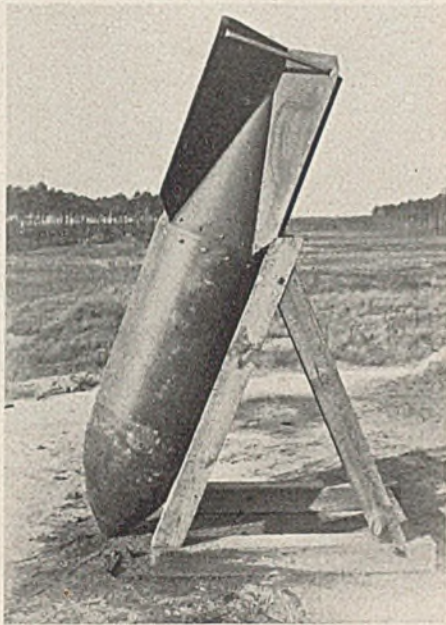
Zur Ermittlung der Schutzdicken gegen derartige Bomben — infolge der Wirkung durch ihre Auftreffwucht und durch ihre Sprengladung — wurden die Ergebnisse zahlreich durchgeführter Beschußversuche mit schwersten Kalibern auf Bomben sinngemäß übertragen.

Diese Rückschlüsse sind durch mechanische Gesetzmäßig-

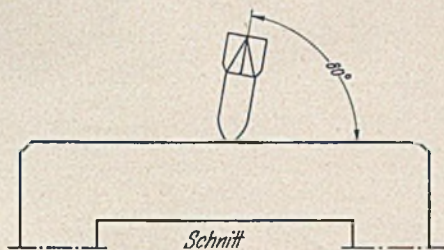
seiner Längs- und um  $90^\circ$  in seiner Querachse gedreht, jedenfalls vernichtende Wirkung (Abb. 13b—c). Bemerkenswert ist immerhin das noch wunderbare Zusammenhalten des Verbundstoffes Stahlbeton, der Beton wurde nicht zertrümmert, sondern der Bunker blieb, außer an der Treffstelle, immer noch recht gut in seiner Gesamtheit erhalten.

Gegen die Gefahr des „Unterbombens“ können Bauwerke durch Betonvorlagen geschützt werden, wie in der Abb. 14 ein-

Versuchsanordnung.



a)



b)



c) Vor dem Ausräumen des Trichters.



d) Nach dem Ausräumen des Trichters.

Abb. 10. Wirkung einer dünnwandigen Bombe mit Aufschlagzünder gegen eine Decke.

keiten gegeben; denn beide Zerstörungsmittel — Bombe und Geschöß — sind gegen Stahlbeton geschleuderte Wurfkörper, lediglich mit dem Unterschied, daß dem Geschöß seine Auftreffgeschwindigkeit auf Beton, abhängig von der Fallhöhe durch den Luftraum, erst mit einer Pulverladung des erdgebundenen Geschützes durch den Schuß in die Raumhöhe erteilt wird, gegensätzlich zur Bombe, ein Abwurfgeschöß des Fliegers, der dieses erst verhältnismäßig langsam in die Höhe über das Ziel trägt und dann abwirft, wodurch die Bombe infolge der Fallbeschleunigung ihre Auftreffgeschwindigkeit erhält.

Die Abb. 12 veranschaulicht beispielsweise die Wirkung von Sonderbomben. Die Bombe wurde, wie aus der Skizze Abb. 12a ersichtlich, in den von einem blindgeladenen schwersten Geschöß geschlagenen Betontrichter eingelegt und nachträglich zur Detonation gebracht — eine Versuchsanordnung, welche die Wirklichkeit erfaßt —. In Abb. 12b ist die Bombe im Trichter vor dem Versuch zu sehen, jedoch noch nicht leicht verdämmt, und in Abb. 12c die Wirkung nach ihrer Sprengung.

Besonders gefährlich wirkt jedoch das „Unterbombens“ von Bauwerken (Abb. 13). Die Versuchsanordnung des Unterbombens zeigt die Skizze (Abb. 13a). Die Bombe hat den Bunker vollständig herausgehoben, rd. 6 m weit geschleudert, um  $180^\circ$  in

gezeichnet, um zu verhindern, daß die Bombe unter die Bauwerksohle dringen kann. Die Zweckmäßigkeit der senkrechten oder

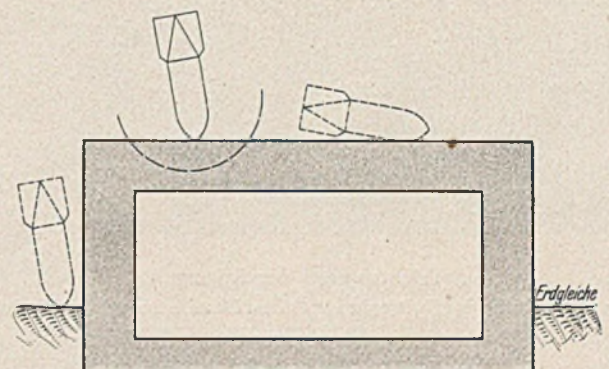


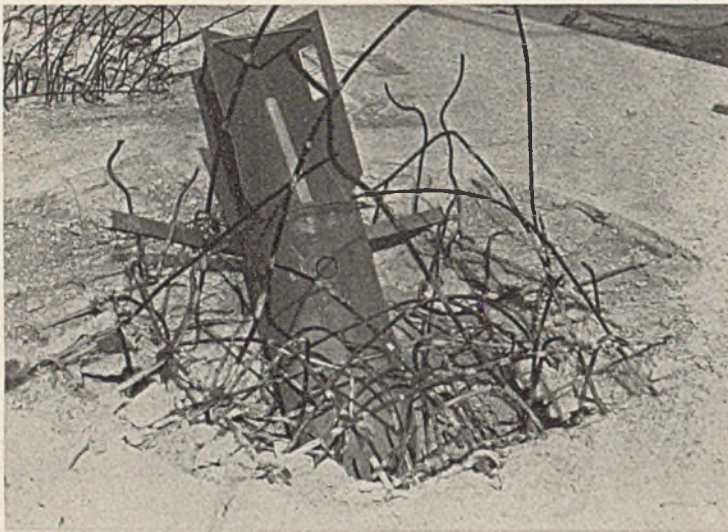
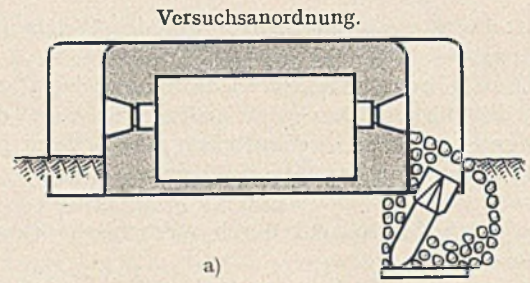
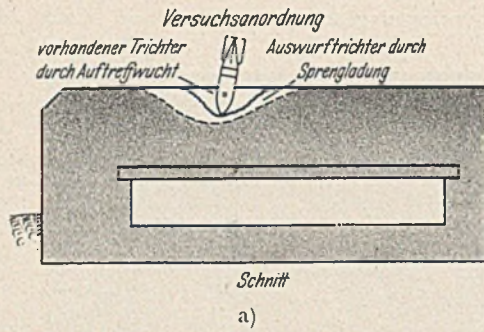
Abb. 11. Einfallen von Bomben gegen Decken.

waagrechten Anordnung dieser Betonvorlagen läßt sich nur unter Berücksichtigung der konstruktiven Praxis beurteilen.

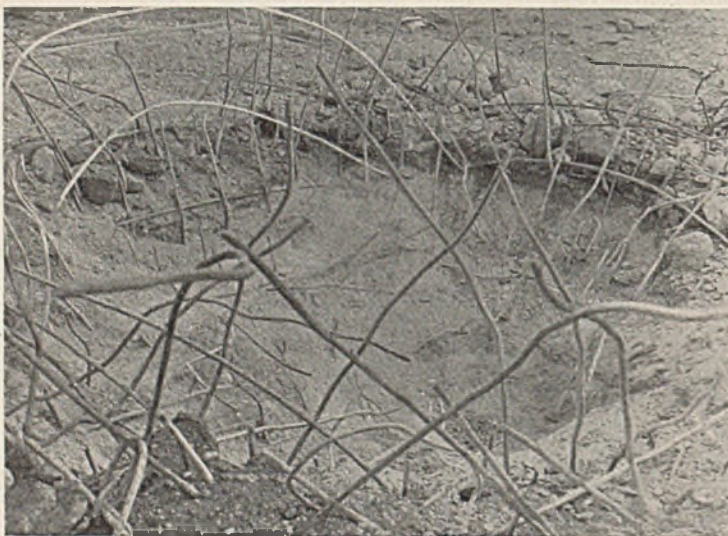
Den erforderlichen Schutzdicken für Bauwerksohlen (Abb. 14) sind Abmessungen der Schutzdicken für

Wände unter Erdgleiche zugrundelegen, jedoch können diese je nach Grundrißabmessungen des Bauwerkes und Größteindringtiefen von Bomben in einzelnen Teilen schwächer gehalten werden.

Die auf Grund der Versuche erforderlichen Schutzdicken der einzelnen Bauelemente gegen die verschiedenen Bombenarten und Bombenkaliber liegen ermittelt vor. Danach ist, wie bereits er-



b) Vor der Sprengung (Bombe im Trichter eingebracht).



c) Trichter nach der Sprengung.

Abb. 12. Wirkung der Sprengladung einer Bombe nach ihrer Eindringung in Beton.

wähnt, zu unterscheiden zwischen Sprengbomben und Sonderbomben, und weiterhin ergeben sich unterschiedliche Dicken, je nachdem diese im Horizontalflug aus 4000—6000 m Höhe oder im Sturzflug abgeworfen werden. Aus den Ergebnissen können die Schutzdicken der einzelnen Bauelemente entnommen werden: erforderliche Schutzdicken in Stahlbeton für Decken, für Wände über und unter Erdgleiche und für Bauwerkssohlen.



b)



c)



d)

Abb. 13. „Unterbomben“ eines Standes.

Mit diesen Unterlagen kann jeder Entwurfsbearbeiter je nach den taktischen Forderungen der Widerstandsfähigkeit an die konstruktive Durchbildung seines Bauwerkes gehen.

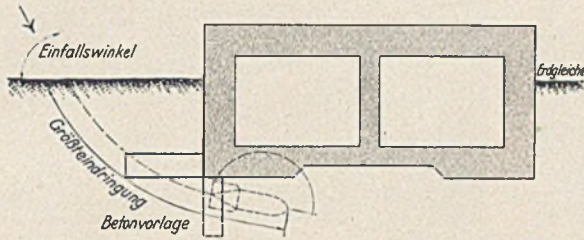
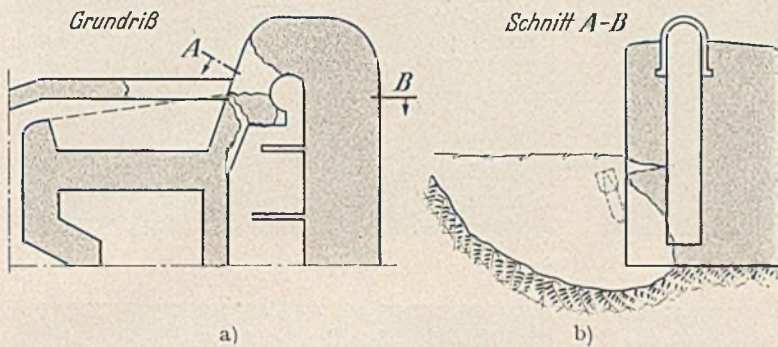


Abb. 14. „Unterbomben“ von Bauwerken.

Kriegserfahrungen haben die Richtigkeit der vorliegenden Erkenntnisse bestätigt; die nachfolgenden Abbildungen geben Ausschnitte davon.

