Zeitschrift: Protar

Herausgeber: Schweizerische Luftschutz-Offiziersgesellschaft; Schweizerische Gesellschaft der Offiziere des Territorialdienstes

Band: 8 (1941-1942)

Heft: 1

Artikel: Die Einwirkung der Brisanzbombe auf die Hochbauten

Autor: Lodewig, F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-362828

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: 10.07.2025

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

das nur kurze Zeit sich darbietende Ziel mit Aussicht auf Erfolg bekämpfen zu können. Zu Sonderkonstruktionen reichte aber die zur Verfügung stehende Zeit nicht mehr aus und so griff man auf beiden Seiten zu vorhandenen Kleinkalibergeschützen und Maschinengewehren, die behelfsmässig zur Fliegerabwehr dienen mussten.

Die Wirkung der Bodenabwehr zur damaligen Zeit darf nicht unterschätzt werden. Zwar benötigte das Schiessen noch einen unheimlichen Munitionseinsatz, doch sollen während der Dauer des Krieges insgesamt 974 deutsche und 1588 Ententeflugzeuge durch Flab abgeschossen worden sein. Damit war aber der Flieger gezwungen, ernsthaft mit der Flab zu rechnen und dementsprechend wurden die Flughöhen immer mehr nach aufwärts verlegt.

Zwischen den beiden Kriegen wurden Flabgeschütze der verschiedensten Kaliber geschaffen und die technische Ausrüstung der Batterien, insbesondere die Kommandogeräte, immer mehr vervollkommnet. Im ganzen hat sich in dieser Zeit, was wir schon einmal gesagt haben, eine wesentliche Kalibersteigerung durchzusetzen vermocht; das ist die Erscheinung, die an der ganzen Entwicklung zuerst auffällt (Abb. 8). Es sieht auch nicht darnach aus, als ob diese Entwicklung plötzlich zu einem Stillstand kommen würde. Die Reichweite und Feuerkraft der Abwehrgeschütze wird immer grösser und auch ihre Trefferaussichten nehmen entsprechend zu. (Dass auf der andern Seite das mögliche getan wird, die Leistungen des Flugzeuges zu verbessern, darf natürlich auch nicht übersehen werden.) Für den finnisch-russischen Krieg 1939/1940 ist angegeben worden, dass es durchschnittlich für schwere Flab 55, für leichte Flab 200 Schüsse gebraucht habe, bis ein Flugzeug zum Absturz gebracht werden konnte. Und in den heutigen Kämpfen kann die Bodenabwehr rund 15 % der insgesamt abgeschossenen Flugzeuge auf ihr Konto buchen, also eine durchaus ansehnliche Zahl.

Dies die technische Entwicklung. Dass aber auch die taktische Seite des Fragenkomplexes nicht vernachlässigt wird, lassen zahlreiche Meldungen aus den kriegführenden Ländern erkennen.

Was die Zukunft anbelangt, so hat man auf dem technischen Sektor zu unterscheiden die Verbesserung der Geschützkonstruktion und diejenige an den Kommandogeräten. Durch die erste wird Reichweite und Feuerkraft erhöht (vorläufig noch in erster Linie durch Kalibersteigerungen); durch die zweite bezweckt man ein möglichst genaues Schiessen, im Idealfall so, dass die Bedienungsmannschaft an den Geschützen weitgehend wegfällt und das Schiessen vom Kommandogerät her automatisch geleitet wird. Die taktische Entwicklungslinie haben wir in anderem Zusammenhang bereits angedeutet: Es wird sich darum handeln, Bodenabwehr und Jagdfliegerei schliesslich zu gleichzeitigem Einsatz auf dasselbe Ziel zu bringen.

Wie die Fliegerwaffe, so steht auch die Fliegerabwehr erst am Anfang ihrer Entwicklung. Wie rasch die Weiterentwicklung geht und wohin sie führt, kann heute noch nicht übersehen werden.

Die Einwirkung der Brisanzbombe auf die Hochbauten

Von **F. Lodewig**, dipl. Arch. ETH.

Nicht im Sturzflug abgeworfene Bomben haben eine geringere Treffsicherheit. Ein Flugzeug, das 250 km pro Stunde zurücklegt, hat eine Geschwindigkeit von 70 m pro Sekunde. Das Flugzeug ist das Kanonenrohr selbst, das in unruhiger Fahrt sein Ziel anfliegen muss. Die Treffgenauigkeit hängt davon ab, ob es dem Piloten gelingt, das Ziel richtig in sein Visier zu bekommen und im entscheidenden Bruchteil der Sekunde die Bombe auszuklinken. Weil dies selten möglich ist, ist die Treffgenauigkeit gering und darum werden mehrere kleine Bomben gleichzeitig, statt einer einzelnen grossen abgeworfen.

