

Wie steht es um Raketenbomben?

Willi Ley und Herbert Schaefer¹⁾

Vorbemerkung der Schriftwattung.

Die nachfolgende Übersetzung behandelt das Problem der Durchschlagfähigkeit von Fliegerbomben, die nach Abwurf mit einem besonderen Treibsatz raketenartig beschleunigt werden. Für die Gesichtspunkte des baulichen Luftschutzes ergeben sich bemerkenswerte Feststellungen und Einzelangaben, die als Anhalt bei der Bemessung bombensicherer Bauwerke mit herangezogen werden können. Soweit eine Überprüfung möglich ist, dürften die Zahlenangaben zutreffen. Dagegen erscheint es fraglich, ob die Auffassung der amerikanischen Verfasser richtig ist, daß sich der Raketenantrieb nur für Fliegerbomben kleineren Gewichtes eignet. Vom baulichen Gesichtspunkt aus muß jedenfalls der möglichen Entwicklung dadurch Rechnung getragen werden, daß auch der Einsatz schwerer Panzerbomben mit Raketenantrieb bei der Bemessung von Bauwerken, soweit es im einzelnen Falle notwendig erscheint, berücksichtigt wird.

Als vor noch nicht ganz 130 Jahren der britische General Sir William Congreve sein Raketenkorps zu verteidigen hatte, das sich schon in der Schlacht bewährt hatte, prägte er gegen die Angriffe von Mitgliedern des Waffenamtes den Ausdruck, daß seine Raketen die „Seele der Artillerie seien, ohne daß sie den Körper besäßen“. Er erläuterte diesen Ausspruch, indem er auf die Tatsache hinwies, daß die Bomben, die von seinen Raketen angetrieben würden, genau so schwer seien wie die, die von Geschützen der damaligen Zeit abgefeuert würden, daß jedoch zum Abfeuern keine schwere Kanone erforderlich sei.

Congreves Ausspruch von „der Seele der Artillerie ohne den Körper“ ist kürzlich auf die Flugzeugbomben angewendet worden unter Bezugnahme auf die Tatsache, daß ein moderner Bomber dieselben Wirkungen hat wie eine schwere Kanone, daß er jedoch das Zwanzigfache des Wirkungsbereichs hat, der vernünftigerweise von einer Kanone erwartet werden kann.

Wenn der Ausspruch sowie seine Erläuterungen richtig wären, würde er selbstverständlich zum Ausdruck bringen, daß die Artillerie in dem gewählten Sinne des Wortes veraltet oder zum mindesten überflüssig geworden ist. Jedermann weiß jedoch, daß dies in keiner Weise der Fall ist, und die Briten haben bei den verschiedensten Gelegenheiten gezeigt, daß die schweren Geschütze der Schlachtschiffe wesentlich wirkungsvoller sind als schwere Flugzeugbomben, wenn irgendwo wirkliche Zerstörungen angerichtet werden sollen.

Das ist nicht darauf zurückzuführen, daß die schweren Granaten in den Munitionsräumen eines Schlachtschiffes zahlreicher sind als die schweren Bomben in den Bombenschächten eines Geschwaders schwerer Bomber. Dies ist eine Tatsache, stellt aber ein Problem ganz anderer Art dar. Der wirkliche Grund liegt darin, daß eine Granate gegebenen Gewichts wesentlich wirkungsvoller ist als eine Bombe des gleichen Gewichts.

Dieser Unterschied zwischen Bomben und Granaten kann ausgedrückt und zu gleicher Zeit erklärt werden durch die Formel für die kinetische Energie des freien Falles oder allgemeiner des sich bewegenden Körpers. Die Formel lautet $mv^2/2$ oder mit anderen Worten: die kinetische Energie eines sich bewegenden Körpers ist gleich der Hälfte seiner Masse, multipliziert mit dem Quadrate seiner Geschwindigkeit. Daraus geht hervor, daß durch eine Verdopplung der Masse auch die kinetische Energie verdoppelt wird, während durch eine Verdopplung der Geschwindigkeit die kinetische Energie vervierfacht wird.

Zur Zeit erreicht die Geschwindigkeit einer fallenden Bombe niemals wirklich bedeutende Werte, zum mindesten nicht im Vergleich mit der Geschwindigkeit der Geschosse von Ferngeschützen. Es besteht ein ganz bestimmter oberer Grenzwert für die Aufschlagsgeschwindigkeit, die eine Bombe erreichen kann. Sie ergibt sich aus dem Kompromiß, der aus der Gravitationsbeschleunigung einerseits und der Verzögerung durch den Luftwiderstand andererseits folgt. Da der Luftwiderstand näherungsweise mit dem Quadrate der Geschwindigkeit wächst, geht daraus hervor, daß beide Faktoren einen oberen Grenzwert herbeiführen müssen.

Er wird hier als „Endgeschwindigkeit“ bezeichnet und hängt von Masse und Gestalt der Bombe ab. Bis zu welchem Grade eine Bombe ihre errechnete Endgeschwindigkeit tatsächlich erreichen kann, hängt von der Höhe ab, in der sie ausgelöst wird. Eine Bombe von 550 Pfund (250 kg) Gewicht (die Bombe Nr. 2 unserer Tafeln) hat eine Endgeschwindigkeit von 918 Fuß/Sekunde (275 m/sec). Das ist die höchste Fallgeschwindigkeit, die sie erreichen kann. Wenn sie aus einer Höhe von 20 000 Fuß (6000 m) geworfen wird, so wird sie auf das Ziel mit einer Geschwindigkeit von 880 Fuß/Sek. (250 m/sec) auftreffen, und das ist recht nahe an ihrer Endgeschwindigkeit.

Natürlich ist der Bombenwurf aus einer Höhe von 20 000 Fuß (6000 m) zwangsläufig ungenau. Deshalb müssen die Bomber für den Fall, daß Genauigkeit verlangt wird — und das ist meist der Fall, jedenfalls immer dann, wenn wirklich militärische Ziele bombardiert werden sollen —

¹⁾ Übersetzung aus „U.S. Naval Institute Proceedings“ 1941, Nr. 446, S. 1712—1716.

dem feindlichen Abwehrfeuer und den Angriffen feindlicher Jäger trotzen, um in eine Position zu kommen, die niedrig über dem Ziel ist.

Dann schlagen die Bomben natürlich mit einer verhältnismäßig geringen Geschwindigkeit auf.

Selbst, wenn die Bombe mit ihrer Endgeschwindigkeit auftreffen würde, so würde diese immer noch beträchtlich geringer sein als die Aufschlagsgeschwindigkeit eines Artilleriegeschosses vom gleichen Gewicht. Aus all diesen Gründen gibt es keine panzerbrechende Bombe besonderer Konstruktion. Selbst eine ideale Konstruktion würde, wenn sie vorhanden wäre, wertlos sein, weil die hohe Geschwindigkeit im Augenblick des Aufschlags fehlt.

All dies gilt auch für den Bombenwurf im Sturzflug. Diese Feststellung mag für Leute überraschend klingen, die nur oberflächlich mit dem Prinzip des Sturzkampfflugzeuges vertraut sind. Allerdings addiert sich in diesem Falle die Geschwindigkeit des mit Kraftantrieb stürzenden Flugzeuges zur Geschwindigkeit der Bombe, die diese nach ihrer Auslösung durch die Gravitationsbeschleunigung erreicht. Jedoch erreicht die Summe dieser beiden Faktoren bei weitem nicht den Wert, der sich bei reiner Erdbeschleunigung und Auslösung aus großen Höhen beim Geradeausflug ergibt.

Bei der Bombardierung im Sturzflug werden die Bomben in einer Höhe von etwa 2000 Fuß (rund 600 m) ausgelöst. Wenn der Bomber noch tiefer stürzt, so besteht die Gefahr, daß der Pilot die Maschine nicht aus dem Sturzflug abfangen kann. Die Geschwindigkeit des Sturzkampfflugzeuges im Augenblick der Bombenauslösung beträgt 200 bis 250 Meilen/Stunde (320 bis 400 km/ Stunde). Die Deutschen behaupten zwar, daß ihre Stukas die Bomben bei einer Geschwindigkeit von 500 km/ Stunde auslösen (dies würde etwa 300 Meilen je Stunde entsprechen), jedoch erscheint dies leicht übertrieben.

Die Bombe Nr. 2 wird bei Auslösung in 2000 Fuß Höhe (610 m) und bei einer Geschwindigkeit von 320 Meilen auf das Ziel mit nicht mehr als 445 Fuß/ Sekunde (125 m/sec) auftreffen. Das entspricht genau der Hälfte der Aufschlagsgeschwindigkeit einer Bombe, die in 20 000 Fuß (6000 m) Höhe ausgelöst wurde.

Um die Zerstörungswirkung zu erhöhen, werden Sturzkampfbomber gewöhnlich mit sehr schweren Bomben ausgerüstet. Natürlich kann die Maschine nur wenige, meist zwei Bomben tragen. Es würde vorteilhafter sein, wie wir gesehen haben, statt des Gewichtes die Geschwindigkeit der Bombe zu verdoppeln. Einer der Verfasser des vorliegenden Aufsatzes hatte erkannt, daß eine solche Erhöhung der Geschwindigkeit dadurch erreicht werden könnte, daß man die Bombe mit einer Raketenladung versieht, die jedoch nicht dazu bestimmt ist, die Bombe aufwärts zu bewegen, wie man bei dem Ausdruck Rakete zunächst annehmen möchte, sondern die im Gegenteil die Aufgabe hat, die Bombe nach abwärts zu beschleunigen, und zwar gegen die Wirkung des Luftwiderstandes mit dem Ziel, ihre Aufschlagsgeschwindigkeit zu erhöhen.

Um die Ausführbarkeit eines solchen Raketenantriebs für Bomben nachzuweisen, stellte der andere Verfasser Berechnungen über drei schwere Bomben an, von denen angenommen wurde, daß sie mit einer großen Pulverrakete ausgerüstet seien, die nach den üblichen Fabri-

kationsmethoden hergestellt werden könnte. Die Abmessungen für die gewählten Bomben deutscher Fabrikation ergeben sich gemäß einer Tafel in der britischen Zeitschrift *Aeronautics*, August 1940, wie folgt:

Bombe		I	II	III
Gewicht	kg	104	250	500
Durchmesser	mm	254	457	620
Länge	mm	1270	1828	2160
Endgeschwindigkeit (errechnet)	Fuß/sec	980	920	940
Endgeschwindigkeit (errechnet)	m/sec	295	280	286

Die Gestalt des Kopfes aller drei Bomben ist als Spitzbogen, dessen Rundungen als Radius den Durchmesser der Bombe haben, angenommen worden. Der Verzögerungskoeffizient ist für diese Gestalt etwa gleich 0,25. Die Stabilisierungsflächen sind in der Rechnung vernachlässigt worden.

Die Abmessungen der Raketenladung wurden angenommen wie folgt:

Durchmesser	75 mm (etwa 3 Zoll)
Länge	1000 mm (etwa 40 Zoll)
Länge der Mittenbohrung	790 mm (etwa 32 Zoll)

Bei diesen Abmessungen ist das Gewicht der Raketenladung gleich 5,37 kg (fast 12 Pfund); dabei ist angenommen, daß das Pulver zu einem Raumbgewicht von 1,65 zusammengepreßt wurde. Das Gesamtgewicht der Rakete einschl. des Stahlmantels und der Austrittsdüse würde dann etwa 15 kg oder 35 Pfund betragen. Wenn das Pulver Infallible (Hercules) in dieser Rakete verwendet wird, dessen Austrittsgeschwindigkeit mit 5900 Fuß/ Sekunde (1800 m/sec) gemessen wurde, und wenn die Rakete für eine Brennzeit von 2 Sekunden gebaut wird, so würde sich ein Stoß von 495 kg oder ein wenig über 1000 Pfund ergeben. Diese Zahlen sehen auf den ersten Blick sehr groß aus, jedoch sind Pulverraketen mit noch viel größeren Stoßkräften gebaut worden²⁾.

Die Tafel 1 zeigt einen Vergleich von drei Bomben mit einem Gewicht von 104 kg, 250 kg und 500 kg, von denen jede mit einer Raketenladung von 2 Sekunden Brenndauer versehen ist, die eine Stoßkraft von 495 kg oder ungefähr 1100 Pfund liefert. In allen Fällen wird die Sturzgeschwindigkeit mit 200 Meilen je Stunde (320 km/ Stunde) angenommen und es ist weiterhin die Voraussetzung gemacht, daß die Raketenladung im Augenblick der Auslösung gezündet wird. Die Höhe der Bombenauslösung wurde mit 1000, 2000 und 3000 Fuß angenommen (305, 610 und 915 m). In jedem Falle sind die Werte einer Bombe mit gleichem Gesamtgewicht und gleicher Gestalt, jedoch ohne Raketenladung den Werten einer mit Rakete angetriebenen Bombe vorangestellt. Die letzte Spalte enthält den Vergleichswert der kinetischen Energien. Im Falle

²⁾ Max Valier gibt die folgenden Werte für Pulverraketen an und bezieht sich dabei auf Angaben des Fabrikanten F. W. Sander (S. IV der 6. Ausgabe, veröffentlicht 1930): „Sander berichtet, daß seine Raketen von 50 mm Kaliber einen mittleren Antrieb von 180 kg (etwa 400 Pfund), die Rakete von 90 mm Kaliber einen mittleren Antrieb von 300 kg (660 Pfund) und Raketen von 150 mm Kaliber einen Antrieb von 1680 kg (3800 Pfund) erzeugen. Seine erfolgreichsten Typen waren die vom Kaliber 220 mm, die Gewichte von 400 bis 500 kg (etwa 1000 Pfund) auf eine Höhe von 4000 bis 5000 m (14 000 bis 16 000 Fuß) heben konnten.“ Persönlich glauben die Verfasser dieses Artikels, daß Pulverraketen mit einem Kaliber von mehr als 90 mm zu gefährlich und zu schwierig sind. Außerdem müssen solche Abmessungen als noch im Versuchsstadium befindlich betrachtet werden, während Kaliber von 90 mm oder weniger als handelsüblich betrachtet werden können.

Tafel I.

Bombe Nr. 1 Gewicht 104 kg

Geschwindigkeit des Sturzkampflingzeuges	Höhe der Bombenausslösung	Raketenstoßkraft	Dauer des Raketenstoßes	Fallzeit der Bombe	Aufschlagsgeschwindigkeit der Bombe	Kinetische Energie der Bombe	Verhältnis der kinetischen Energien
Meilen/h (km/h)	Fuß (m)	kg	sec	sec	Fuß/sec (m/sec)	Fuß/lb (kgm)	
200 (320)	1000 (305)	0	—	3,0	382 (115)	520 000 (71 000)	1,0
		495	2	2,1	656 (197)	1 530 000 (212 000)	2,95
	2000 (610)	0	—	5,4	450 (135)	720 000 (98 000)	1,0
		495	2	3,6	689 (207)	1 690 000 (230 000)	2,34
	3000 (915)	0	—	7,4	506 (152)	910 000 (124 000)	1,0
		495	2	5,0	719 (216)	1 840 000 (251 000)	2,01

Bombe Nr. 2 Gewicht 250 kg

200 (320)	1000 (305)	0	—	3,0	379 (114)	1 240 000 (168 000)	1,0
		495	2	2,5	489 (147)	2 050 000 (280 000)	1,66
	2000 (610)	0	—	5,4	445 (134)	1 700 000 (232 000)	1,0
		495	2	4,5	536 (161)	2 470 000 (336 000)	1,46
	3000 (915)	0	—	7,5	498 (150)	2 130 000 (290 000)	1,0
		495	2	6,2	575 (173)	2 850 000 (389 000)	1,34

Bombe Nr. 3 Gewicht 500 kg

200 (320)	1000 (305)	0	—	3,0	380 (114)	2 480 000 (338 000)	1,0
		495	2	2,7	434 (132)	3 230 000 (440 000)	1,3
	2000 (610)	0	—	5,4	446 (134)	3 420 000 (465 000)	1,0
		495	2	4,8	490 (147)	4 130 000 (562 000)	1,21
	3000 (915)	0	—	7,5	501 (152)	4 310 000 (588 000)	1,0
		495	2	6,8	539 (164)	4 980 000 (680 000)	1,16

der 104-kg-Bombe ist die kinetische Energie immer mehr als doppelt so groß als die der gewöhnlichen Bombe. Im Falle der 250-kg-Bombe ist die kinetische Energie etwa 1½fach größer und im Falle der 500-kg-Bombe nur um 1/3 größer als die der Bombe ohne Rakete. Daraus ergibt sich, daß eine Raketenladung der angenommenen Größe und Kraft zu schwach ist, um die Geschwindigkeit einer 1000pfündigen Bombe wesentlich zu beeinflussen. Jedoch erteilt eine derartige Raketenladung kleineren Bomben einen sehr erwünschten Zusatzantrieb besonders dann, wenn die Bombe aus geringer Höhe mit entsprechender Genauigkeit geworfen wird. Natürlich ist der Zuwachs an Aufschlagsgeschwindigkeit für aus höheren Höhen geworfene Bomben geringer, weil der Luftwiderstand mehr Zeit hat, um die Geschwindigkeit zu verzehren, die die Bombe in den ersten 2 Sekunden des Falles erreicht hat, wenn die Rakete die Bombe vorwärts treibt.

Es wurde dann berechnet, wie verschiedene Raketenantriebe, die durch das Abbrennen von

Tafel II.

Bombe II. 250 kg Gewicht.