So bewirkten Deckentreffer dünnwandiger Bomben (Abb. 15)



a)

b)

nur Oberflächenzerstörungen am Beton in einer Tiefe von 20—30 cm und einem Zerstörungsradius von 2—3 m um die Treff-

Wirkung einer Bombe gegen Betonvorlage eines Panzerturmes.



a

b

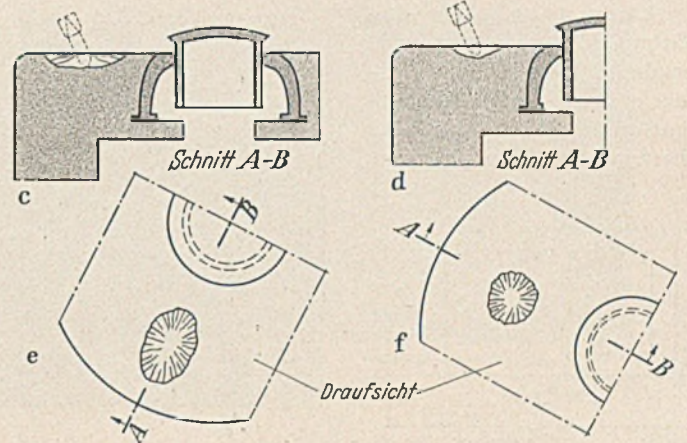


Abb. 15. Deckentreffer kriegsmäßig.



c) Ansicht der Kampfanlage.



e) Wie vor, seitlich gesehen.



d) Zerstörung der Stahlbetonwand von außen frontal gesehen.



f) Zerstörung im Rauminnern.

Abb. 16. Wirkung von Bombentreffern unmittelbar an der Wand gegen Anlagen ständiger Befestigung (kriegswirksam).

stelle; in Abb. 15 a und b ist die Wirkung zu erkennen; in Abb. 15 c—f ist diese skizzenmäßig aufgetragen.

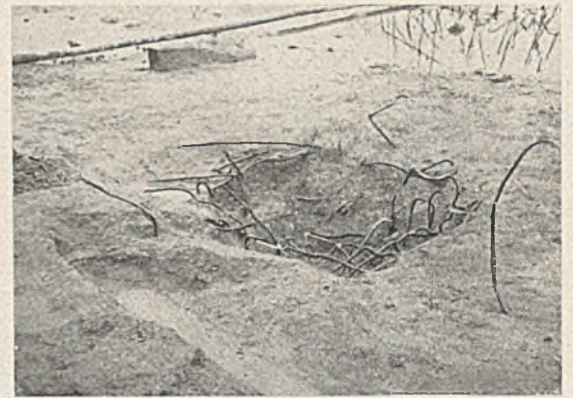
Demgegenüber hat eine Bombe, unmittelbar an der Wand eingefallen (Abb. 16), wie die Skizzen (Abb. 16 a und b) zeigen, einen Durchschlag erzielt mit vernichtender Wirkung. Die Abb. 16 c—f geben Ansichten der Einfallstelle und der Betonzerstörungen von außen gesehen und im Rauminnern.

Die Abb. 17 läßt die Wirkung von zwei Treffern schwerster Panzerbomben gegen sehr weitgespannte Stahlbetondecken erkennen (Treffer 1 und 2). Sie schlugen lediglich auf der Oberfläche Betontrichter, verursachten aber sonst keinerlei nachteilige Zerstörungen. Ein weiterer Treffer, unmittelbar an der Außenwand eingefallen (Treffer 3), bewirkte nur leichte Betonoberflächenzerstörungen an seiner Detonationsstelle ohne weitgreifende Risse oder sonstige Beschädigungen.

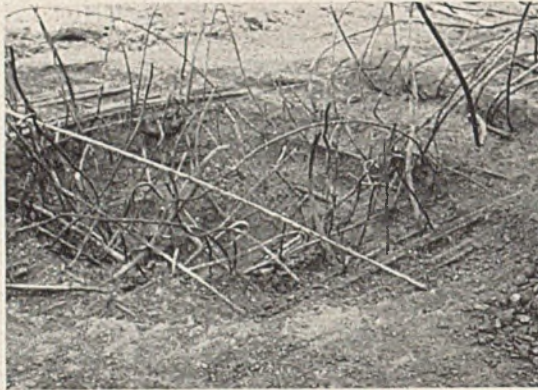
Neben diesen direkten Wirkungen von Bomben sind gegen Befestigungsanlagen noch indirekte fest-

zustellen. Infolge der gewaltigen Minenwirkung einer Bombe durch ihre große Sprengladung vermag sie einen bedeutenden Erdtrichter auszuwerfen — eine mittlere Bombe einen Trichter von etwa 12—15 m Durchmesser und 4—6 m Tiefe mit etwa 600—1500 m<sup>3</sup> Inhalt.

Fällt nun eine Bombe vor eine Kampfscharte ein, wie aus der Abb. 18 ersichtlich, so „blindet“ der dabei sich bildende hohe Trichterkranz (Abb. 18 a) das Schußfeld des Verteidigers, so daß sich der Angreifer gedeckt bis auf nächste Kampferfernung an die Scharte heranarbeiten kann, um den



Treffer 1



Treffer 2



Treffer 3

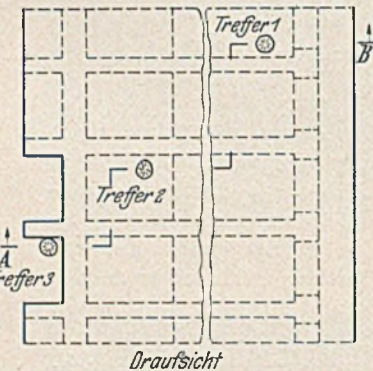
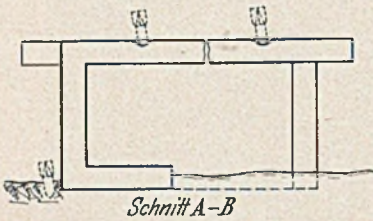
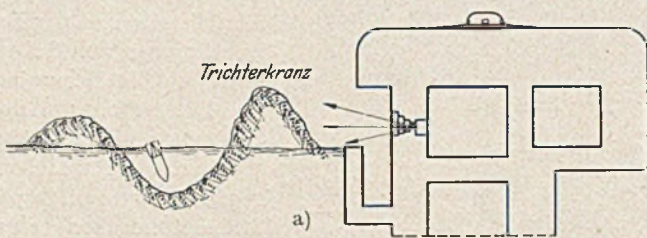


Abb. 17. Bombentreffer auf eine weitgespannte Decke.



Gegner mit Handgranaten oder Sprengladungen zu bekämpfen oder den Kampfblock mittels Flammenwerfer auszuräuchern. Die Abb. 18b gibt die Ansicht einer „blindgeworfenen“ Scharte in der Maginot-Linie, und Abb. 18c zeigt das behinderte Schußfeld der Waffe — im Rauminnern von der Scharte aus gesehen.



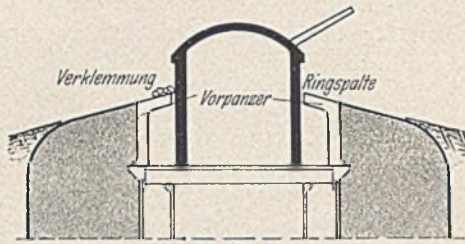
b) Blick gegen die Panzerscharte.



c) Blick aus der Panzerscharte, Schußfeld verdeckt.

Abb. 18. „Blindwerfen“ von Panzerscharten durch Stuka.





a) Drehturm im ausgefahrenen Zustand.

Die beim Einfallen der Bombe herausgeworfenen Erdbrocken, mit Steinen vermengt (Abb. 19), wirken besonders gefährlich beim Treffen gegen den Ringspalt zwischen Vorpanzer und Drehkuppel eines Panzerturmes — die neben der Scharte mitverwundbarste und schwächste Stelle einer solchen Kampfanlage —, wobei durch „Verklemmen“ des Drehturmes seine Wirkungsmöglichkeit außerordentlich stark behindert wird (Abb. 19a). Die Abb. 19b und c veranschaulichen derartige Wirkungen gegen Geschützpanzertürme der befestigten Anlagen von Lüttich, die mit Dreck fast vollständig zugedeckt wurden.

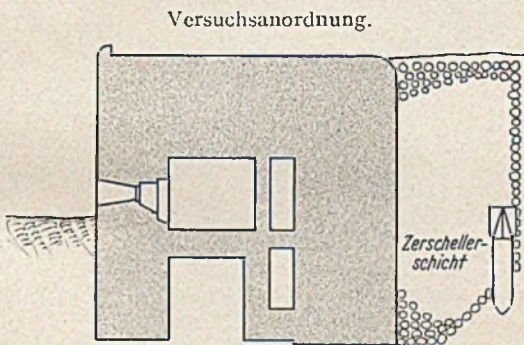


b)



c)

Abb. 19. „Verklemmen“ eines Geschützpanzerturmes.



a) Schnitt.

Bei der Betrachtung der erforderlichen Schutzdicken gegen Bomben zeigt sich die Anpassung von Wehrbauten an die Forderungen der Luftgefährdung nicht nur als bautechnische, sondern vor allem hinsichtlich der erforderlichen großen Dickeabmessungen als wirtschaftliche Aufgabe größten Umfanges. Mit möglichst wenig Arbeitskräften und materiellen Mitteln sollen heute Höchstleistungen erzielt und Bauten ausgeführt werden, die gegen starke Kräfte widerstandsfähig sind. Zur Bewältigung dieser Aufgabe müssen deshalb Lösungen zweckmäßigster und sparsamster Bauweisen gefunden werden, welche den Arbeits- und Materialaufwand mindern und trotzdem Nachteile beheben.

Auch hier ergeben bereits durchgeführte Versuche schon wertvolle Anregungen und Hinweise für Überprüfung und Ausarbeitung von Vorschlägen.

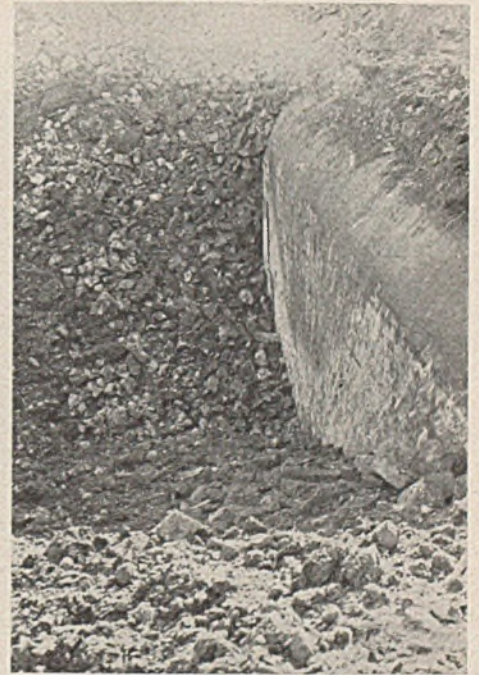
Die Erfahrung lehrt, daß beispielsweise Bomben, wenn sie in einem Abstand von nur wenigen Metern von der Bauwerkswand einfallen, in ihrer Wirkung



b) Ansicht von links.



c) Ansicht von vorn.



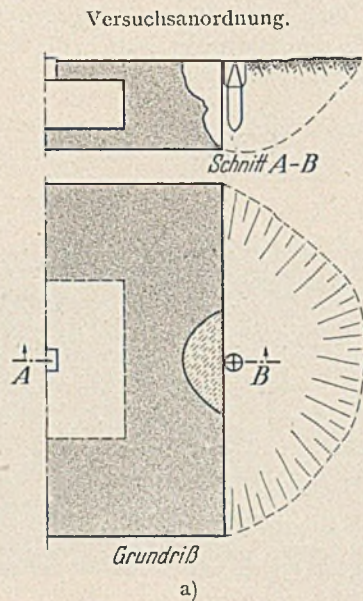
d) Ansicht von rechts.

Abb. 20. Wirkung einer Bombe gegen eine Wand unter Erdgleiche.

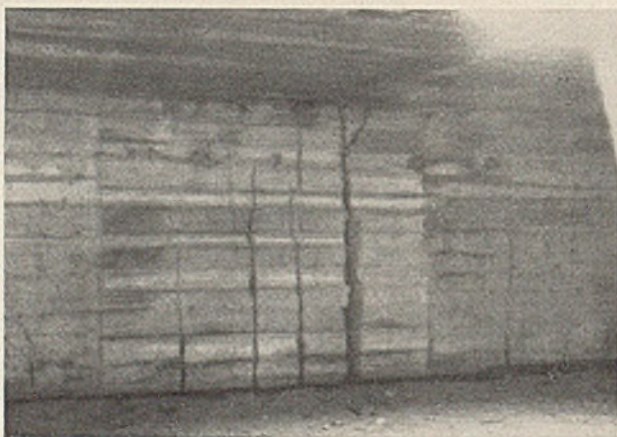
stark gemindert werden durch die als Puffsicht zwischen Sprengladung und Wand liegende Erde.