Die primäre und die sekundäre Trümmerwirkung.

Die Einwirkung des Bombenabwurfes besteht fast immer aus einer primären aktiven und einer sekundären passiven Trümmerwirkung.

Die *primäre aktive Wirkung* besteht im Durchstanzen der Gebäudedecke, der Explosionsdruck-, der Splitter-, der Luftstoss- und der Sogwirkung oder dem Erdstoss. Damit werden einzelne Tragelemente der Gebäude entweder direkt zerstört oder das Gebäude so stark in Schwingung versetzt, dass Tragelemente zerreissen. Damit ist der Einsturz auf breiter Basis eingeleitet (Abb. 1). Leicht entzündbare Teile werden entflammt.

Die *sekundäre passive Trümmerwirkung* besteht im Einbrechen von Tragelementen, die selbst von der primären Wirkung unberührt bleiben, die aber durch diese ihr Auflager verlieren und einstürzen oder unter dieser einbrechenden Trümmerlast zusammenbrechen.

1. Primäre Wirkung.

a) Schutz gegen Volltreffer.

Explodiert eine Bombe im Dachraum, so wird der Dachstock zerstört und die darunter liegenden Teile bleiben weitgehend unversehrt (Abb. 2). Explodiert die Bombe jedoch im Keller, so ist ihre Explosionswirkung ungemein grösser. Aus dem

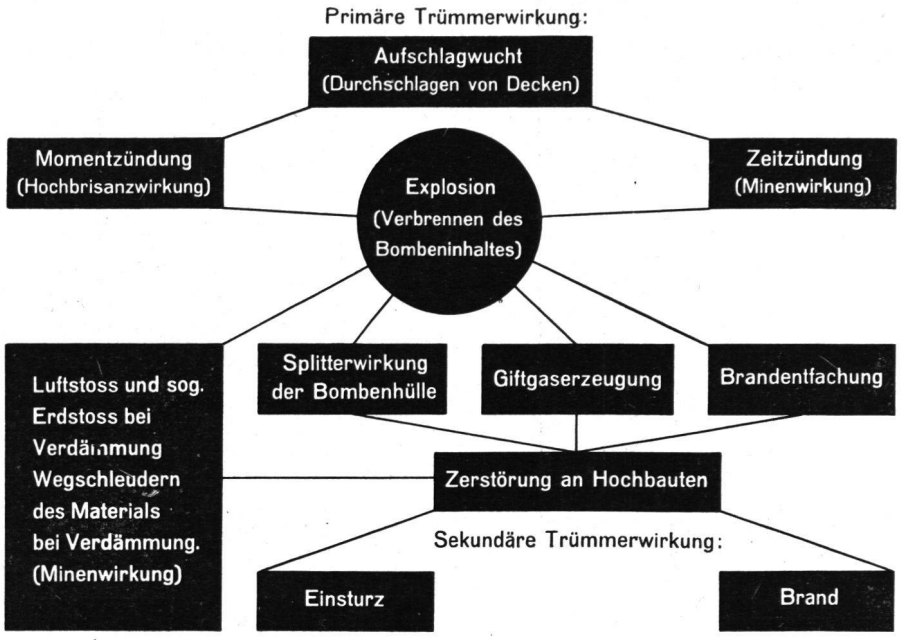

Abb. 1.

spanischen Bürgerkrieg ist bekannt, dass eine im Keller explodierte 50-kg-Bombe ein fünfstöckiges Backsteinhaus niederzulegen vermag.

Schutz gegen Volltreffer findet der Mensch nur in eigens dafür konstruierten volltreffersichern Schutzräumen. Der Schutz der Hochbauten muss darin gesucht werden, die Explosionswirkung zu lokalisieren, damit das Gebäude möglichst wenig zerstört, die sekundäre Trümmerwirkung reduziert, die Brandentfachung verunmöglicht und das Eindringen giftiger Gase verhindert wird. Die immer gefährliche Explosion der Bombe im Keller kann auf zwei prinzipiell verschiedene Arten verhindert werden:

1. Durch das Ablenken der Bombe aus ihrer Flugbahn;
2. durch vorzeitiges Auslösen des Zünders.

1. *Versuche, die Bombe aus ihrer Bahn zu lenken.* Die Ablenkung der Bombe aus ihrer Flugbahn kann durch einen massiven Aufbau bewirkt werden, gegen den die Bombe im Winkel von unter 20 Grad zur Senkrechten prallen soll. Unter der Ricochetwirkung prallt die Bombe ab und wird damit aus ihrer Bahn vom Haus weggeworfen. Auf diesem Prinzip ist in Berlin ein Schutzraum in Form eines hohen Kegels mit schmaler Basis, ähnlich einem Zuckerstock, gebaut worden.