Geschwindigkeit des Sturzkampflingzeuges	Höhe der Bombenausslösung	Raketenstoßkraft	Dauer des Raketenstoßes	Fallzeit der Bombe	Aufschlagsgeschwindigkeit der Bombe	Kinetische Energie der Bombe	Verhältnis der kinetischen Energien
Meilen/h (km/h)	Fuß (m)	kg	sec	sec	Fuß/sec (m/sec)	Fuß/lb (kgm)	
200 (320)	2000 (610)	0	—	5,38	445 (134)	1 700 000 (232 000)	1,0
		198	5	4,75	542 (163)	2 522 000 (344 000)	1,49
		247	4	4,64	544 (165)	2 541 000 (352 000)	1,50
		330	3	4,53	540 (163)	2 504 000 (342 000)	1,48
		495	2	4,45	536 (162)	2 472 000 (337 000)	1,46
		990	1	4,31	532 (160)	2 425 000 (331 000)	1,42

Tafel II a.

Bombe II. 250 kg Gewicht.

Geschwindigkeit des Sturzkampflingzeuges	Höhe der Bombenausslösung	Raketenstoßkraft	Dauer des Raketenstoßes	Fallzeit der Bombe	Aufschlagsgeschwindigkeit der Bombe	Kinetische Energie der Bombe	Verhältnis der kinetischen Energien
Meilen/h (km/h)	Fuß (m)	kg	sec	sec	Fuß/sec (m/sec)	Fuß/lb (kgm)	
300 (480)	2000 (610)	0	—	4,1	542 (163)	2 520 000 (343 000)	1,0
		495	2	3,5	645 (194)	3 580 000 (488 000)	1,42

Raketenladungen gleichen Gewichtes, aber verschiedener Brenndauer entstehen, die Fallzeit der Bombe beeinflussen. Das Ergebnis dieser Rechnungen ist in Tafel II zusammengestellt. Es wurde angenommen, daß die Raketenladung in 1, 2, 3, 4, 5 Sekunden abbrennt und es ergeben sich Antriebe zwischen 200 und 1000 kg. Die letzte Spalte in dieser Tafel zeigt, daß die Aufschlagsgeschwindigkeit sich nur verhältnismäßig wenig ändert. Die kinetische Energie der Bombe mit Raketenantrieb ist immer ungefähr 1½mal so groß wie die einer gewöhnlichen Bombe. Die Tatsache, daß Bomben mit kürzerer Brenndauer und entsprechend höheren Antrieben keine größere Wirkung haben, ist leicht dadurch zu erklären, daß sie längere Zeit mit größerer Geschwindigkeit fallen als die mit geringerem Antrieb und längerer Brenndauer. Natürlich hat die erste Type einen größeren Luftwiderstand zu überwinden. Daß die Aufschlagsgeschwindigkeit der Bombe mit 4 Sekunden Raketenbrenndauer ein wenig größer ist als die der Bombe mit 5 Sekunden Raketenbrenndauer, ist zufällig. Dies ergibt sich daraus, daß in diesem besonderen Beispiel die Bombe mit 5 Sekunden Brenndauer den Boden nach 4,75 Sekunden erreicht. Die Raketenladung wird also einfach nicht ganz aufgezehrt.

Wenn die Bombe ihren Weg fortsetzen könnte, würde ihre Geschwindigkeit in der letzten Viertelsekunde noch um 12 Fuß je Sekunde (3,64 m je Sekunde) wachsen. Die Tafel II a zeigt die Werte für eine 250-kg-Bombe, die von einem Sturzkampfbomber in einer Höhe von 2000 Fuß (610 m) und bei einer Geschwindigkeit von 300 Meilen je Stunde (480 km je Stunde) ausgelöst wurde.

Der Zuwachs an kinetischer Energie im Vergleich zu der gleichen Bombe, wenn sie ohne Raketenladung unter den gleichen Bedingungen ausgelöst wird, beträgt etwa 42 v.H.

Der Aufbau der Bombe selbst wird durch die zusätzliche Raketenladung kaum geändert. Der Verlust von 15 kg Sprengladung zu Gunsten der Rakete sollte nicht als wesentlich betrachtet werden. Eine Bombe, die nach Eindringen in das Ziel explodiert, wird selbstverständlich mehr Zerstörungen hervorrufen als eine Bombe mit einer um ein wenig größeren Sprengladung, wenn sie außerhalb des Zieles explodiert. Die Bombe wird gegenüber einer gewöhnlichen Bombe gleichen Gewichtes nur wenig beeinflusst, wenn die Raketenladung nicht zündet. In diesem Falle würde die Bombe eine normale Flugzeugbombe sein.

Abschließend kann sicherlich festgestellt werden, daß es der Mühe wert sein würde, Bomben im Gewichte von über 200, aber weniger als 500 Pfund (90 bis 230 kg) mit einer 30 Pfund (14 kg) schweren Raketenladung zu versehen. Die Benutzung solcher Durchschlagsbomben mit Raketenladung würde auf Sturzkampfbomber beschränkt sein sowie auf die wahrscheinlich seltenen Fälle, in denen Flugzeuge über dem Ziel anhalten können, wie beispielsweise Lenkluftschiffe und Hubschrauber. Im Geradeausflug

sind die Bomben mit Raketenladung nicht ratsam, und zwar nicht nur deshalb, weil ihre Benutzung Veränderungen im Zielgerät bedingen, sondern auch deshalb, weil die Beschleunigungswirkung, die während der ersten beiden Sekunden auftritt, von dem daraus sich ergebenden höheren Luftwiderstand aufgezehrt werden würde, lange bevor die Bombe die Erde erreicht hat. Es würde zwar nicht schwer sein, eine Einrichtung herzustellen, die die Raketenladung zündet, nachdem die Bombe den größeren Teil ihrer Bahn zurückgelegt hat. Es ist jedoch zu erwarten, daß eine solche Maßnahme die Genauigkeit wesentlich herabsetzen würde; sie würde daher keineswegs praktisch sein.

„Wir sollten nicht stillstehen, während andere die nächste Runde machen. Aber noch weniger sollten wir Zeit verschwenden über dem sogenannten Sprenggeschöß, das entweder falsch oder überhaupt nicht krepirt. Durchdringung ist nicht Zerstörung. Deshalb sollte man darauf bestehen, ein Geschöß zu haben, das nicht nur durchdringt, bevor es krepirt, sondern auch eine genügende Menge kräftigen Explosivstoffs enthält und mit genügender Sicherheit krepirt, wenn es die Panzerplatten durchdringt, um so den ganzen Raum, in den es eingetreten ist, zu zerstören, in Brand zu setzen und zu zerreißen — Menschen, Material, Waffen, Rohre und Drähte: Zerstörung, Demoralisation, Desorganisation!“

(Baudry, Die Seeschlacht.)

Wirtschaftliche Gestaltungsprobleme im Bunkerbau

Vorschlag für ein Prüfverfahren

Oberregierungsbaurat Dr.-Ing. habil. Frommhold, Berlin

Inhalt: Einfluß der Wand- und Deckendicken auf Grundrißgestaltung und Raumnutzung. Faktoren des Betonverbrauchs: Einfluß der Bunkergröße, Einfluß der Bunkerform: Formnutzungswert, Einfluß der Flächennutzung: Flächennutzungswert, Einfluß der Raumnutzung: Raumnutzungswert.

Der Luftschutz-Bunkerbau, vor kaum mehr als einem Jahrzehnt entstanden, hat eine steile Entwicklung genommen. Sie ist heute schon Geschichte. Aus tastenden Versuchen, mit all ihren Mängeln im Aufbau, innerer Aufteilung, äußerer Gestaltung, entstanden in den letzten Jahren Entwürfe und Ausführungen, die in der städtebaulichen Anordnung, in Grundriß und Ansicht gereifte und arteigene Lösungen zeigen. Sie weisen für die Zukunft den Weg. Dieser wird aber nicht nur von bombenschutztechnischen, konstruktiven und architektonischen Gesichtspunkten bestimmt, sondern wesentlich auch von dem der Wirtschaftlichkeit. „Höchster Schutz bei geringstem Aufwand“ heißt hier nicht Herabsetzen der nötigen Wand- und Deckendicken, sondern vollendete Ausnutzung des Hohlraumes.

Ob und wie dies bisher geschehen ist, welche Möglichkeiten hier noch offenstehen und welche Grundsätze beachtet werden sollten, soll in nachstehenden Untersuchungen dargelegt werden.

Einfluß der Wand- und Deckendicken auf Grundrißgestaltung und Raumnutzung.

Die Bilder 1 und 2 zeigen an einem Beispiel das Verhältnis von umschlossener Fläche zur Wandfläche und von umschlossenem Raum zum Inhalt der Umfassungen bei verschiedenen Wanddicken. Das Ergebnis beweist erneut nachdrücklich, daß der Dickwandbau schärfste Nutzung von Fläche und Raum verlangt. Das gilt nicht

nur für die Bunker zum Schutze von Menschen und von Sachwerten, sondern auch für etwa volltreffersichere Unterbringung von Werken und Werkteilen. Schiffs-, Eisenbahn- und Kraftwagenbau sind in ihrer Raumbeschränkung und -ausnutzung beispielhaft. Die Zusammenziehung senkt nicht nur die Anschaffungs-, sondern auch die Betriebs- und Unterhaltungskosten.

Faktoren des Betonverbrauchs.

Der Bedarf an Beton beim Bunkerbau hängt bei gleichen Raumannsprüchen, Wanddicken und Gründungsarten ab von der:

- A. Bunkergröße,
- B. Bunkerform,
- C. Flächennutzung,
- D. Raumnutzung.

A. Einfluß der Bunkergröße.

Daß Körper mit kleinem Inhalt verhältnismäßig mehr Oberfläche haben als solche mit größerem, ist eine Binsenwahrheit. Die Auswirkung dieser Erkenntnis auf den Bunkerbau, d. h. den Einfluß der Bunkergröße auf den Betonverbrauch, zeigte erstmalig die preisgekrönte Arbeit 522467 des Wettbewerbs „Alarm“ für die damals geltende „Anweisung für den Bau bombensicherer Luftschutzräume — Fassung November 1940“ (Bild 3, Kurve 1). Nach den „Bestimmungen für den Bau von Luftschutz-Bunkern“ in der Fassung vom Juli 1941 gelten nunmehr größere

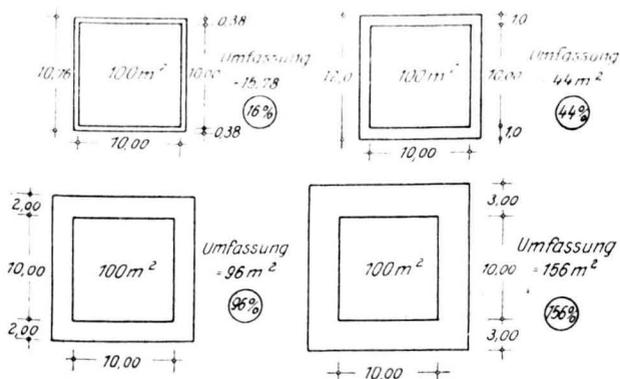


Bild 1. Verhältnis von umschlossener Fläche zur Wandfläche bei verschiedenen Mauerdicken.

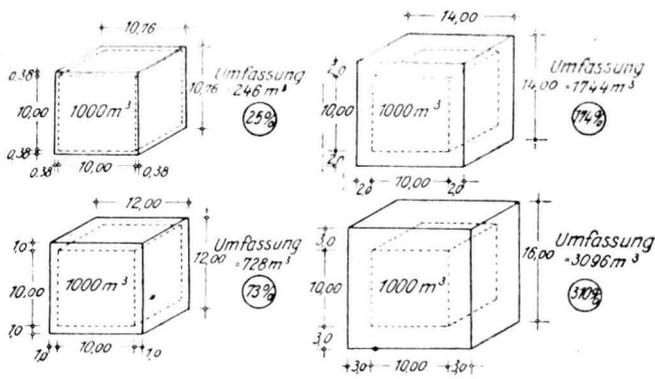


Bild 2. Verhältnis von umschlossenem Raum zum Inhalt der Umfassungen bei verschiedenen Wanddicken.

Wand- und Deckendicken. Eine aus den in Heft 1 der „Bestimmungen“ als höchstzulässiger Betonverbrauch angegebenen Zahlen konstruierte Kurve, (2) zeigt einen entsprechend höher liegenden, aber annähernd parallelen Verlauf. Die dritte in Bild 3 eingetragene Kurve zeigt die Daten für die in den Beispielen 21 bis 25 dieser Arbeit untersuchten prismatischen Bunker mit günstiger Form-, Flächen- und Raumnutzung (Typenbunker-Vorschlag „R“).

B. Einfluß der Bunkerform. Der Formnutzungswert.

Bunker-Entwürfe liegen sowohl für prismatische, zylindrische, kegelförmige Körper als auch für Kugeln und Kombinationen der genannten Formen vor.

Diejenige Bunkerform ist die günstigste, die bei gleichem Inhalt die geringste Oberfläche aufweist, denn diese ist mitbestimmend für den Betonverbrauch. Der Vergleich der Oberflächen inhaltsgleicher Körper läßt daher einen Rückschluß auf deren Wirtschaftlichkeit zu.

Die Kugel, die aus naheliegenden Gründen nicht für den Bunkerbau in Frage kommt, hat das günstigste Verhältnis zwischen Inhalt und Oberfläche. Dieser Wert wird daher bei den folgenden Untersuchungen als Grundwert angenommen und mit 100 bezeichnet.

Der Wert Z, der sich ergibt, wenn man die Oberfläche eines Körpers mit der einer inhaltsgleichen Kugel in das Verhältnis setzt, wird nachstehend als Formnutzungswert eingeführt. Diejenige Form anderer Körper ist demnach die günstigste, deren Formnutzungswert sich am meisten der 100 nähert.

Der Formnutzungswert Z eines Körpers x wird also wie folgt ermittelt:

- Inhalt des Körpers x ausrechnen; Ergebnis sei I_x .
- Oberfläche des Körpers x ausrechnen; Ergebnis sei O_x .
- Durchmesser einer Kugel y errechnen, die den gleichen Inhalt hat wie der Körper x; also $I_y = I_x$.
- Oberfläche der Kugel y errechnen; Ergebnis sei O_y .
- Der gesuchte Formnutzungswert Z ergibt sich dann aus der Gleichung

$$\frac{O_y \text{ (Oberfläche der Kugel y)}}{O_x \text{ (Oberfläche des Körpers x)}} = \frac{100}{Z}$$

Bild 4 zeigt die Formnutzungswerte verschiedener Körper gleichen Inhaltes. Bei Zylindern läßt die Kurve erkennen, daß die Bestform des

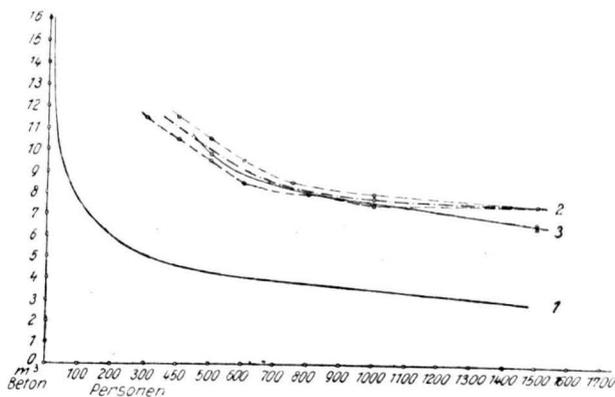


Bild 3. Einfluß der Bunkergröße auf den Betonverbrauch.
1. Arbeitsgemeinschaft Frommhold im Wettbewerb „Alarm“.
2. Bunkerbestimmungen.
3. Typenbunker-Vorschlag „R“.

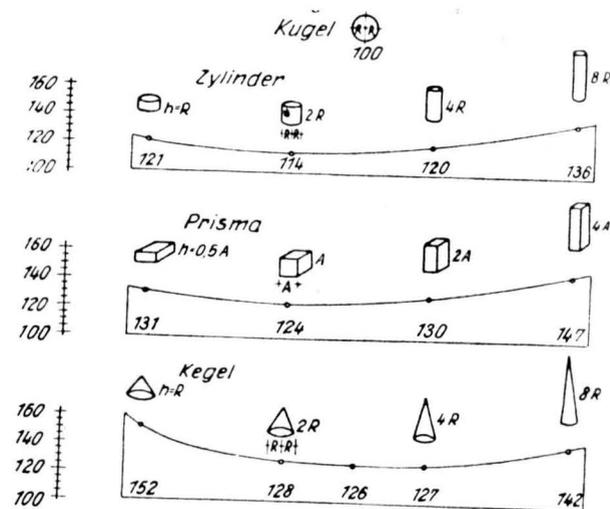


Bild 4. Formnutzungswerte verschiedener Körper gleichen Inhaltes.

Nutzungswertes mit $Z = 114$ erzielt wird, wenn die Höhe des Zylinders gleich seinem Durchmesser ist. Wird die Höhe bei Zylindern gleichen Inhalts kleiner oder größer, so wird der Formnutzungswert schlechter. Es wird also anzustreben sein, schlanke Türme ebenso zu vermeiden wie flachgedrückte Zylinder.

Von prismatischen Körpern werden nur solche mit quadratischer Grundfläche untersucht. Hier liegt der Bestwert bekanntlich beim Würfel ($Z = 124$). Das sind aber 10 Punkte mehr als beim

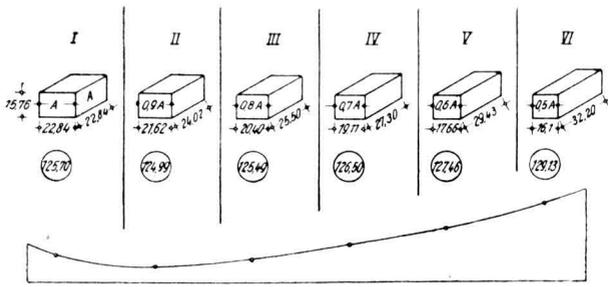


Bild 5. Formnutzungswert inhaltgleicher prismatischer Körper bei gleichbleibender Höhe und wechselndem Seitenverhältnis der Grundfläche.

