

ZIVILER Luftschutz

VORMALS „GASSCHUTZ UND LUFTSCHUTZ“

WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE ZEITSCHRIFT
FÜR DAS GESAMTE GEBIET DES ZIVILEN LUFTSCHUTZES

MITTEILUNGSBLATT AMTLICHER NACHRICHTEN

NR. 12

KOBLENZ, IM DEZEMBER 1954

18. JAHRGANG

Herausgeber: Präsident a. D. Heinrich Paetsch

Mitarbeiter:

Ministerialdirigent **Bauch**, Bundesministerium des Innern, Bonn; Prof. Dr. **Bothe**, Max-Planck-Institut, Heidelberg; Dr. Dr. **Dähmann**, Bonn; Regierungsdirektor Dr. **Darsow**, Bundesverkehrsministerium, Bonn; Ministerialdirigent **Doescher**, Bundesministerium für Wohnungsbau, Bonn; Dr. **Dräger**, Lübeck; Ministerialdirektor **Egidi**, Bundesministerium des Innern, Bonn; Prof. Dr. med. **Elbel**, Universität Bonn; Prof. Dr. **Gentner**, Universität Freiburg/Br.; Reichswehrminister a. D. Dr. **Gessler**, Präsident des Bayerischen Roten Kreuzes, München; Präsident **Hampe**, Bundesanstalt für zivilen Luftschutz, Bad Godesberg; Prof. Dr. **Haxel**, Universität Heidelberg; Prof. Dr. **Hesse**, Bad Homburg; Prof. Dr.-Ing. **Kristen**, Technische Hochschule Braunschweig; Oberregierungsrat **Leutz**, Bundesministerium für Wohnungsbau, Bonn; Ministerialrat a. D. Dr.-Ing. **Löfken**, Münster; Prof. Dr. med. **Lossen**, Universität Mainz; Direktor **Lummitzsch**, Koblenz; Admiral a. D. **Meendsen-Bohlken**, Bundesverband der Deutschen Industrie, Köln; Dr.-Ing. **Meier-Windhorst**, Hamburg; General d. I. a. D. **Metz**, Berlin; Ministerialrat a. D. Dr. **Mielenz**, Berlin; Prof. Dr. **Rajewsky**, Universität Frankfurt/M.; Prof. Dr. **Riezler**, Universität Bonn; **Ritgen**, Referent im Generalsekretariat des Deutschen Roten Kreuzes, Bonn; Generalmajor der Feuerschutzpolizei a. D. **Rumpf**, Elmshorn; Präsident a. D. **Sautier**, Vorsitzender des Bundes-Luftschutzverbandes, Köln; Oberregierungsrat Dipl.-Ing. **Schmitt**, Bonn; Ministerialrat **Schneppel**, Bundesministerium des Innern, Bonn; Ministerialrat Dr. **Schnitzler**, Innenministerium des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf; Dr.-Ing. **Schoszberger**, Berlin; Prof. Dr. med. **Soehring**, Hamburg.

Table of Contents

Air Raid Shelter Construction — Why?	282
The Effects of Explosive and Atomic Bombs on Buildings	283
On Air Raid Shelter Construction in Cities	291
City Analysis	293
Experimental Air Raid Shelter Construction in Berlin ...	299
The Building of Air Raid Shelters	303
Basic Problems of Air Raid Shelter Ventilation	311
Locking up Fixtures for Air Raid Shelters	313
A.R.P. for Overground Buildings — Constructive Measures	319
The Conversion of Cellars into Steel-Reinforced Air Raid Shelters	329
Cylindrical Gas-Proof Outdoor Shelters	339
Air Raid Shelter Construction in USA	346
Building Measures Within the Framework of Industrial A.R.P.	353

Table des matières

But de la défense passive des constructions	282
Effets des bombes explosives et des bombes atomiques sur les constructions	283
La situation des constructions urbaines de la défense passive	291
“Stadtanalyse”	293
Les constructions d’expérimentation de la défense passive à Berlin	299
Construction d’abris pour la défense passive	303
Problèmes fondamentaux de l’aération des abris de la défense passive	311
Fermetures des abris de la défense passive	313
Défense passive des constructions à nombreux étages — Mesures constructives	319
Revêtement en acier servant d’abris	329
Constructions extérieures cylindriques anti-gaz	339
Défense passive des constructions aux Etats-Unis	346
Mesures constructives dans le cadre de la défense passive industrielle	353

Schriftleitung: „Ziviler Luftschutz“, Berlin N 65, Friedrich-Krause-Ufer 24. Fernsprecher: 35 43 74.

