

Konstruktive Forderungen für Trag- und sonstige Bauwerke im bautechnischen Luftschutze und Befestigungswesen

Autor(en): **Peyer, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Protar**

Band (Jahr): **3 (1936-1937)**

Heft 3

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-362512>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

Konstruktive Forderungen für Trag- und sonstige Bauwerke im bautechnischen Luftschutze und Befestigungswesen

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

Wenn der Verfasser hier einige Forderungen für die konstruktive Bildung von Luftschutzbauten und Befestigungsanlagen wiedergibt, so liegt es nicht in seiner Absicht, die sehr beachtenswerten technischen Richtlinien der Eidg. Luftschutzkommission zu durchkreuzen, sondern vielmehr einen weiteren Beitrag zur Abklärung eines besonders schwierigen Fragenkomplexes auf Grund von Beobachtungen an zerschossenen und gesprengten Bauobjekten zu leisten.

Die angegebenen technischen Richtlinien, welche nicht den Anspruch auf eine zwingende, bindende Vorschrift erheben wollen, verkörpern wohl teilweise ein bewährtes, konservatives System, wie wir es im Hoch- und Tiefbau kennen, aber sie bilden eine wertvolle Grundlage für den Konstrukteur im bautechnischen Luftschutze. Neben den diversen Zahlenwerten, welche für die Mindestinhaltung der Konstruktionsstärke wohl zu beachten sind, gilt es eine Reihe angegebener Faktoren, so vor allem die Raumweiten, die *Stützweiten*, zu beachten. Die angegebenen Dimensionen in den Richtlinien dürfen also keinesfalls einfach schablonenhaft für Dimensionierungsstärken angewendet werden (das wird in den Richtlinien auch besonders erwähnt).

Ausgesprochene Federungen, also federnde Tragteile, wie sie der Verfasser auf Grund seiner eigenen Beobachtungen in kriegführenden Staaten während des Weltkrieges und heute in eigenen Systemen anwendet, finden keine Anführungen in den Richtlinien. *Das heisst jedoch nicht, dass solche Konstruktionen unzulässig sind.* Federnde oder abgefederte Decken und Panzerungen tragen den grossen Vorteil der Verbilligung in sich, bedürfen aber einer absolut zuverlässigen konstruktiven Durchbildung aller Konstruktionsteile wie einer erstklassigen Ausführung, wenn sie die gewaltigen Vorteile der Verbilligung in sich tragen sollen.

Aber nicht allein die vom Verfasser vorgeschlagenen, ausserordentlich vorteilhaften Konstruktionen bedürfen der erstklassigen Durchbildung, Ausführung und Berechnung, sondern jede Konstruktion bedingt diese Voraussetzung. In allen vom Verfasser bisher veröffentlichten Artikeln wurde mit allem Nachdrucke darauf hingewiesen, dass es grundsätzlich den Regeln kriegsbautechnischer Berechnungen widerspricht, wenn nun der Ingenieur die Wirkungen der Bomben und Granaten der Gewohnheit gemäss *statisch* erfassen will.

Diese Auffassung eines grossen Teiles unserer Bauingenieure, die sich nun plötzlich vor die Aufgabe gestellt sehen, Konstruktionen gegen die Einschläge von Granaten und Bomben zu berechnen

und baulich durchzubilden, ist für uns wohlverständlich, denn bis vor kurzem war nur dem Festungsingenieur und Kriegsbaumeister diese Aufgabe gestellt worden. Die Dimensionen wurden auch meistens nur durch Versuche und durch sogenanntes Rekonstruktionsberechnen festgestellt. Berechnungen und Konstruktionen, welche auf der im Hoch- und Tiefbau bekannten Basis der *statischen* Ermittlung aufgestellt, also gewohnheitsgemäss durchgebildet werden, sind in krassem Widerspruche zu den Naturvorgängen, welche durch einschlagende Bomben oder Geschosse ausgelöst werden.