Fassaden üben oft die Ricochetwirkung aus (Abb. 3). Da aber die Fensterlöcher etwa 25—30 % der Fassadenfläche betragen, wird mit einer ebenso grossen Wahrscheinlichkeit die Bombe durch das Fenster in das Hausinnere eindringen und die gefährliche Explosion im Keller auslösen. Für den Hochbau ist diese Lösung ungünstig und unpraktisch.

Es wurde auch erwogen, das Gebäude einfach mit einer durchschlagsicheren Decke abzudecken. Diese müsste sehr dick sein. Sie erhöhte das tote Gewicht des Gebäudes und machte es für Vibrationen empfindlicher. Der Schutz ist auf ihr illu-

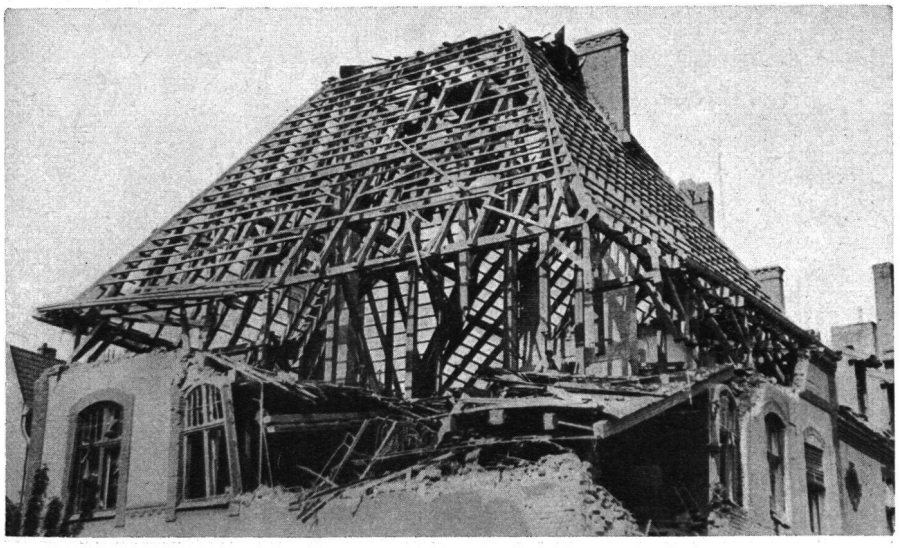

Abb. 2. Explosion einer Bombe im Dachstock. Wirkung auf Massivbau und Skelett: Alles, was grosse Oberfläche besass, wurde weggeschleudert: Die Backsteinmauern des Kniestokkes und des obersten Vollgeschosses, die Dachhaut. Alles, was fest skelettartig miteinander verbunden war und kleine Oberfläche hat, blieb nahezu unversehrt stehen: Der hölzerne Dachstuhl samt Sparren und Latten.

Abb. 3. Zerstörung an einem Haus durch einen Blindgänger. Eine Explosivbombe von ca. 500 kg Gewicht hatte mit ihrer Wucht des freien Falles die Fassade aufgeschlitzt. Sie prallte am Gebälk über Erdgeschoss ab und schlug in der Durchfahrt flach auf den Boden. Der Abdruck der Bombe war in ca. 1,50 m unter Terrain noch festzustellen. Die Energie war damit noch nicht vollständig vernichtet und daher durchschlug sie noch die Kellermauer des Hauses rechts auf dem Bild und rollte in einem Kohlenkeller seitlich ab. Der Zünder hatte versagt. (Behördlich bewilligt B/H/644.)

sorisch, solange die Bombe durch die Fensteröffnungen der darunterliegenden Geschosse eindringen kann.

