

Zeitschrift: Protar
Herausgeber: Schweizerische Luftschutz-Offiziersgesellschaft; Schweizerische Gesellschaft der Offiziere des Territorialdienstes
Band: 2 (1935-1936)
Heft: 8

Artikel: Das Haus und seine Konstruktionsteile unter dem Einfluss veränderter Kriegstechnik
Autor: Peyer, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-362479>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.05.2025

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

conditions telles qu'il s'enflamme spontanément. L'hydrogène phosphoré est préparé par réaction du phosphore de calcium et d'eau. On dessèche le gaz engendré et on le refroidit pour le séparer de P_2H_4 .

Quelques recherches bibliographiques nous ont montré que pour l'emploi du phosphore blanc, on peut se référer aux ouvrages suivants: Ullmann, 1930, T 6, p. 432. Production de P en vapeur. Comptes rendus Ac. des Sc. 170. 1492. Les fumigènes: la guerre chimique. Col. Bloch, 1927. Bombes incendiaires et fumigènes DRP 562.372. Chem. Abstracts 27.846, 1933. *Zentralblatt* 1933, I. 357. Signaux et écrans au moyen de P. EPN 268.004. Bonniksen et Barrat, Ch. et Ind. 1928, 1109.

Une série de brevets ont trait aux fumées colorées à base d'oxydes. Ils ont tous été élaborés par M. G. Graff. C'est ainsi que la composition pyrotechnique pour la production d'une fumée brune se présente comme suit:

- 50 p. oxyde de cuivre,
- 35 p. peroxyde de plomb (ou 25 p.),
- 15 p. magnésium (ou 25 p.).

Pour produire une fumée orange on aura recours à:

- 50 p. PbO_2 ,
- 35 p. $K_2Cr_2O_7$,
- 15 p. Mg.

Pour une fumée jaune nous aurons:

- 66 p. $K_2Cr_2O_7$,
- 20 p. tétr oxyde de Bi,
- 14 p. Mg

et encore:

- 65 p. $K_2Cr_2O_7$,
- 20 p. sous nitrate de Bi,
- 15 p. Mg.

Quant à l'appareillage, il fait l'objet de travaux assez restreints. Les appareils destinés à la génération des fumées sont nombreux. Ce sont des cartouches, des pots en carton ou en tôle, des boîtes à flotteurs (employées pour la protection contre les sous-marins attaquant au canon), des grenades, des obus, des bombes aériennes. Certains de ces appareils sont mobiles, d'autres fixes. Pour en étudier les schémas on s'en rapportera aux articles suivants:

Les fumigènes; La guerre chimique. Colonel Bloch, 1927. EP n° 185.339, 6 octobre 1931. *Chimie et Ind.* 1923, 2, 114.

La guerre des gaz et les nuages artificiels dans le combat naval Hans Pochhammer. *Zeit. ges. Schiess- und Sprengstoffe* 28, 130, 5, 1933. *Chem. Abst.* 27, 3334, 1933.

USAP n° I 972, 600, 4 septembre 1934. *Chem. Abst.* 28, 6351, 1934.

Quelques bombes fumigènes intéressantes. A Gandi Hale et Motsinger, Woodburry. *Chem. Warfare* 18, II, 75, 1932. *Chem. Abst.* 27, 419, 1933.

En terme de conclusion on peut affirmer que la question des fumigènes est envisagée avec toute l'attention désirable par certaines nations. Ces quelques lignes de documentation n'ont qu'un seul but: jeter quelques lueurs sur les nombreux travaux effectués jusqu'ici dans ce domaine.

Das Haus und seine Konstruktionsteile unter dem Einfluss veränderter Kriegstechnik

Von Ing. H. Peyer, Sachverständiger für Luftschutzbauten, Zürich 10

Mehr denn je beeinflusst Krieg und Waffentechnik den Hochbau. Im grauen Altertum war es schon das Bestreben des Menschen, sich Leib und Leben durch geschützte Behausungen zu sichern. Burgen entstanden, ganze Siedelungen wurden hinter Festungsmauern und Wälle gebaut. Wälle und Mauern wurden erweitert, um Raum für ausgedehnte Wohnanlagen zu schaffen. Gigantische Festungswerke in den charakteristischen eigenen Bauarten sicherten die Landesgrenzen vieler europäischer Staaten. Die Städte, selbst die nächste Umgebung dieser Festungswerke hatten sich besonderen Bauvorschriften zu unterziehen. Der Luftschutz spielte dabei in dem letzten Jahrzehnt eine nicht unwesentliche Rolle. Nach dem Ausgange des Weltkrieges atmete Europa auf, war doch in Versailles ein Dokument geschaffen worden, das uns für alle Zeiten Frieden garantieren sollte. Das Menschenwerk zu Versailles folgte jenen 8000 Friedensverträgen, welche innert 3500jährigen, weltgeschichtlichen Epochen für «ewige» Zeiten geschmiedet wurden.