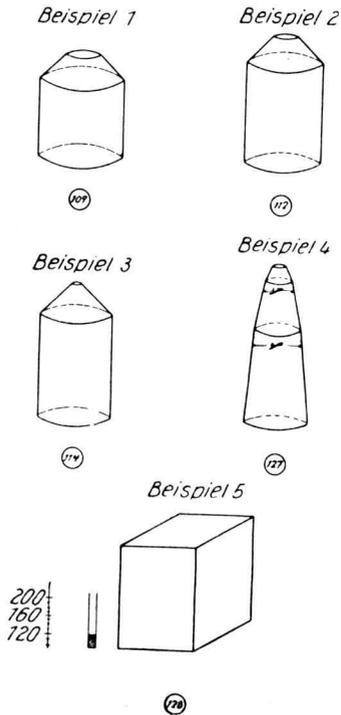


Bild 6. Formnutzungswerte früher vertriebsgenehmigter Sitzbunker.

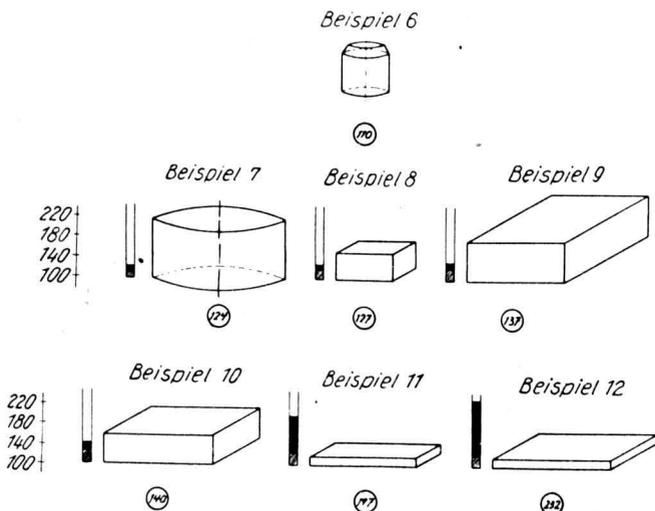


Bild 7. Formnutzungswerte ausgeführter Liegebunker.

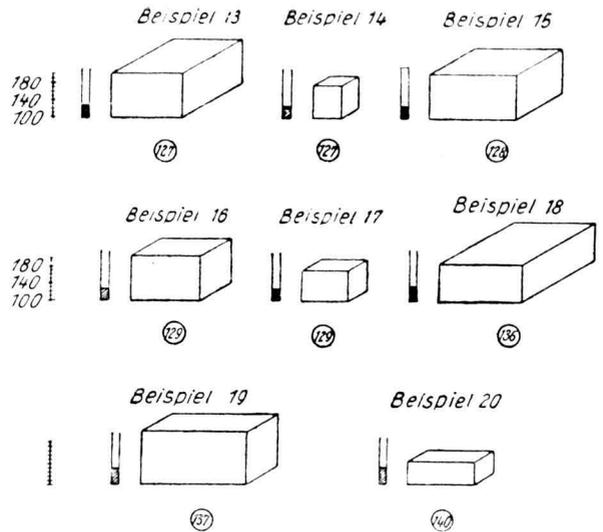


Bild 8. Formnutzungswerte geplanter Liegebunker.

besten Zylinder. Dieser Abstand bleibt auch bei den gedrückten und langgezogenen Prismen. Die Kurve der Formnutzungswerte der Prismen läuft demzufolge parallel jener der Zylinder.

Eine abweichende Charakteristik hat die Kurve der Formnutzungswerte der Kegel. Es zeigt sich insbesondere, daß bei gedrücktem Kegel die Formnutzungswerte stark ansteigen.

Der Kegelstumpf liegt mit seinen Formnutzungswerten günstiger als der Kegel und zwischen diesem und dem Zylinder.

Bei Liege-(Dauer-)bunkern werden prismatische Körper die Regel bilden. Der Bestwert wird jedoch bei Bunkern mit größerem Fassungsvermögen nur selten erreicht werden, da Würfel hierfür nicht gebaut werden können. Die Höhe der Bunker wird im allgemeinen auf 6 Stockwerke zu beschränken sein. Bei diesen Prismen ergibt sich die Bestform nicht auf quadratischer Grundfläche. In Bild 5 ist unter Verwertung der Daten eines 6stöckigen Bunkers für 1000 Mann der Formnutzungswert prismatischer Körper bei gleichbleibender Höhe in wechselndem Verhältnis der Seiten der Grundfläche untersucht. Bei diesem Beispiel liegt der Bestwert bei einer Grundfläche von $A \cdot 0,9 A$.

Formnutzungswerte ausgeführter und geplanter Bunker.

Früher vertriebsgenehmigte Sitz-(Alarm-)bunker (Bild 6).

Bombensichere Bauwerke bedurften bekanntlich vor Herausgabe der Bunkerbestimmungen der Vertriebsgenehmigung durch die Reichsanstalt der Luftwaffe für Luftschutz. Die Mehrzahl der bei diesen verwendeten Formen waren Zusammensetzungen von Zylindern und Kegelstümpfen. Diese Lösung war, von der Formnutzungsseite gesehen — wie die errechneten Werte beweisen —, zweifellos richtig; denn die Werte sinken durch die Abschlüsse mit Kegelstümpfen teilweise unter die Bestwerte reiner Zylinder. Anders liegt das Ergebnis beim Raumnutzungswert (vgl. Seite 148).

Ausgeführte Bunker nach den „Bestimmungen“ (Bild 7).

Die Zusammenstellung läßt erkennen, daß teilweise sehr ungünstige Formen verwendet wur-

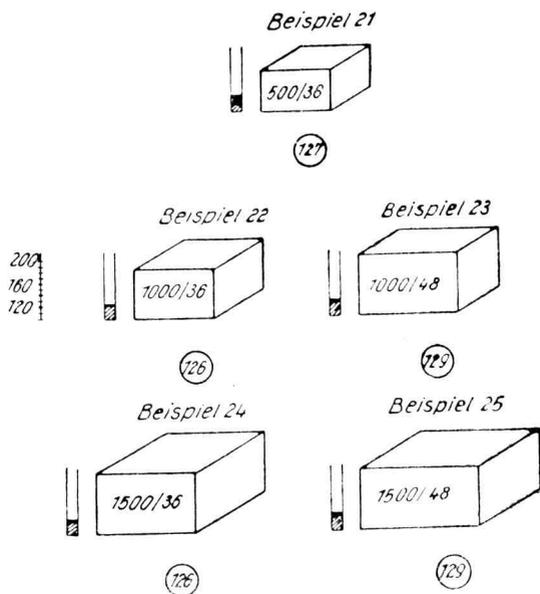


Bild 9. Formnutzungswerte der Typenbunker-Vorschläge „R“.

den. Die Werte der Beispiele 11 und 12 beweisen insbesondere die Betonverschwendung bei eingeschossigen Bunkern:

Geplante Bunker.

Bild 8 zeigt Entwürfe neueren und neuesten Datums. Auch hier werden neben einwandfreien Lösungen mit den Formnutzungswerten zwischen 127 und 129 unzuweckmäßige Formen mit solchen bis 140 vorgeschlagen. Bild 9 gibt die Formnutzungswerte der Typen-Bunker-Vorschläge „R“ (Beispiele 21 bis 25). Es zeigt sich, daß diese insgesamt günstig zwischen 126 und 129 liegen. Wie aus Bild 5 zu entnehmen ist, beträgt bei der gegebenen Höhe der Bestwert = 126. Dieser Bestwert wird von den Beispielen 22 und 24 erreicht.

C. Einfluß der Flächennutzung. Der Flächennutzungswert.

Ob die Stockwerksflächen der Bunker zweckmäßig genutzt werden oder nicht, kann erkannt werden, wenn man ihre Größe in das Verhältnis setzt zu der für eine unterzubringende Person nötigen Fläche.

Der Wert:

$$\frac{\text{Brutto-Stockwerks-Innenfläche} \cdot \text{Grundwert}}{\text{Zahl der unterzubringenden Personen}}$$

wird nachstehend als **Flächennutzungswert** eingeführt.

Von zwei zu vergleichenden Flächennutzungswerten ist der kleinere der bessere.

Brutto-Stockwerks-Innenfläche.

Unter Brutto-Stockwerks-Innenfläche wird die Summe sämtlicher Geschoßflächen innerhalb der dicken Umfassungen verstanden; sofern Erdgeschoß-Vorbauten vorhanden sind, wird auch hier die zwischen den Bombenschutzwänden liegende Fläche gerechnet. Es werden nur die Innenflächen zu Grunde gelegt, um die wechselnden Mauerdicken der verschiedenen Baustufen außerhalb der Berechnung zu lassen. Innenwände usw. werden bei dieser Überprüfung nicht abgezogen, um die Berechnung möglichst einfach zu gestalten; ihr Verhältnis zur gesamten Innenfläche wird im allgemeinen gleich oder ähnlich sein.

Grundwert. Der Grundwert ist aus der Netto-Bodenfläche je Person abzuleiten. Er ist bei Liegebunkern (Dauerbunkern) somit ein anderer als bei Sitzbunkern (Alarmbunkern) mit Sitzplätzen. Bei Liegebunkern wird er mit 100 angesetzt. Bei Sitzbunkern errechnet er sich mit 138 nach folgender Überlegung: Bei Liegebunkern beträgt nach den „Bunker-Bestimmungen“ die Netto-Grundfläche des mit 6 Personen zu belegenden Einzelraumes = $2,20 \cdot 2,25 \text{ m}^2 = 4,95 \text{ m}^2$. Die Netto-Bodenfläche je Person beträgt also $\frac{4,95}{6} = 0,825 \text{ m}^2$.

Für Sitzbunker enthalten die „Bunkerbestimmungen“ keine solchen Maßfestlegungen. Es wird daher auf eine Angabe der „Schutzraumbestimmungen“ zurückgegriffen. Bei diesen ist bei künstlich belüfteten Räumen die Mindestbodenfläche je Person mit $0,6 \text{ m}^2$ festgelegt.

Setzt man nun:

$$\frac{\text{Netto-Bodenfläche je Person Liegebunker}}{\text{Netto-Bodenfläche je Person Sitzbunker}} = \frac{x}{100}$$

also $0,825 : 0,6 = x : 100$,

$$\text{so ergibt sich } x = \frac{825}{6} = 138,$$

d. h., die Netto-Bodenfläche je Person liegt bei Liegebunkern um 38 v.H. höher als bei Sitzbunkern. Wenn Flächennutzungsvergleiche zwischen Liegebunkern und Sitzbunkern gezogen werden sollen, muß eine gemeinsame Basis geschaffen werden. Dies geschieht, wenn bei Sitzbunkern als Grundwert 138 eingesetzt wird.

Bei Arbeitsbunkern (das sind also Operationsbunker, Befehlsstellen, Rettungsstellen, bombensichere Werk- oder Maschinenräume usw.; hierher gehören auch bombensichere Lagerräume) muß, um eine Vergleichsgrundlage zu bekommen, die Brutto-Stockwerksfläche auf theoretisch hierauf unterzubringen mögliche Personen umgerechnet werden.

Eine amtliche Angabe für das Verhältnis zwischen der Netto-Grundfläche je Person (siehe oben: bei Liegebunkern $0,825 \text{ m}^2$, bei Sitzbunkern $0,6 \text{ m}^2$) und der Brutto-Stockwerksinnenfläche je Person liegt nicht vor. Die bei dem nichtbombensicheren Bau von künstlich belüfteten Luftschutzraum-Anlagen gemachten Erfahrungen geben als Durchschnittswert 1 m^2 . Er ist auch für Sitzbunker brauchbar. Dies beweist auch das Beispiel 5.

Da Liegebunker künftig voraussichtlich die Mehrzahl bilden, ist es ratsam, Arbeitsbunker auf diese umzurechnen. Bei Liegebunkern sind jedoch die Planungsunterlagen noch zu uneinheitlich, um daraus exakte Werte ableiten zu können. Bis zum Vorliegen umfangreicher auswertbarer Daten soll daher der Wert für die Umrechnung von den genauen Werten der Typenbunker-Vorschläge „R“ abgeleitet werden. Bei ihnen beträgt der Mittelwert der Brutto-Stockwerks-Innenfläche je Person rund $2,00 \text{ m}^2$.

Bei Arbeitsbunkern ist demzufolge die Brutto-Stockwerks-Innenfläche durch 2 zu teilen und der erhaltene Wert als Personenzahl in die Formel für den Flächennutzungswert von Liegebunkern einzusetzen.

Bei Mischbunkern, d. h. solchen mit Liegestellen und Sitzplätzen (sofern mehr als 10 v.H. Sitzplätze), oder Kombinationen zwischen Liege- oder Sitzbunkern mit Arbeitsbunkern sind zweckmäßig die anteiligen Flächen auf Liegestellen umzurechnen.

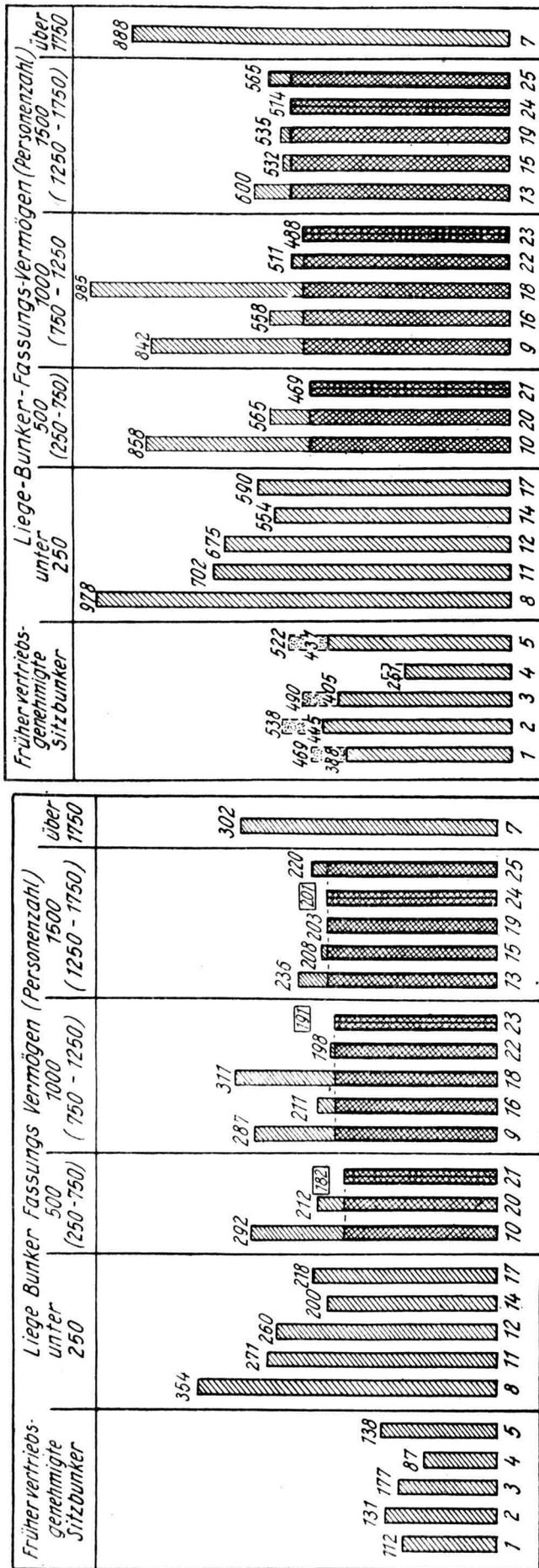


Bild 11. Raumnutzungswerte.

Bild 10. Stark umrandet mit Strich: Bestwert.

Bild 10. Stark umrandet: Typenbunker-Vorschläge „R“.

Bild 10. Stark umrandet mit Strich: Bestwert.

Umrechnung:
 x Sitzplätze in y Liegestellen

$$y = \frac{x \cdot 0,6}{0,825}$$

p m² Arbeitsbunkerfläche in q Liegestellen

$$q = \frac{p}{2}$$

Zahl der unterzubringenden Personen.

Die Überprüfung einer größeren Reihe von Bunkerplanungen ergab, daß das Fassungsvermögen häufig nicht nach den gleichen Grundsätzen ermittelt oder angegeben wird. Hierunter leidet naturgemäß die Genauigkeit von Vergleichen. Es wird daher ange-regt, bei Personenbunkern anzusetzen:

- a) bei Sitzbunkern die sich aus der eingezeichneten Möblierung tatsächlich ergebende Platzzahl. Die Mindestbodenfläche von 0,6 m²/Person darf nicht unterschritten werden. Bezeichnung: S-Personen;
- b) bei Liegebunkern die Zahl der Liegestellen zuzüglich 10 v.H. dieser Zahl für Sitzplätze (entsprechend der Angabe in den „Bunkerbestimmungen“). Für die Sitzplätze muß in den Räumen ebenfalls die Mindestbodenfläche von 0,6 m²/Person vorhanden sein.
- c) bei Mischbunkern (siehe oben) die Zahl der Liegestellen und Sitzplätze getrennt.

Das Ergebnis.