So vermag eine Bombe mit Verzögerungszündung, eingefallen in einem Abstand von nur wenigen Metern, gegen eine Wand nichts auszurichten, wie die Abb. 20 erkennen läßt: An der Detonationsstelle ein Trichterauswurf mit nur geringen Betonzerstö-

Diese Tatsache bringt sogleich die Überlegung (Abb. 22), durch eine widerstandsfähige Schicht — durch Anordnen einer horizontalen Betonvorlage — die Wirkung tief detonierender Bomben bereits auf der Oberfläche zu vernichten, so daß sich die stark



b) Außenansicht.

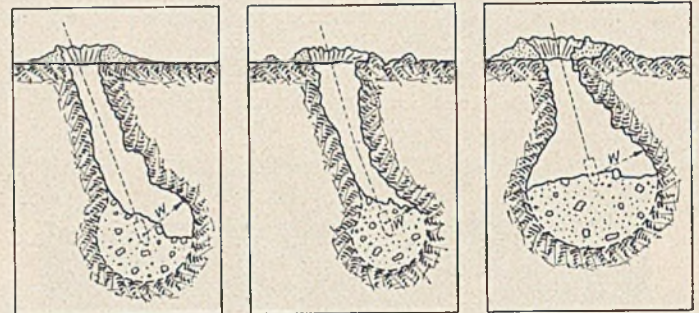


c) Innenansicht.

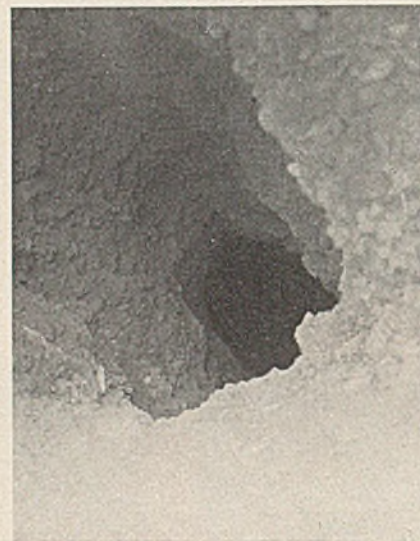
Abb. 21. Wirkung einer Bombe gegen eine Wand unter Erdgleiche.

rungen an der Wandaußenfläche (Abb. 20b—d), demgegenüber dieselbe Bombe unter gleichen Bedingungen unmittelbar an einer bedeutend dickeren Wand eingefallen (Abb. 21) vernichtende Wirkung hatte, wie die Betrachtung der Aufnahmen der Außen- und Innenfläche mit sehr starken Betonzerstörungen und Betonaufklüftungen erkennen läßt (Abb. 21b und c).

a) Schnitte von Bombentrichtern.

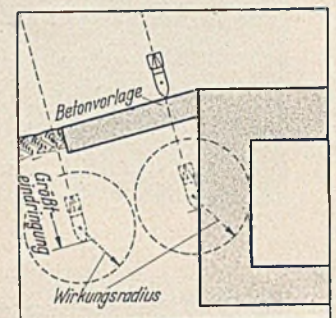


W = Wirkungsradius.



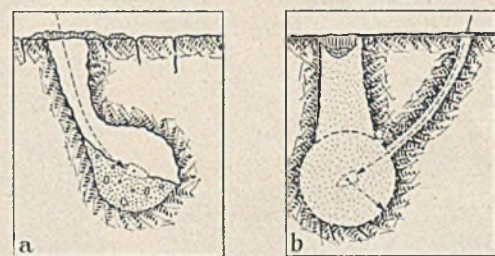
b) Erdtrichter.

Abb. 22. Kriegswirkliche Bombentrichter in Erde. Anordnen von horizontalen Betonvorlagen.

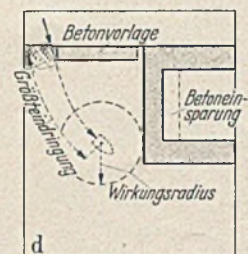


c) Anordnen von Betonvorlagen.

Erdtrichter einer Bombe.



Erdtrichter einer Bombe, blind geworfen.



Anordnen von Betonvorlagen.

Abb. 23. „Schließen“ von Bomben in Erde.

verdämmte Sprengladung — erst durch die Bombeneindringung in den Erdboden ermöglicht — unmittelbar an der Wand gar nicht äußern kann (Abb. 22c), und durch möglichst weites Vorkragenlassen dieser Betonvorlagen den Wirkungsradius der Sprengladung

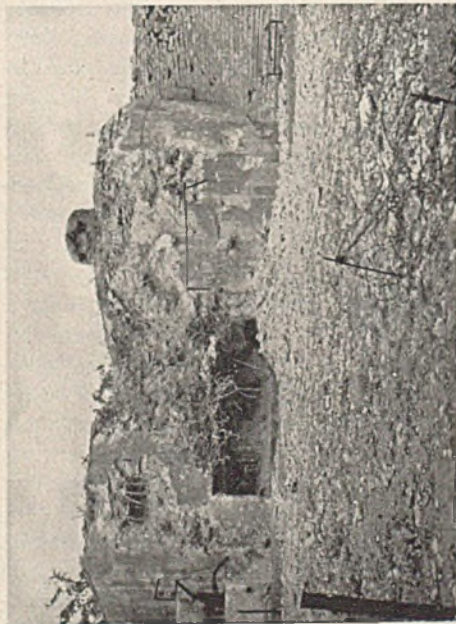
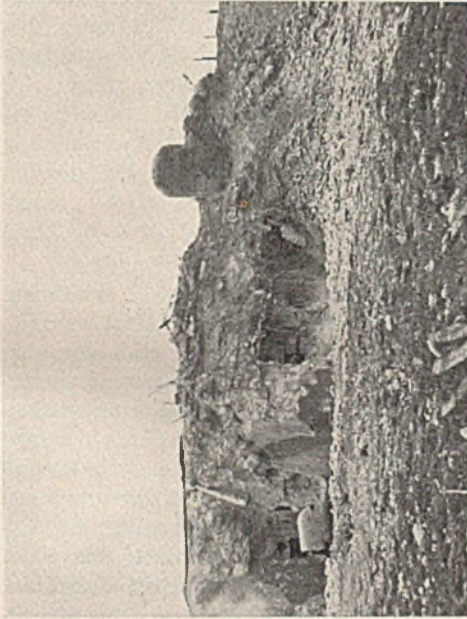
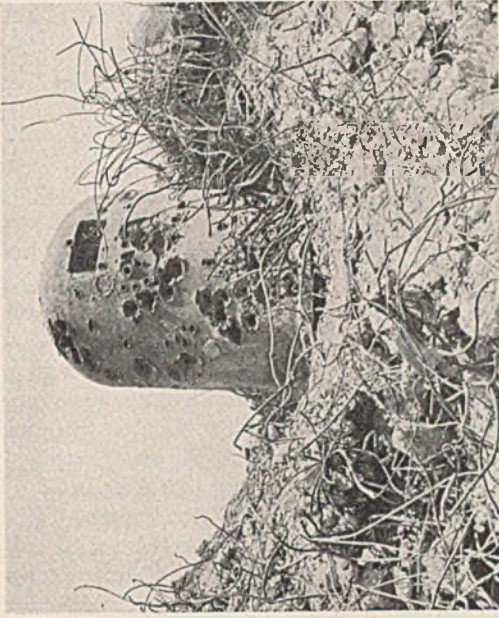
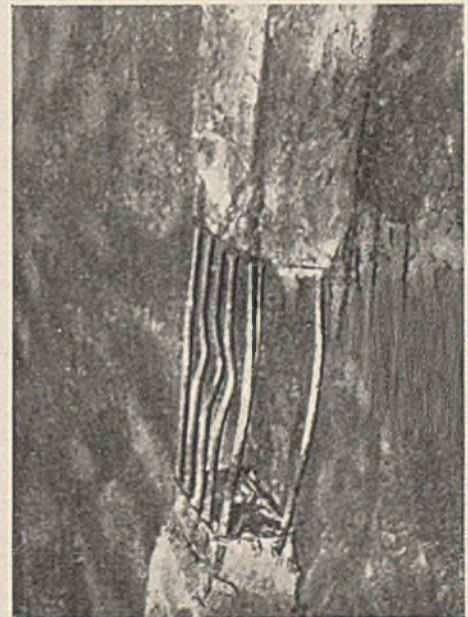
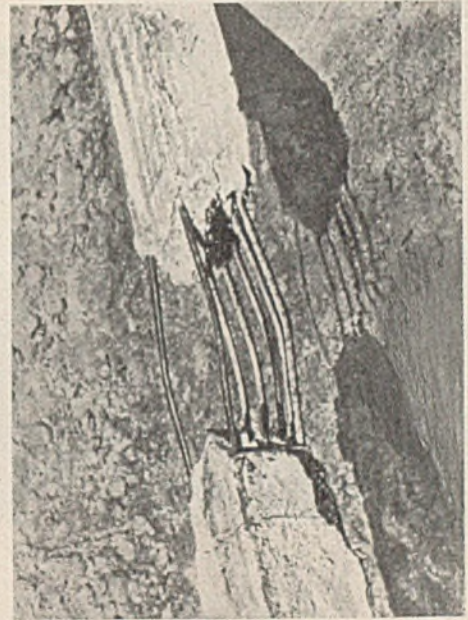
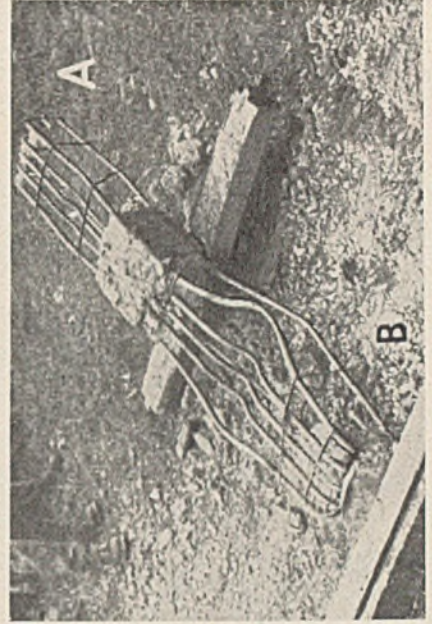
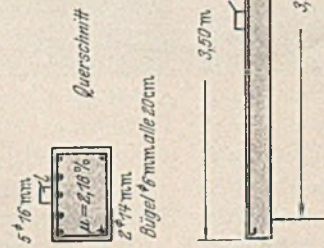
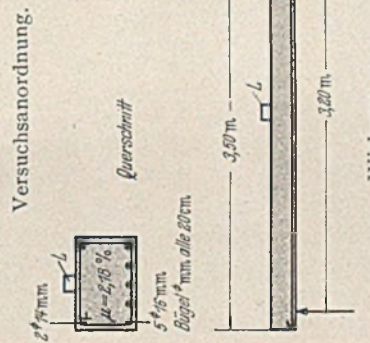
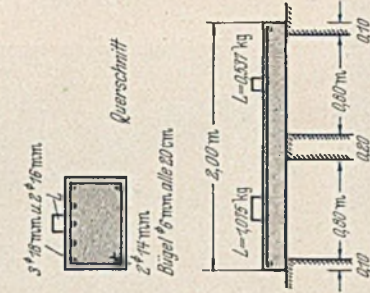


Abb. 24. Serientreffer.



c)

Abb. 25. Wirkung einer Sprengladung gegen Stahlbeton verschiedener Bewehrungsart.

a)

b)

möglichst entfernt der Wand zu halten (Abb. 22c). Diesen Gedanken, womit die Schutzdicken der besonders gefährdeten Wände gemindert werden können, legen die Betrachtungen kriegswirklicher Bombentrichter in Erde nahe, von denen beispielsweise einige Skizzen wiedergegeben sind (Abb. 22a) — eine schlauchförmige

Boden den Weg des geringsten Widerstandes gehen, d. h. abgelenkt werden (Abb. 23a und b), ja wiederholt sogar das Bestreben zeigen, wieder nach oben zu wandern, d. h. „schließen“ — ersichtlich in Abb. 23c —. Um dagegen zu schützen, werden aber die Abmessungen solcher Betonvorlagen der Breite nach recht groß (Abb. 23d), so daß die durch Schwächerhalten der Wände erzielte Betoneinsparung nunmehr für diese dicken und breiten Betonvorlagen wiederum verloren geht.

Auch der Gedanke, mit den Bauwerken zur Ausschaltung der an Wänden verdämmt wirkenden Bomben über Erdgleiche zu gehen, ist bei uns Festungsbauern im Hinblick auf den dadurch bedingten sehr hohen Aufzug solcher Anlagen und der damit gegebenen Möglichkeit des direkten Artilleriebeschusses aus kürzesten Kampferfernungen, wie die Aufnahmen beschossener Werke der Maginotlinie zeigen (Abb. 24), nicht möglich, so daß zu erkennen ist, daß die Lösung dieser Aufgabe bei uns Festungsbauern etwas schwieriger liegt als etwa im Luftschutzbau.