Was ist die Parole heute in Europa? Ich zitiere Ihnen die Worte eines namhaften Diplomaten: «Ein

Volk, das sich untätig und willenlos feindlicher Willkür preisgibt, hat seine Existenz verwirkt.» Diese Worte können wir Schweizer uns erst recht einprägen.

Der passive Luftschutz bildet, bildlich gesprochen, für unser Heer einen wesentlichen Teil des Rückgrates. Wohl darf man die drohende Luftgefahr nicht übertreiben, aber ein ebensogrosser Fehler ist es, ihm gleichgültig gegenüberzustehen. Unser Luftschutz hat nichts zu tun mit Rüstungen und Politik.

Der zivile Luftschutz ist grundsätzlich vom militärischen zu unterscheiden; so wertvoll uns die militärischen Versuche auch sein mögen, sie sind nur in einem bestimmten Sinne für unseren Luftschutz als Grundlage zu verwenden, die meisten und wertvollsten Versuche sind indes völlig unbekannt. Das Militär geht von ganz anderen Grundsätzen aus, die für unseren Hochbau nur in kleinem, bestimmtem Masse Wert haben.

Für den grössten Teil des europäischen Volkes ist der zivile Luftschutz ganz neu, obgleich er in seiner *Wesensart* nichts Neues ist. So manches, das wir in der heutigen Presse in eindrucksvoller Art als noch Nie-

dagewesenes serviert erhalten, ist in seinem Grundgedanken sogar sehr alt, nur der Zeit gemäss verbessert. Ich erinnere z. B. an die Luftzufuhr aus dem Erdreich. Im Weltkrieg ventilierten die Franzosen wie die Russen gewisse Unterstände durch einfache Gebläse; sie zogen durch Humusschichten vergaste Luft an und filtrierten sie so. Die Engländer zogen wiederum die Lufterneuerungsgeräte vor. — Bomben- und gassichere Unterstände entwickelten sich im Weltkrieg. Die Zivilbevölkerung behalf sich mit Notunterständen. Soweit mir durch Praxis wie durch wissenschaftliche Studien die Kriegsbautechnik (auch gewisser ausländischer Staaten) bekannt ist, darf erwähnt werden, dass für den bautechnischen Luftschutz gewisse Bauten, welche schon im Weltkrieg ausserordentliche, der Waffentechnik angepasste Bauarten aufwiesen, als wertvolle Fingerzeige gelten dürfen. Obschon der grösste Teil dieser Bauten namentlich gegen schwere Artilleriebeschüsse (sei es durch Steilfeuer- oder Flachbahngeschütze) errichtet wurde, ist dieser Beachtungstoff von ganz erheblichem Wert in bezug auf die Spezialkonstruktionen im bautechnischen Luftschutze.

Die Erfahrungen aus dem letzten Kriege boten speziell im Osten, wo die Operationen in den mir bekannten Gebieten, sei es in den Masuren oder überhaupt deutsch-russischen Grenzgebiet, sehr rasch vor sich gingen, einen Beobachtungstoff, wie er unter diesen Verhältnissen fast kaum mehr gesehen werden kann. Dort, wo der Krieg zufolge der Heeresstellungen Monate hindurch ausgetragen wurde, findet sich kein wertvoller Beobachtungstoff, weil Objekte, welche in den Grund geschossen sind, die Spuren auslöschen, die zur Beurteilung der Wirkung nötig sind. Verwitterung, Aufräumarbeiten haben dann auch an vielen Orten die Ursache verwischt. In der kurzen Zeit vom August 1914—1915 im Frühjahr wurden im russisch-deutschen Grenzgebiet, einschliesslich in den Masuren, über 40'000 Wohngebäude, Verwaltungsbauten etc. und ebenso viele landwirtschaftliche Gebäude teilweise oder ganz zerstört. Auf dem ehemals russischen Boden sah es noch bedenklicher aus.