Die Flächennutzungswerte der überprüften 25 Bunker sind in der Tabelle Bild 10 zusammengestellt. Aus den Ergebnissen lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten:

1. Die Flächennutzungswerte zeigen ein anderes Bild als die Formnutzung. Günstige Formen ergeben unter Umständen an sich oder durch unzuverlässige Aufteilung ungünstige Lösungen. Zylinderformen z. B. sind für Liegebunker ungeeignet — es sei denn, es werden so große Durchmesser verwendet, daß sich die Rundungen nicht mehr nachteilig auf die Raumeinteilung auswirken. (Der Widerspruch, der sich gegen eine derartige Lösung erhoben hat, steht hier nicht zur Debatte.)
2. Die Flächennutzungswerte hängen ebenfalls vom Fassungsvermögen ab (vgl. Beispiele 21, 23, 24. Sie zeigen das Verhältnis 182 : 191 : 201). Hier sind jedoch die kleineren Bunker die günstigsten. Bei den größeren Bunkern macht sich die Zunahme der Verkehrsflächen bemerkbar. Einstöckige oberirdische Bunker können hier wegen des gänzlichen Wegfalls von Treppen günstig liegen.
3. Die Ergebnisse sind am besten vergleichbar, wenn die Entwürfe auf gleicher Grundlage entstanden sind. Bei den Beispielen 21 bis 25 ist dies der Fall. Ihre Werte sind daher von

besonderem Interesse. Die zum Teil erheblichen Unterschiede der Flächennutzungswerte lassen auch erkennen, daß die Angaben der „Bunkerbestimmungen“ nicht immer weitgehend genug eingehalten worden sind.

4. Günstige Flächennutzungswerte beweisen aus dem vorgenannten Grunde nicht immer günstige Lösungen. In einigen Beispielen erklären sie sich durch das Fehlen von Aufenthaltsräumen usw. Hohe Werte, wie in den Beispielen 7 und 8, sind bedingt durch ungünstige Raumgruppierung, unverhältnismäßig große Verkehrsflächen, Vorräume usw.
5. Ein Vergleich der untersuchten Bunker nach der Zeit ihres Entstehens zeigt, daß die ersten Liegebunker durchweg sehr hohe Werte haben; die Lösungen waren in wirtschaftlicher Beziehung unvollkommen. Je jünger die Entwürfe sind, um so niedriger sind im allgemeinen die Werte; das Bemühen nach Grundriß-Verdichtung ist erkennbar.
6. Die vor Herausgabe der „Bunkerbestimmungen“ entstandenen Sitzbunker haben durchweg sehr günstige Werte. Diese können aber zu Vergleichen mit Liegebunkern nicht herangezogen werden, da
 - a) die Sitzbunker verhältnismäßig wenig, die Liegebunker aber viel Innenmauern haben,
 - b) die Ansprüche an Maschinenraum heute größer sind,
 - c) für die Sitzbunker noch einfachere, weniger Raum beanspruchende Eingangslösungen zugelassen waren,
 - d) ein Teil der Sitzbunker keine Treppen, sondern Wendelflächen verwendet und diese ebenso wie die Treppen bei der „Sitzstufenanordnung“ zum Sitzen benutzt.
7. Mittelwerte lassen sich aus den angegebenen Gründen aus den untersuchten Beispielen nicht ableiten. Dagegen kann geschlossen werden, daß die Bestwerte der Typenbunker-Vorschläge „R“ bis zum Vorliegen weiterer Untersuchungen und Lösungen als vorläufige Bestwerte gelten können.

D. Der Einfluß der Raumnutzung.

Der Raumnutzungswert.

Ob der Innenraum der Bunker zweckmäßig genutzt wird oder nicht, kann erkannt werden, wenn man ihn in das Verhältnis setzt zu dem für eine unterzubringende Person nötigen Raum. Der Wert:

$$\frac{\text{Gesamter Brutto-Innenraum} \cdot \text{Grundwert}}{\text{Zahl der unterzubringenden Personen}}$$

wird nachstehend als Raumnutzungswert eingeführt.

Von zwei zu vergleichenden Raumnutzungswerten ist der kleinere der bessere.

Brutto-Innenraum.

Unter Brutto-Innenraum wird der gesamte von dicken Umfassungen umschlossene Raum ohne Abzug von Innenwänden, von Decken usw. verstanden; sofern Erdgeschoß-Vorbauten vorhanden sind, wird auch hier der zwischen den Bombenschutzwänden liegende Raum gerechnet. Es wird nur der Innenraum zugrunde gelegt, um — wie beim Flächennutzungswert — die wechselnden Mauerdicken der verschiedenen Bau-stufen außerhalb der Berechnung zu lassen. Innenwände und Decken werden analog zum Flächennutzungswert bei dieser Überprüfung nicht abgezogen, um die Berechnung möglichst

einfach zu gestalten; ihr Verhältnis zur gesamten Innenfläche wird im allgemeinen gleich oder ähnlich sein.

Grundwert.

Der Grundwert ist bei Liegebunkern ein anderer als bei Sitzbunkern. Bei Liegebunkern wird er mit 100 angesetzt. Bei Sitzbunkern errechnet er sich nach folgender Überlegung: Bei Liegebunkern beträgt nach den „Bunkerbestimmungen“ der Luftraum (Netto-Innenraum) des mit 6 Personen zu belegenden Einzelraumes bei 4,95 m² Grundfläche und 2,30 m Höhe = 11,39 m³. Der Netto-Innenraum je Person ist also

$$\frac{11,39}{6} = 1,9 \text{ m}^3.$$

Für Sitzbunker enthalten die „Bunkerbestimmungen“ keine solchen Maßfestlegungen. Es wird daher auf eine Angabe der „Schutzraumbestimmungen“ zurückgegriffen. Bei diesen ist bei künstlich belüfteten Räumen der Mindestluftraum je Person mit 1 m³ festgelegt. Setzt man nun:

$$\frac{\text{Netto-Innenraum je Person Liegebunker}}{\text{Netto-Innenraum je Person Sitzbunker}} = \frac{x}{100},$$

also $1,9 : 1 = x : 100$,
so ergibt sich $x = 190$,

das heißt, der Netto-Innenraum bei Liegebunkern ist 90 v.H. höher als bei Sitzbunkern. Die Raumnutzungswerte, die sich unter dieser Annahme für Sitzbunker ergeben, sind in der linken Spalte des Bildes 11 (untere Zahlen) dargestellt. Es zeigt sich, daß sie nicht zum Vergleich von Sitzbunkern mit Liegebunkern geeignet sind.

Es scheint daher, als ob der Wert der „Schutzraumbestimmungen“ (1 m³ Luftraum je Person) für Bunkerzwecke nicht zutrifft. Dies bestätigt auch folgender Ansatz:

$$\frac{\text{Netto-Innenraum je Person Liegebunker}}{\text{Mittelwert aus den Brutto-Innenräumen je Person der 5 Typenbunker-Vorschläge „R“ (Beisp. 21-25) = 5,1}} = \frac{x}{\text{Mittelwert aus den Brutto-Innenräumen je Person der früher vertriebsgenehmigten Sitzbunker (Beispiele 1, 2, 3, 5) = 2,2}}$$

$$\text{Demnach } 1,9 : 5,1 = x : 2,2$$

$$x = 0,82.$$

Wird der so errechnete Wert für Netto-Innenraum je Person für Sitzbunker zu dem oberen Ansatz:

$$\frac{\text{Netto-Innenraum je Person Liegebunker}}{\text{Netto-Innenraum je Person Sitzbunker}} = \frac{x}{100}$$

verwendet, so ergibt sich

$$1,9 : 0,82 = x : 100$$

$$x = 230.$$

Dieser brauchbar erscheinende Grundwert für Sitzbunker ist für die Errechnungen der Raumnutzungswerte verwendet worden, welche die oberen Zahlen der linken Spalte in Bild 11 zeigen. Es wird vorgeschlagen, diesen Grundwert bis zum Vorliegen weiterer Untersuchungen zunächst zu verwenden.

Bei Arbeitsbunkern muß, um eine Vergleichsunterlage zu bekommen, der Brutto-Innenraum auf theoretisch hierin unterzubringen mögliche Personen umgerechnet werden. Da Liegebunker künftig voraussichtlich die Mehrzahl bilden, erscheint es zweckmäßig, Arbeitsbunker auf diese umzurechnen.

Eine amtliche Angabe für das Verhältnis zwischen Netto-Innenraum je Person (bei Liege-

bunkern $1,9 \text{ m}^3$, bei Sitzbunkern — wie vor errechnet — $0,82 \text{ m}^3$) und dem Brutto-Innenraum je Person liegt nicht vor.

Wie die vorliegenden Untersuchungen zeigen, sind die vorhandenen Planungsunterlagen noch nicht einheitlich genug, um daraus exakte Werte ableiten zu können. Bis zum Vorliegen umfangreicher auswertbarer Daten soll daher der Wert für die Umrechnung von den genauen Werten der Typenbunker-Vorschläge „R“ abgeleitet werden. Er beträgt rd. $5,0 \text{ m}^3$.

Bei Arbeitsbunkern ist demzufolge der Brutto-Innenraum durch 5 zu teilen und der erhaltene Wert als Personenzahl in die Formel für den Raumnutzungswert von Liegebunkern einzusetzen.

Bei **Mischbunkern** sind zweckmäßig die anteiligen Brutto-Innenräume auf Liegestellen unzurechnen.

Umrechnung:

$x \text{ m}^3$ Sitzbunker-Brutto-Innenraum in y Liegestellen

$$y = \frac{x \cdot 0,82}{1,9}$$

$p \text{ m}^3$ Arbeits-Brutto-Innenraum in q Liegestellen

$$q = \frac{p}{5}$$

Zahl der unterzubringenden Personen.

Hier gilt das bei den Darlegungen zum Flächennutzungswert Gesagte sinngemäß.

Das Ergebnis.

Die hinsichtlich ihrer Form- und Flächennutzung überprüften 25 Bunker wurden auf ihre Raumnutzung untersucht. Die Raumnutzungswerte sind in der Tabelle Bild 11 zusammengestellt. Aus den Ergebnissen lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten:

Die Raumnutzungswerte sind im Durchschnitt proportional zu den Flächennutzungswerten. Demnach gilt das dort Gesagte meist auch hier. Darüber hinaus kann aus den Werten entnommen werden, wo günstig geplant und wo Fehler gemacht sind, also Raum schlecht ausgenutzt worden ist — sei es durch nicht verwendbaren Dachraum bei hohen Kegelstumpf-Abdeckungen zylindrischer Türme oder durch Giebedächer

mit dickwandiger Dachhaut oder durch zu große Stockwerkshöhen, zu hohe Maschinenräume usw.

Mittel-Raumnutzungswerte lassen sich aus den untersuchten Beispielen nicht ableiten. Dagegen kann geschlossen werden, daß die Bestwerte der Typenbunker-Vorschläge „R“ bis zum Vorliegen weiterer Untersuchungen und Lösungen als vorläufige Bestwerte gelten können.

Zusammenfassung und Schlußbetrachtung.

Die Durcharbeitung einer Vielzahl von Bunker-Entwürfen zeigte zum Teil erhebliche Unterschiede in der Ausnutzung von Form, Fläche und Raum. Ein exakter Wirtschaftlichkeitsvergleich war bisher nur möglich durch den Vergleich des Beton-Aufwandes. Dessen Feststellung erfordert jedoch einen erheblichen Arbeitsaufwand und setzt völlige Plandurcharbeitung voraus; außerdem sind zu Differenzen führende Verschiedenheiten bei der Fundamentdurchbildung nicht immer zu vermeiden. Des weiteren sind auf dieser Basis nur Bunker mit derselben Wanddicke vergleichbar. Ziel der vorliegenden Arbeit war daher, ein Prüfverfahren zu entwickeln,

das schnelle, aber trotzdem genügend genaue Ergebnisse ermöglicht,

das die Vorzüge und Mängel sowie die Quelle und Größe dieser Fehler erkennen läßt,

das schon im ersten Entwurfszustand Urteile über die wirtschaftliche Zweckmäßigkeit der Planung gibt und damit Entwurfsarbeit durch etwa notwendige Änderungen erspart, das unabhängig ist von der anzuwendenden Schutzwanddicke und

das auch Vergleiche zwischen Liege-, Sitz- und Arbeitsbunkern zuläßt.

Eine derartige Überprüfung ist mit der vorstehend vorgeschlagenen Methode möglich. Der Beseitigung der noch vorhandenen Verfahrensmängel dienen weitere im Gang befindliche Untersuchungen.

Die Form-, Flächen- und Raumnutzungswerte geben für jeden so durchleuchteten Bunker eine „Kennkarte“. Ein ausführlicher „Bunkerpaß“ sollte darüber hinaus die im Interesse der Wirtschaftlichkeit liegenden und sonstige Probleme klären.

Das Verhalten von Baukonstruktionen gegen Bombenwirkungen

In dieser Zeitschrift ist in den Heften 5 und 6 eine anschauliche Darstellung über Bombenwirkungen von Oberbaurat **M a a c k** gebracht worden, die wohl erstmalig in dieses wenig übersichtliche Gebiet hineinleuchtet und es **s y s t e m a t i s c h** behandelt. Der Verfasser legt seiner ganzen Betrachtung folgerichtig die Aufgabe zugrunde, aus den beschädigten und zerstörten Bauten die irgendwie eingeschlossenen Menschen mit größter Geschwindigkeit einerseits, mit größter Schonung andererseits zu bergen. Von diesem Standpunkt aus erscheint uns diese Arbeit vorbildlich.

Für den baulichen Luftschutz ist aber noch eine andere Betrachtungsweise wichtig, nämlich die Bewährung der Konstruktion, die Klarstellung der einzelnen Schadenserscheinung, der Zusammenhänge zwischen den Schäden und

deren Ursachen. Auch den Planungen für die Zukunft müssen im Sinne des Luftschutzes exakte Beobachtungen zugrunde liegen. Unbeschadet der bisher mehr oder minder klaren Feststellungen und Folgerungen aus älteren ausländischen und inländischen Bombenwirkungen müssen wir die — traurige — Gelegenheit, die uns für Feststellungen z. Zt. in Deutschland selbst geboten wird, auch restlos ausnützen. Als Beobachter kommen nicht etwa nur Theoretiker, Materialprüfer oder andere Fachleute mit betont wissenschaftlicher Haltung in Frage, sondern auch alle Praktiker, die ihren geistigen technischen Besitz aus ihrer **h a n d w e r k l i c h e n** Tätigkeit im wörtlichen Sinn oder aus ihrer Führung von handwerklichen Mitarbeitern gewonnen haben. Auch diese Fachleute sollen ihre Beobachtungen und ihre Meinung aus dem ihnen

geläufigen Arbeitsfeld mitteilen, damit das so zu gewinnende Mosaik von Einzelbeobachtungen durch die Gemeinschaftsarbeit von Technikern aller Stufen und Spielarten in ein System gebracht werden kann. Die Art der Beobachtung, die Beurteilung der Einzelheiten und der Zusammenhänge zwischen den Erscheinungen sollen die Grundlage abgeben für die notwendigen und möglichen Verbesserungen in der Zukunft.

Im Arbeitsring Luftschutz der Fachgruppe Bauwesen im NSBDT.¹⁾ ist die Fragestellung für die Beobachtung und die Beurteilung von Bauschäden aus Bombenangriffen anhand von vielen Berichten und vor allen Dingen von Lichtbildern bearbeitet worden. Unabhängig davon hat der Reichsinnungsverband des Bauhandwerks unter Führung des Vorsitzenden seines Technischen Ausschusses, Herrn Baumeister Hahn, Berlin-Spandau, einen Fragebogen mit dem gleichen Zweck für seine Mitglieder zusammengestellt. Beide Ausarbeitungen sind, soweit sie Wohnhäuser u. ä. Gebäude betreffen, ineinandergearbeitet worden

und haben zu der unten gegebenen Zusammenstellung geführt.

Für Ingenieurkonstruktionen ist eine weitere Ausarbeitung im Arbeitsring Luftschutz im Gange, die dann ebenfalls bekanntgegeben wird.

Die Kritik und Vorschläge für Änderungen und Verbesserungen des Fragebogens werden sowohl beim Reichsinnungsverband als auch beim Arbeitsring Luftschutz erwartet, vor allen Dingen werden sachliche Antworten auf die einzelnen angegebenen Fragen erbeten.

Häufig reizt eine Beobachtung zu einer mehr oder weniger naheliegenden Erklärung, ohne daß diese Erklärung zwingend wäre. In solchen Fällen wird gebeten, neben den vermuteten Ursachen und der für richtig gehaltenen Erklärung auch die Einzelheiten der Beobachtung selbst anzugeben. Dies gilt besonders auch für vermutete Sogwirkungen.

Wenn der Beobachter selbst über die Genauigkeit seiner Feststellung im Zweifel ist, sollte die Mitteilung mit einem Fragezeichen versehen werden.

Entwurf zu einem Fragebogen

Beobachtungen nach Luftangriffen

1. Gesamtbild:

Umfang der Wirkung von Sprengbomben im Verhältnis zu der von Brandbomben?

Welche Zahl und Art von Spreng- und Brandbomben kamen zur Anwendung (Gewicht, Brandsatz usw.)?

Zeitdauer des aktiven Angriffs?

Zeitdauer der Gesamtstörungen?

Menschenverluste in Luftschutzräumen?

Menschenverluste bei der Abwehr?

Verteilung der Totalschäden durch

Sprengbomben	} wieviel Häuser oder Wohnungen usw.?
Minenbomben	
Brandbomben	
Brandübertragung	

Bemerkung: Bei diesen Fragen kommt es auf Verhältniszahlen und ein allgemeines Bild an, nach Möglichkeit unter Bezugnahme auf einen bestimmten Angriff. Die unerwünschte Preisgabe geheimzuhaltender Einzelzahlen wird nicht erbeten.