Schlagartig wirkende Kräfte sind nun einmal kein statisches, sondern ein dynamisches Problem. Alle Theorien, welche auf der gegenteiligen Auslegung basieren, sind nicht nur unzulässig, sondern gefährlich; sie lassen die Meinung aufkommen, dass die rechnerische Untersuchung bereits gelöst wäre.

Tragteile, welche schlagartigen Kräften durch Auftreffen von Bomben und Granaten ausgesetzt sind, haben vor allem den *lokalen* Einflüssen Widerstand zu leisten. Geschosse jeder Art wirken bei ihrem Aufschlage wie blitzartig aufgebrachte Einzellasten. Die Beobachtungen an den zerstörten Objekten haben diese Annahme genügend bewiesen. Sowohl die kinetische Energie wie die schlagartige Wirkung der Detonation eines Geschosses vermögen nur in ganz seltenen Fällen entferntere Tragteile zu zerstören. *Im bautechnischen Luftschutze ist deshalb mit Teilbeschädigungen zu rechnen, und es ist diese Tatsache als elementarer Grundsatz absolut zu würdigen.*

In Hinblick auf die *Teilbeschädigung* ist eine Tragkonstruktion dann in statisch unabhängige Felder aufzuteilen, wenn diese Konstruktion *unmittelbar* den Einschlägen der Bomben oder Granaten eben ausgesetzt bleibt. Wird dies nicht beachtet, dann kann durch den Einschlag die ganze Tragkonstruktion beschädigt werden, so dass ihre Instandstellung in nützlicher Frist gar nicht mehr möglich oder nur mit sehr grossen Kosten verbunden ist. Die einzelnen unabhängigen Felder gestatten also eine leichte und rasche Instandstellung, was im Ernstfalle von ungeheurer Wichtigkeit ist. Nicht allein die Wiederinstandstellungskosten dürfen aber hier mitbestimmend sein, sondern auch die Möglichkeit der Materialbeschaffung. Kein Staat in Europa ist imstande, im Kriegsfalle den Materialanforderungen zu genügen. Ein einziger grosser Luftangriff kann die Nachfrage nach gewissen Materialien so steigern, dass innert kurzer Zeit ein gefährlicher Mangel eintritt, der sich vor

allem für die Herbeischaffung zu zivilen Bauten oder Instandstellungsarbeiten äusserst ungünstig auswirken kann.

Es wäre unverantwortlich, mit dem Bau von Luftschutzräumen bis zur wirklichen Kriegsgefahr zuzuwarten und das Schicksal unserer schönen Heimat nur vom Bestehen unserer militärischen Landesverteidigung wie dem aktiven Luftschutze abhängig machen zu wollen. Diese Mahnung sei mit dem Hinweisse ergänzt, dass uns in den kriegführenden Staaten während des Weltkrieges der Mangel an Materialien nicht nur beinahe unüberwindliche Schwierigkeit in der Anschaffung brachte, sondern dass wir zu Mitteln greifen mussten, die eine höchste Anforderung praktischen Könnens und Berechnens verlangten und dennoch vielfach sehr fragwürdig waren.

Als eine äusserst wichtige Forderung und Aufgabe muss die frühzeitige Mobilisierung aller Materialvorräte in der Schweiz gelten. Dazu gehört schon heute eine genaue statistische Erfassung aller Lagervorräte, die Prüfung der Leistungsfähigkeit unserer materialtechnischen Bauindustrie wie der verfügbaren Arbeitskräfte in einem Kriege. Wie lange ein Zukunftskrieg dauern wird, weiss kein Mensch. Sicher ist, dass je ebenbürtiger die Gegner in der Bewaffnung und Mechanisierung sich gegenüberstehen, desto mehr wird der Krieg dem Stellungskriege, wie wir ihn aus den letzten Weltkriegsjahren kennen, ähnlich werden. Desto mehr wird aber auch mit der Möglichkeit zu rechnen sein, dass die Fluggeschwader über die kämpfenden Fronten hinweg ins Hinterland des Feindes ihre Angriffe tragen.