Die Zerstörungen: Ein Teil war von dem Artilleriefeuer (sei es durch direkte Volltreffer, mit den Begleiterscheinungen der Nahwirkung, wie Splitterwirkung oder Gasdruck [Luftstoss], oder durch Fernwirkung infolge in der Nähe krepierender Geschosse) beschädigt worden; wieder andere wurden durch systematische Brandlegung (welche zum Teil der russischen Armee im Vormarsche gewisse Richtlinien zu geben hatten), ein anderer Teil wurde durch Brandgeschosse und auch durch Sprengung beschädigt oder zerstört. Die Zerstörungen waren je nach Bauart, Baustoffen, Alter des getroffenen Gebäudes recht verschieden, obgleich sehr oft ein und dasselbe Kaliber, dieselbe Schussdistanz wie die Auftreffwucht in Frage kamen. Je länger die Ursachen der Zerstörungen zurücklagen, um so schwerer war bei Objekten, welche der Sprengung oder Artilleriebeschussung zum Opfer fielen, die Ursache zu erkennen.

Jahrelanges Studium, sei es durch Laboratoriumsversuche oder durch wissenschaftliche Forschungen, vermögen auch hier die praktische Erfahrung nicht zu ersetzen. Leider ist es nur eine verschwindend kleine Zahl von Baufachleuten, welche dieser Generation erhalten blieben, die sich die seltenen Erfahrungen in bautechnischer Hinsicht aneignen konnten.

Es sei in nachstehenden Ausführungen versucht, Ihnen einige charakteristische Zerstörungen zu beschreiben, wie sie für den bautechnischen Luftschutz von Wert sein können.

Zerstörungen an Bauten.

Die grössten Zerstörungen wiesen jene Häuser auf, welche aus *Bruchsteinen*, sogenannten Findlingen, erbaut waren und in ihrer Gesamtkonstruktion der alten, gewöhnlichen Massivbaukonstruktion entsprachen. Bei Volltreffern mit verhältnismässig geringer Wirkung vermochten Explosionen oft Mauerpfeiler herauszureissen; anderswo verursachte eine teilweise Zerstörung in wenigen Minuten den vollständigen Einsturz des Gebäudes. Die Schwerkraft der sehr starken Mauern vermochte weder die Druck-, Schub- oder Zugbeanspruchung, welche die Geschossexplosion auslöste, aufzuhalten. Geschosse aus Feldgeschützen durchschlugen sehr starke Mauern, unter Hinterlassung einer oft 10—20fach vergrösserten Durchlassöffnung als das Geschosskaliber betrug, wenige Minuten darauf, oft nur der Bruchteil einer solchen, brachen weitere Mauer Massen ein und Decken, Unterzüge mit ihren Verankerungen vollendeten rasch das Zerstörungswerk. Je tiefer die Geschosse in den Bau einzudringen vermochten, desto grösser war ihre Wirkung.

Backsteinbauten wiesen bei sehr oft gleicher oder noch stärkerer Geschosswirkung bedeutend geringeren Schaden auf wie Bruchsteinbauten. Allerdings war bei dieser Bauart ebenfalls ausschlaggebend die qualitative Ausführung und das Alter. Bei Backstein- wie bei Bruchsteinbauten waren ausserordentliche Abweichungen in der Baumethode zu konstatieren. Auf Grund von Beobachtungen halte ich allerdings die Behauptungen vieler ausländischer Kollegen nicht für ganz richtig. Wenn auch der gewöhnliche Massivbau (gemeint ist der ortsübliche, wie man ihn im grauen Altertum schon herstellte) in bezug auf den Widerstand durch Sprengung wie durch Beschussung oder Bombardierung nicht an den Skelettbau (Fachwerk-, bzw. Riegelbau, gleichviel, ob derselbe aus Eisen, Holz oder Eisenbeton ist) heranreicht, so ist doch zu sagen, dass der solid aufgeführte Backsteinbau auch hier kein schlechtes Zeugnis ablegte. Einschussöffnungen wiesen wohl die grösseren Flächen auf, aber in sehr vielen Fällen resultierte daraus nicht ein Einsturz, wie es beim Bruchsteinbau fast ausnahmslos festgestellt werden konnte. Der Backstein, namentlich der Klinker, hat eine sehr hohe Eigenfestigkeit und leistete oft den Widerstand wie der Stampfbeton. Es ist geradezu erstaunlich, wie oft sehr grosse Einbruchstellen den Zusammenbruch nicht herbeiführten, weil der Verband im Mauerwerk selbst die Öffnung zu überbrücken vermochte. Der Widerstand der einzelnen Mauern wird allerdings weniger durch den Verband, als vielmehr durch die Schwerkraft der Masse, dann auch durch den Widerstand in der Reibung der einzelnen Flächen abgeleitet. Schlimmer ist der Umstand, wenn bei Decken, überhaupt bei Tragkonstruktionen durch die Geschosdetonation Stützen weggerissen werden; dann ist meist zufolge Verankerung oder Auflagerung von Unterzügen ein Zusammensturz des Gebäudes eingetreten. Bemerkenswert beim Backsteinbau ist zu dessen Gunsten die kleine Trümmerwirkung. Die letztere ist beim Luftschutz nicht ausser acht zu lassen.