Verlag, Anzeigen- und Abonnementsverwaltung: Verlag Gasschutz und Luftschutz Dr. Ebeling, Koblenz-Neuendorf, Hochstraße 20-26. Fernsprecher: 76 60.

Bezugsbedingungen: Der „Zivile Luftschutz“ erscheint monatlich einmal gegen Mitte des Monats. Abonnement vierteljährlich 8,40 DM, zuzüglich Porto oder Zustellgebühr. Einzelheft 3,— DM zuzüglich Porto. Bestellungen beim Verlag, bei der Post oder beim Buchhandel. Kündigung des Abonnements bis Vierteljahresschluß zum Ende des nächsten Vierteljahres. Nichterscheinen infolge höherer Gewalt berechtigt nicht zu Ansprüchen a. d. Verlag.

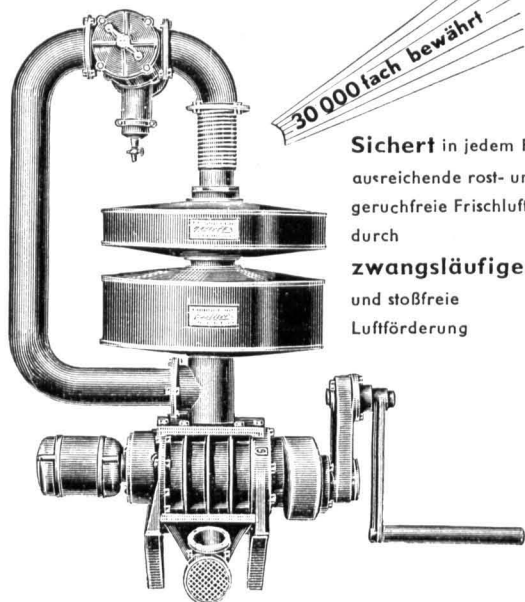
Anzeigen: nach der z. Z. gültigen Preisliste Nr. 2. Beilagen auf Anfrage.
Zahlungen: an Verlag Gasschutz und Luftschutz Dr. Ebeling, Koblenz-Neuendorf, Postscheckkonto: Köln 145 42. Bankkonto: Rhein-Main Bank A. G., Koblenz, Kontonummer 4046.

Druck: Alfa-Druck, Berlin W 35.

Verbreitung, Vervielfältigung und Übersetzung der in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge: das ausschließliche Recht hierzu behält sich der Verlag vor.

Nachdruck: auch auszugsweise, nur mit genauer Quellenangabe, bei Originalarbeiten außerdem nur nach Genehmigung der Schriftleitung und des Verlages.

RHEINWERK Drehkolben-Raumbelüfter
für Schutzräume



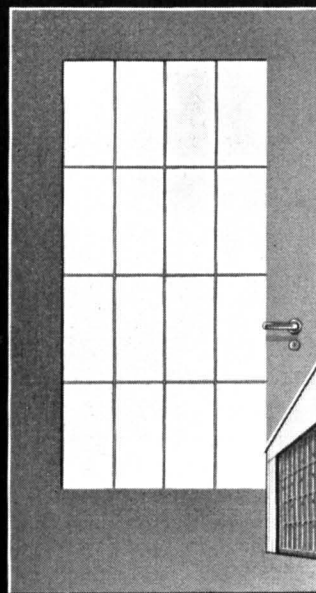
Sichert in jedem Falle
ausreichende rost- und
geruchfreie Frischluft
durch
zwangsläufige
und stoßfreie
Luftförderung