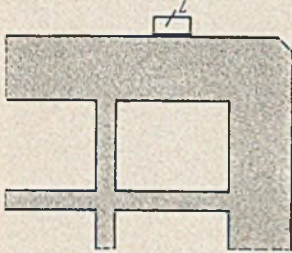
Dabei ist zu erwähnen, daß die Grundsätze für Luftschutzbauten sich von den hier vorliegenden in manchen Disziplinen unterscheiden, bedingt durch den wesentlichen Unterschied, daß Kampf- und Wehranlagen aus der Luft planmäßig bekämpft werden, gegensätzlich zu Luftschutzbauten, wobei der Feind im bebauten Gebiet wehrwirtschaftliche Anlagen und Betriebe ins Ziel nimmt, so daß Luftschutzbunker nur Zufallstreffern ausgesetzt bleiben; weiterhin ist noch zu berücksichtigen die zum Einsatz kommende unterschiedliche Bombenart, hier meist Sonderbomben, dort im bebauten Gelände meist Sprengbomben.

Zum Schluß noch eine kurze Erörterung zu einer baustofflichen Frage, welche die Ingenieure immer wieder bewegt, nämlich: wie

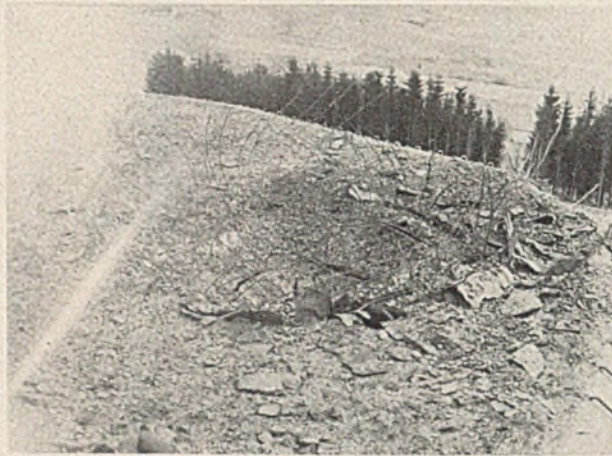
verhält sich überhaupt der Verbundkörper Stahlbeton gegenüber Bombenwirkungen?

Auf Grund von Beschußversuchen mit Artilleriegeschossen ist festgestellt, daß für die Widerstandsfähigkeit von Stahlbeton gegen hohe Stoßkräfte die Betongüte mit von ausschlaggebender Bedeutung bleibt, dagegen die Art der Bewehrung seine Widerstandskraft nur wenig mehr beeinflußt, wenn die Bewehrung mit einer erforder-

Versuchsanordnung.



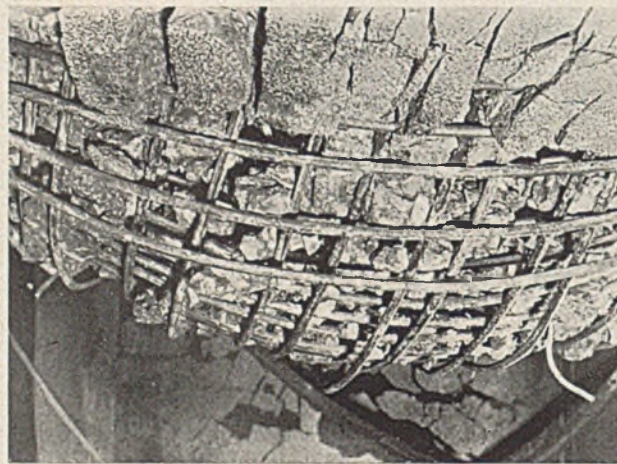
Wirkung.



Deckenoberfläche.



Deckenunterfläche.



Deckenunterfläche.

Abb. 26. Wirkung einer Sprengladung gegen eine Stahlbetondecke.

Eindringung der Bombe in Erde, um ihren Detonationspunkt eine kugelförmige Erweiterung, wobei die Wirkungsradien genau aufgenommen wurden. In Abb. 22b ist noch die Aufnahme eines

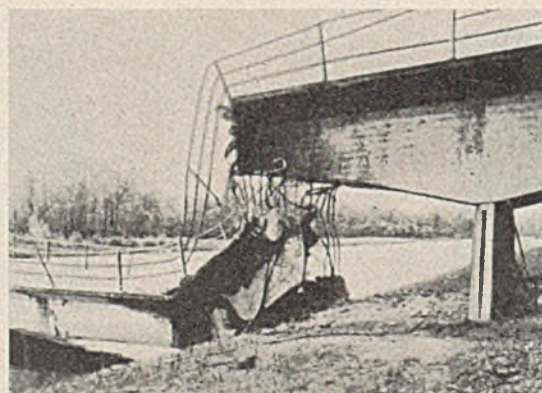
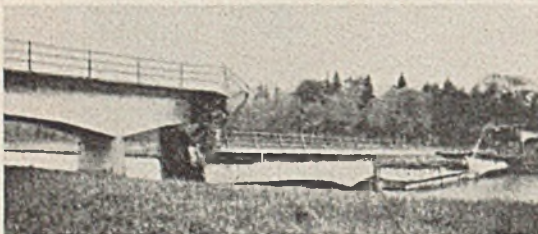


Abb. 27.

solchen schlauchförmigen Kanals, und zwar die Bombeneinfallstelle wiedergegeben. Die Sprengenergie genügte durch die infolge der tiefen Bombeneindringung sehr starke Erdüberlagerung nicht mehr, sich nach oben Luft zu schaffen, um einen Trichter auszuwerfen.

Die Erfahrung lehrt jedoch, wie die Abb. 23 erkennen läßt, daß Bomben mit Verzögerungszündung nur selten in ihrem Einfallswinkel gleichbleibend im Erdboden weiterdringen, sondern im

lichen Stahl-Mindeststärke entsprechend der Größe der Wirkungen den Beton in seiner ganzen Dicke möglichst gleichmäßig nach drei Raumrichtungen durchzieht.

Jede Art von Bewehrung, welche also infolge eines zu dichten Maschennetzes die Verarbeitung eines nur sehr wasserreichen Betons zuläßt, ist deshalb abzulehnen. Auch die Meinung, bei gegebener Betondicke durch mehr oder stärkere Stahleinlagen die Widerstandsfähigkeit wesentlich erhöhen zu wollen, bestätigt sich nicht.

Die Wirkung der Sprengladung beispielsweise lassen einfache Sprengversuche (Abb. 25) an verschiedenen bewehrten Balken erkennen, so an Balken bewehrt mit einem Bewehrungsprozentsatz von  $\mu = 2,2\%$ ; der Stahl einmal in der oberen (Abb. 25a), das andere Mal in der unteren Zone angeordnet (Abb. 25b) und einem Balken bewehrt mit zu den ersteren unterschiedlichen Stahldurchmessern vom Bewehrungsprozentsatz  $\mu = 2,5\%$  (Abb. 25c). — Die Versuchsanordnung ist aus den dazu gehörigen Skizzen ersichtlich. Bei den beiden ersten 3,2 m weitgespannten Balken war die Ladung in Mitte (Abb. 25a und b), bei dem letzten Balken war die gleiche Ladung in dem rechten Viertelpunkt und eine 2fach so große in dem linken Viertelpunkt des Balkens angelegt worden (Abb. 25c). Aus den dazugehörigen Lichtbildern ist zu erkennen, daß der Beton, gleichgültig welche Bewehrungsart, aus dem Stahl herausgeschlagen — einfach ausgeblasen — wurde,

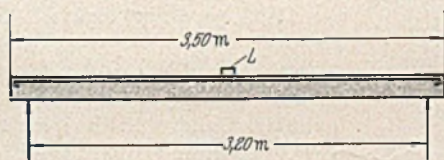
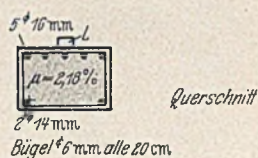
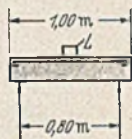
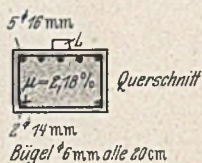
der Balken also restlos zerstört ist, daß aber kein Eisen riß und das ganze Geflecht außer geringen Verformungen und Verbiegungen der Stahleinlagen in seiner ursprünglichen Lage erhalten blieb. Nur beim letzten Versuch — in Abb. 25c, linke Balkenhälfte zu sehen — vermochte eine doppelt so starke Sprengladung von 1,05 kg die Stahleinlagen mehr auszubauchen, jedoch ein Reißen dieser trat auch hier nicht ein.

Die gleiche Erkenntnis bringt auch der in Abb. 26 dargestellte Versuch: die Wirkung einer Sprengladung gegen eine dicke Decke einer Kampfanlage. Der Beton war innerhalb der Bewehrung außerordentlich stark zermürbt und zerquetscht und wurde durch das sehr enge und starke Maschennetz — in der unteren Deckenzone eine kreuzweise Bewehrung mit 20 mm Stahldurchmessern im Abstand von nur 10 cm — infolge des sehr hohen Detonationsdruckes wie durch ein Sieb hindurchgepreßt. Dabei drangen Sprenggase, insbesondere die außerordentlich gefährlichen Kohlenoxydgase, mit in den Raum ein und hielten diesen stunden-, ja tagelang verseucht; jedenfalls vernichtende Wirkung. Stahleinlagen sind jedoch auch hier nicht gerissen, außer an der Deckenoberfläche unmittelbar an der Stelle, an welcher die Sprengladung angelegt war.

Gerade diese Tatsache des Betonausblasens und des Nichtreißens der Stahleinlagen macht ja unserem bösen Feind, den Sprengpionieren, so viel und so schweres Kopfzerbrechen, weil es nur zu oft nicht gelingen mag, Stahlbetonbauten, insbe-

sondere Brücken, so restlos auseinanderzuhaufen, daß nicht ein schneller, behelfsmäßiger Brückenschlag auf dem Trümmerfeld ermöglicht wird, so daß wir Bauingenieure immerhin noch mit Stolz auf unserem Baustoff Stahlbeton sehen können (Abb. 27).

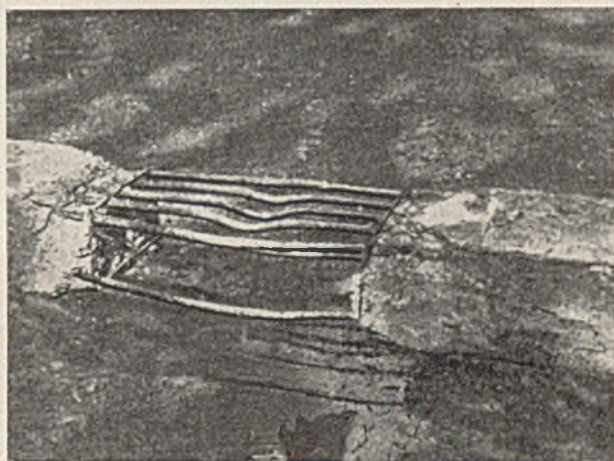
Versuchsanordnung.



Wirkung.



a)



b)

Abb. 28. Wirkung einer Sprengladung gegen Stahlbetonbalken verschiedener Spannweite.

Auch die Größe der Spannweite von Balken und Decken ist hierbei innerhalb bestimmter Grenzen nicht von Einfluß. Die Abb. 28 veranschaulicht den Bruchzustand von zwei Balken, unter denselben Versuchsbedingungen gesprengt, der eine 0,80 m (Abb. 28a), der andere 3,20 m weit gespannt (Abb. 28b), — nur engbegrenzte Zerstörungsstellen ohne weitgreifende Wirkung.

Bomben äußern sich ebenso wie Geschosse in außerordentlich hohen und in nur ganz kurzen Zeiten sich abspielenden Stoßvorgängen gegen Stahlbeton, und die nachfolgenden Einzelbilder aus Zeitdehnerbildstreifen — aufgenommen von der Reichsstelle für Licht und Bild, Abtlg. Technischer Lehrfilm, in Zusammenarbeit mit Prof. Dr.-Ing. J. Schardin — zeigen, wie ganz anders demzufolge der mechanische Ablauf solcher Beanspruchungen liegt, als man sonst aus der Statik anzunehmen gewöhnt ist.