2. *Versuche, den Zünder vorzeitig auszulösen und die Wucht der Bombe abzubremsen.* Schlägt die Bombe im Dachstock auf eine massive Decke (Detonationsschicht), die soviel Widerstand leistet, dass der Zünder ausgelöst wird, so kann die Bombe bei einer Geschwindigkeit von 260 m pro Sekunde und einer Verzögerung von $^1/_{20}$ Sekunde noch 13 m Höhe durchfahren, bis sie explodiert. Mit andern Worten: ein hohes Gebäude mit Massivdecken hat den Vorzug, dass ein Volltreffer voraussichtlich explodiert, bevor er die Schutzraumdecke erreicht haben wird. Je massiver die Decken sind, welche die Bombe durchschlagen muss, um so mehr wird auch die Aufschlagswucht der Bombe abgebremst. Nach englischen Versuchen durchschlägt eine 250-kg-Bombe fünf Betondecken mit zusammen 90 cm Beton. Die Widerstandskraft der obersten Decken sollte die Wucht der Bombe stark abbremsen, dass ein allfällig vorhandener Trägheitszünder ausgelöst wird. Den besten Schutz bietet ohne Zweifel ein Gebäude aus Eisenbeton. Die dauernde Deformation solcher Decken aus Eisenbeton wird um so mehr lokali-

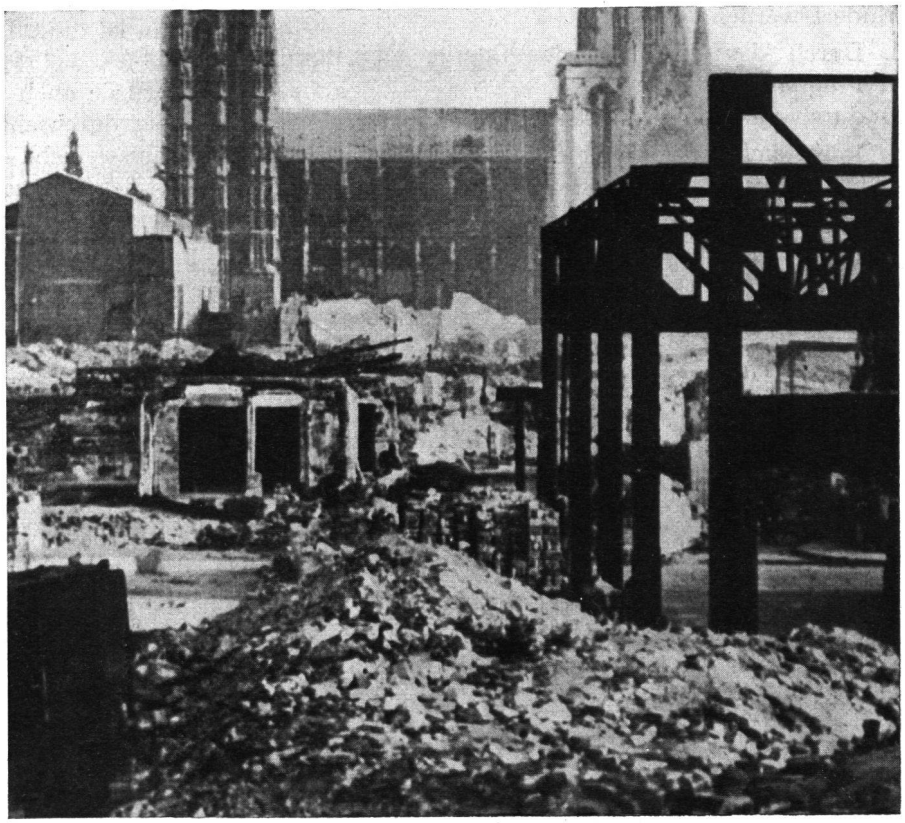

Abb. 4. Widerstandsfähigkeit des Skelettes gegen Explosivbomben. Die Umwandungen des Fabrikgebäudes rechts liegen als ein Haufen Trümmer am Boden. Das Eisenskelett bleibt vollständig erhalten.

Abb. 5. Unter Splitterwirkung «ausgewaschene» Fassade.

siert, wenn die Decken ohne Verbindung auf den Unterzügen aufgelagert sind. Daher wird man Massivplatten, die auf Stützen ruhen, solchen, die in Wänden eingespannt sind, bevorzugen. Die Widerstandsfähigkeit gegen Durchschlag kann durch Beläge von Parkett oder Bodenplatten auf Sand erhöht werden. Die oberste Decke wird am besten als Flachdach aus Eisenbeton mit Gussasphaltbelag ausgeführt. Gewöhnliche Dachbeläge aus Metall (Kupfer, verzinktes Eisen, Zink usw.) werden leicht abgedeckt und bieten keine Vorteile.