Zur Ehre der Backsteinbauweise darf noch erwähnt werden, dass Volltreffer in Türmen von Burgen,

Schlössern wie Kirchen, welche aus guten Backsteinmaterialien in altpreuussischer Weise erstellt wurden, sogar nur Durchschussöffnungen aufwiesen; an andern war der oberste Turmteil durch verschiedene Treffer zerstört, ohne dass der untere Teil des Turmes litt. Bei allen Türmen, die ich zu beobachten Gelegenheit hatte, waren nicht geringe Verankerungen vorhanden, Stockwerksgebälk, und trotzdem war der Zustand so, dass nur ein Aufbau, also eine Wiederergänzung in Frage kam. Bei Festungsbauten hat der Klinker erstaunlichen Widerstand gezeigt.

Der *Holzfachwerkbau*, wie er als eigentlicher Gerippebau im Osten noch sehr viel und in recht schöner Ausführung zu finden ist, hat gerade durch die Erfahrungen aus dem letzten Kriege eine nicht geringe Bedeutung erhalten. Bedauerlich ist es, dass diese Bauweise oft in beabsichtigter Weise gerade beim bautechnischen Luftschutze «vergessen» wird. Im Luftschutz wird sich diese Bauweise, wenn sie nach der Regel der Baukunst erstellt wurde, unbedingt bewähren. Gegen die Splitterwirkung wie gegen den infolge Kriechens einer Granate oder Bombe verursachten Luftdruck bewährt sich das Holz und der Riegelbau ausgezeichnet. Oft leistet gutes Weichholz, geschweige denn Buchen- oder Eichenholz, gegen die Aufschlagswucht wie gegen die Splitterwirkung besseren Widerstand (bis zu 100 %) als gewöhnlicher Stampfbeton. Auch im Brande verhält sich das Holz sehr widerstandsfähig. Verputzt als Brandschutz ist bei Holz in den allermeisten Fällen fast besser als brandschützende Imprägnierungsmittel. Seine grosse Widerstandskraft verdankt das Holz bei Beschiessung seiner Elastizität, diesem im bautechnischen Luftschutze ausserordentlich wichtigen Faktor. Je nach Qualität vermag eine 15 cm starke, gute, tannene Bohle sich mit einer 30 cm starken Betonmauer zu messen. (Buchenholz ist noch besser als Eichenholz, seine Elastizität ist mehr als ein Zweitel mal grösser als die des Eichenholzes. Gutes Holz vorausgesetzt.)

Je besser ein Holz gehobelt ist, desto schlechter ist es entzündbar. Bei den sehr vielen Brandstätten, die ich im Osten späterhin beobachtete, zeigte sich das Holz sehr verschieden und oft recht merkwürdig. Ist es einmal angebrannt, dann wirkt die Kruste brandisolierend. Einstürze sind recht selten, was beim Eisenfachwerkbau nicht gesagt werden kann. Der Holzbau ist den stossartigen Erschütterungen, welche die Detonation eines in der Nähe kreierte Geschosses auslöst, in weitgehendstem Sinne gewachsen. Das zeigte sich z. B. in den Masuren, wo die erdbebenartigen Erschütterungen durch artilleristische Tätigkeit aussergewöhnlich gut zu spüren waren. (Nach den Erzählungen zurückgebliebener Bewohner wie nach den Rissen in den Grundmauern lässt diese Tatsache keine Zweifel mehr aufkommen.) Holzbalkendecken, wie sie im Mittelalter gemacht wurden, wo Balken neben Balken liegt, leisten nach kriegsbautechnischer Erfahrung bessere Widerstände als gewisse Massivdecken, von Hohlsteindecken ganz zu schweigen. (Auf Grund der Erfahrungen bei Beschiessungen wie bei Bränden ist es nicht ganz verständlich, dass das Holz versicherungstechnisch schlecht wegkommt. Im bautechnischen Luftschutze wäre dies unbedingt nicht gerechtfertigt.) Noch besser würden die Holzbalkendecken wirken, wenn sie nicht eingespannt wären, weil dann die Elastizität noch besser zur Auswirkung kommt. Das Verhalten der Tragkonstruktion (einer

Decke z. B.) ist ein ganz anderes beim Aufschlagen einer Bombe oder Granate, als wenn dieselbe durch ruhende Lasten beansprucht werden. Das gilt natürlich für alle Tragkonstruktionen, gleich welcher Art sie sein mögen. Schlagartig wirkende Kräfte sind in ihrer Wirkung im höchsten Masse von der *Elastizität* des getroffenen Körpers abhängig; die Berechnung kriegstechnischer Bauten beruht sodann auf ganz anderer statischer Grundlage als es im Hoch- und Tiefbau angenommen wird.