Eingerichtet für Hand- und Kraftantrieb

Maschinenfabrik Rheinwerk

Heinen & Co

Wuppertal-Oberbarmen



**STAHL-
TÜREN**

PAUL STEINAU · NEHEIM · HÜSTEN

STAHLTÜREN- UND FENSTERBAU



AUSRÜSTUNGEN

für den Einzel- und Sammelschutz

IM LUFTSCHUTZ

AUERGESELLSCHAFT AG. BERLIN N 65

ABTEILUNG GEWERBESCHUTZ

ZIVILER LUFTSCHUTZ

VORMALS „GASSCHUTZ UND LUFTSCHUTZ“

18. Jahrgang - Nr. 12 - Seiten 281 bis 359 · Dezember 1954

Zum Geleit

Schon wenige Jahre nach Kriegsende begann man zu erkennen, daß, wie auch immer die politische Entwicklung verlaufen würde, Deutschland auf die Dauer nicht ohne zivilen Bevölkerungsschutz bleiben könne. Diese bittere, aber unausweichliche Erkenntnis hat inzwischen immer mehr an Boden gewonnen. Es ergab sich daraus die Pflicht, die Möglichkeiten des Luftschutzes in heutiger Zeit zunächst wissenschaftlich zu erforschen, dann aber auch bestimmte Vorschläge für wirkungsvolle Schutzmaßnahmen zu erarbeiten und ihre Durchführung vorzubereiten. Dieser Aufgabe hat sich das Bundesministerium des Innern und auf dem Gebiete des baulichen Luftschutzes das Bundesministerium für Wohnungsbau angenommen. Über die bisher erzielten Ergebnisse hat die Zeitschrift „Ziviler Luftschutz“ fortlaufend berichtet und damit eine wertvolle Aufklärungsarbeit geleistet.

Unter den möglichen Schutzvorkehrungen nehmen diejenigen baulicher Art eine besondere Stellung ein. In vielen Fällen aber kann das, was im Anfang versäumt wurde, nicht mehr nachgeholt werden. Da ein wirkungsvoller Schutz der Zivilbevölkerung ohne bauliche Vorkehrungen undenkbar ist, so müssen die Fragen des baulichen Luftschutzes vordringlich behandelt werden.

Ausgehend von der Sorge für die Menschen, ihre Wohnung und Arbeitsstätte, werden daher seit Jahren in meinem Hause Vorschläge für den baulichen Luftschutz entwickelt und der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Schon im Jahre 1952 erschienen die Vorläufigen Merkblätter „Bautechnischer Luftschutz“ und „Luftschutz im Städtebau“; sie wollten denjenigen, die aus eigenem Entschluß und aus der Erkenntnis der Gefahr bei der Errichtung von Bauwerken vorsorglich bauliche Luftschutzvorkehrungen treffen wollten, als Rat und Hilfe dienen.

Es ist befriedigend festzustellen, daß dieser Appell an das selbstverantwortliche Handeln in weiten Kreisen verstanden und befolgt worden ist.

Die mit den Merkblättern eingeleitete Arbeit mußte weitergehen, um sie auf dem neuesten Stand unseres Wissens zu halten. In zwei Ausschüssen und deren Arbeitskreisen sind die besten Fachleute Deutschlands bemüht, einen Überblick über die Wirkung heutiger Waffen und die Möglichkeit eines Schutzes gegen sie mit baulichen Mitteln zu schaffen. Für ihre ehrenamtliche, oft mühevollen Tätigkeit möchte ich ihnen auch an dieser Stelle danken.

Im vorliegenden Heft berichten sie über ihre bisherigen Ergebnisse. Die Veröffentlichung wird damit zu einer zusammenfassenden Darstellung dessen, was heute auf dem Gebiete des baulichen Luftschutzes erarbeitet worden ist. Es zeigt, daß die Wirkung heutiger Angriffsmittel zwar in erschreckendem Maße gestiegen ist, daß aber trotz allem ein wirkungsvoller Schutz möglich bleibt. Gerade die Größe der Gefahr zwingt uns, jedes Mittel der Abwehr und des Schutzes auszuschöpfen. Ich möchte wünschen, daß dieses Heft alle für den baulichen Schutz der Bevölkerung Verantwortlichen erreicht.

Bundesminister für Wohnungsbau

Warum „Baulicher Luftschutz“?

Von Ministerialrat a. D. Dr.-Ing. Alexander Löfken, Bonn

Soweit wir in die Vergangenheit zurückblicken können, überall zeigen sich Beweise des ewigen Gesetzes der Selbsterhaltung. In endloser Kette berichtet die Geschichte von Kampf, von Angriff und Verteidigung. Überall ist das Bauwesen wesentlich an Verteidigungs- und Schutzmaßnahmen beteiligt. Denken wir an den Palisadenzaun, den Ringwall unserer Vorfahren, die Chinesische Mauer im Fernen Osten, den römischen Limes vom Taunus bis zur Donau, die großartigen Stadtbefestigungen des Mittelalters, die Maginotlinie der Franzosen und die Westbefestigungen unseres Landes.