Den besten Schutz gegen den Durchschlag der Bomben findet man in neuen Eisenbetonbauten unter dem Treppenhaus. Hier befinden sich meistens mehrere massive Eisenbetonplatten übereinander, die besonders dann günstig sind, wenn die Platten in der Wand nicht eingespannt sind. Zudem bieten auch diese Wände grossen Schutz, weil sie stark sind.

b) Reduktion der Explosionswirkung im Bereich der vollkommenen Zerstörung (Gasdruck).

Die grösste Wirkung hat jene Bombenexplosion, die verdämmt, in einem geschlossenen Raum stattfindet. Um die Zerstörung durch Explosionsdruck zu reduzieren, müssten für eine hinreichende Ausbreitung der Explosionsgase alle Hindernisse aus dem Weg geschafft werden. Die Haupttragkonstruktion sollte dabei vor Zerstörung gewahrt bleiben, denn das ist vom Standpunkt der Stabilität aus gesehen für die Menschen im Keller-Schutzraum und die sekundäre Trümmerwirkung das Wichtigste.

Wir wissen, dass die Explosionsgase vorwiegend den Weg des geringsten Widerstandes gehen. Aus dieser Erkenntnis ergibt sich als beste Konstruktionsweise, die Trennung der Funktionen der Tragglieder und der raumabschliessenden Elemente (Wände, Decken usw.). Die Wände dürfen keine Tragfunktion ausüben und nicht mit den Traggliedern verbunden sein. Je leichter der Explosionsraum sich ausdehnen kann, um so weniger wird die Konstruktion verletzt werden. Daher sollten nur leichte Wände, die durch den Explosionsdruck leicht weggeschlagen werden können, ohne die Tragkonstruktion zu verletzen, die Räume nach aussen und gegeneinander abschliessen. Vorteilhaft wirken grosse Fensterflächen sich aus. Die Tragflächen sollten daher sehr

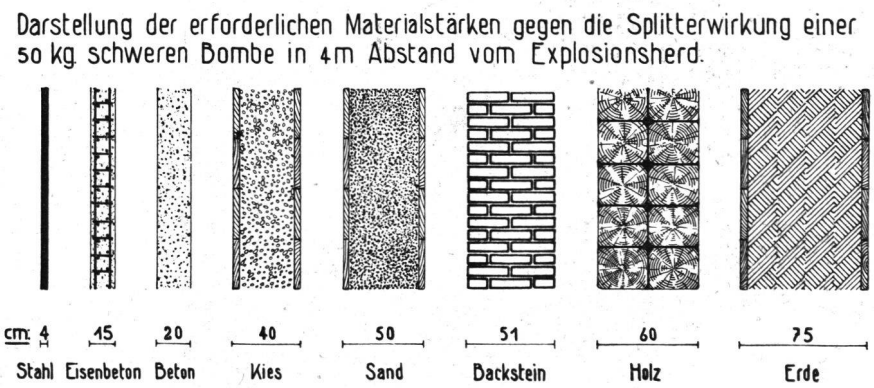

Abb. 6.

Abb. 7. Durch Explosionswirkung verformte Eisenbetonstütze. Zuerst wird der Schutzbeton völlig zerstört, dann erfolgt die Verformung der Eisen, dann wird der Betonkern zerstört, der vielfach die Verformung des Eisens hindert. Man erkennt hier, dass eine Spiralarmierung beste Wirkung ausgeübt hätte. Dank der Kontinuität aller Tragteile stürzt das Haus nicht ein.