Auf den Nachteil zusammenhängender Konstruktionen ist schon in andern Artikeln hingewiesen worden; sie sind nur dort berechtigt, wo es sich um unverletzliche Panzerungen handelt, die noch dazu durch eine besondere Aufschlagsdecke geschützt werden.

In andern Veröffentlichungen wurde vom Verfasser auf die Ueberschätzung und den Wert verschiedener Festungsanlagen hingewiesen. Im letzten grossen Ringen (Weltkrieg) erlagen gewaltige Festungsanlagen (Gürtel-, Sperr- und Kernfestungen) überraschend schnell der Massierung durch mittelschwere und schwerste Belagerungsartillerie. Je starrer der getroffene Körper ist, desto stärker und unverminderter wirken Schlagkräfte auf ihn ein. Der tägliche Umgang von allerlei Gegenständen lehrt uns, wie Schläge aber auf federnde Körper sich auswirken.

Es darf hier auf eine elementare Lehre in der Waffentechnik hingewiesen werden. Um einem Artilleriegeschoss die erforderliche Energie beim Abschusse zu geben, ist eine Pulverladung notwendig. Die entzündete Ladung erzeugt eine Energie, welche sich auf das Geschütz auswirkt. Diese Energie (Rückschlag) wird zum Teil entweder durch Wiegen oder Rücklaufbremsen vernichtet.

Nun wird aber bei der Waffe diese Energievernichtung auf viel engerem Raume vorgenommen, als er uns im Bau zur Verfügung steht. Einfache Bremszylinder oder Wiegen leisten hier auf engstem Raume gewaltige Arbeit. Schon wiederholt wurde vom Verfasser und auch andern Fachleuten angeführt, dass ein langsames Nachgeben des getroffenen Körpers die Aufschlagswucht eines Geschosses (Bombe) in erhöhtem Masse zu vernichten vermag.

Auf die Elastizität des Körpers zurückkommend, muss gesagt werden, dass elastische Bauteile im Augenblicke des Auftreffens von Geschossen grossen Materialbeanspruchungen unterworfen werden. Die Elastizität ist als solche von vielen Faktoren abhängig, so von der Auflagerungsart, der Spannweite, Deckenstärke, der Qualität des Materiales usw. Was für den Widerstand der Sprengwirkung von spezifischer Bedeutung ist, nämlich die Schub- und Scherfestigkeit, ist zur Erreichung einer grösstmöglichen Elastizität wieder von geringerer Wichtigkeit. Diesem Gegensatz begegnen wir im Festungsbau sehr oft; aus diesem und recht vielen andern Gründen ist auch die konstruktive Forderung, welche an Bauwerke im Luftschutze und Festungsbau gestellt werden müssen, eine andere.¹⁾

Eisenbetontragwerke, Decken, Gewölbe, Rippen etc., welche nach der Einbiegung zufolge der augenblicklichen Schlagwirkung nicht mehr in ihre alte Lage zurückgehen, sind als fehlerhaft zu bezeichnen. Der Nenner in der Formel für die Stosszifferermittlung muss möglichst gross werden; gelingt das nicht, dann wird die statische Kraft sehr hoch und letzten Endes das Resultat des Biegemomentes unendlich gross. So paradox dies auch klingen mag, so ist neben der statischen Durchbiegung und dem ebenfalls in die Formel einzusetzenden Faktor allfälliger Eindrückungsmassen von Federungen ein *grosses* Eigengewicht des Tragteiles notwendig.

Um den Tragwerken (Decken) einmal eine grösstmögliche Durchbiegung, also eine federnde Eigenschaft zu verleihen, müssen bewegliche Auflager ausgebildet werden. Einspannungen, welche bei Balken und Decken schon durch die blosser Einmauerung hervorgerufen werden, muss man vermeiden. Je gelenkartiger das Auflager als solches ist, desto besser kann die Formänderungsarbeit vor sich gehen. Balken und Decken sollen keinen Verband mit dem Mauerwerk haben. Die Stützen oder Mauern, auf denen der Tragteil ruht, müssen hingegen vollkommen unnachgiebig sein