Alle diese Schutzmaßnahmen spiegelten den Stand des Bauwesens wider. Wir erkennen auch, daß die fortschreitende Entwicklung der baulichen Forschung und des baulichen Könnens immer größere Forderungen aus der Wirkung der Waffentechnik und der Notwendigkeit der Verteidigung erfüllen konnte. Alle baulichen Verteidigungsmaßnahmen hatten weitgehenden Einfluß auf das Siedlungswesen, auf den Ausbau der Städte, auf das gesamte Leben.

Noch nicht 10 Jahre sind vergangen, seit die erste Atombombe über Hiroshima abgeworfen wurde. In dieser kurzen Zeit hat die Wirkung der A-Bombe und neuerdings der Wasserstoffbombe (H-Bombe) erschreckend zugenommen. Die Vorräte dieser Angriffsmittel sind ständig im Wachsen. Wir wissen heute, daß ein einziger Bomber mit derartigen Waffen für ein Angriffsziel eine weit größere Gefahr sein kann als die Massen-Flugzeug-Formationen des vergangenen Weltkrieges. Wie immer muß auch heute die Vervollkommnung der Angriffswaffen zwangsläufig zur Entwicklung einer entgegenarbeitenden Verteidigung führen. Es sei hier nur auf die Entfaltungsmöglichkeiten der Elektrotechnik, insbesondere der Radargeräte, hingewiesen. Auf diesem Gebiete sind zweifellos erstaunliche Fortschritte zu verzeichnen, so daß sich Einflüge in gut geschützte Gebiete in Zukunft sicherlich schwierig gestalten werden.

Wir erkennen aber auch, daß die Abwehr von Luftangriffen sich nicht mehr darauf beschränken kann, einen mehr oder weniger hohen Abschluß aus Bomberverbänden zu erzielen. Eine lückenlose Abwehr müßte erreicht werden, wenn jeder einzelne Feindeinflug unmöglich gemacht werden soll, um zu verhindern, daß eine A-Bombe oder H-Bombe unermeßlichen Schaden an Gut, Blut und Leben anrichtet. Eine lückenlose Abwehr aber wird es niemals geben. Damit zeigt sich die ernste Lage unseres Raumes auf, zumal heute eine Abwehr sich nicht nur auf Flugzeuge, sondern auch auf die sich immer mehr vervollkommnende Raketenwaffe und Atom-Artillerie einstellen muß. Kein Gegner wird vor der Anwendung modernster Vernichtungswaffen zurückschrecken, wenn seine Existenz auf dem Spiele steht.

Bei dieser Lage ist es nicht verständlich, wenn vielfach noch Unbekümmertheit und Reaktionslosigkeit herrschen, wenn man sich so verhält, als hätte man die Gewißheit, Atomangriffe mit den herkömmlichen Mitteln verhüten zu können, ja als dürfte man sie unbe-

achtet lassen. Man könnte geradezu von einer Lähmung, einem Nichtsehenwollen der Tatsachen sprechen, um der Notwendigkeit zu entgehen, die entsprechenden Folgerungen zu ziehen. Die Experten der zivilen Verteidigung aller Länder haben erkannt, daß die A- und H-Bomben die gesamte Planung von ehemals über den Haufen geworfen haben, aber auch, daß bauliche Schutzmaßnahmen durchaus wirkungsvoll sind.

Zusammengefaßt muß dazu gesagt werden: Seit 1945 hat die Entwicklung des Kriegsmaterials Umwälzungen, Veränderungen und Fortschritte zu verzeichnen, die eine Umstellung unseres Denkens verlangen. Neue Wege und Maßnahmen, neue strategische, operative und taktische Einsichten fordern Berücksichtigung. Wer nicht mitkommt, erst recht, wer nicht mitgehen will, hat von vornherein verspielt. Wir müssen den Mut aufbringen, das Neue zu erkennen und zu wollen.