Der *Grundbau* von Gebäuden mit durchgehenden Fundationen, d. h. wie sie im gewöhnlichen Hochbau landläufig erstellt werden, bewährt sich namentlich bei Erschütterungen (wie sie durch Explosionen naturgemäss ausgelöst werden) nicht gut. Sie werden in ihrem Gefüge unter Umständen verhängnisvoll gelockert. Das trifft besonders bei Fundationen aus Natursteinen, aber auch aus künstlichen Steinen zu. Bei Betonfundamenten ist die Lockerung geringer, aber Rissbildungen treten auch dort auf.

Es ist nicht selten vorgekommen, dass z. B. Granaten in unmittelbarer Nähe von Hausfundamenten in die Erde eindrangen (sogenannte Fundamenttreffer), sodass vom Grundbau durch die Detonation grosse Stücke ausgerissen wurden und als Trümmer Nachbargebäude erheblich beschädigten. (Die Wirkung ist in diesem Falle mit einer frei angelegten, geballten Sprengladung zu vergleichen.)

Fundamente, welche pfeilartig in grösseren Abständen angeordnet sind und mit horizontaler Rahmenkonstruktion mit den eigentlichen Fundamenten verbunden waren, wie sie der Hochbau in weniger tragfähigem Boden verlangt, leiden unter den Erschütterungen nur wenig, weil die stossartigen Uebertragungen durch kleinere Fundamentflächen sich auf den aufgehenden Grundbau weniger auswirken. Häuser, welche auf sandigen, gut gedichteten Boden (gleichmässig durchgehender Struktur) fundiert waren, übertrugen die Erschütterungen in sehr geringem Masse. So liess sich bei sehr vielen Gebäuden, welche im Artilleriekampfgebiet lagen, durch das mehr oder weniger starke Auftreten von Rissen in vielen Fällen auf die Beschaffenheit des Untergrundes schliessen. Schlecht fundierte Häuser oder solche, welche überhaupt ohne eigentliche Fundamente sind, werden durch (in der Nähe einschlagende) Geschosse leicht unterminiert und in sehr vielen Fällen zerstört.

Erschütterungen können dann auch unheilvolle Wirkung auf ein Haus ausüben, wenn dasselbe an einer Berglehne auf einem wenig mächtigen oder zerklüfteten, stark der Talsohle zuneigenden oder verwitterten Felsen steht. Dann kann bei Erderschütterungen nicht nur ein Reissen, sondern auch ein Abrutschen des Gebäudes entstehen. Der gleiche Fall tritt dann gerne ein, wenn die an und für sich auch starke, gute Felschicht durch tieferliegende Einschnitte (wie sie bei Tiefbauten, Strassenanlagen, Kanalisationen notwendig werden) sozusagen abgegraben werden.

Durch Erschütterungen können namentlich bei weichem Gelände (in Sumpf- oder Seegebieten) einseitige, erhebliche Senkungen von Häusern eintreten. Man kann auch in der Schweiz derartige Gebäude auf dem Flachlande sehen. Die durch Detonationen von grossen Sprengladungen auswirkenden, stossartigen Erdbeben verursachen eine Zusatzbeanspruchung des Untergrundes, die sehr viele Grundbauten nicht mehr zu tragen vermögen; es tritt in solchen Fällen meistens

eine einseitige Senkung ein. Das, was hier gesagt wird, ist in der Schweiz zu befürchten. Wenn Gebäude in der ersten Gefahrenzone (wie Betriebsanlagen, grosse Fabrik- und Lagergebäude, die der Bewaffnung, Verpflegung und Ausrüstung unseres Heeres dienen, Waffen-, Munitions- und Sprengstofffabriken usw.) liegen, so ist nicht mehr mit Zufallsvolltreffern zu rechnen, sondern mit gezielten Bombenabwürfen schwersten Kalibers. Wenn deshalb der Bundesrat gewisse Gebiete für luftschutzpflichtig erklärt, so hat das seine volle Berechtigung. Vergleicht man das Ausland mit der Schweiz in luftabwehrtechnischem Sinne, dann sind wird eigentlich recht sorglos. Viele Häuser bei uns stehen in Festungs- oder Fabrikbereichen, die das Ziel feindlicher Angriffe werden können. Je schwerer nun ein Flugzeug mit Bomben beladen ist, desto schwerer ist wohl seine Zielfähigkeit. Dennoch ist der Fall zu denken, dass Flieger, welche solche Ziele der ersten Gefahrenklasse anfliegen, loswerden wollen und sie dann auch auf Wohnhäuser abfallen lassen. Der Fall tritt ein, wenn solche Angriffe durch einsetzende aktive Abwehr den Angreifer zur Rückkehr zwingen.