¹⁾ Siehe Ausführlicheres in Heftausgabe Januar 1937 über konstruktive Forderungen und die Dynamik der Bombe mit Berechnungsformeln über die Aufschlags-, Spreng-, Splitter-, Luftdruck-, Luftsaug- und Erschütterungswirkung. 8 Tabellen über Auftreffgeschwindigkeiten, Auftreffwinkel, Eindringungstiefen usw. Praktische Rechnungsbeispiele. — Bezugsquelle beim Verfasser. Preis Fr. 2.60 plus Porto.

und es darf das Material derselben nicht überanspruchert werden. Kipplager, wie sie z. B. bei Brücken gemacht werden, sind vorteilhaft. Die Stütz- oder Mauerkante ist auf ein gewisses Mass nach dem Raume zu unbelastet zu belassen; die Kanten sollen gebrochen werden. (Also Auflagerplatten nicht bündig mit Mauerflucht versetzen.)

Durch die Formänderungsarbeit (Elastizität) kann allerdings nur ein geringer Teil der Aufschlagsenergie vernichtet werden. Bereits wurde erwähnt, dass z. B. die Schlagarbeit einer Bombe sich wie eine blitzschnell aufgebrauchte Einzellast zentrisch oder exzentrisch und lokal auswirkt. Diese Stosskraft vermag den getroffenen Körper in mehr oder minder hohem Grade aus seiner Trägheit herauszureissen. Für den Praktiker verständlicher ausgedrückt: Die elastische Bewegung (Nachwirkung) ist in ihrer Geschwindigkeit derjenigen einer Bombe oder fallenden Trümmerlast bei weitem nachzustellen; je nach Material, aus welchem der getroffene Körper besteht, braucht es eine kürzere oder längere Zeit, während der die elastische Nachwirkung eintritt. Unter elastischer Nachwirkung versteht man nun nicht allein das Nachgeben des Körpers im «Augenblicke» seiner Belastung, sondern auch die Rückbildung desselben. Jeder Tragteil, welcher durch eine Belastung sich einbiegt, also eine elastische (federnde) Dehnung mitmacht, sollte diese Formänderung wieder in einem gewissen Grade verlieren. Die Längsänderung verschwindet nur teilweise bei Trümmerlasten; bei Beanspruchung durch den Bombenaufschlag muss diese Formänderung aber fast restlos aufgehoben werden, weil die Zeitspanne der Einwirkung unendlich klein ist. (Nach dem Grade dieser Formänderungsarbeit lässt sich der getroffene Körper qualifizieren.) Formänderung und Festigkeit sind von der Zeit abhängig, innerhalb der die Belastung wirkt. Deckenverstärkungen müssen unter besonderer Berücksichtigung dieser Formänderungsarbeit erstellt werden. Darüber wurde in der «Protar», Heft 10 (August 1936) berichtet.

Bietet der getroffene Körper ausgezeichneten Widerstand, sodass er die Zeitdauer der Krafteinwirkung überwinden kann, so geht die Stabilität einer Bombe rasch verloren und sie büsst ihre Wirkung ein. Nach den beobachteten ungünstigen Auswirkungen, welche z. B. Eisenbetondecken bei Granateinschlägen zeigten, ist neben der Zug- und Druckarmierung (Zug- und Druckgurt) in der Richtung der Wurfbahn eine rammfahlartige Bewehrung anzustreben. Der Verfasser hat aus diesem Grunde mit Rücksicht auf die ausgedehnten Beobachtungen und einer Reihe praktischer Ueberlegungen eine Spiralarmierung aus einzelnen Spiralen, welche ineinander verflochten werden, zu einem System gemacht. Diese Spiralen werden in der Richtung der Wurfbahn mit leichten Rund-

eisenstäben verbunden, welche letztere wiederum mit der oberen und unteren druckfesten Bewehrung verflochten werden. Die sorgfältig abgeflochtene Armierung gleicht einem alten Panzerhemd und wird mit einem Spezialbeton in bestimmter Konsistenz ausgefüllt und durch Rüttelverfahren zu einer baufertigen Panzerplatte erstellt.