Auf dem Gebiete des Bauwesens erscheinen folgende Maßnahmen notwendig:

- Vermeidung jeglicher Wohn- und Wirtschaftsballungen,
- Dezentralisierung der Industrie,
- Bereitstellung von Ersatzanlagen für alle entscheidenden und lebenswichtigen Versorgungs- und Produktionsstätten,
- Schaffung eines gesicherten Verkehrs-, vor allem Straßennetzes, das alle gefährdeten Punkte vermeidet und umgeht,
- Ausbau, Vermehrung und Sicherung der Material- und Vorratslager für die Verteidigung, Versorgung und Ernährung,
- Ausbau von Rettungsstellen,
- Bau von Depots für die Bevorratung von Sanitätsmaterial,
- Planung einer exakten Evakuierung für bestehende Gefahrenpunkte,
- Bereitstellung von „Zufluchtstätten“ zur Aufnahme Evakuierter und Flüchtlinge,
- Konstruktion von Hochbauten, die luftdruck- und -sogunempfindlich und weitgehend nichtbrennbar sind,
- Schutzmaßnahmen für die Bevölkerung (Schutzraumbau).

Die Forderungen zeigen, daß die Möglichkeiten der Waffenwirkungen die gegenwärtigen Lebens- und Arbeitsbedingungen verändern und umstellen, daß neue Formen gesucht und gefunden werden müssen.

Den Planern, Städtebauern, Architekten und Technikern aller Zweiggebiete fällt die Aufgabe zu, die Verkehrs-, Wirtschafts-, Versorgungs-, Industrie-, Stadt- und Siedlungsballungen zu lockern und neue Anlagen sorgfältig in den vorhandenen Raum einzuordnen. Im großen wird die luftschutztechnische Gesundung unseres Lebensraumes so erfolgen müssen, daß viele wirtschaftlich und versorgungstechnisch in sich gesicherte Landschaftskreise entstehen, die, jeder für

sich, auch dann lebens- und arbeitsfähig bleiben, wenn einzelne Kreise vorübergehend oder auf längere Zeit gestört sind oder gar ausfallen.

Die Verteidigung beeinflusst also nicht nur das Bauwesen, sondern die gesamte Raumordnung. Da in einer zukünftigen Auseinandersetzung die zivile Bevölkerung mit in das Kampfgeschehen hineingezogen wird, so muß unser Sinnen und Trachten darauf gerichtet sein, im Frieden alles vorzubereiten, um widerstandsfähig zu sein und so unser Volk zu schützen.

Der deutsche Raum muß heute unter einem gegenüber der Vergangenheit wesentlich unterschiedlichen Gesichtspunkt bewertet werden. Die Grenzen sind nähergerückt. Unter der enormen Waffenwirkung kann nicht mehr der uns verbliebene Lebensraum in Operationsgebiet und Hinterland oder in verschiedenen gestaffelte Zonen unterteilt werden. Zu der Tatsache der gewaltigen Steigerung der Angriffs- und Wirkungsmöglichkeiten kommt die wesentliche Verkürzung der Luftangriffsanwege, so daß alle früheren Maßstäbe in bezug auf Warnung, Angriffsziel, Vorbereitung und luftschutzmäßiges Verhalten nicht mehr zutreffen.

Der Technik, dem Bauwesen und der zivilen Verteidigung fällt die schwierige Aufgabe zu, vorausschauend und mit großer Sorgfalt alle Vorkehrungen auf den baulichen und technischen Gebieten zu erkennen, zu planen und durchzuführen, die unseren Raum in die Lage versetzen, mögliche Schäden und Auswirkungen auf ein Mindestmaß zu verringern. Wir müssen somit lernen, nicht nur den Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit bei allen technischen Aufgaben zu beachten, sondern auch die Sicherung des Lebensraumes bei allen unseren Maßnahmen mit in den Vordergrund zu stellen.

Die Grundsätze des „Baulichen Luftschutzes“ müssen die Planung, Vorbereitung und Ausführung jeder Neuanlage, überhaupt jeder baulichen Schöpfung maßgeblich beeinflussen. Die deutsche Bauwelt muß begreifen, daß die Kühnheit ihrer Entschlüsse und Ausführungen wettlaufen muß mit der Größe der Gefahr. Sie darf vor keiner Anstrengung zurückschrecken, um ihre Verpflichtung gegen den Staat zu erfüllen, den deutschen Lebensraum sichern zu helfen. Kein Bauschaffen ohne Beachtung des „Baulichen Luftschutzes“!