Bei der Detonation einer 1000-kg-Bombe, die auf bestimmte militärische Anlagen, aber auch auf Werke, wie Gaswerke, Kraftwerke, abgeworfen werden kann, wird eine Erderschütterung auf mehrere hundert Meter erfolgen, abgesehen vom gewaltigen stossartigen Luftdruck, den eine solche Bombe beim Krepieren auslöst. (Vergleichshalber kann die Luftdruckwirkung einer solchen 1000-kg-Bombe mit der Wirkung eines gewaltigen, gefüllten Gaskessels in Betracht gezogen werden, wenn dieser explodiert. Die Wirkung war bei einem deutschen Gaswerk letztendlich ja durch die Presse in genügendem Masse beschrieben worden.)

Schon im Weltkriege gab es 1000 kg schwere Bomben; heute werden meines Wissens schon 2000 kg schwere, balistisch sehr günstige Bomben angefertigt. Je nach Auftreffen, Einschlag etc. einer 1500 kg schweren Bombe, die etwa mit 1000 kg Sprengstoff gefüllt ist, wurde folgende, stossartige Steigerung des Luftdruckes in Rechnung gezogen:

Auf 500 m Entfernung vom Sprengherd = 40 g/cm²
= 400 kg/m²;

auf 100 m Entfernung vom Sprengherd = 0,3 kg/cm²
= 3000 kg/m²;

auf 40 m Entfernung vom Sprengherd = 2,0 kg/cm²
= 20'000 kg/m²;

auf 20 m Entfernung vom Sprengherd = 5,0 kg/cm²
= 50'000 kg/m².

Die Erderschütterung weist, je nach Distanz vom Sprengherd, ebenfalls ganz erhebliche Zahlen auf.

Der Eisenbetonbau hat sich gemäss den Erfahrungen und Beobachtungen in den Kriegsgebieten des Weltkrieges von allen Bauten zweifelsohne am besten bewährt. Bei Volltreffern mit erheblicher Wirkung, mittelgrossen Kalibers, war es dann ein Verhängnis für das ganze Bauwerk, wenn den Explosionsgasen der Raum zur Ausdehnung fehlte, wenn gute Verdämmung vorhanden war. Bei Gebäuden, welche Eisenbetonmauern aufwiesen (also ganz in Eisenbeton erstellt gewesen waren) waren die Wirkungen vernichtend. Wo der Eisenbeton als Skelett, also im Gerippebau seine Anwendung fand und die erforderlichen vertikalen Gurtungen vorhanden waren, und wiederum die Feldausmauerungen mit leichtem Ziegelsteinmaterial oder sonstigen Leichtmaterialien aus-

gemauert gewesen sind, waren die Zerstörungen sekundärer Art, so dass mit geringen Kosten eine Wiederinstandstellung möglich wurde.