2. Wirkung von Brandbomben:

Ist das Abgleiten von der Dachhaut beobachtet?

Häufiger Durchschlag durch die oberste Holzbalkendecke?

Durchschlag durch massive Decken, ggfb. durch wieviel übereinanderliegende (Art und Dicke der Decke)?

Brandausdehnung von Dachgeschoßräumen aus in die darunterliegenden Geschosse?

Brandausdehnung von unteren Geschossen aus?

Übergreifen des Feuers aus einem Geschoß in darunter- oder darüberliegende Geschosse trotz dazwischenliegender Massivdecke?

Übergreifen des Feuers auf nebenstehende und gegenüberliegende Häuser (Einfluß von Hitzeabstrahlung, Funkenflug, Wind, enger Bebauung, leicht brennbaren Konstruktionen oder Inventarien, ausströmendem Gas, elektrischem Strom usw.)?

Bewahrung von Feuerschutzanstrichen, Ummantelungen u. dgl.?

Ist die Brandbekämpfung durch Wassermangel erschwert worden infolge

des Anschlagens von Hauptleitungen,

des Bruches von Hausanschlüssen,

des Ausfalls des Versorgungswerkes?

Übergreifen des Feuers aus Nachbarbauten auf Dachstühle infolge fortgeschleuderter Dachhaut?

Einfluß des Treppenhauses auf Weiterleitung oder Absperrung des Feuers (Verhalten von Holztreppe und von Massivtreppe)?

Deutlich erkennbare Bewahrung des Überstandes der Brandmauer über Dach?

3. Wirkung von Minenbomben:

Sind Minenbomben (schwere Bomben mit ganz dünnen Wandungen und hochempfindlichem Zünder) eindeutig festgestellt?

Auf welche Entfernung hat deren vernichtende Wirkung gereicht (umgeblasene Häuser, völlig weggeschlagene Wände bei üblicher Bauweise)?

War bei Minenbomben ein deutlicher Einfluß ihrer Verdämmung zu bemerken (von Häusern umschlossene Höfe, einseitige oder beiderseitige Straßenbebauung, Baulücken o. ä.)?

4. Unterschiede in der Baukonstruktion:

Deutlicher Unterschied bei verschiedenen Dachkonstruktionen (Flach-, Steil-, Kehlbalken-, Pfettendach)?

Einfluß vorhandener oder fehlender Verankerungen zwischen Decken und Mauern?

Verbandwirkung zwischen massiven Decken und Mauerwerk?

Einfluß des Mörtels, des Mauerverbandes, der Steinart (Ziegel-, Schwemmsteine, Hohlblöcke, Hohlziegel, Naturstein, Luftschichten)?

Wieviel übereinanderliegende Massivdecken (Art und Dicke) sind von Sprengbomben durchschlagen (Angabe der Bombengröße)?

Zustand des Mauerwerks über ausgebrochenen Löchern, Bogenwirkung des Mauerwerks?

¹⁾ Über die Aufgaben des Reichsausschusses für baulichen Luftschutz und des Arbeitsringes Luftschutz siehe die beiden Aufsätze in Heft 1 dieser Zeitschrift von Min.-Rat Lindner „Der Reichsausschuß für baulichen Luftschutz“, und Dipl.-Ing. Weiß „Der bauliche Luftschutz im NSBDT“.

5. Keller und Luftschutzräume:

Verhalten verschiedener Kellerdecken ohne Absteifungen unter Trümmerlasten?

Verhalten von dünnen und dickeren Gewölben?

Ist das Ausweichen der Gewölbe widerlager beobachtet worden?

Sind ebene Massivdecken von Trümmern durchschlagen worden?

Verhalten von Stahlträgern (Durchbiegungen und anschließende Deckenzerstörungen) und der Trägerauflager?

Sind abgesteifte Kellerdecken eingedrückt worden (durch Trümmerlasten oder durch unmittelbare Bombenwirkung)?

Werden die üblichen Aussteifungen als reichlich oder als knapp beurteilt?

Sind Kellerwände zerstört worden durch unmittelbaren Zerknall, Nahwirkung?

6. Fluchtwege und Sicherung von Öffnungen:

Bewahrung der Kennzeichnung von Fluchtwegen, Anregungen zu Änderungen?

Konnte die Zumauerung von Brandmauerdurchbrüchen im Notfall durchgebrochen werden oder nicht?

Welche Verbesserung der Fluchtwege wird für zweckmäßig gehalten?

Ist die Zumauerung von Luftschutzraumfenstern eingedrückt worden (wie dick)?

Haben freistehend vorgesetzte Schutzmauern versagt? Welche Änderungen werden gegebenenfalls vorgeschlagen?

Sind lose oder in Verband vorgelegte Betonbalken vor Öffnungen weggerissen worden?

Sind Schäden in Luftschutzräumen dadurch entstanden, daß der Luftstoß im Innenraum wirksam geworden ist, weil er durch

Türen,

Öffnungen in zugemauerten Fenstern,

Zwischenräume zwischen Schutzmauern und Öffnungen

eingedrungen ist?

7. Splitterwirkung:

Ist die Wirkung von Splintern beobachtet, die schräg von oben kommend eingeschlagen waren?

Sind 38 cm dicke Ziegelmauern von Splintern durchschlagen worden

a) in üblicher Mauerart (mittelgute Ziegel, Kalkmörtel)?

b) gute Ziegel in Zementmörtel?

8. Innenwände u. ä.:

Welche Beobachtungen sind an leichten Trennwänden gemacht worden in bezug auf

den Baustoff,

die Verbindung mit Decken und Tragmauern?

Hat sich ein schlechter Verband bei 12 cm dicken Ziegelmauern bemerkbar gemacht, die im Gebäudeinneren — wie üblich — nachträglich ausgeführt waren?

9. Räumung und Instandsetzung von Gebäuden:

Welche Beobachtungen sind hinsichtlich der Räumung von Gebäuden gemacht worden (übertriebene, ausreichende Räumung, vertretbare Weiterbenutzung beschädigter Häuser)?

Anregungen zur Durchführung der Instandsetzungen?

Brandmauerdurchbrüche

Bewahrung und Vorschläge zur Verbesserung¹⁾

Baumeister Car Hahn, Berlin-Spandau

Am 12. 3. 1940 brachten die Zweiten Ausführungsbestimmungen zum § 1 der IX. Durchführungsverordnung zum Luftschutzgesetz die Anordnung über die Schaffung von Durchgangsmöglichkeiten in den Kellergeschossen unmittelbar benachbarter Gebäude.

Wie von den amtlichen Stellen vorausgesehen, kommt diesen Mauerdurchbrüchen für den Schutz und die Rettung der Bevölkerung bei Luftangriffen eine große Bedeutung zu. Bei den letzten Terrorangriffen des Feindes gegen die Zivilbevölkerung in den Städten West- und Nordwestdeutschlands hat sich diese Annahme voll und ganz bestätigt.

Diese Durchbrüche in den Brandmauern der Kellergeschosse haben sich als außerordentlich zweckmäßig erwiesen. Leider wird aber nicht jede Arbeit daran mit der erforderlichen Sorgfalt und Überlegung ausgeführt. So hat sich im Gebrauchsfall die Ausmauerung der Durchbrüche wiederholt als so fest ergeben, daß ihr Ausbrechen große Schwierigkeiten bereitet. Da gerade im Ernstfall eine gewisse Nervosität vorherrscht, können solche scheinbar geringfügigen Hindernisse oft von ganz entscheidender Bedeutung sein. Ebenso bereitet das Auffinden der Durchbruchstellen häufig Schwierigkeiten, was einen nicht wiedergutzumachenden Zeitverlust zur Folge hat.

Solche Fehler können und müssen unbedingt abgestellt werden. Für die Herstellung der

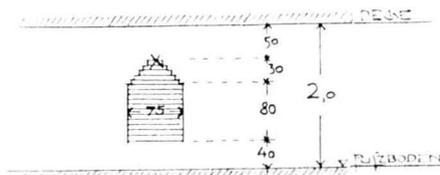
Brandmauerdurchbrüche war folgendes angeordnet worden:

1. Der Oberteil der Öffnung ist zur Aufnahme der Belastung in schräger Abtreppung der einzelnen Schichten auszubilden.
2. Die Öffnungen sind mit Abschlußwänden von mindestens 6,5 cm und höchstens 12 cm Dicke beiderseitig so zu schließen, daß der Abschluß leicht mit den Selbstschutzgeräten durchschlagen werden kann. Daher sind die Abschlußwände zwar zu vermauern und zu verfugen, jedoch nicht mit der Brandmauer zu verzahnen.
3. Zur dauernden Kenntlichmachung sind die einzubauenden Abschlußwände 3 cm hinter die Flucht des Mauerwerks in der Art einer Wandnische zu setzen.

Als Inhaber eines Baugeschäfts und Eigentümer einer Reihe von drei- und viergeschossigen Mietwohnhäusern hat Verfasser diese Brandmauerdurchbrüche in seinen Häusern durch eigene Leute ausführen lassen. Es handelt sich hier um Reihenhäuser, deren einzelne Gebäude durch 38 cm dicke Mauern voneinander getrennt sind. Da zu beiden Seiten dieser Trennwand das gleiche Eigentum besteht, sind die Öffnungen nicht, wie oben unter 2. gesagt, von zwei Seiten 6,5 cm dick (also hochkant) und an jeder Seite 3 cm gegen die Flucht zurückliegend zugemauert

¹⁾ Eine Anregung zum Meinungs austausch in dieser wichtigen Frage. (Schriftwaltung).

worden, sondern in der Mitte der 38 cm dicken Brandmauer ist nur eine 12 cm dicke Wand gesetzt worden. Während solche Wände im Bau üblicherweise in Kalkzementmörtel gemauert werden, ist hier strengstens darauf geachtet worden, daß nur Kalkmörtel verarbeitet wurde. Zur Ausmauerung sind die beim Ausbruch gewonnenen Steine verwandt worden.



KABERFÜR
STEIN

Bild 1.

Zuerst wurde der in Bild 1 dargestellte Mauerdurchbruch mit glatten Leibungen hergestellt, dann wurden die 12 cm dicken Abschlußwände in Kalkmörtel und ohne jede Verzahnung stumpf gegen die Leibungen eingesetzt. Außerdem ist durchgesetzt worden, daß die oberste Schicht, d. h. der zu oberst einzusetzende Stein dieser Abschlußwand, nicht unter Spannung, sondern nur lose eingelegt wurde. Allerdings sind die Fugen des obersten Steines zugestrichen worden, damit eine gewisse Gas- bzw. Rauch- und Geruchdichtigkeit zwischen beiden Häusern gewährleistet wurde.

Die Mieter sind darauf hingewiesen, daß im Bedarfsfall der oberste Stein zuerst gänzlich herausgeschlagen werden muß, damit die anderen sich dann leicht entfernen lassen. Ob heute — nach mehr als einem Jahr — noch viele davon wissen, kann bezweifelt werden. Ein erneuter entsprechender Hinweis und wiederholte Belehrung durch die LS.-Warte sind notwendig.

Kürzlich angestellte Versuche haben ergeben, daß das Herausschlagen der 12 cm dicken Trennwand in diesen Häusern gar keine Schwierigkeiten bereitet. Allgemein ist eine entsprechende Überprüfung gelegentlich von Luftschutzübungen wünschenswert. In den Fällen, in denen dann ein Herausschlagen des obersten Steines nicht gelingt, muß dieser durch Handwerker entfernt und nochmals leicht in Sand, also ohne Spannung, eingefügt werden. Um zu verhindern, daß etwa spielende Kinder den Abschluß gänzlich herausbrechen, sollte man die Fugen des obersten Steines äußerlich mit Mörtel verstreichen. Es bestehen ausreichende Gründe für die Annahme, daß dann im Ernstfall eine Schwierigkeit beim Ausbrechen nicht mehr besteht. Voraussetzung ist natürlich: Jeder muß wissen, daß zuerst der oberste Stein gänzlich heraus, dann schichtweise von oben nach unten weiter ausgebaut werden muß.

Nun zur Kenntlichmachung. Die Durchbruchstellen sind hier bei 38 cm Mauerdicke und 12 cm Ausmauerung, da sich Nischen von 12 cm Tiefe gebildet haben, in der Wand sehr leicht erkennbar. Dort, wo die Abschlüsse bestimmungsgemäß nur 3 cm hinter die Flucht gesetzt worden sind, ist das Auffinden weniger selbstverständlich. Die Brandmauerdurchbrüche dürften nun bereits allenthalben ausgeführt sein. Wo dies noch nicht der Fall ist, wird eine gemeinsame Trennwand in der Mitte der Wand empfohlen. Die hierdurch entstehenden tieferen Nischen kann niemand übersehen.

Überall dort, wo sich die Durchbruchöffnung nicht im Keller gang anlegen ließ, sondern nur in einem Mieterkeller, sind große Schilder an dem betreffenden Kellererschlag angebracht worden mit der Aufschrift: „Zur Verbindungsöffnung zum Nachbarhaus“. Ein hierbei etwa verschlossener Brettverschlag, 20 mm Schalbretter mit 3 cm Abstand untereinander, dürfte leicht zu beseitigen sein. Leider mußte wiederholt festgestellt werden, daß inzwischen diese Schilder mit Kisten verstellt oder auf andere Art unwirksam gemacht waren.

Um die Öffnung leicht auffinden zu können, könnte man den Weg von der Kellertür oder -öffnung bis zum Brandmauerdurchbruch durch rote Punkte oder Kleckse an der Wand — etwa in Augenhöhe — anzeichnen, so daß man nur diesen Punkten nachzugehen hätte. Die Öffnung selbst könnte mit einem großen roten „V“ (oder ähnlich) oder mit Leuchtfarbe²⁾ angestrichen werden. Abgesehen davon, daß solche Maßnahme mit viel Arbeit verbunden wäre, dürfte auch ihr Wert sehr zweifelhaft sein, da infolge des Staubes im Keller durch Kohlen, bei Einsturz auch durch Kalkstaub, die Kennzeichnung wahrscheinlich bald unsichtbar würde³⁾.

Eine weitere Möglichkeit zum leichteren Auffinden der Durchbrüche läge in der Anbringung einer Führungsschnur, eines Drahtes oder dgl., an dem sich die Rettungskolonnen von der Kellereingangsoffnung zum Brandmauerdurchbruch entlang vorarbeiten könnte. Dieser Gedanke verdient ebenfalls nicht weiter verfolgt zu werden. Abgesehen von der Frage der Beschaffung ergeben sich auch noch andere Erschwernisse. In Berlin sind die Keller im allgemeinen nur 2 m im Lichten hoch, häufig sogar noch darunter. Der lichte Querschnitt wird noch verringert durch Gas-, Wasser- und andere Rohre. Eine saubere, glatte Anbringung solcher Drähte usw. ist daher nicht immer möglich; außerdem wäre die Beschädigung dieser Einrichtung durch die Kästen der Kohlenmänner und durch Kinder mit Sicherheit anzunehmen⁴⁾.

Die beste und einzige Möglichkeit eines schnellen Auffindens der Stellen, an denen sich die Brandmauerdurchbrüche befinden, scheint darin zu liegen, daß man den Mietern diese Stellen im eigenen wie auch in den Nachbarhäusern zeigt. Ebenso müssen die Mieter in die behelfsmäßigen LS.-Räume der Nachbarhäuser geführt werden, damit sie wissen, wo überhaupt etwa zu rettende Personen zu suchen sind. Zu diesem Zwecke müssen — vielleicht gelegentlich von Luftschutzübungen oder auch an einem Sonntagvormittag — Sammelführungen veranstaltet werden. Bei dieser Gelegenheit sehen sich die Leute außerdem manche gute Idee voneinander ab, auch spornt es zur besseren Ausgestaltung der Keller an, wenn man hier und da sieht, was sich manche Leute alles zugelegt haben. Die Gleichgültigkeit, mit der viele Mieter bisher derartigen Maßnahmen gegenüberstanden, weicht

²⁾ Davon ist wenig Wirkung zu erwarten. Nachleuchtende Farben erhalten im Keller zu wenig anregendes Licht, selbstleuchtende Anstriche sind hierfür z. Zt. nicht verfügbar. (Schriftwaltung.)

³⁾ Zu empfehlen scheint uns eine solche Wegbezeichnung doch zu sein, weil sie die Kellerbesitzer in den Ruhezeiten immer wieder an die Verbindung „V“ erinnert, so daß der Fluchtweg sich ihnen einprägt. (Schriftwaltung.)

⁴⁾ Da die Fluchtwege nicht nur für die Bewohner des zugehörigen Hauses, sondern regelmäßig auch für die des anschließenden und u. U. auch für Menschen aus weiter entfernten Häusern der gleichen oder anschließenden Zeile bestimmt sind, wäre eine Kennzeichnung durch Tast-Merkmale — und zwar einheitlich im ganzen Reiche — recht erwünscht. (Schriftwaltung.)