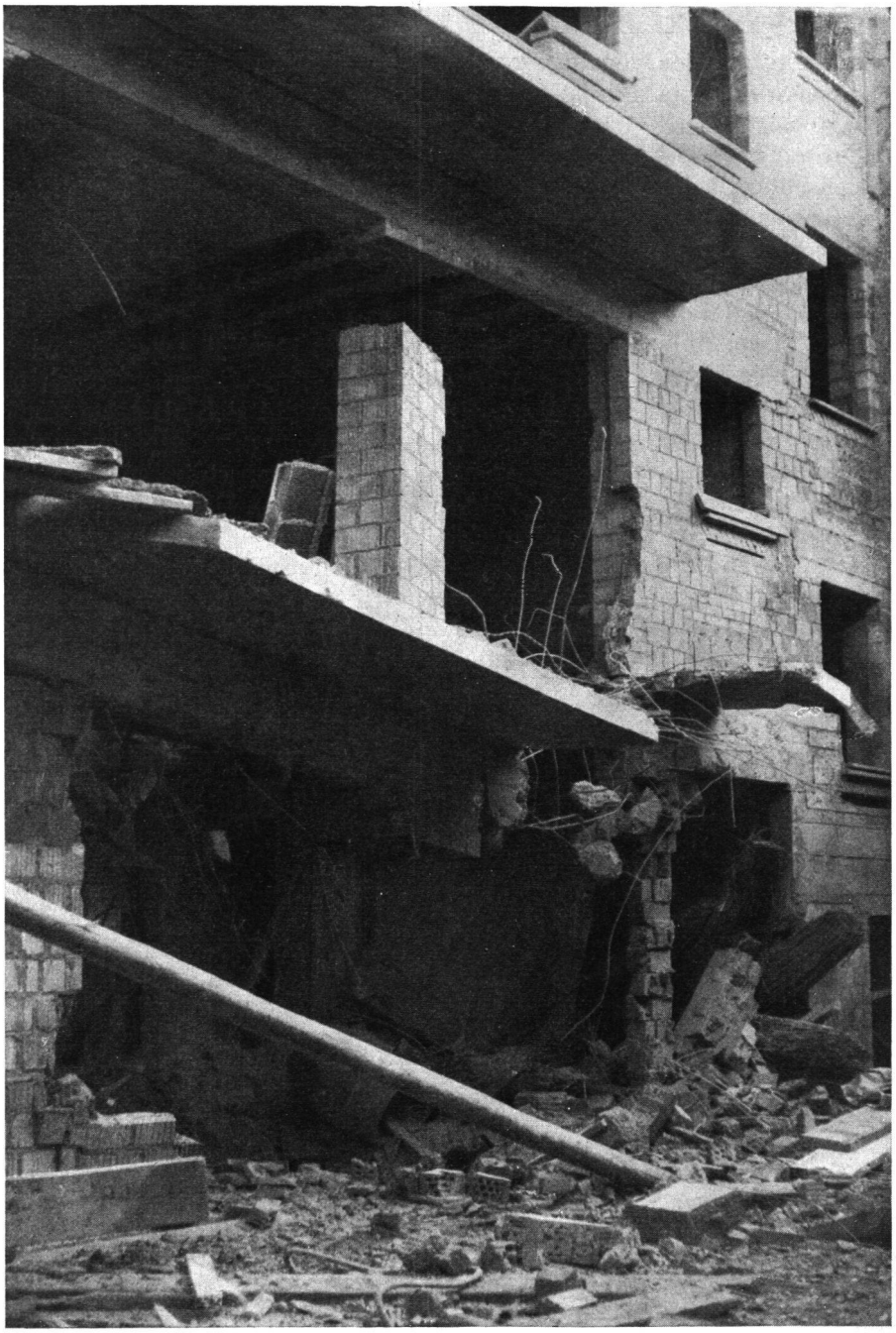

Abb. 8. Wirkung des Explosivdruckes auf einen Eisenbetonunterzug. Eine 50-kg-Bombe detonierte links hinter dem Unterzug. Der Eisenbetonträger zerriss nicht am Ort der grössten Biegungsbeanspruchung, sondern am Ort der grössten Scherkräfte. Der Beton hat sich vom Eisen völlig gelöst. Die Bügel wurden geöffnet. (Behördlich bewilligt B/H/Serie 486—495.)

Abb. 9. Wirkung von Volltreffern auf einen massiven Eisenbetonbau.

kräftig sein und ein Minimum an Oberfläche haben, die der Zerstörung ausgesetzt ist.

Diese Vorteile kann nur der Skelettbau, nicht aber der Massivbau bieten (Abb. 2 und 4).

Englische und französische Autoren vertreten die Auffassung, in grossen Skelettbauten sollten auch vertikale Trennwände aus Eisenbeton in der Art von Giebelmauern eingefügt werden, um den Explosionsraum in bestimmte Bahnen zu lenken. Sind diese Wände zu schwach, so stellen sie eher eine zusätzliche Gefahrenquelle dar. Beobachtungen an Kriegsverwüstungen hierüber fehlen noch.