Allein, mit der besten Panzerplatte wird noch keine hinreichende Gewähr geboten als Schutz gegen aufschlagende Bomben. Schon angeführt wurde der Vergleich der Energievernichtung bei Kanonen. Ohne auf die gemachten Beobachtungen noch einmal einzutreten, setze ich den Fall: Eine derartig widerstandsfähige Panzerung werde statt der beweglichen Auflagerung auf zwei Pendelwaagen, welche genau dem Gewichte der Platte entsprechend ausbalanciert werden, gesetzt. Der Gewichtsausgleich muss aber die geringste Einwirkung auf die Platte gewährleisten, die Waagen müssen hochempfindlich eingestellt werden. Das Experiment würde praktisch zeigen, dass die Aufschlagwucht einer Bombe zum allergrössten Teile vernichtet, ein Eindringen in den widerstandsfähigen Körper unmöglich würde, und dass höchstens eine tellerartige Vertiefung am Einschlagpunkte zu konstatieren wäre.

In den Kriegs- und Nachkriegsjahren haben sich ja sehr oft die theoretischen Verherrlichungen gewisser schutzbietender Systeme praktisch nicht bewährt, viele Theorien halten mit der praktischen Verwendung nicht Schritt. Das trifft im Befestigungswesen erst recht zu. Das angeführte Experiment in anderer Ausführung lohnt sich aber zweifelsohne.

Weniger massiv gebaute Wohnhäuser werden durch den Volltreffer einer 100 kg schweren Bombe meistens zerstört. Nun sind unter den industriellen Gebäuden wenige, welche den massiven Charakter eines seriös gebauten Wohnhauses aufweisen. Sehr zum Schaden dieser Fabrikgebäude ist deren Bauweise in den Umfassungen wie in der übrigen Konstruktion gering zu bezeichnen. Allein schon eine 25 kg schwere Bombe kann eine Fabrikanlage empfindlich zerstören oder sie betriebsunfähig machen. Eine 25—50 kg schwere Bombe vermag zwei bis drei Geschossdecken zu durchschlagen. Kriechen nun solche Bomben auf der massiv gebauten Kellerdecke, so richten sie gewaltigen Schaden an. Durch Gebälke wird die Bombe abgebremst. Die «Richtlinien», Seite 8—10, geben auch hier einige Zahlenwerte an, welche Deckenstärken eine vollständige Abbremsung gewisser Kalibergrössen gewähren.

Mit der *Abbremsung*, welche man übrigens berechnen kann (Abnahme der kinetischen Energie infolge Widerstands), ist es nicht getan. Will man das dennoch in einem beliebigen Stockwerke erreichen, dann ist für eine rasche Entweichung der Detonationsgase zu sorgen.

Der Verfasser schlägt vor:

- 1.²⁾ Abgefederte Panzerplatten mit Spezialbewehrung; Aufschlagsdecke mit dazwischen liegendem Hohlraum, welcher für den verdämmungslosen Abfluss der Sprenggase erstellt wird, in Anwendung:
 - a) als Dach- und Deckenkonstruktion über Treppenhäusern, Turmaufbauten;
 - b) als Deckenkonstruktion über Luftschutzkellern, Feldkasematten usw.;
- 2.³⁾ Panzergewölbe mit Federung, Viergelenkwiege, verbunden mit einer sinngemäss berechneten Rücklaufbremse, in Anwendung:
 - a) als Steilgewölbe für Privatbauten;
 - b) als Steil- und Flachgewölbe für Festungsanlagen, mit und ohne Aufschlagsgewölbe, drehbarem oder festem Turme.

Die Systeme können in beliebiger Verwendung eingebaut werden. Die Gewölbe entsprechen in ihrer Panzerung, nur in *anderer* Ausführung, jenen starren Panzergewölben, welche bei einer alten französischen Kernfestung vorhanden waren und teilweise über 60 Zweiundvierziger-Volltreffer erhielten.