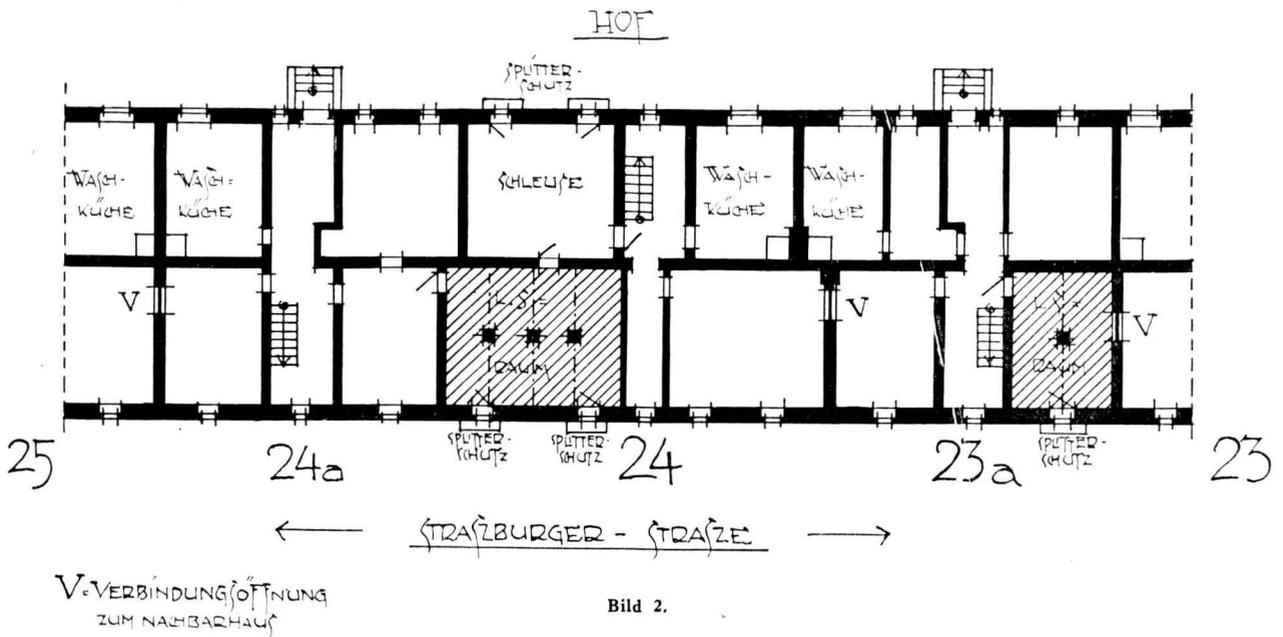


Bild 2.

allmählich mit dem Bekanntwerden der Wirkungen der Feindangriffe.

Da erfahrungsgemäß bei Bombentreffern stets der größte Teil der Bewohner von Nachbarhäusern unverletzt und damit für Bergungsaktionen einsatzfähig bleibt, dürften solche Sammelführungen durch eigene und benachbarte Blocks von außerordentlichem Nutzen sein. (Besonders Knaben werden beim Aufsuchen der Brandmauerdurchbrüche geeignete Führer sein.) Es wird daher empfohlen, solche Instruktionen, zumindest bezüglich der Nachbarhäuser, anzubringen.

Für die in Rede stehenden Miethäuser sind Zeichnungen in der durch Bild 2 dargestellten Weise angefertigt. Die Lage aller LS.-Räume und

Brandmauerdurchbrüche ist aus ihnen ersichtlich.

Der RLB. hat Abzüge hiervon erhalten. Es wird angenommen, daß dort auch für andere Häuser solche Unterlagen vorliegen. Vollständigkeit wäre anzustreben. Falls es sich bei Straßenzügen um mehrere Eigentümer handelt, lassen sich die Zeichnungen für die einzelnen Häuser zusammensetzen.

Die Zusammenarbeit der Bewohner der Nachbarhäuser in Verbindung mit den zeichnerischen Unterlagen der Reviergruppen des RLB. dürfte für schnelles Auffinden und die Ausnutzung der Brandmauerdurchbrüche eine bessere Gewähr bieten als die praktisch mögliche Kennzeichnung.

Zu: „Erfahrungen mit der Baukontrolle im bombensicheren Luftschutzbau“ von Städt. Baurat Dipl.-Ing. Fritz Kahnt

In einer Zuschrift zweifelt der Deutsche Beton-Verein das Ergebnis in den Richtlinien an, die in dem angegebenen Aufsatz von Verfasser für Zusammensetzung von Beton veröffentlicht sind. Von dort aus wurde Dr.-Ing. Lenhard vom Staatlichen Materialprüfungsamt zu einer Stellungnahme veranlaßt. Dr. Lenhard kommt zu dem Ergebnis, daß die Zusammensetzung nach dem Vorschlag von Baurat Kahnt irrtümlich nicht berücksichtigt, daß sich eine andere verbleibende Menge an eingerütteltem Zuschlag dann ergibt, wenn dieser ohne Wasser und Bindemittel verdichtet wird — wie bei dem Vorschlag Kahnt —, als es dann der Fall ist, wenn nicht nur der Zuschlagstoff, sondern dieser mitsamt dem Bindemittel und dem Wasser eingerüttelt wird.

Zu dieser Kritik nimmt Baurat Kahnt wie folgt Stellung:

„Bei dem von mir angegebenen Verfahren ist darauf zu achten, daß das Einrütteln der Zuschlagstoffe von sekundärer Bedeutung ist. Es dient lediglich zur Ermittlung der voraussichtlich für den Probeversuch, der für das Mischungsverhältnis allein maßgebend ist, benötigten Menge an Zuschlagstoffen. Füllt die Probemischung den Maßbehälter nicht voll aus, ergibt sie ein Zuwenig oder Zuviel, so ist die Zuschlagmenge zu ändern und der Versuch zu wiederholen. Die Probemischung muß natürlich unter denselben Bedingungen angemacht und eingebracht werden wie der Baustellenbeton. Unter dieser Vor-

aussetzung ist der Genauigkeitsgrad, wie die laufenden Kontrollen an der Mischmaschine ergeben haben, durchaus zufriedenstellend.

Das Verfahren ist seiner Einfachheit halber angeführt worden. Zweifellos ist das Verfahren von Dr. Lenhard wissenschaftlich exakter.“

Bei der Darstellung von Dr. Lenhard handelt es sich darum, daß in zementreichen Mischungen und bei solchen Zuschlagstoffen, die auch einen großen Gehalt an Feinstkorn enthalten, der zugegebene Zement und das Wasser einen Teil der Zuschlagstoffe verdrängen. Wenn also die notwendige Menge an Zuschlagstoff festgelegt wird ohne Rücksicht auf die hinzukommende Menge an Zement und Wasser, dann kann die vorgesehene Zementmenge nicht mehr ganz untergebracht werden, der Beton wird also magerer als geplant. Dies kann zweifellos unter bestimmten Bedingungen richtig sein. Die neue in Dahlem vertretene Auffassung hat mindestens das Verdienst, daß sie der Verdichtung des Betons die ihr zukommende Wichtigkeit beißt, die bisher in den Richtlinien und in den meisten Veröffentlichungen meist hintangesetzt wurde. Auf die Einzelheiten und die Ergebnisse wird in dieser Zeitschrift dann erneut hingewiesen werden, wenn die Betonforscher weitere Klarheit in die damit zusammenhängenden Fragen gebracht haben werden.

Schriftwaltung.

AMTLICHES

Der Beauftragte für den Vierjahresplan Berlin,
Der Generalbevollmächtigte den 9. 7. 1942.
für die Regelung der Bauwirtschaft
Reichsminister Speer
Referat LS 99 EL 105 42 Sey/O

Betreff: LS-Führerprogramm:
**Richtlinien für den vorläufigen Notausbau
von LS-Bunkern — Fassung Juni 1942 —.**

Bezug: „Bestimmungen für den Bau von LS-Bun-
kern — Fassung Juli 1941 —“.

Beilage: RdLuObdL. Az. 41 L 42 10 Nr. 24 819/42 (L.In.
13 3 II Ba) vom 25. 6. 1942.

In der Anlage bringe ich Ihnen einen Erlaß des
RdLuObdL. Az. 41 L 42 10 Nr. 24 819/42 (L. In. 13 3
II Ba) vom 25. Juni 1942 betr. Richtlinien für den
vorläufigen Notausbau von LS-Bunkern — Fassung
Juni 1942 — zur gefl. Kenntnis und Beachtung.

Anlage

Der Reichsminister der Luftfahrt Berlin-
und Oberbefehlshaber der Luftwaffe Charlottenburg,
Az. 41 L 42 10 Nr. 24 819/42 den 25. 6. 42.
(L. In. 13 3 II Ba)

Betreff: LS-Führerprogramm
**Richtlinien für den vorläufigen Notausbau
von LS-Bunkern — Fassung Juni 1942 —.**

Bezug: „Bestimmungen für den Bau von LS-Bun-
kern — Fassung Juli 1941 —“

Die gegenwärtige Bauwirtschaftslage zwingt zu
Einschränkungen auf dem Gebiet des LS-Bunker-
baues. Insbesondere sind in den Fällen, in denen
durch Mangel an Arbeitskräften, Baustoffen oder
Treibstoffen der Innenausbau rohbaufertiger LS-
Bunker nicht sofort erfolgen kann, die Rohbauten
durch einen vorläufigen Notausbau benutzbar zu
machen. Die zu ergreifenden Notmaßnahmen sind
in den beiliegenden „Richtlinien für den vorläufigen
Notausbau von LS-Bunkern — Fassung Juni 1942 —“
zusammengefaßt. Es wird gebeten, die nachgeord-
neten Dienststellen zu unterrichten.

In Vertretung: Milch.

Richtlinien für den vorläufigen Notausbau von LS-Bunkern — Fassung Juni 1942 —.

Vorbemerkung:

Grundsätzlich sind alle Planungen nach den
„Bestimmungen für den Bau von Luftschutz-Bunkern
— Fassung Juli 1941 —“ aufzustellen. Soweit die
Bauwirtschaftslage die restlose Erfüllung aller darin
enthaltenen Forderungen nicht zuläßt, erhalten alle
LS-Bunker, mit Ausnahme der Operationsbunker,
einen vorläufigen Notausbau. Für LS-Bunker der
1. Welle, die nach der „Anweisung für den Bau
bombensicherer LS-Räume — Fassung November
1940 —“ ausgeführt werden, gelten diese „Richtlinien“
sinngemäß.

Der Notausbau ist so durchzuführen, daß die Ver-
kehrssicherheit unter allen Umständen gewährleistet
ist. Die bauliche Durchführung sämtlicher Bauteile
darf während des Krieges nur mit einfachsten Mitteln
erfolgen.

1. Bauliche Einsparungen.

a) Trennwände und Zugangstüren.

Die Trennwände und Zugangstüren der Einzel-
räume und Aufenthaltsräume in den LS-Bunkern
des Selbstschutzes entfallen (Heft I Ziffer 15+10). Die
entstehenden freien Räume in den Geschossen sind
so zu unterteilen, daß im allgemeinen nicht mehr als
8 Einzelräume zu einem Sammelschutzraum zu-
sammengefaßt werden.

Die Trennwände für Wachräume, Dienstraum für
LS-Bunkerwart, Raum für Erste Hilfe, Aborräume,
Waschräume, Räume für technische Anlagen müssen
auch beim Notausbau vorgesehen werden.

b) Innenputz und innere Wandverklei- dungen.

Innenwände sind weder zu putzen noch mit Wand-
verkleidungen zu versehen. Statt dessen sind die
Betonwände sauber zu entgraten. Gemauerte Wände
können berappt werden. Leichtbauwände erfordern
im allgemeinen keine weitere Behandlung.

c) Fußbodenbeläge.

Besondere Fußbodenbeläge entfallen. Auf den
Stahlbetondecken ist ein Zementestrich als Glatt-
estrich vorzusehen, der möglichst mit einem staub-
bindenden Mittel (Fluat o. ä.) zu behandeln ist.

d) Schmiedearbeiten.

Die Eisengitter mit Kunstschoß der offenen Ein-
gänge der Vorbauten entfallen (Heft I Ziff. 11 (2) und
Heft VI Ziff. 5a). Statt dessen sind Holzgittertüren
oder Türen mit möglichst engmaschigem Drahtgitter
mit einfachen Schlössern einzubauen.

Handläufe, Treppengeländer, Abschlußgitter usw.
sind aus Holz oder massiven Bauteilen herzustellen.

e) Dachabdeckungen und Klempner- arbeiten.

Grundsätzlich ist die waagerechte bombensichere
Decke als Flachdach anzulegen (Heft I Ziff. 7). Die
Dichtung ist in einfachster Ausführung vorzusehen.
Soweit es die örtlichen Verhältnisse gestatten, muß
auf Dachrinnen und Abfallrohre verzichtet werden.

f) Malerarbeiten.

Grundsätzlich entfallen alle Anstriche der Wände
und Decken. Zur Aufhellung der Räume sind ledig-
lich die Decken und ein oberer Wandstreifen von
etwa 0,40 m Höhe mit Kalkmilch zu weißen. Die
Anstriche von Holz-, Eisen- und sonstigen Einbau-
teilen sind auf den notwendigen Schutz gegen Zer-
störung oder Korrosion zu beschränken.

Tarnanstriche sind nur, soweit unbedingt notwen-
dig, auszuführen. Leuchtfolien oder Leuchtfarben-
anstriche in den Zugängen entfallen (Heft VI Ziff. 5c).

g) Zugangswege.

Die Zugangswege sind nur mit einfachsten Mitteln
verkehrssicher herzurichten.

2. Einsparung an der maschinellen Einrichtung.

a) Hauptbelüftung (Heft III Abschn. III A).

Auf die Hauptbelüftung kann, um die Benutzbar-
keit der LS-Bunker, insbesondere auch im Hinblick
auf die zu erwartende Überbelegung, zu gewähr-
leisten, nicht verzichtet werden. Staubfilter können
dagegen zunächst ganz eingespart oder bei beson-
derem Bedarf durch behelfsmäßige Filter (Koks,
Ziegelbrocken) ersetzt werden.

An Stelle der Oberflächenkühler können Naßkühler
verwandt werden. Damit wird gleichzeitig eine teil-
weise Reinigung der Luft von Staubteilchen erreicht.
Für den vorläufigen Notausbau können auch Luft-
förderer, die nicht den vorgesehenen Typen der „Bes-
timmungen“ entsprechen und deren Leistung nicht
erheblich von dem Soll abweicht, verwendet werden.

Auch bezüglich der Heizung kann von den „Bes-
timmungen“ abgewichen werden, soweit die Sicherheit
für die Benutzung der LS-Bunker gewährleistet ist.

b) Schutzbelüftung (Heft III, Abschn. III B).

Auf die Schutzbelüftung kann ebenfalls nicht ver-
zichtet werden. Dagegen entfallen die vor und hinter
jedem Raumfilter vorgesehenen Spindelschieber oder
Schnellschlußklappen. Bei Auswechslung eines Raum-
filters werden die Anschlußrohre ggf. durch Blind-
flansche geschlossen.

c) Umluft (Heft III, Abschn. III D).

Die Staubfilter der Umluftleitungen entfallen. Die Umluftleitung ist so zu planen, daß möglichst wenig Schnellschlußklappen benötigt werden.

d) Rohrleitungen (Heft III, Abschn. V).

Für die Steigeleitungen können an Stelle von Metallrohren Kanäle aus Beton oder Fertigbetonteilen sowie Rohre aus glasiertem Ton oder Preßstoff ausgeführt werden. Jede Steigeleitung wird bei größeren LS-Bunkern in dem zugehörigen Stockwerk gegabelt und mit einem Ausblasekopf versehen.

Die horizontalen Verteilerleitungen in den Geschossen entfallen. Statt dessen erhält der Ausblasestutzen einen Ausblasekopf einfachster Bauart. Sofern die Geschosse durch leichte Trennwände in Schlafabteile unterteilt werden, müssen auch horizontale Verteilerleitungen eingebaut werden.

e) Aufzüge (Heft I Ziff. 20).

Aufzüge für Personen- und Lastenbeförderung sind nicht einzubauen. Die für den späteren Einbau notwendigen baulichen Maßnahmen (Aufzugsschacht usw.) sind jedoch vorzusehen.

3. Einsparung an der elektrischen Ausstattung.

a) Beleuchtung und Steckdosen (Heft V Ziff. 8).

Die planmäßig für die Einzelräume und die Aufenthaltsräume vorgesehenen Brennstellen und Steckdosen entfallen insgesamt. Statt dessen erhält jeder Sammelschutzraum etwa 2 Brennstellen entsprechend der Skizze Anlage 1. Die für den endgültigen Ausbau notwendigen Abzweigdosen sind vorzusehen, soweit sie nicht später eingebaut werden können.

Die elektrische Ausstattung der übrigen Räume bleibt unverändert.

b) Kocheinrichtungen und Kleinspeicher (Heft V Ziff. 10).

Die planmäßig für die Aufenthaltsräume vorgesehenen elektrischen Kleinspeicher und elektrischen Speisewärmeplatten entfallen (Heft VI Ziff. 10a). Anschlüsse sind jedoch vorzusehen, sofern sie nicht später eingebaut werden können.

c) Elektro-akustische Anlagen. (Heft V Teil B Ziff. 14).

Folgende Geräte entfallen:

- Rundfunkempfangsgeräte,
- Mikrofone mit Mikrofonverstärker,
- Lautsprecherverstärker,
- 2-Watt-Lautsprecher,
- Schränke zur Aufbewahrung der Geräte.

Die baulichen Maßnahmen für den späteren Einbau sind jedoch vorzusehen.

4. Einsparung an der inneren Ausstattung.

a) Einzelräume (Heft VI Ziff. 9).

Die planmäßige Ausstattung entfällt. Statt dessen können einfache Holzbänke oder Dreifachliegen aus Holz aufgestellt werden.

Die in der Skizze Anlage 2 dargestellten leichten Trennwände zwischen je 2 Dreifachliegen sind nicht unbedingt notwendig. Sie dürfen nur dann vorgesehen werden, wenn in den Geschossen horizontale Luftverteilungsleitungen vorhanden sind.

b) Aufenthaltsräume (Heft VI Ziff. 10).