Zur Reduktion des Explosionsdruckes sollte eine Gebäudekonstruktion folgende Eigenschaften haben (Abb. 2):

1. Eine solide skelettartige Tragkonstruktion mit geringer Oberfläche, in welcher die Wände keinerlei tragende Funktion ausüben;
2. das Skelett soll nicht mit den Füllwänden starr verbunden sein;
3. Aussen- und Innenwände sollen aus leichtem Baumaterial bestehen; unter dem Explosionsdruck sollen die Wände zusammenbrechen; Material und Konstruktion der Wände soll so sein, dass ein minimaler Schaden am Skelett entsteht;
4. Alle Bauelemente sollen leicht ersetzt werden können.

c) Schutz gegen Splitterwirkung.

Backsteine, insbesondere Lochsteine, zerbröckeln ihrer geringen Festigkeit wegen unter der Schlagwucht der auftreffenden Splitter. Die Wand wird von den Splittern «ausgewaschen» und dadurch wird die Tragfähigkeit des Mauerwerkes wesentlich reduziert (Abb. 5). Risse sollen unter der Wucht des Splitteraufschlages im Mauerwerk keine entstehen, noch dürfen einzelne Brocken ausgeschlagen werden. Ist eine Schutzwand gegen Splitterwirkung zu schwach, so bedeutet sie eine Vergrösserung der Gefahr, weil ihre eigenen Splitter selbst wieder weggeschleudert werden.

Die erforderliche Dicke der verschiedenen Materialien und Konstruktionen, die Schutz gegen Splitterwirkung einer 50-kg-Bombe in 4—5 m Abstand gewährt, ist in Abb. 6 zusammengestellt. Vorzüglich hierüber haben sich Verbundkonstruktionen bewährt (Abb. 7, 8 und 9). Bei Holztüren mit Eisenblechbelag muss der Splitter zuerst das Eisen zertrümmern, dann erst wird das Holz beansprucht. Durch diese schichtweise Anordnung kann jedes Material durch seine Deformationsarbeit die maximale Energiemenge des Splitters vernichten. Darum leistet eine Hohlmauer aus

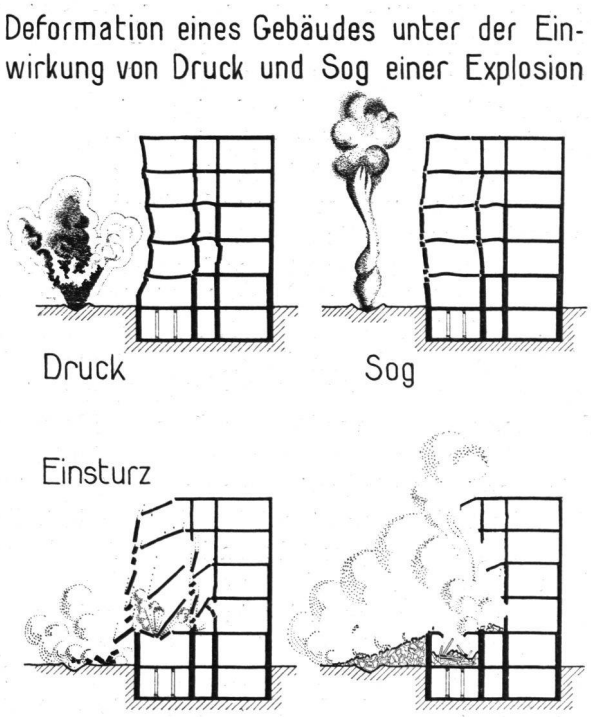

Abb. 10. Schematische Darstellung.

2 × 6 cm Stärke dem Eindringen von Splittern grösseren Widerstand als eine 12 cm starke Mauer. Je grösser die Elastizität eines Materials oder einer Konstruktion ist, um so grösser ist der Widerstand gegen das Eindringen der Splitter.

d) Schutz gegen den Luftstoss und Sog.

Luftstoss und Sog wirken im Gegensatz zum Wind nur einen Bruchteil einer Sekunde und versetzen dem Gebäude einen kurzen, schockartigen Schlag. Sie bringen damit alle Teile in Bewegung.