Die auftreffende Bombe wird, wenn sie 100 kg übersteigt, je nach den baulichen Verhältnissen, die in unabhängige Felder eingeteilte Aufschlagsdecke durchschlagen, gelangt in den Hohlraum und schlägt auf die abgefederte Panzerung auf. Ein Eindringen in diese bewehrte Panzerplatte (oder Gewölbe) ist im Hinblick auf die Erfahrung unmöglich; selbst dann, wenn die Zeitspanne des gerichteten Zeitzünders ein weiteres Eindringen begünstigen würde. Die Panzerung ist auf hochempfindliche Federungen abgesattelt, die ein langsames Nachgeben derselben ermöglicht. Nach den eigenen Beobachtungen wurden z. B. Mauern, welche keinen seitlichen oder obern Verband mehr hatten, *durch Artilleriegeschosse umgeworfen*, wobei die Granate nur eine tellerförmige Vertiefung im Mauerwerk aufriss; das letztere blieb aber intakt oder wurde erst durch das Umwerfen empfindlich zerstört.

^{2) 3)} Die Systeme mit leicht reparierfähiger Aufschlagsdecke sind Gegenstände einer Patentanmeldung des Verfassers.

Die auf der Panzerung aufschlagende Bombe verliert rasch ihre Stabilität und wird in den meisten Fällen krepieren. Sie kann im Bereiche der Schutzdecke beliebig aufschlagen, zentrisch oder exzentrisch wirken; durch geeignete Gleitrollen mit Stossfederungen kann die Platte oder das Gewölbe in beliebige Schräglage geraten. Durch die Detonation werden die gewaltig wirkenden Gase sowie die verdrängte Luft wiederum durch sinngemässe Wellenbrecher in ihrer Wirkung abgeschwächt und können durch genügend weite Oeffnungen nach allen Richtungen rasch entweichen. Sowohl für die Entweichung dieser Gase und Luftmassen wie für die *unmögliche* Entweichung der Splitter sind schachbrettartig verteilte Wellenbrecher in den erwähnten grossen Maueröffnungen angebracht. Die Panzerplatte beginnt bei geringstem Stosse zu spielen. Selbst wenn nun einmal irgendein mechanischer Defekt die Panzerung an ihrem Spiel verhindern sollte, ist ein Eindringen der Bombe in diese nach menschlichem Ermessen und den Erfahrungen unmöglich. Was den schwersten Granaten standhielt, hält erst recht den Bomben stand.

*

Mit Rücksicht auf die erwähnten Forderungen ist, wie oben ausgeführt, in erster Linie eine Aufteilung des Tragteiles in statisch unabhängige Felder notwendig, weil durch dieselbe ein leichtes Ersetzen des durchgeschlagenen oder zerstörten Teiles jederzeit billig möglich wird. Aus wirtschaftlichen Gründen bildet diese Forderung ein nicht geringer Faktor im bautechnischen Luftschutze und militärischen Befestigungsbau.

Je unempfindlicher die Gesamtkonstruktion gegen den Verlust eines Tragteiles oder Werkstückes ist, desto mehr entspricht der schutzbietende Bauteil der konstruktiven Forderung.

Was dem bautechnischen, zivilen oder militärischen Luftschutze als Baukörper irgendeiner Zweckbestimmung unterliegt, braucht z. B. keinesfalls aus reinem Eisenbeton zu sein. Das Zeitalter ist vorbei, wo *gewaltige, gigantische Stampfbetonklötze* den Stempel der Unzerstörbarkeit besitzen.

(Schluss folgt.)

La puissance offensive de l'aviation militaire moderne

Par Dr L.-M. Sandoz

Notre but, en écrivant cet article d'une portée très générale, n'est point d'épuiser le problème de l'aviation militaire qui est extrêmement complexe mais uniquement de faire le point et d'indiquer brièvement les caractéristiques des avions modernes dont on parle beaucoup. Nous aurons par la suite certainement l'occasion de consacrer un

document à l'aéronautique suisse, nous contentant pour aujourd'hui de données générales.

Généralités.

A la fin de la dernière guerre, on était loin de supposer que l'aviation, alors considérée comme arme auxiliaire, pût devenir un des éléments prin-