Die planmäßige Ausstattung entfällt, da besondere Aufenthaltsräume bei dem vorläufigen Notausbau nicht abgetrennt werden.

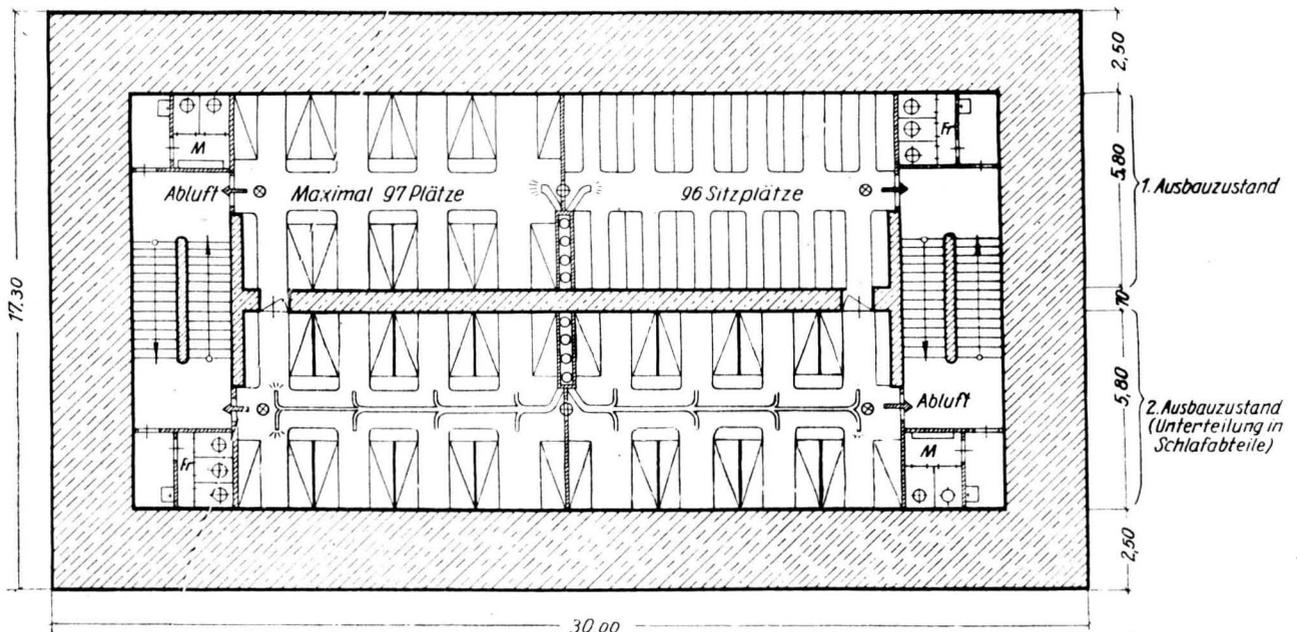
c) Waschräume (Heft VI Ziff. 12).

Die planmäßige Ausstattung entfällt. In jedem Waschaum sind die Fußbodenentwässerung und eine Zapfstelle mit einfachem Ausgußbecken vorzusehen. Weitere Anschlüsse sind nur vorzusehen, soweit sie nicht später eingebaut werden können.

Die Reinigungsgeräte können zunächst in einem der technischen Räume ohne besonderen Schrank untergebracht werden.

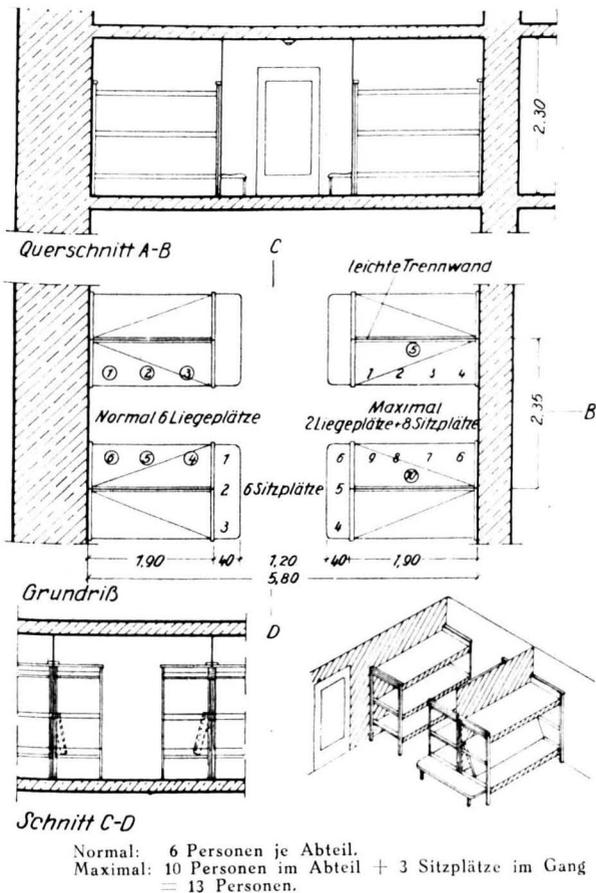
Anlage 1.

LS-Bunker des Selbstschutzes — Normalgeschoß — Vorläufiger Notausbau —



Normalbelegung: 180 Liegeplätze + 18 Sitzplätze = 198 Personen
 Maximalbelegung: 60 Liegeplätze + 328 Sitzplätze = 388 Personen.

Anlage 2. LS.-Bunker des Selbstschutzes.
Unterteilung in Schlafabteile.
— Vorläufiger Notausbau —



Der Reichsminister der Luftfahrt
 und Oberbefehlshaber der Luftwaffe
 Az. 41 L 20 10 Nr. 23 112/42
 (L.In. 13/3 II A a)

Berlin,
 den 28. 8. 1942.

**Betrifft: Luftkriegserfahrungen auf dem Gebiet
 der Planung.**

I. Die auf dem Gebiete des baulichen Luftschutzes bei den Aufgaben der Planung notwendigen Maßnahmen sind bereits vor dem Kriege in dem vom R. d. L. u. Ob. d. L. am 8. Januar 1938 — ZL 5 b Nr. 10 540/38 — erlassenen „Richtlinien für den baulichen Luftschutz bei den Aufgaben der Planung“ in den wichtigsten Grundsätzen zusammengefaßt worden. Durch die aus dem Luftkrieg gewonnenen Erfahrungen haben sich diese Grundsätze vollauf bestätigt. Auf dem Gebiete der Standortwahl „stark luftgefährdeter Anlagen und Betriebe“ haben sich zum Teil neue Erkenntnisse ergeben, die nachstehend im Einvernehmen mit dem Oberkommando der Wehrmacht, dem Oberkommando des Heeres, dem Oberkommando der Kriegsmarine, dem Herrn Reichsarbeitsminister, dem Leiter der Reichsstelle für Raumordnung, dem Herrn Reichswirtschaftsminister, dem Herrn Reichsverkehrsminister, dem Herrn Reichsminister für Ernährung und Landwirtschaft, dem Herrn Reichskommissar für den sozialen Wohnungsbau, dem Generalbevollmächtigten für die Regelung der Bauwirtschaft, Herrn Reichsminister Speer, dem Herrn Generalinspektor für das deutsche Straßenwesen, dem Herrn Generalbevollmächtigten für Wasser und Energie, dem Herrn Generalbauinspektor für die Reichshauptstadt bekanntgegeben werden.

II. Stark luftgefährdete Anlagen und Betriebe.
 (Vgl. Abschnitt II A der „Richtlinien für den baulichen Luftschutz bei den Aufgaben der Planung“.)

Auf Grund der Luftkriegserfahrungen ergeben sich für die Standortwahl „stark luftgefährdeter Anlagen und Betriebe“ nachstehende Folgerungen:

1. Nach den „Richtlinien“ vom 8. Januar 1938 soll zur Trennung von stark luftgefährdeten Anlagen und Betrieben von Wohn-, Siedlungs- und Geschäftsgebieten nach Möglichkeit ein Mindestabstand von 500 m Breite eingehalten werden. Die Luftkriegserfahrungen haben ergeben, daß dieser Abstand sich oft **nicht** als ausreichend erwiesen hat, um zu verhüten, daß Wohnstätten durch Luftangriffe auf benachbarte stark luftgefährdete Anlagen und Betriebe infolge der Streuwirkung beim Bombenwurf — insbesondere bei Nachtangriffen — mitbetroffen werden. Bei Errichtung neuer oder Erweiterung vorhandener stark luftgefährdeter Anlagen und Betriebe soll daher nach Möglichkeit zu bestehenden oder geplanten Wohn-, Siedlungs- und Geschäftsgebieten künftig ein „Schutzabstand“ von etwa 1000 m eingehalten werden. Nach den bei Planungsaufgaben gewonnenen Erfahrungen wird darauf hingewiesen, daß sich die Bemessung des „Schutzabstandes“ in jedem Falle nach den örtlichen Gegebenheiten und der Eigenart der Anlage oder des Betriebes richten muß. Hierbei wird ein geringerer Abstand oft nicht zu umgehen und auch luftschutzmäßig tragbar sein. Andererseits kann es notwendig sein, den Abstand von etwa 1000 m zu vergrößern und gegebenenfalls auf mehrere Kilometer auszudehnen, sofern es sich um den Abstand von einem Luftangriffsziel handelt, das infolge seiner Bedeutung eine besondere Luftgefährdung für die weitere Umgebung zur Folge hat (z. B. Großwerke für den Flugzeug- und Motorenbau, Treibstoffherstellung und -lager, Großwerften für den Kriegsschiff- und U-Bootbau, Großkraftwerke usw.). Lediglich bei Wohnungen, die aus betrieblichen Gründen in unmittelbarer Nähe des Betriebes liegen müssen — z. B. bei Wohnungen für Bereitschaftskräfte — kann auf die Einhaltung eines „Schutzabstandes“ verzichtet werden.
2. Als stark luftgefährdete Anlagen und Betriebe im vorstehenden Sinne gelten:
 - a) Folgende Wehrmachtanlagen:
 Flughäfen,
 Luftparke,
 Marinewerften und Marinearsenale,
 Kriegshäfen,
 Munitionsanstalten,
 Groß-Tanklager,
 Wehrmacht-Lehr- und Versuchsanstalten,
 Wehrmachtbetriebe (Bekleidungs- und Verpflegungsbetriebe, Bäckereien, Waschanstalten usw.),
 Zeugämter,
 Wehrmacht-Werkbetriebe,
 Kasernenanlagen;
 - b) Wehrwirtschaftsbetriebe größeren Umfanges;
 - c) Wichtige Versorgungsanlagen (Gas-, Wasser- und Kraftwerke);
 - d) Wichtige Erzeugungsstätten, Verarbeitungsbetriebe sowie Großlager von Nahrungsmitteln, Rohstoffen und Treibstoffen; Großschlachthöfe;
 - e) Verkehrsanlagen von größerer Bedeutung und Ausdehnung (z. B. große Personenbahnhöfe, Güter-, Abstell- und Verschiebebahnhöfe); wichtige Abzweig- und Kreuzungspunkte sowie wichtige Brücken in der Streckenführung der Eisenbahnen, der Wasserstraßen und Reichsautobahnen;
 zivile Flughäfen, Handels-, Industrie- und Umschlaghäfen, große Schleusen und Schiffshebewerke);
 - f) Nachrichtentechnische Großanlagen, wie z. B. Rundfunkendeanlagen, Funkstationen;
 - g) Kasernen der Polizei.

Naturgemäß ist es nicht möglich, eine erschöpfende Aufstellung darüber zu geben, was unter „stark luftgefährdeten Anlagen und Betrieben“ zu verstehen ist. Bei der Beurteilung der Luftgefährdung von Anlagen sind örtliche Gegebenheiten und besondere Umstände, welche die Luftgefährdung erhöhen oder vermindern können, auch die Bedeutung einer Anlage für die Allgemeinheit, mit zu berücksichtigen. So wird man z. B. die freie Streckenführung von Verkehrsanlagen nicht als „stark luftgefährdet“ bezeichnen können.

3. Bei der Bemessung der „Schutzabstände“ wird darauf hingewiesen, daß eine sinnvolle Planung in jeder, insbesondere städtebaulicher Hinsicht gewährleistet sein muß. So werden z. B. neue Großbahnhöfe für den Personenverkehr sowie Güterbahnhöfe, die mit solchen Personenbahnhöfen zusammenhängen, von Wohngebieten nicht durch 1000 m breite Schutzabstände getrennt werden können. Mit Rücksicht auf die außerordentliche Luftgefährdung von Großbahnhöfen wird man sich darauf beschränken müssen, die Wohnbebauung durch größere Freiflächen abzusetzen und in Bahnhofsnähe so locker wie möglich aufzuführen.
4. Bei der Wahl des Standplatzes für Rüstungsbauvorhaben, die mit Rücksicht auf die Notwendigkeit ihrer kurzfristigsten Durchführung in behelfsmäßiger Kriegsbauweise erstellt werden, kann von der Einhaltung eines Schutzabstandes nach Nr. 1 abgewichen werden. Sofern hiernach Standplätze gewählt werden müssen, die den in Nr. 1 enthaltenen Grundsätzen in unzuträglicher Weise widersprechen, ist von vornherein darauf zu achten, daß diese Standplätze nicht für die Dauer in Betracht kommen können und daher nach Beendigung des Krieges aufzugeben sind. Dies dürfte mit Rücksicht darauf, daß in überwiegender Maße behelfsmäßige Bauten, die nur den Krieg überdauern, erstellt werden sollen, ohne Schwierigkeiten möglich sein. Derartige luftschutzmäßige ungeeignete Standplätze dürfen keineswegs durch spätere Umwandlung der Behelfsbauweise in Dauerbauweise zu endgültigen Standplätzen gemacht werden, da sonst Gefahr bestehen würde, daß die luftschutzmäßige Entwicklung der Städte verriegelt wird.

Der Reichsarbeitsminister. Berlin, 8. Sept. 1942.
IV b 9/7 Nr. 8612 c 701/42

An

- a) die Landesregierungen — außer Preußen —
- b) die Herren Reichsstatthalter in den Reichsgauen.

Nachrichtlich an

- c) alle Herren Reichsminister — mit Ausnahme von 5 —
- d) die Reichsstelle für Metalle,
- e) den Reichsstand des deutschen Handwerks.

**Betr.: Ausbau von kupfernen Gebäudeteilen;
hier: Tarnung der als Ersatz für Kupferdächer vorzusehenden Zinkdächer.**

Im Anschluß an meinen RdErl. vom 9. 6. 1942 — IV b 9 Nr. 8612 c 673/42 — RABl. S. I 283 —.

Nach meinem vorerwähnten RdErl. habe ich den Ausbau von kupfernen Gebäudeteilen angeordnet und darauf hingewiesen, daß als Ersatz bei Dächern in erster Linie Zinkblech in Frage kommt. Ferner soll in luftschutztechnischer Beziehung aus Tarnungsgründen Dunkelfarben und Mattieren der Zinkblechdachflächen gefordert werden.

Der Herr Reichsminister der Luftfahrt und Oberbefehlshaber der Luftwaffe hat mit Erl. vom 27. 8. 1942 — Az 41 L 44.10 Nr. 25284/42 (L.In. 13 3 III B a) den Luftgaukommandos mitgeteilt, daß, soweit Tarnung der Zinkblechdachflächen notwendig ist, ein Anstrich mit ölfreien Emulsionsfarben (Gruppe 3 der RLM-Tarnfarben) genügt. Die Gruppe 3 der RLM-Tarnfarben ist aus der im Juli 1941 veröffentlichten vorläufigen Anwendungs- und Verarbeitungsvorschrift des Herrn RMdLuObdL. für RLM-Tarnfarben

zu entnehmen. Diese Vorschrift kann bei der Verlagsgesellschaft Rud. Müller, Eberswalde, bezogen werden.

Ich bitte, Ihre nachgeordneten Baupolizeibehörden entsprechend in Kenntnis zu setzen.

Der Erlaß wird auch im RABl. Teil I veröffentlicht.
L.A.: Scholtz.

Leuchtfarben-Anstriche in Luftschutzbauten.

Von dem Sachbearbeiter des Generalbevollmächtigten für die Regelung der Bauwirtschaft, Dipl.-Ing. Dr. Dr. K. W ü r t h (Leverkusen-Schlebusch), ist im Auftrage des Referates Luftschutz beim GB-Bau eine Reihe von Werkblättern über Anstriche bei Luftschutzbauten (Bunker, Räume, Hinweisschilder usw.) ausgearbeitet worden, die insbesondere den im LS-Führerprogramm erfaßten Stadtverwaltungen (Oberbürgermeistern) zur Beachtung empfohlen werden. Eines der neuesten Werkblätter behandelt nachleuchtende Zinksulfid-Anstriche:

A. Anwendungsgebiete:

Leuchtanstriche sollen in erster Linie verwendet werden, um beim Versagen der elektrischen Beleuchtung plötzliche Dunkelheit, die zum Aufkommen einer Panik führen kann, zu verhindern. Dazu reichen in den meisten Fällen bereits Hinweisstreifen aus. In besonderen Fällen, z. B. Operationssälen, Sanitätsräumen, Befehlsstellen, kommt der Anstrich größerer geschlossener Decken- und Wandflächen in Frage.

B. Eigenschaften der Anstriche:

Die Leuchtfarben können mit allen handwerksüblichen Bindemitteln verarbeitet werden. Die Anstriche sind gelblich-weiß bis gelb oder grünlich. Sie leuchten nach Belichtung mit Tageslicht oder künstlichem Licht längere oder kürzere Zeit nach. Durch Feuchtigkeit dürfen sie sich nicht unter Geruchsentwicklung zersetzen.