Von besonderem Interesse waren die Einschläge von Bomben auf Betondecken. Als Beispiel erwähne ich folgenden Fall: Ein Lagergebäude im ehemaligen russischen Gebiet, welches mit einem Eisenbetondach und drei Geschossdecken versehen war, wurde durch zwei Fliegerbombenvolltreffer (zweifelsohne aus dem gleichen Flugzeuge getroffen. Bei dem westlichen Raume war eine besonders starke Eisenbetonrippendecke, die die doppelte Stärke derjenigen des östlichen Teiles aufwies. (Beides waren Rippendecken mit mehreren Feldern.) Die eine der Bomben, welche den östlichen Gebäudeteil traf, durchschlug das Dachfeld glatt, ebenso die zwei unteren Geschossdecken und kreperte im Erdgeschoss unter Hinterlassung einer starken Oberflächenzerstörung des Betonbodens, der eine tellerförmige Vertiefung erhielt. Die westlich einschlagende Bombe (vermutlich gleichen Kalibers) durchschlug das Dach nahe an einer Dachrippe und kreperte auf der ersten Stockdecke (Mitte Fussboden des Dachraumes mit Kniestock). Nach der Rekonstruktion der statischen Berechnung versuchte ich die Nutzlasten der getroffenen Decken zu berechnen und fand, dass die östlichen Decken über dem Erdgeschoss mit 500 kg/m², die Decke über dem ersten Stock mit 300 kg/m² Nutzlast berechnet worden war. Prüfte man die Eiseneinlagen, Betonstärke, so war kein Zweifel an der Grösse der angenommenen Lasten. Die im westlichen Nebenraum (erster Stock) befindliche starke Decke war, wie nach Berechnung vermutet wurde, mit etwa 750—800 kg Nutzlast berechnet und wies wenige Zentimeter breitere Felder auf als die schwächere östliche Rippendecke. Die Sprengladung zu ermitteln war mir unmöglich. Die Tatsache aber, dass die mit gleich niederer Abwurfhöhe (wie stark vermutlich auch gleicher Aufschlagskraft) einschlagende Bombe westlich auf der starken Decke kreperte, also die Decken nicht durchschlug wie im östlichen Teile, ist von ausschlaggebender Bedeutung. Die stärkere Decke vermochte die Bombe — unter Hinterlassung einiger unwesentlicher Risse, welche teilweise über die nächsten Rippen verliefen — aufzuhalten. Die Durchschlagsöffnungen in den Dachfeldern waren fast gleicher Natur, gleicher Lochweite, die Oeffnungen waren aber enger als an den Deckenuntersichten, die einfache Zugarmierung wurde etwas eingebogen und die Deckschicht unter den Eiseneinlagen im grösseren Umkreise abgesprengt. Beide Deckenfelder senkten sich verschiedenartig; der östliche Treffer traf fast Mitte Deckenfeld. Die Verteilungsweisen in der Zugzone wurden zum Teil losgerissen von der Hauptarmierung. Beim östlichen Durchschlag waren strahlenförmige Risse, welche über zwei Rippen verliefen. Der westliche Durchschlag im Dach zeigte nur geringere Risse. Ueberall waren die Deckenfelder der Einschlagöffnung bis zu 6 cm eingesenkt, was auf eine gute Ausführung dieser Rippendecken schliessen liess. Im Dachstock wurden die Ausriegelungen infolge Luftdrucks weit weggeschleudert; die etwas breiten Lagerfenster, welche restlos herausgedrückt wurden, liessen grösseren Schaden verhindern.

Auf die Eisenbetonbauweise zurückkommend, möchte ich dokumentierend noch erwähnen, dass bei zerstörten Objekten ganz merkwürdige Sachen zu sehen waren. So wurde ein Wasserturm mit Eisenbetonreservoir — wie sie im Osten sehr viel gesehen

werden können — seiner Stützen durch Artilleriegeschosse beraubt. Das Wasserreservoir flog aus einer Höhe von etwa 25 m herab und blieb intakt. Einige kleinere, unwesentliche Risse zeigten sich um die Aufschlagstelle, sonst fand man keine Einbiegung und keine Beschädigung. Anders erging es jenen Wassertürmen, welche einen schwachen Eisenbetonkern und eine Backsteinummantelung aufwiesen. Ein solcher wurde auch durchgeschlagen, wobei das Geschoss in seiner Flugbahn etwas tiefer im Bassin wieder austrat, um dann an einem Nachbargebäude seine letzte Kraft noch auszuwirken. Jene Reservoirs, die zufällig gefüllt waren und Einschüsse erhielten, wiesen stärkere Schäden auf, als diejenigen, welche leer standen.

Eine Beobachtung, welche ebenfalls für das Befestigungswesen wie auch für den passiven Luftschutz von Wert ist, wurde an Baukörpern gemacht, die mit ihrer getroffenen Fläche in einem bestimmt geneigten Winkel standen. Artilleriegeschosse, welche auf die Erde in einem Winkel von *unter* 15–24° (je nach Beschaffenheit der Erde und mehr oder minder feuchtem Zustande) auftreffen, prallen ab und fliegen in einem oder mehreren Bögen weiter. Im altartilleristischen Ausdruck nennt man das «Ricoschieren». Der Festungsingenieur oder Schiessoffizier meint aber damit ein bestimmtes Schiessen, das im Belagerungskampfe angewendet wird. Im Artilleriekampf, vielmehr im Belagerungsschiessen, wird das Ricoschieren absichtlich angewendet, um das Geschoss über das Festungsglacié, den Wallgang, zu schiessen und dort die in den diversen Wallgängen befindlichen Geschütze oder ihre Besatzung zu treffen. Die Schüsse werden dann in der Regel in einem Winkel von 6–8° abgegeben. Will man das Festungswerk zerstören, dann breschtiert man oder bringt Demolationsschüsse an, je nach Bauwerk und Zweckverfolgung. Die Belagerungstechnik hat hier gute Erfahrungen in der Anwendung der Schiessarten, weiss sie auf das wirtschaftlichste auszunützen, unter geringstem Munitionsverbrauch. — Doch zur Sache. Der Auftreffwinkel, aus welchem die Abprallmöglichkeit resultiert, ist nun wieder recht verschieden. Auf Stahl prallt der Schuss in einem wesentlich höheren Aufschlagwinkel schon ab. Verputzter Beton ist etwa 50 % in der Abprallfläche höher zu werten als rohes Mauerwerk oder Beton. Wenn auf einer geraden, chaussierten Strasse ein Geschoss recoschieren soll, dann muss es je nach Zustand der Strasse *unter* einem Winkel von minimum 25° abgegeben werden. Bei guter Pflasterung ist der Winkel um einen geringen Bruchteil höher, bei Asphalt wieder höher. Inwiefern hat nun dieser Aufschlagwinkel für den bautechnischen Luftschutz Bedeutung?