Abb. 10 zeigt die verschiedenen Phasen der Einwirkung einer Bombenexplosion auf ein naheliegendes Gebäude. Unter der Einwirkung des Explosionsstosses geraten die Wände in Schwingung oder werden eingedrückt. Die Aussenwand findet dabei an den Böden und Querwänden ein meist sehr kräftiges Widerlager. Durch den darauffolgenden Sog werden die Aussenwände nach dem Explosionsherd hingedrückt. Die vorher wirksame Verankerung mit den Böden und Querwänden geht dabei verloren. Diese Schwingung wirkt innerhalb einer bestimmten Zeit, bis der Impuls völlig absorbiert ist. Kleine Bewegungen genügen, um die Zugfestigkeit der Bindemittel zu überschreiten. Die Konstruktion lockert sich, doch bleiben im Backstein und Betonmauerwerk grössere Trümmerbrocken zusammen. Zuerst gibt Backstein, dann Betonmauerwerk nach, sodann folgen Holzgebälk und dann das Eisen. Nach dieser Zerstörung scheint alles gelähmt zu sein, nun erfolgt der Zusammenbruch. Die Fassadenteile stehen losgelöst vor der alten Bauflucht. Sie lösen sich vom Gebälk und den Querwänden und stürzen gegen den Explosionsherd hin zusammen. Der grösste Teil des Mauerwerkes fällt daher ausserhalb des Hauses, also nicht auf den Keller. Auf der Strasse bildet sich ein Schuttkegel, dessen Basis etwa die halbe Fassadenhöhe misst. Die Höhe beträgt für ein viergeschossiges Backsteinhaus nur etwa 2 m. Um die Insassen des Schutzkellers zu befreien, muss relativ wenig Schutt entfernt werden. (Fortsetzung folgt.)

Réflexions sur l'Ordonnance du DMF concernant le service, les nominations et les promotions dans la DAP

Par le cap. Guido Semisch

Le Département militaire fédéral a promulgué le 19 juillet 1941 une ordonnance sur le service, les nominations et les promotions dans la DAP. Malgré que cette ordonnance est pour le moment applicable pendant le service actif il n'y a pas de doute qu'elle gardera sa raison d'être aussi en temps de paix. L'expérience pratique démontre que seul l'instruction des troupes de DAP sur la base de l'éducation militaire donne de bons résultats. Elle devra donc nécessairement subsister aussi longtemps que la DAP existera. Or l'aviation de guerre qui ne sera guère aboli aussi longtemps qu'existeront des armées, exige impérieusement le maintien d'une DAP à la hauteur. Sans vouloir être prophète nous croyons pouvoir affirmer que l'organisation actuelle de l'instruction de la DAP devra être maintenue en temps de paix.

Une des idées maîtresses de l'ordonnance en question (voir *Protar 12* [1941], 97) est certainement le fait que chacun devra conquérir ses grades en suivant la filière de l'instruction depuis l'école de recrues. Il ne se présentera donc plus le cas où des officiers et mêmes des capitaines soient nommés sans instruction spéciale aucune. Déjà en 1939 et 1940 un changement notable s'est produit. Les expériences pratiques très satisfaisantes de ces deux années ont trouvé leur consécration dans la nouvelle ordonnance. D'après les nouvelles prescriptions un capitaine DAP doit accomplir au minimum 191 jours de service avant d'atteindre son grade. L'habitude du commandement des nouveaux commandants sera plus poussé sans toutefois atteindre à celui des commandants d'unité de l'armée.

On est forcé en créant une base plus solide de l'instruction de s'occuper de l'établissement d'un plan d'ensemble, le tableau des écoles et cours. Chiffre 18 de l'ordonnance mentionne seulement que le Service fédéral DAP publie un tableau des écoles le 1er décembre de chaque année. Les travaux préliminaires sont en cours. Ils demandent un travail assidu. On ne peut pour le moment se faire une idée précise et il serait d'ailleurs erroné de vouloir devancer la publication du tableau en indiquant des dates. Nous nous bornerons par conséquent à esquisser très brièvement quelques points essentiels.

L'établissement d'un tableau des écoles dépend de bien des facteurs. Certes le nombre d'hommes à instruire détermine en grand le nombre d'écoles et de cours. Toutefois les questions d'équipement, de subsistance, et de logement ainsi que le nombre d'instructeurs à disposition jouent également un grand rôle. Parmi ces données la question du logement mérite une attention spéciale. Il est certes avantageux de pouvoir loger les troupes en casernes. L'éducation et l'instruction s'y font plus aisément et d'une façon plus suivie. Le fractionnement en cantonnements par petits groupes rend l'instruction plus difficile, surtout si l'on considère le fait que les cadres doivent, dans les écoles, parfaire leur propre instruction. Au moins les écoles d'officiers et de sous-officiers doivent se faire en caserne. Pour les écoles de recrues qui ne peu-