C. Untergrund:

Leuchtanstriche werden sowohl auf unverputztes als auch verputztes Mauerwerk aufgetragen. In vielen Fällen erfolgt der Auftrag auf bereits vorhandene Wandanstriche. Ferner kommen Leuchtanstriche auf Holz- und Eisenflächen vor, wobei stets ein Grundanstrich mit geeigneter Grundierfarbe nötig ist. — Die zu verwendende Anstrichtechnik richtet sich nach der Art und Beschaffenheit des Untergrundes.

- a) Untergrund für Leimfarbenanstrich: Alle mineralischen Untergründe sind dafür geeignet. Geringe Feuchtigkeit, z. B. durch Schwitzwasser, die sich nicht immer ganz vermeiden läßt, ist bei Zelluloseanstrichen unbedenklich, da diese im Gegensatz zu Pflanzenleimen nicht schimmeln.
- b) Untergrund für Wasserglasanstrich: Der Untergrund muß fest sein, da bei diesen Anstrichen starke Spannungen eintreten, die z. B. bei gefilztem Putz zu Ausschälung und Abplatzen der Anstrichschichten führen können.
- c) Untergrund für Emulsionsbinderanstrich: Für diesen kommen alle mineralischen Untergründe in Frage. Die Gefahr des Abplatzens infolge der Bildung von Spannungen in der Anstrichschicht ist geringer als bei Wasserglas. Emulsionsbinderanstriche können unter Umständen auch auf vorgrundiertem Holz und Eisen verwendet werden.
- d) Untergrund für Lackfarbenanstrich: Dafür kommen praktisch nur vorgrundiertes Holz und Eisen in Frage, in Ausnahmefällen auch grundiertes Mauerwerk.

D. Ausführung des Anstrichs:

- a) Leimfarbenanstrich.
 1. Grundierung: Dunkler Untergrund (Beton, Putz) ist mit einem rein weißen Grundanstrich zu versehen. Bei saugendem Grund empfiehlt es sich, einen Binder (ölfrei) zuzusetzen. Nur hochwertige Farbkörper (Titanweiß Standard A,

hochwertige Lithoponesorten) sollen verwendet werden; Kreide und Schwerspat sind zu vermeiden.

2. Deckanstrich: Man verwendet Zelluloseleime ohne Binderszusatz. Um einen gleichmäßigen Auftrag zu erzielen, kann man Faserstoffe in der Art der Kalle-Spachtel-Makulatur zusetzen. Man erhält dadurch einen rauhen Anstrich, dessen wirksame, d. h. leuchtende Oberfläche erheblich größer ist als bei einem glatten Anstrich.

b) Wasserglasfarbenanstrich.

1. Grundierung: Als Bindemittel verwendet man die für Anstrichzwecke angebotenen Wasserglasorten (z. B. Kiesin, Keim'sches Fixativ, Farbsin u. dgl. m.). Der Farbkörper muß rein weiß sein (siehe oben).

2. Deckanstrich: Für den Deckanstrich mit Leuchtfarben gelten dieselben Vorschriften wie für Wasserglasfarbenanstrich überhaupt. Zur Erzielung einer gleichmäßigen Leuchtwirkung empfiehlt es sich, statt einer dickeren Schicht zwei entsprechend dünne aufzutragen. In Anbetracht der Neigung zum Absetzen ist oftmaliges Aufrühren notwendig.

c) Emulsionsfarbenanstrich.

Gefärbte und nicht farbbeständige, d. h. nachdunkelnde Emulsionen scheiden unter allen Umständen aus. Im übrigen gelten dieselben Regeln wie für Leimfarbenanstriche.

d) Lackfarbenanstrich.

Die Leuchtfarben vertragen sich mit allen Arten von Lacken. Am besten eignen sich streich- und spritzfähige Nitrolacke. Ölfreie Lacke sind nur dann brauchbar, wenn sie sehr hell sind und nicht nachdunkeln. Ölhaltige Lacke kommen mit Rücksicht auf die Anordnung 12 nicht in Betracht. — Infolge der Neigung zum Absetzen müssen die Lackfarben stets gut aufgerührt werden.

1. Grundierung: Der Farbkörper muß rein weiß sein. Besonders bewährt hat sich ein Gemisch aus Titandioxyd und Zinksulfid, das auch als Spezialleuchtgrund im Handel ist.

2. Deckanstrich: Der Auftrag kann durch Streichen oder Spritzen erfolgen. Im allgemeinen empfiehlt sich ein zweimaliger Anstrich.

e) Lackierung.

Eine Lackierung von Leuchtfarbenanstrichen in Innenräumen ist im allgemeinen nicht erforderlich. Man erzielt damit allerdings eine erhöhte Widerstandsfähigkeit. Auch lassen sich lackierte Leuchtfarbenanstriche besser reinigen. Am besten eignen sich Lacke aus Ronillaharz.

E. Auftragsweise:

Leuchtfarben können gestrichen oder gespritzt werden. Beim Spritzen sind weite Düsen zu wählen. Schlecht verlaufende Leuchtfarben werden gestupft. In verschiedenen Bindemitteln setzen die Leuchtfarben stark ab. Deshalb ist gut aufzurühren. Bunte Farbstoffe dürfen nicht zugesetzt werden.

F. Verbrauch:

Der Verbrauch ist bei den verschiedenen Fabriken verschieden. Er hängt auch ab von der Rauigkeit der Fläche und der Art des Bindemittels. Man rechnet mit etwa 4 bis 8 qm je kg trockener Farbe.

G. Bezugsquellen:

I. G. Farbenindustrie AG., Frankfurt a. M.,
Licht-O-Poon Fabrick N. V., Amsterdam/Holland,
Auergesellschaft AG., Berlin N 65,
Sachtleben AG., Köln,
Meteor-Leuchtfarben, Georg Kaiser, München,
und andere.

Wie genau kann man mit Bomben aus der Luft treffen?

In „Politiken“, Kopenhagen, Ausgabe vom 21. Juli 1942.

Die Frage der Treffgenauigkeit beim Bombenwurf aus der Luft ist bereits wiederholt erörtert worden, ohne daß sie jedoch eine endgültige Antwort gefunden hat. Auch die vorliegende Arbeit des militärischen Mitarbeiters der bekannten dänischen Tageszeitung „Politiken“ kann diese Antwort naturgemäß nicht geben. Immerhin aber verdient die für eine Tageszeitung doch recht sorgfältige Ausarbeitung auch einige Beachtung, zumal sie die an anderer Stelle dieses Heftes angeführten Luftkriegserfahrungen¹⁾ durchaus bestätigt. Es verlohnt sich daher, sie nachstehend ausführlich wiederzugeben:

Es ist möglich, die Treffwahrscheinlichkeit beim Bombenwurf aus der Luft für bestimmte Verhältnisse einigermaßen genau anzugeben und dazu eine Reihe von Umständen anzuführen, die auf ihre Veränderungen Einfluß haben. Die Treffergebnisse, die von den Luftstreitkräften der verschiedenen Länder erreicht worden sind, werden in der Regel als militärische Geheimnisse behandelt, man findet aber hin und wieder doch diesbezügliche Literaturangaben. So ist in die Denkschrift der dänischen „Sachverständigen-Kommission für den Schutz der Zivilbevölkerung“²⁾ von 1935 nachstehende Tabelle 1 aufgenommen, die die Streuung beim Abwurf im waagerechten Flug aus wechselnden Höhen und bei verschiedenen Geschwindigkeiten anzeigt. Die Zahlen in den Tabellen stammen allerdings noch von einer Reihe um das Jahr 1930 unternommener schwedischer Bombenabwurfversuche. Diese Versuchsabwürfe, die also unter friedensmäßigen Bedingungen ausgeführt wurden, sind, wie man annehmen muß, am Tage ausgeführt worden, auf ein festes Ziel, von Besatzungen in einem vorgeschrittenen Ausbildungsstand, jedoch mit Bomben und Bombenvisiereinrichtungen, die nahezu gleich vervollkommen sind wie die im derzeitigen Krieg angewandten. Aufgenommen ist in die vorerwähnte Denkschrift ferner die nachstehend wiedergegebene Tabelle 2 über die Anzahl Bomben, die unter näher angegebenen Verhältnissen zur Erzielung eines Treffers in Zielen verschiedenen Umfangs abgeworfen werden muß.

Es ist klar, daß das, was man als die kriegsmäßigen Faktoren bezeichnet, auf das Treffen den allergrößten Einfluß hat. Während von den Versuchsabwürfen, die den Tabellen zu Grunde liegen, angenommen werden muß, daß sie gegen ein deutlich markiertes Ziel ausgeführt wurden, an dem die Leistungen gemessen wurden, bietet das kriegsmäßige Ziel nicht immer deutliche und scharfe Richtungspunkte, und es versteht sich von selbst, daß ein unklares, verschwommenes Ziel Ungenauigkeiten beim Zielen ergibt. Daß das Ziel undeutlich erscheint, wird besonders häufig in der Nacht vorkommen. Die Anwendung von Fallschirm-Leuchtbomben kann nämlich nicht annähernd so günstige Verhältnisse ergeben, wie sie das Tageslicht bietet. Die Unsicherheit wächst weiter, wenn das Ziel selbst nicht gesehen werden kann, sondern man lediglich weiß, daß es im Verhältnis zu einem in der Nähe liegenden Geländepunkt, der gesehen werden kann, eine bestimmte Lage hat.

Wenn das Ziel sich bewegt, muß beim Abwurf darauf Rücksicht genommen werden, und dies bringt selbstverständlich weitere Möglichkeiten für Abweichungen mit sich, zumal wenn die Bewegung schnell ist.

In Friedenszeit Bomben zu werfen, wo die Besatzung ohne Schwierigkeit sich auf die Erreichung des bestmöglichen Ergebnisses konzentrieren kann, ist eine andere und weit leichtere Sache, als sie in Kriegszeit werfen zu müssen, wo Ruhe und Aufmerksamkeit der Besatzung vielleicht im entscheidenden Augenblick durch Angriff feindlicher Jäger oder Beschießung von seiten feindlicher Luftabwehrartillerie

¹⁾ Vgl. den Erlaß betr. Luftkriegserfahrungen auf dem Gebiete der Planung auf S. 155.

²⁾ Vgl. „Gasschutz und Luftschutz“ 10 (1940) 89.

Tabelle 1.
Streuung beim Bombenabwurf vom Flugzeug aus.

Höhe des Flugzeugs	Längsstreuung										Seitliche Streuung	
	Kein Einschiesßen ³⁾						Einschiesßen mit einer Bombe		Vollständiges Einschiesßen Geschwindigkeit 40 m/s			
	Geschwindigkeit 30 m/s		Geschwindigkeit 40 m/s		Geschwindigkeit 50 m/s							
	m	% der Flughöhe	m	% der Flughöhe	m	% der Flughöhe	m	% der Flughöhe	m	% der Flughöhe		
500	43	8,5	52	10,4	60	12,0	40	8,0	—	—	25	5,0
1100	55	5,0	70	6,4	86	7,8	50	4,6	35	3,2	50	4,6
2000	70	3,5	88	4,4	110	5,5	60	3,0	—	—	85	4,3
3300	81	2,5	100	3,0	125	3,8	73	2,2	50	1,5	126	3,8
4000	90	2,25	107	2,7	130	3,25	80	2,0	60	1,5	145	3,6
5000	103	2,1	124	2,5	150	3,0	100	2,0	75	1,5	165	3,3

³⁾ Beim „Einschießen“ wird — durch Abwurf einer kleineren oder auch größeren Anzahl Bomben — der Abtrieb bestimmt, den der Wind usw. bei der Bombe verursacht; man wird dadurch nach einem oder mehreren Versuchen in den Stand gesetzt, den genauen Zeitpunkt zu bestimmen, zu dem die Bombe ausgelöst werden muß, damit sie größtmögliche Aussicht hat, das Ziel zu treffen.

Einschießen setzt indessen voraus, daß die Maschine mit geradem Kurs in gleichbleibender Höhe und ständig aufs neue aus derselben Richtung über das Ziel hinfliegt. Sie bietet dadurch der Luftabwehr vom Boden aus (Flak) die bestmöglichen Bedingungen, sie zu treffen; will sie das Risiko für sich selbst vermindern, so muß sie das Einschiesßen einschränken, ganz unterlassen oder gegen ein Hilfsziel (d. h. einen auf dem Wege nach dem Ziel hin gewählten Punkt) unternehmen. Die letztere Art und Weise des Vorgehens setzt oftmals die Maschine der Gefahr aus, sich dem Luftmeldedienst zu verraten, und ist im übrigen nicht ganz so sicher wie Einschiesßen auf das Ziel selbst.

Tabelle 2.
Treffwahrscheinlichkeit beim Bombenabwurf vom Flugzeug aus.

Höhe des Flugzeugs	Erforderliche Bombenzahl für einen Treffer bei einem Ziel von			
	10×10 m (z. B. einem Transformatorengebäude)	100×6 m (z. B. einer Eisenbahnbrücke ⁴⁾)	50×50 m (z. B. einem Gebäude)	50×100 m (z. B. einem Häuserviereck ⁴⁾)
	100 m ²	600 m ²	2500 m ²	5000 m ²
500	55	11	2	2
1100	143	28	7	3
2000	334	57	13	7
3300	556	87	22	11
4000	625	117	27	14
5000	834	132	36	19

⁴⁾ Flug in der Längsrichtung des Ziels.

Die Zahlen in dieser Tabelle sind unter Benutzung der Streuungszahlen in der vorangehenden Tabelle für eine Fluggeschwindigkeit von 50 m/Sek. und unter der Voraussetzung, daß kein Einschiesßen erfolgt, berechnet.

gestört werden. Es sind unzweifelhaft Umstände dieser Art, die die größten Unterschiede zwischen der Wurfgenauigkeit, die in Friedenszeit erreicht werden kann, und jener, mit der im Krieg gerechnet werden darf, verursachen.

Bei der gewaltigen Massenausbildung von Luftfahrzeugbesatzungen, die während eines Krieges stattfindet, ist es kaum möglich, diesen dieselbe gute Ausbildung und Schulung zuteil werden zu lassen wie unter Friedensverhältnissen; auf der anderen Seite aber erlangen gewisse Besatzungen durch intensive Kriegspraxis eine Erfahrung und Tüchtigkeit, zu der zu gelangen keine Besatzung in Friedenszeit Gelegenheit hat.

Die Flugzeuge, die jetzt im Krieg eingesetzt werden, sind weit schneller als die, womit die den Zahlen in obigen Tabellen zu Grunde liegenden Versuchsabwürfe ausgeführt sind. Ihre Geschwindigkeit wird — selbst wenn sie während des Abwurfs bei waagrechttem Flug herabgesetzt wird — jederzeit über 50 m in der Sekunde (180 km/h) und oftmals in der Nähe von 100 m in der Sekunde (360 km/h) liegen. Wie aus

der Tabelle ersichtlich ist, wächst mit der Geschwindigkeit die Unsicherheit, und dieser Umstand wird dadurch, daß Bombenvisiereinrichtungen und Bomben jetzt besser sind als die bei den Versuchen benutzten, nur teilweise ausgeglichen.

Die beim Bombenabwurf benutzten Visierapparate sind sehr komplizierte Instrumente — gewissermaßen eine Vereinigung von Fernrohr, Zielapparat und Rechenmaschine —, jedoch liegt die Sache im allgemeinen so, daß, je verwickelter eine Bombenvisiereinrichtung ist, desto einfacher sie sich bedienen läßt; die Maschine übernimmt die Arbeit des Mannes. Die neuzeitlichen Bombenvisiereinrichtungen lassen sich beim Anfliegen des Ziels in einer willkürlichen Richtung zum Winde gebrauchen, während die älteren Anfliegen mit Rücken- oder Gegenwind erforderten.

Wie bekannt, ist in den letzten Jahren vor dem Kriege eine ganz neue Methode, Bomben abzuwerfen, aufgekommen, nämlich die sog. Sturzbombardierung, bei der der Flieger in mehr oder weniger steilem Sturzflug das Ziel anfliegt und, wenn die Visierlinie auf den Richtungspunkt eingerichtet ist, die Bombe auslöst, worauf er das Flugzeug aufrichtet. Das Zielen ist auf diese Weise am leichtesten auszuführen, wenn der Sturzflug senkrecht erfolgt, da dann die Fallbahn der Bombe eine gerade Linie wird und somit auf keine Bahnkrümmung hin eine Korrektur vorzunehmen ist. Indessen setzt das ganz senkrechte Stürzen sowohl das Flugzeug als auch die Besatzung größeren Anspannungen aus, und es werden daher jetzt am häufigsten Sturzflugwinkel von 60 bis 70°, von der waagerechten Ebene aus gerechnet, angewendet.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß diese Abwurfmethode, wenn der Sturzflug bis zu einer Höhe zwischen 500 und 1000 Metern hinabgeführt wird, besseres Treffen gewährleistet als der Abwurf vom waagerechten Flug aus. Es kann jedoch über die Größe des Unterschieds keine zahlenmäßige Auskunft gegeben werden.

Zusammenfassend kann man vielleicht sagen, daß selbst, wenn einzelne erfahrene und geübte Besatzungen unter günstigen Verhältnissen und namentlich bei Anwendung des Sturzflugbombardements kriegsmäßige Treffergebnisse erzielen können, die ein gut Teil über dem in obigen Tabellen angegebenen liegen, doch der Durchschnitt der Kriegsergebnisse unzweifelhaft unter den Angaben der Tabellen liegt.