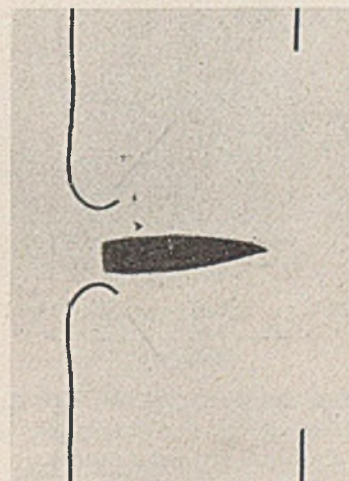


Abb. 29. Schuß mit s.S.-Geschloß gegen einen 1 mm stark. Stahldraht.

Die Beschüsse mit Infanteriegewehr sind aufgenommen mit Bildfrequenzen bis zu 250 000 Bilder pro Sekunde, der erste Film mit derart hohen Bildfrequenzen.

Die Abb. 29 und 30 veranschaulichen Drahtbeschüsse mit s.S.-Geschossen gegen 1 und 2 mm starken Stahldraht. Die Drähte

werden einfach durchstanzt. Nur die durchschossenen Drahtenden biegen sich dabei in Richtung der Geschossflugbahn auf, während die übrigen Teile in Ruhe bleiben. Die Schwärzung um das Geschoss (Abb. 30) rührt von zerstäubtem Geschossmaterial her, da die Geschosspitze des sehr weichen s.S.-Geschossmaterials beim Durchschuß stark beschädigt wird. Aus den Abbildungen ist der in außerordentlich kurzen Zeiten sich abspielende Stoß- und Durchschußvorgang zu erkennen, so daß die Drähte infolge ihrer Massenträgheit gar nicht in Beschleunigung und Bewegung kommen. Noch überraschender tritt diese Tatsache in Erscheinung bei der Betrachtung des Durchschusses gegen einen frei aufgehängten

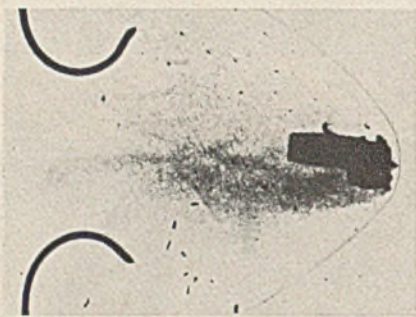
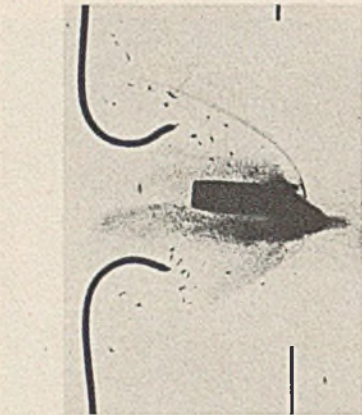


Abb. 30. Schuß mit s.S.-Geschoss gegen einen 2 mm starken Stahldraht.

Draht der Abb. 31. Außer Drahtaufbiegung an der Durchschußstelle sind weder am unteren abgetrennten Teil noch am oberen eingehängten Stück irgendwelche Bewegungen zu bemerken.

Beim Auftreffen eines s.S.-Geschosses auf eine 5 mm starke Panzerplatte erfährt die Platte ebenfalls eine nur örtlich engbegrenzte Ausbeulung (Abb. 32). Das weiche s.S.-Geschoss zerstäubt beim Auftreffen auf das sehr widerstandsfähige Material vollständig, und das sich vor der Platte ausbreitende Schwarz läßt die dabei entstehenden Bleidämpfe erkennen. Demgegenüber zeigt Abb. 33 einen Panzerbeschuß mit S.m.K.-Munition, mit einem Geschoss, welches zum Durchschlagen von Panzern einen harten Stahlkern besitzt, der beim Auftreffen nicht zu Bruch geht. Auf dem Bilde ist deutlich der Durchschlag zu sehen. Der Stahlkern hat bereits den Panzer durchdrungen, und seine heil gebliebene Spitze ist auf der Plattenrückseite zu erkennen. Auch hier ist wiederum nur ein örtlich engbegrenzter Plattenteil durch die Schußwirkung beansprucht.

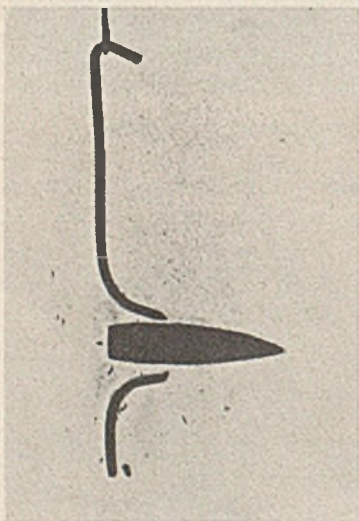


Abb. 31. Schuß gegen einen 2 mm starken frei aufgehängten Stahldraht.

Diese Erkenntnisse aus der Betrachtung der Abbildungen verblüffen zunächst, werden aber erklärlich bei der Beurteilung derartiger Wirkungen als dynamisches Problem, als ein sich in Millisekunden abspielender Stoßvorgang, wobei der Massenträgheit des getroffenen Körpers ausschlaggebende Bedeutung zukommt; denn die starke Kräfte bedingenden, örtlich nur ganz engbegrenzten Ver-

formungen sowohl der durchschossenen Drahtenden (Abb. 29—31) wie auch der aufgebeulten (Abb. 32) und der durchschossenen (Abb. 33) Panzerplatte werden ausgeführt gegen die Massenträgheit der übrigen Teile. Das elastische und bewegliche Arbeitsvermögen des getroffenen Körpers kommt infolge der außerordentlich raschen

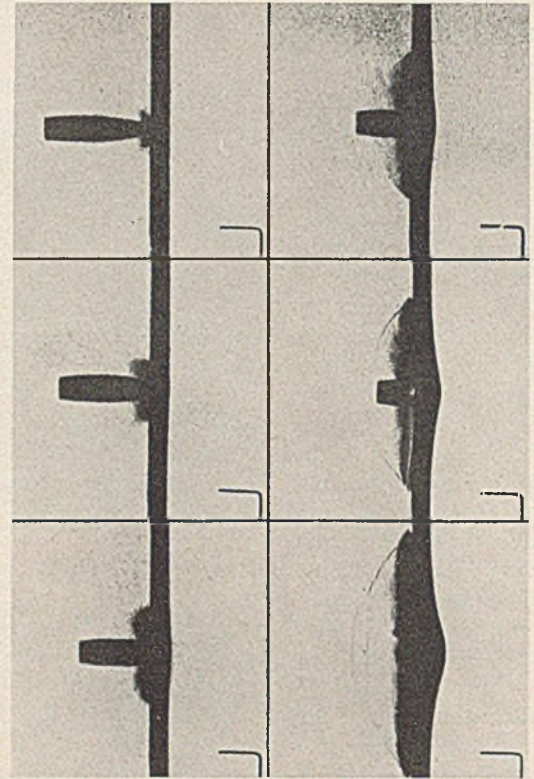


Abb. 32. Schuß eines s.S.-Geschosses gegen eine 5 mm starke Panzerplatte.

Stoßeinwirkung fast gar nicht zum Tragen und bleibt deshalb ungenutzt. Daher sind alle Überlegungen und Berechnungen, mit Hilfe der Verformungsarbeit über Elastizitäts- und Arbeitsgleichungen der statischen Stahlbetontheorie das Problem der Geschoss- und Bombenwirkungen lösen zu wollen, abwegig. Die Stoßenergie wird zum größten Teil aufgezehrt durch den Stoßverlust, der sich in Zerstörungsarbeit im beanspruchten Körper umsetzt.

Die Bilder aus dem Filmstreifen beweisen zugleich, welcher hohen Wert die Hochfrequenzbildaufnahmen zur Untersuchung ballistischer Vorgänge besitzen. Sie sind zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel zur Klärung solcher Fragen geworden, zeigen aber auch die Schwierigkeit der Erfassung von Stoßvorgängen in Abhängigkeit — wie bereits einleitend bemerkt — von dem Stand der Meßeinrichtungen und Meßmethoden.

Damit bin ich am Schluß meiner Ausführungen. Bei der Vielfältigkeit des Aufgabengebietes konnte ich nur einige Erkenntnisse kurz streifen, um einen kleinen Einblick in das Gesamtergebnis zu geben.

Die höhere taktische Führung fordert, wir müssen auch bombenschützend bauen; der Ingenieur muß antworten.

Geben die Versuche auch nicht einen wissenschaftlichen Einblick und eine Durchdringung all der verwickelten Vorgänge nach

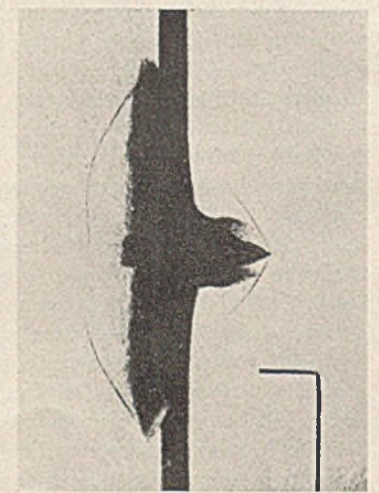


Abb. 33. Durchschuß eines 5 mm starken Panzers mit S.m.K.-Geschoss.

den Gesetzen der Mechanik — eine solche Lösung braucht viel und lange Arbeit und damit kostbare Zeit —, so hat die bautechnische Entwurfsbearbeitung, gegen Bombenwirkungen schützend zu bauen, zunächst eine Lösung gefunden, die aus zu-

verlässigen und sicheren Erfahrungserkenntnissen schöpft. Auch für uns Bauingenieure gilt der soldatische Grundsatz der „Truppenführung“: „Die beste Meldung ist wertlos, wenn sie zu spät kommt!“

## ERFAHRUNGSWERTE FÜR DAMPFTURBINENFUNDAMENTE.

Von Prof. Dr.-Ing. Rausch, Berlin.

DK 624.159.11:621.165

**Inhaltsangabe:** Für den Vorentwurf und zur überschläglichen Erfassung der Baustoffmengen gibt Verfasser Erfahrungswerte für Dampfturbinenfundamente.

Auf Grund vieler ausgeführter Turbinenfundamente, die der Verfasser in seiner Eigenschaft als beratender Bauingenieur entworfen und berechnet hat, können für den Vorentwurf und zur überschläglichen Erfassung der Baustoffmengen folgende Erfahrungs-Mittelwerte in Abhängigkeit von der Maschinenleistung angegeben werden. Da infolge Verschiedenheit der örtlichen Verhältnisse und der Maschinen-Bauart eine erhebliche Streuung der Ergebnisse vorkommen kann, sind Abweichungen von den angegebenen Mittelwerten bis zu etwa  $\pm 20\%$  durchaus möglich.

Als Gleichungen für die graphisch ermittelten Mittellinien wurden Exponential-Funktionen gewählt, die sich den aufgetragenen Punktgruppen gut anschmiegen und in logarithmischem Maßstab

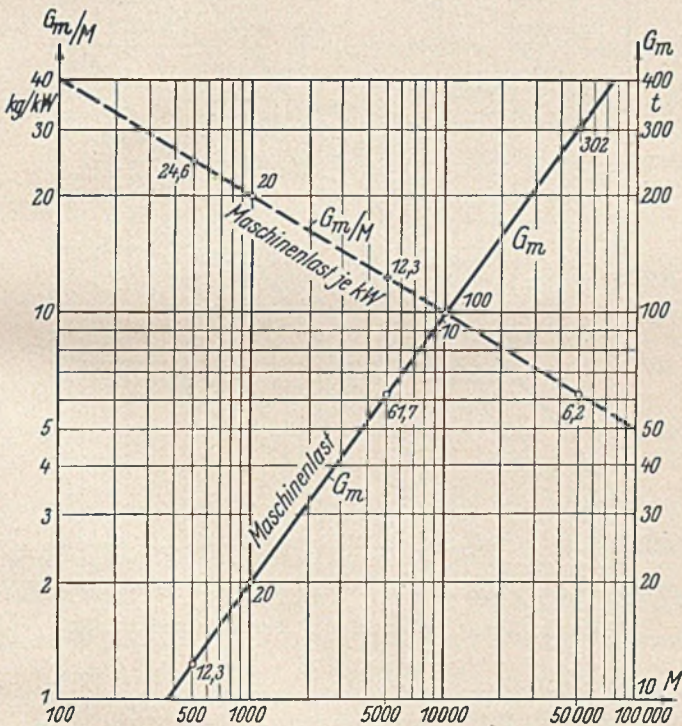


Abb. 1. Maschinenlast insgesamt und für die Leistungseinheit.

als gerade Linien einfach darstellen lassen. Es wurden Logarithmen mit der Basis 10 verwendet. Die unabhängige Veränderliche  $M$  in den Gleichungen bedeutet die Maschinenleistung in kW.