Wenn man eine Tragkonstruktion gegen bestimmte

Kaliber bombensicher gestalten will, ist die Aufschlagsfläche im geeigneten Winkel zur Flugbahn der Bombe zu richten. Die Bombe prallt dann ab (vorausgesetzt, dass sie eine genügende Eigenfestigkeit hat und nicht auf die Zündung fällt). Bomben mit empfindlicher Zündung (Momentan- oder Aufschlagszündung) können beim Auftreffen auf eine nicht allzusteierte Fläche auch krepieren. Das ist besonders bei Brandbomben mit sehr empfindlicher Zündung der Fall; sie werden nur bei ganz bestimmtem Aufschlage und Struktur des getroffenen Körpers abprallen und womöglich in das Nachbarhaus fliegen. Bei lockerer Ueberbauung ist dies letztere allerdings nicht der Fall, deshalb sind dort auch die Steildächer luftschutztechnisch richtiger als Flachdächer.

Die schräg aufschlagende Bombe übt in erster Linie zwei Kräfte aus, welche je nach Auftreffwinkel eine mehr oder weniger hohe Komponente der einen oder anderen Kraftwirkung zeigen. Die Kräfte zerfallen, statisch ausgedrückt:

- a) in eine Nutzkomponente,
- b) in eine Abprallkomponente.

Der Aufschlagwinkel von Bomben ist nun je nach Flughöhe, Flugzeuggeschwindigkeit und den atmosphärischen Einflüssen (Winddruck) etc. 30–85°. Senkrecht vom abwerfenden Flugzeug aus gelotet, bis zur Auftreffstelle der Bombe, ergibt sich dann eine Strecke, welche flugtechnisch «Vorbehaltmass» genannt wird.*) Dieses Vorbehaltmass kann nun von Bombern mit geschickten Fliegern durch plötzlichen Steilflug als auch durch sehr niederes Auffliegen wesentlich vermindert werden, wobei in erster Linie die sonst einflussreichen Windstärken fast ausgemerzt werden können. Das Vorbehaltmass kann schon bei kriegsmässiger Flughöhe (5000 m) 100–2000 m und mehr betragen, aber auch weniger. Bei Berechnungen nehmen wir allerdings ein ungünstiges Mass an. Durch den Steilflug wird folgerichtig auch die Treffsicherheit grösser. Wir reden im bautechnischen Luftschutze von gezielten und Zufallstreffern.

Mit der Abweisung von Artilleriegeschossen und Bomben ist es nun allerdings nicht getan (denn das hiesse schlechterdings dem alten Spruche nach: «Verschon' uns Gott die Häuser, zünd . . .»). Wenn wir nun eine Bombe ablenken wollen, dann haben wir ihre Ablenkungsbahn (neue Flugbahn) abzubremsen. Diese Abbremsung kann durch bauliche Vorkehrungen getroffen werden.

(Fortsetzung folgt.)

*) Genaue Angaben über Auftreffwinkel, Nutz- und Abprallkomponenten, nach welchen die Aufschlagswuchten genauer berechnet werden können, werden vom Verfasser in einer der nächsten Nummern veröffentlicht.

Luftschutzprobleme der Elektrizitätswerke

Von Oberingenieur H. Leuch, Zürich*)

Die Wichtigkeit und die Verbreitung der einheimischen Energieform Hydroelektrizität sind in der Schweiz derart gross, dass man starke Einschränkungen oder langdauernde gebietsweise Versorgungsunterbrechungen mit allen ihren Folgen im Frieden oder während eines Krieges sich

kaum vorzustellen vermag. Die Elektrizitätsversorgung ist eine Basisindustrie für die Aufrechterhaltung des allgemeinen wirtschaftlichen und familiären Lebens mit Einschluss eines Teils des Verkehrs. Die Elektrizitätswirtschaft ist ihrerseits abhängig vom Gang der Wirtschaft und gilt deshalb als Indikator des allgemeinen Wirtschaftslebens.

*) Eingang bei der Redaktion am 7. April 1936.