Maschinenlast  $G_m$  in t (Abb. 1).

Die Gleichung für die Maschinenlast nach Abb. 1 lautet

$$(1 a, b) \quad \begin{cases} \lg G_m = 0,7 \lg M - 0,80 & \text{oder} \\ G_m = 10^{-0,8} M^{0,7} = \text{rd. } 0,16 M^{0,7}. \end{cases}$$

Danach wächst der Mittelwert der Maschinenlast von 20 t bei 1000 kW bis 302 t bei 50 000 kW-Leistung.

Maschinenlast je kW  $G_m/M$  in kg (Abb. 1).

Die Gleichung lautet:

$$(2 a, b) \quad \begin{cases} \lg (G_m/M) = -0,3 \lg M + 2,2 & \text{oder} \\ G_m/M = 10^{2,2} M^{-0,3} = \text{rd. } 160 M^{-0,3}. \end{cases}$$

Die Maschinenlast je Leistungseinheit sinkt demnach von 20 kg (bei 1000 kW) bis 6,2 kg (bei 50 000 kW-Leistung) je kW.

Läufergewicht ( $L$ ) in % der Maschinenlast ( $G_m$ ) (Abb. 2).

Die Gleichung lautet:

$$(3 a, b) \quad \begin{cases} \lg p = \lg (100 L/G_m) = -0,07 \lg M + 1,55 & \text{oder} \\ p = 100 L/G_m = 10^{1,55} M^{-0,07} = 35,5 M^{-0,07}. \end{cases}$$

Nach diesen Gleichungen und Abb. 2 beträgt das Läufergewicht 21,9% (bei 1000 kW) bis 16,6% (bei 50 000 kW-Leistung) der Maschinenlast.

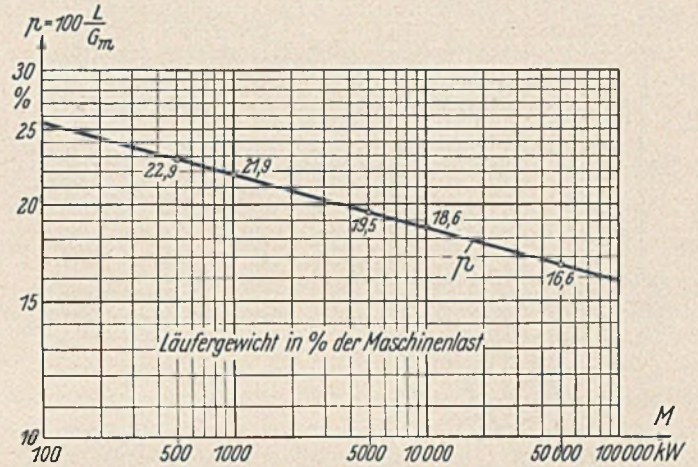


Abb. 2. Läufergewicht in Prozent der Maschinenlast.

Rechnet man im Mittel mit 20%, so bedeutet der in den „Richtlinien für Dampfturbinenfundamente ...“<sup>1</sup> angegebene höchste Fliehkraft-Lastzuschlag von 20 L die  $20 \cdot 0,20 = 4$ -fache Maschinenlast.

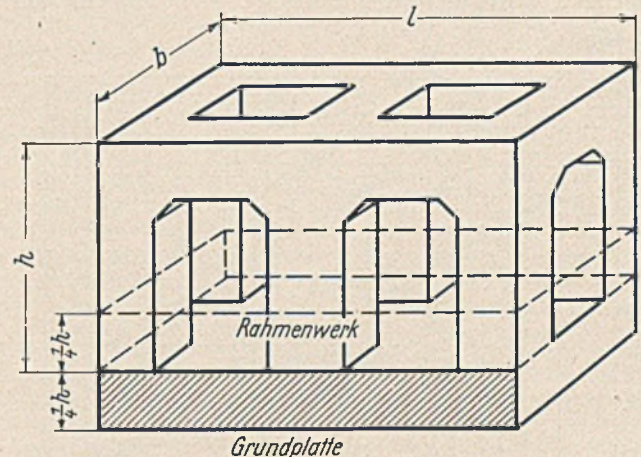


Abb. 3. Rahmenwerk und Grundplatte des Turbinenfundamentes.

Umbauter Raum  $U$  in  $m^3$  und Betonbedarf  $B$  in  $m^3$ , (Abb. 3 u. 4).

Als umbauter Raum gilt nach Abb. 3 der Raumbedarf

$$(4) \quad U = l \cdot b \cdot h$$

des Rahmenwerkes oberhalb der Grundplatte.

Die zur Abb. 4 gehörigen Gleichungen sind:

Umbauter Raum

$$(5 a, b) \quad \begin{cases} \lg U = 0,7 \lg M & \text{oder} \\ U = M^{0,7}. \end{cases}$$

<sup>1</sup> „Bauing.“ Bd. 14 (1932) H. 15/16.

Betonbedarf

$$(6 a, b) \begin{cases} \lg B = 0,7 \lg M - 0,30 & \text{oder} \\ B = 10^{-0,3} M^{0,7} = \text{rd. } \frac{1}{2} \cdot M^{0,7} = \frac{1}{2} \cdot U. \end{cases}$$

Es ist ferner:

$$(7) \begin{cases} \text{Betonbedarf des Rahmenwerkes } B_r = \\ \text{Betonbedarf der Grundplatte } B_g = \end{cases} \left. \begin{matrix} \\ \\ \end{matrix} \right\} 0,7 \lg M - 0,60,$$

also:

$$(8) \quad B_r = B_g = \frac{1}{2} \cdot B = \frac{1}{4} \cdot U.$$

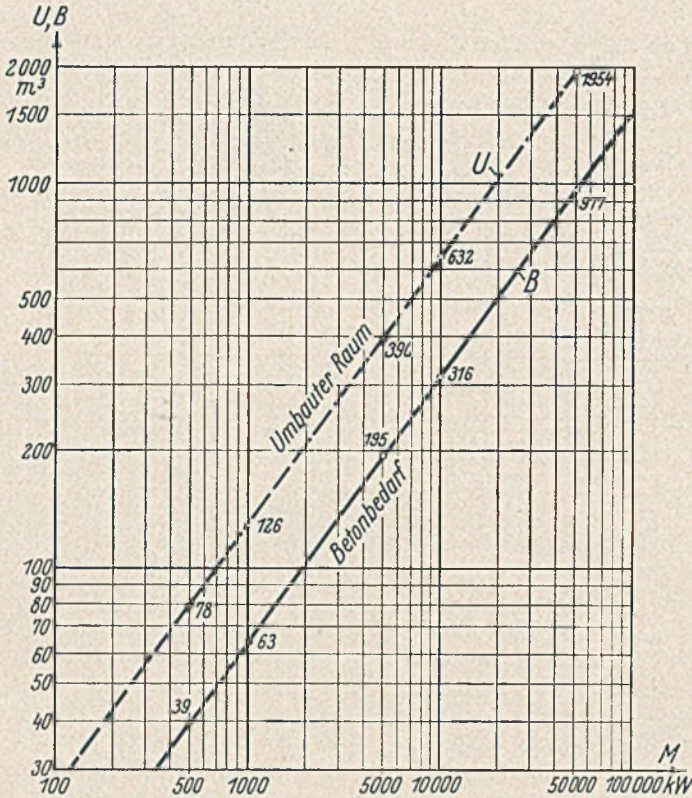


Abb. 4. Umbauter Raum und Betonbedarf des Turbinenfundamentes.

Vom Betonbedarf B entfällt also je die Hälfte auf das Rahmenwerk  $B_r$  und auf die Grundplatte  $B_g$ . Der Beton des Rahmenwerkes beträgt etwa  $\frac{1}{4}$  des umbauten Raumes U, stellt also eine volle Be-

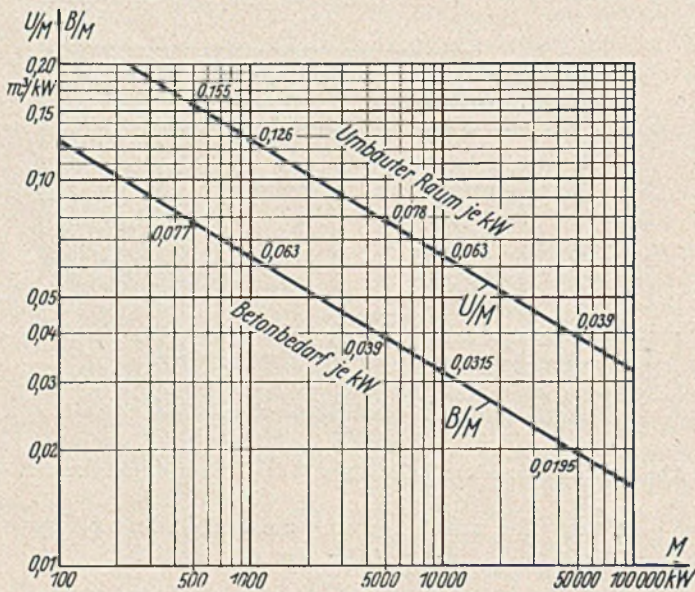


Abb. 5. Umbauter Raum und Betonbedarf je Leistungseinheit.

nach Abb. 4 im Mittel von  $63 \text{ m}^3$  bei  $1000 \text{ kW}$  bis zu  $977 \text{ m}^3$  bei  $50\,000 \text{ kW}$ -Leistung.

Umbauter Raum und Betonbedarf je kW  $U/M$  und  $B/M$  in  $\text{m}^3$  je kW (Abb. 5).

Die entsprechenden Gleichungen sind:

$$(9 a, b) \begin{cases} \lg(U/M) = -0,3 \lg M & \text{oder} \\ U/M = M^{-0,3} \end{cases}$$

$$(10 a, b) \begin{cases} \lg(B/M) = -0,3 \lg M - 0,3 \\ B/M = 10^{-0,3} M^{-0,3} = \text{rd. } \frac{1}{2} \cdot M^{-0,3} = \frac{1}{2} \cdot (U/M). \end{cases}$$

Der Betonbedarf je kW ist danach (vgl. Abb. 5)  $0,063 \text{ m}^3$  (bei  $1000 \text{ kW}$ ) bis  $0,0195 \text{ m}^3$  (bei  $50\,000 \text{ kW}$ -Leistung) je kW.

Rundeisenbedarf E in kg (Abb. 6).

Für die gesamte Rundeisenmenge gilt

$$(11 a, b) \begin{cases} \lg E = 0,6 \lg M + 1,90 & \text{oder} \\ E = 10^{1,90} M^{0,6} = \text{rd. } 79,5 M^{0,6}. \end{cases}$$

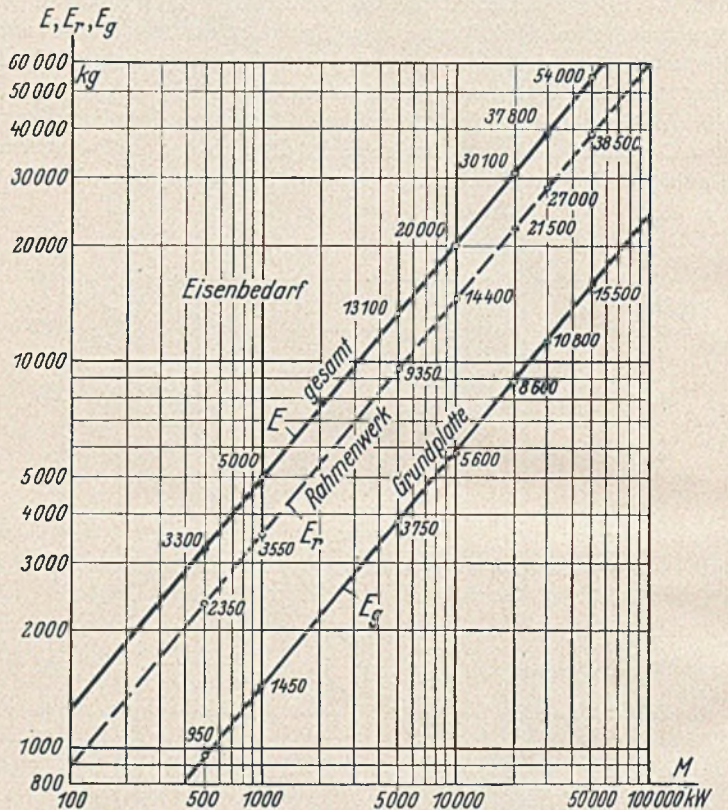


Abb. 6. Rundeisenbedarf des Turbinenfundamentes.

Davon entfallen:

auf das Rahmenwerk

$$(12 a, b) \begin{cases} \lg E_r = 0,6 \lg M + 1,75 & \text{oder} \\ E_r = 10^{1,75} M^{0,6} = \text{rd. } 56,5 M^{0,6} = \text{rd. } 0,7 E, \end{cases}$$

also rd. 70% der gesamten Eisenmenge, auf die Grundplatte

$$(13 a, b) \begin{cases} \lg E_g = 0,6 \lg M + 1,35 & \text{oder} \\ E_g = 10^{1,35} M^{0,6} = \text{rd. } 22,5 M^{0,6} = \text{rd. } 0,30 E, \end{cases}$$

also rd. 30% der gesamten Eisenmenge.

Es besteht demnach auch der Zusammenhang

$$(14) \quad E_g = 0,40 E_r,$$

der Rundeisenbedarf der Grundplatte beträgt etwa 40% der Eisenmenge des Rahmenwerkes.

Die gesamte Rundeisenmenge beträgt danach (vgl. Abb. 6)  $5000 \text{ kg}$  (bei  $1000 \text{ kW}$ ) bis  $54\,000 \text{ kg}$  (bei  $50\,000 \text{ kW}$ -Leistung). Vorausgesetzt ist Handels-Rundstahl. Bei Verwendung von hochwertigem Rundstahl kann eine der höheren Stahlbeanspruchung entsprechende Verringerung der Eisenmenge der Grundplatte erzielt werden. Im aufgehenden Rahmenwerk empfiehlt es sich nicht, die bei hochwertigem Rundstahl höheren Spannungen voll auszunutzen, da auf Rissfreiheit großer Wert gelegt werden muß. Es sei noch

tonschrift von  $\frac{1}{4}$  der Rahmenhöhe  $h$  dar (gestrichelte Oberfläche in Abb. 3). Ebenso ist die Dicke der Grundplatte etwa  $\frac{1}{4}$  der Rahmenhöhe (Abb. 3). Die mit dem Rahmenwerk gleichgesetzte Grundplattenmenge ist für die Grundplatte als Minimum zu betrachten. Eine Vergrößerung der Grundplattenmenge ist vorteilhaft und anzustreben.

Der gesamte Betonbedarf B eines Turbinenfundamentes steigt



darauf hingewiesen, daß der hier gegebene Eisenbedarf etwa das Minimum darstellt. Wird besondere Bewehrung auch gegen Schwinden verlegt — wie das neuerdings verlangt werden muß —, dann kann sich die Eisenmenge des Rahmenwerkes um etwa 10 bis 30% erhöhen.

Rundeisenbedarf je kW E/M in kg je kW (Abb. 7).

Für die dargestellte Linie lautet die Gleichung:

$$(15 a, b) \left\{ \begin{array}{l} \lg (E/M) = -0,4 \lg M + 1,90 \quad \text{oder} \\ E/M = 10^{1,90} M^{-0,4} = \text{rd. } 79,5 M^{-0,4} \end{array} \right.$$

Es sind danach erforderlich (vgl. Abb. 7) 5,0 kg (bei 1000 kW) bis 1,05 kg (bei 50 000 kW-Leistung) je kW, neuerdings evt. 10 bis 30% mehr (wie vor).

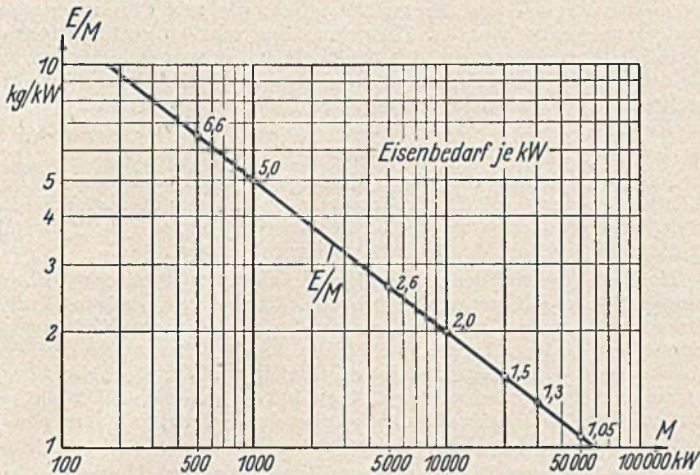


Abb. 7. Rundeisenbedarf je Leistungseinheit.

Rundeisenbedarf je m<sup>3</sup> Beton (Abb. 8).

Rahmenwerk:

$$(16 a, b) \left\{ \begin{array}{l} \lg e_r = -0,10 \lg M + 2,35 \quad \text{oder} \\ e_r = 10^{2,35} M^{-0,10} = \text{rd. } 225 M^{-0,10} \end{array} \right.$$

Grundplatte:

$$(17 a, b) \left\{ \begin{array}{l} \lg e_g = -0,10 \lg M + 1,95 \quad \text{oder} \\ e_g = 10^{1,95} M^{-0,10} = \text{rd. } 90 M^{-0,10} \end{array} \right.$$

Es ist also

$$(18) \quad e_g = 0,40 e_r,$$

die Eisenmenge je m<sup>3</sup> Beton beträgt in der Grundplatte nur etwa

40% der Rahmenbewehrung je m<sup>3</sup>. Die Zahlenwerte sind (vgl. Abb. 8):

bei einer Maschinenleistung von	1000 kW	50 000 kW
für das Rahmenwerk	112 kg/m <sup>3</sup>	75,9 kg/m <sup>3</sup>
für die Grundplatte	44,7 kg/m <sup>3</sup>	30,2 kg/m <sup>3</sup> .

Den durchschnittlichen Eisenbedarf je m<sup>3</sup> Beton erhält man zu

$$(19 a, b) \left\{ \begin{array}{l} \lg e = -0,10 M + 2,2 \quad \text{oder} \\ e = 10^{2,2} M^{-0,10} = \text{rd. } 160 M^{-0,10} = \frac{1}{2} (e_r + e_g) \end{array} \right.$$

Auch die hierzu gehörige Linie ist in Abb. 8 eingetragen. Wie

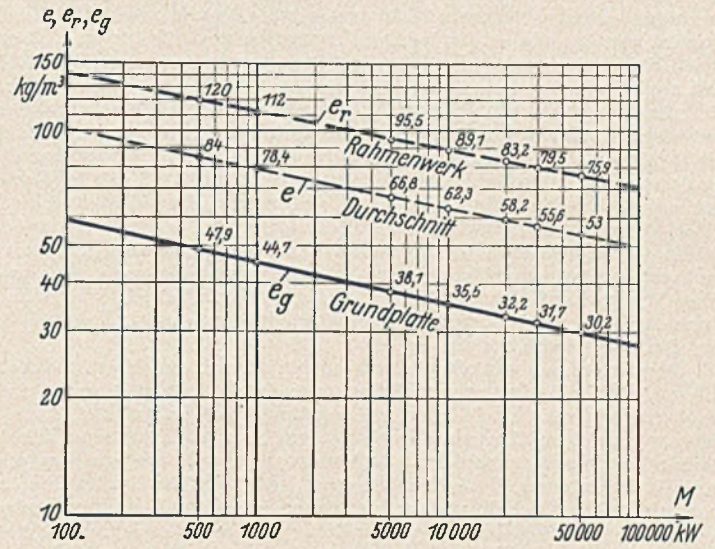


Abb. 8. Rundeisenbedarf je Betoneinheit.

oben bereits ausgeführt, können die Eisenmengen neuerdings 10 bis 30% mehr betragen.

Zur Ermittlung des Eisenbedarfes sei noch erwähnt, daß die von der Grundplatte nach oben in das Rahmenwerk eingreifenden Anschlußisen, soweit sie sich im Bereich der Grundplatte befinden, zur Grundplatte, darüber zum Rahmenwerk gezählt wurden. Zu der nach den Eisenlisten effektiv eingebauten Eisenmenge sind 5% für Verschnitt zugezählt worden.

Der Schalungsbedarf für das Rahmenwerk eines Turbinenfundamentes schwankt etwa zwischen 3 (bei großen) und 5 m<sup>2</sup> (bei kleinen Betonmassen).

## VERSCHIEDENE MITTEILUNGEN.

### Arbeitstagung der Deutschen Akademie für Bauforschung.

Die Deutsche Akademie für Bauforschung hielt am 30. und 31. Oktober 1942 in Dresden eine Arbeitstagung und Mitgliederversammlung ab.

Im Vordergrund der Forschungsarbeiten standen Untersuchungen auf dem Gebiete der Rohstoffe, der Leistungssteigerung und der Baubetriebsführung.

Der Präsident der Deutschen Akademie für Bauforschung, Prof. R. Stegemann, Berlin, sprach über „Grenzen der Technik, Grenzen des Sparens“. Wenn die deutsche Bauwirtschaft vor dem ersten Weltkrieg mit einem Bauvolumen von 6 bis 7 Milliarden Reichsmark rechnen konnte, so wird man nach dem Kriege mit der 5- bis 6 fachen Summe rechnen müssen. Demgegenüber konnte die Leistungsfähigkeit in wichtigen Rohstoffgruppen nicht oder doch nur bis an die voraussichtliche Grenze des Möglichen gesteigert werden.

Der Bauwirtschaft werden also nicht die erforderlichen Baustoffe zur Verfügung stehen, wenn es nicht gelingt, Einsparungen zu finden bzw. neue Ausweichstoffe zu schaffen. Ein gleich schwieriges Problem wird hinsichtlich des Menscheneinsatzes auftreten, da Facharbeiter in der erforderlichen Zahl fehlen.

Oberingenieur R. Thienhaus, Berlin: „Die schalltechnische Bewertung von Baukonstruktionsteilen“. Im Laufe der letzten drei Jahre sind durch internationale Festlegungen wie auch durch DIN-Normen neue Grundlagen für die schalltechnische Bewertung und Messung gegeben worden. Die dadurch bedingten Änderungen sind der Baufachwelt noch nicht genügend zum Bewußtsein gekommen. Die Bewertung der Luftschalldämmung von Wänden und Decken erfolgt nicht mehr nach dem Lautstärkemaß phon, sondern nach dem Schalldruckverhältnismaß dezibel. Die Bewertung der Decken nach DIN 4110 hat ebenfalls

eine Umwertung der seitherigen Meßergebnisse zur Folge. In einem neuen DIN-Normblatt sollen „Richtlinien für den Schallschutz im Hochbau“ nach den neuen Gesichtspunkten gegeben werden.

Luftschalldämmstoffe gibt es nicht, denn die Luftschalldämmung ist hauptsächlich abhängig vom Gewicht je m<sup>2</sup>, gute Dichtung vorausgesetzt. Bei Mehrfachwänden hat der Schallschluckstoff nur den Zweck, die durch Wandgewicht und Abstand der einzelnen Wandschalen bereits gegebene Dämmung nicht durch die Ausbildung stehender Schallwellen im Luftraum verschlechtern zu lassen. Durch schwimmende Estriche auf elastischen Dämmschichten wird die Übertragung des Trittschalles nach unten um so mehr vermindert, je elastischer der Dämmstoff ist. Dagegen wird durch diese Maßnahmen der Luftschall nur wenig mehr gedämmt, als durch die Deckenkonstruktion bzw. deren Gewicht bedingt ist. Daher ist es zweckmäßig, die Decken zunächst für den jeweils erforderlichen Luftschallschutz zu projektieren und die meist höheren Anforderungen an den Trittschallschutz durch die Anwendung eines schwimmenden Estriches auf entsprechend elastischen Dämmstoffen zu befriedigen.

Oberingenieur F. Trysna, Kassel: „Holzsparende Dachkonstruktionen“. Der Holzbau wird gegenwärtig einer Prüfung unterzogen, um die Tragwerke zuverlässiger und hochwertiger zu gestalten sowie den Baustoff- und Arbeitsaufwand bei der Herstellung zu verringern. Bei den Dachkonstruktionen haben Untersuchungen ergeben, daß diese wesentlich wirtschaftlicher ausgeführt werden können, als es bisher geschah.

Der Wohnungsbau kennt seit alters her nur Sparren- und Pfettendächer. Das Sparrendach ist unsere älteste Bauart, es wurde schon im frühen Mittelalter binder- und stützenlos ausgeführt. Die Pfettendächer entwickelten sich unter römischen Einflüssen und fanden in Mittel-

europa hauptsächlich im 14. Jahrhundert mit dem Aufkommen der stehenden und liegenden Dachstühle Eingang. Seit dieser Zeit werden sie in reiner oder vermischter Bauweise überwiegend ausgeführt, obwohl ihr Holzbedarf verhältnismäßig groß ist. Neuere Untersuchungen zeigen, daß Pfettenkonstruktionen nur bei Flachdächern wirtschaftliche Vorteile bieten und daß das Sparrendach die wirtschaftlichste Bauart unserer Steildächer ist. Das Sparrendach für Wohnhausbauten benötigt heute bei gleicher Sicherheit kaum mehr als die Hälfte der Holzmenge, die das gebräuchliche zimmermannsmäßige Pfettendach erfordert. Auch im Eisenverbrauch und Arbeitszeitaufwand liegt das Sparrendach günstiger.

Oberregierungsrat Dr.-Ing. W. T r i e b e l, Magdeburg sprach über „Gesamtersparnis von Holz und Eisen im Hochbau“.

Dr.-Ing. H. G r i m m e: „Massive Dachkonstruktionen unter Berücksichtigung des Stahlverbrauches“. Die Notwendigkeit, den Holzverbrauch einzuschränken, führte zu einer Reihe von neuen Holzdachformen, von denen aber nur wenige Ersparnisse gegenüber dem stützenfreien Kehlbalkendach ( $5,8 \text{ m}^3$  für ein Geschosswohnhaus von  $9,5 \text{ m}$  Tiefe und  $192 \text{ m}^2$  Fläche) brachten. Auch der Austausch einzelner Teile von Holzdächern gegen Stahlpfetten, Stahlrahmen oder Stahlbetonrahmen war ohne Erfolg, weil der Holzverbrauch kaum absank und zusätzlich Stahl ( $1,5\text{—}3,0 \text{ t}$ ) gebraucht wurde. Erst in den letzten Jahren hat die Forderung des Luftschutzes, möglichst wenig brennbare Stoffe im Dachgeschosß zu belassen, die Entwicklung von reinen Betondächern eingeleitet. In einer Untersuchungsreihe, die das Franz Seldte-Institut der Deutschen Akademie für Bauforschung durchführt, werden vier Massivdachsysteme: von der Traufe zum First gespannte Betonplatten, zwischen Trennwände oder Binder gespannte Betonplatten, Betonsparren, zwischen Trennwände oder Binder gespannte Betonpfetten in ihrem Holz- und Stahlverbrauch verglichen.

Bereits aus den vorläufigen Ergebnissen läßt sich die Notwendigkeit ablesen, für die Dachplatten (Schalungsverschleiß über  $4 \text{ m}^3$ ) neue Schalungsarten zu entwickeln oder auf schalungslose Herstellung überzugehen, wie es beim „Leipziger Dach“, einem Dach nach Art einer Stahlsteindecke, bereits geschieht. Außerdem müßten, um die Lattung ( $1,6 \text{ m}^3$ ) einzusparen, Vorkehrungen zum Aufhängen der Dachsteine getroffen werden. Deshalb sind bei der neuen Form des Leipziger Daches angeformte Aufhängeleisten vorhanden. Die aus Fertigbalken, also schalungslos, hergestellten Betonsparrendächer erhalten meist Betondachlatten. Zur Erzielung eines geschlossenen Dachraumes können zwischen die Sparren aber auch Hourdis oder bewehrte Bimsbetonplatten mit Aufhängeleisten eingeschoben werden. An den als Fertigteile eingebauten Betonpfetten lassen sich die Dachsteine, die möglichst groß zu wählen sind, unmittelbar aufhängen.

Der Holzverbrauch ist einmal davon abhängig, ob die Dachkonstruktion schalungslos oder aus Fertigteilen hergestellt werden kann, zum anderen, ob Holzlatten erforderlich sind. Der Stahlverbrauch richtet sich nach der beabsichtigten Benutzung. Mit längs- und quergespannten Dachplatten werden geschlossene Dachräume erzielt, ebenfalls mit Tonhohlkörpern oder Bimsplatten zwischen Betonsparren. Auch die dann meist erforderlichen Zwischendecken erhöhen den etwaigen Schalungsverschleiß und den Stahlverbrauch. Diese geschlossenen Dächer benötigen eine größere Stahlmenge als Betonlatten über Betonsparren und als Betonpfetten, die offene, für Geschosshäuser meist ausreichende Dachstühle ergeben.

Als besonders günstig zeigten sich von den geschlossenen Dachstühlen mit Zwischendecke die Leipziger Dächer (quergespannt  $2,0 \text{ m}^3$  Holz und  $1,0 \text{ t}$  Stahl, längsgespannt über Stahlsteinbinder  $1,7 \text{ m}^3$  Holz und  $1,8 \text{ t}$  Stahl) und von den offenen Dachstühlen die Betonsparren mit Betonlatten ( $0 \text{ m}^3$  Holz,  $1,5 \text{ t}$  Stahl) und die Betonpfetten auf Mauerwerk ( $0 \text{ m}^3$  Holz,  $0,5 \text{ t}$  Stahl).

Der erst im Anfang seiner Entwicklung stehende massive Dachstuhl hat bereits manche brauchbare Lösungen gefunden, wenn auch die Ausbildung der Knotenpunkte bei den Betonsparren noch nicht ganz geklärt

ist. Die Massivdächer versprechen, daß sie wesentlich zur Holzersparnis beitragen werden. Außerdem erfüllen sie die Forderung nach dem nicht brennbaren und gegen leichte Brandbomben sicheren Dach.

Oberregierungsrat Dr.-Ing. W. T r i e b e l: „Fußbodenprobleme im Rahmen der Rohstoffbeschaffung“. Im Rahmen der Holzersparnis kommt auch der Einführung holzloser Fußböden Bedeutung zu. Denn damit wird nicht nur die für Holzfußböden selbst verbrauchte Holzmenge eingespart, die allein schon 15% des gesamten Holzverbrauches eines Hauses ausmachen kann, sondern sie schafft gleichzeitig die Voraussetzung dafür, daß die weit größere Holzersparnis wirksam werden kann, die daneben mit der Einführung von Massivdecken an Stelle von Holzbalkendecken erreichbar ist. Insgesamt ist die Auswahl geeigneter holzloser Fußböden letzten Endes der Schlüssel zu einer Ersparnis, die zusammen 50% des gesamten Bauholzes eines Hauses umfassen kann.

Dr. phil. W. W e n h a r t, Magdeburg: „Elektrische Leitfähigkeit von Steinholz“. Das in Wohn- und Arbeitsräumen als Fußbodenbelag häufig hergestellte Steinholz besteht aus kaustisch gebranntem Magnesit, Holz- oder Papier- und Mineralfüllstoffen, die mit Chlormagnesiumlösung angefeuchtet wurden. Die guten Eigenschaften rechtfertigen die verstärkte Anwendung, die das Steinholz im Bauwesen gefunden hat. Von den nachteiligen Eigenschaften, die gelegentlich bekannt geworden sind, ist den meisten durch richtige Ausführung vorzubeugen. Lediglich eine Eigenschaft hat zu Besorgnissen und Maßnahmen Anlaß gegeben: Die Ableitung des elektrischen Stromes durch Steinholz.

Das im Steinholz enthaltene Chlormagnesium macht diesen Fußbodenbelag unter gewissen Bedingungen zu einem guten elektrischen Leiter. Unter anderem wurden in den letzten Jahren zwei Todesfälle auf diese Eigenschaft des Steinholzes zurückgeführt.

Nach Bekanntwerden dieser Unfälle sind umfangreiche Untersuchungen in Angriff genommen worden. Sie zeigen, daß tatsächlich frischverlegtes, nasses und ungepflegtes Steinholz eine gefahrbringende Leitfähigkeit besitzt. Diese Leitfähigkeit läßt bei älteren und trockenen Belägen nach. Die Pflege mit fettstoffhaltigen Mitteln scheint bislang eine solche Schützwirkung ausgeübt zu haben, daß keine Unfälle eingetreten sind. Die Auswahl durchgreifender Schutzmaßnahmen wird z. Zt. durch besondere Untersuchungen geklärt.

Marine-H-Baurat R. W a g n e r, Wilhelmshaven: „Unverbrennbare Massivbaracken“. Von Baracken fordert man, daß sie aus fabrikmäßig hergestellten Fertigteilen schnell aufgestellt werden können und sofort beziehbar sind. Diese Forderung wurde bisher meist durch Aufstellen von Holzbaracken erfüllt, die den Nachteil haben, daß sie brennbar sind, so daß in baupolizeilicher Hinsicht zusätzliche Forderungen erhoben werden müssen.

In Wilhelmshaven ist jetzt eine unverbrennbare Massivbaracke entwickelt worden, die unter dem Namen „Mehrrings Baracke“ zum DR.-Patent angemeldet ist. Diese Baracke ist zerlegbar und kann durch ungelernete Arbeitskräfte nach Anleitung aufgestellt werden. Aus fabrikmäßig hergestellten Leichtbetonteilen wird ein Skelett aufgestellt, worin die Außenhaut aus  $5 \text{ cm}$  starken Leichtbetonbauplatten von außen eingefügt wird. Von innen werden wiederum Leichtbetonplatten so eingefügt, daß eine Hohlkammer entsteht. Fenster und Türen werden von außen in das Skelett eingefügt. Als Dachkonstruktion wird ein ebenfalls aus Leichtbetonfertigteilen hergestellter zusammensetzbarer Binder aufgebracht, der ein Pappdach oder auch ein Ziegeldach trägt.

Diese Barackenkonstruktion ist nicht entflammbar, da fast kein Holz oder sonstige brennbare Stoffe verwandt werden. Sie ist holz- und eisensparend. Die Gewichte der handlichen Leichtbetonfertigteile sind gering. Bei geringen Unterhaltungskosten und guter Isolierung gegen Kälte und Wärme ist der Preis nicht höher als derjenige für Holzbaracken. Durch Verwendung von Zement und Kies können bisher für den Barackenbau nicht beschäftigte Industriezweige zusätzlich eingeschaltet werden.

## PERSÖNLICHES.

Dr. A. Müller, Leipzig, 65 Jahre alt.

Der Gründer und Vorsitzende der Leipziger Baumesse und Herausgeber der Zeitschrift „Der Baumarkt“, Dr. Albert Müller, beging am 26. 10. 1942 seinen 65. Geburtstag. Wie hoch die Baufachkreise das Verdienst Müllers um die Belange der deutschen Bauwirtschaft einschätzen, braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden. Über alle Fähigkeiten der wirtschaftlichen Entwicklung hinweg hat er den Gedanken der Baumesse verwirklicht und eine Einrichtung ins Leben gerufen, die es den Bauschaffenden ermöglicht, sich in jedem Jahr über den neuesten Stand der Entwicklung im Bauwesen zu unterrichten und einen durch die gebotene Schau vertieften Erfahrungsaustausch vorzunehmen. In richtiger Erkenntnis der Bedeutung dieses Baumessegedankens hat die Fachgruppe Bauwesen im NSBDT. ihre Veranstaltungen

mit der Baumesse verbunden. In mehr als 50 Vorträgen konnte auf diese Weise eine Fülle von Erfahrungshinweisen und praktischer sowie wissenschaftlicher Belehrung vielen Tausenden von Messebesuchern vermittelt werden. Noch kurz vor Kriegsausbruch hatte Reichsminister Dr.-Ing. Todt an Dr. Müller den Auftrag erteilt, bei der Leipziger Baumesse dem Gedanken der Leistungssteigerung in einer Sonderausstellung Ausdruck zu verleihen. Die daraufhin erstellte Leistungsschau dürfte noch in Erinnerung sein. Den verdienten, in aller Stille wirkenden Jubilar begleiten die besten Wünsche aller Bauschaffenden. Möge es ihm vergönnt sein, an seinem Werk noch viele Jahre in voller Rüstigkeit mitzuarbeiten.

v. R o t h e, Berlin-Charlottenburg.

**INHALT:** Bombenwirkungen gegen Stahlbeton und Ermittlung von Schutzdecken. Von Oberregierungsrat Dr.-Ing. O. S p e t h, Berlin. S. 339. — Erfahrungswerte für Dampfturbinenfundamente. Von Prof. Dr.-Ing. R a u s e h, Berlin. S. 353. — Verschiedene Mitteilungen. S. 355. — Arbeitstagung der Deutschen Akademie für Bauforschung. — Persönliches. S. 356. Dieses Heft enthält keine Literaturschau, die nächste erscheint in Heft 49/50.