Wirkungen von Spreng- und Atombomben auf Bauwerke

Von H. Schardin, H. Molitz und G. Schöner, Weil am Rhein*

Einleitung

Nach den zahllosen Opfern an Menschenleben auch außerhalb des Frontgebietes und den schweren Zerstörungen, die während des zweiten Weltkrieges an Städten und Industrieanlagen hervorgerufen worden sind, ist die Frage des Schutzes von Bauwerken gegen die Wirkung von Spreng- und Atombomben von größter Wichtigkeit. Man sollte daher unabhängig von dem Bau von speziellen Schutzbauten auch bei allen neuen zivilen Bauvorhaben versuchen, weitgehend den Anforderungen eines modernen Luftschutzes gerecht zu werden. Deswegen ist es notwendig, daß auch die Möglichkeit bestehen muß, weite Kreise über die technischen Grundlagen der Wirkung von Spreng- und Atombomben zu unterrichten. Die Fachliteratur hierfür ist sehr spärlich und außerdem zum Teil schwer zugänglich.

In diesem Bericht soll versucht werden, einen zusammenfassenden Überblick zu geben. Die sachlichen Unterlagen waren größtenteils bereits während des Krieges vorhanden. Neu hinzugekommen ist im wesentlichen die Behandlung der Druckwirkung von Atombomben. Aber auch hier war es möglich, diese in guter Übereinstimmung mit den in USA veröffentlichten experimentellen Ergebnissen durch Extrapolation der Werte für normale Sprengstoffe darzustellen.

Zunächst wird auf die Durchschlagsleistung von Sprengbomben durch Baumaterialien verschiedener Art eingegangen. Dann wird die Wirkung für den Fall kurz behandelt, daß die Sprengung unmittelbar an der Oberfläche bzw. im Innern des Objektes erfolgt. Den Hauptteil des Berichtes bilden die Ergebnisse, die bei der Untersuchung der Druckwirkung von Sprengstoffen und Atombomben gewonnen wurden, wenn die Sprengung in einem bestimmten Abstand vom Objekt erfolgt. Auf die Strahlungswirkung der Atombombe und die durch sie verursachte radioaktive Verseuchung

wird in diesem Bericht nicht eingegangen. Auch Brandbomben sind nicht berücksichtigt worden, weil ihre Wirkung in erster Linie chemischer und nicht physikalischer Natur ist. Soweit ihre Durchschlagsleistung beurteilt werden soll, kann man sinngemäß die entsprechenden Ergebnisse bei Sprengbomben verwenden.

Die Durchschlagsleistung von Sprengbomben

Wenn auch die Minenwirkung bei Bombenangriffen und besonders bei einer Atombombe den Hauptteil der Zerstörungswirkung ausmacht, so müssen doch bei wichtigen Bauten, insbesondere bei Bunkern, die dem Schutze der Bevölkerung dienen, Maßnahmen getroffen werden, die ein Durchschlagen des Bauwerkes verhindern. Die Wirkung einer Detonation im Innern eines Gebäudes ist sicher wesentlich katastrophaler als außerhalb desselben. Der zukünftige Luftschutz darf auch bei weitgehender Berücksichtigung der Wirkung von Atombomben die Möglichkeit des Angriffes mit normalen Sprengbomben niemals unberücksichtigt lassen.

Welche Faktoren sind für die Durchschlagsleistung einer Sprengbombe maßgebend? Experimentelle Ergebnisse aus Bombenabwurf- und Beschußversuchen, die durch theoretische Überlegungen gestützt wurden, haben ergeben, daß bei gleichem Zielmaterial der Eindringweg annähernd proportional zur Querschnittsbelastung und Auftreffgeschwindigkeit, also proportional zum Auftreffimpuls pro Flächeneinheit ist. Es gilt demnach

$$1) x_0 = \frac{z}{g} \cdot \frac{G}{F} \cdot v = z \cdot \frac{m \cdot v_z}{F}$$

Dabei ist x_0 der Eindringweg, $m = G/g$ die Masse des Geschosses, $F = \frac{\pi}{4} D^2$ die Fläche des größten Querschnittes der Bombe vom Durchmesser D und v_z die

* Mitarbeiter am „Service Technique de l'Armée française“

Auftreffgeschwindigkeit. Die Konstante z charakterisiert das Zielmaterial sowie die Bombenform; ihr Reziprokwert hat die Dimension: Impuls/Volumeneinheit. Als Einheit des Gewichtes wird kg genommen, alle Längen werden in m und die Zeit in s. gemessen.

Da für gleiche Bombentypen G/D^3 ungefähr konstant ist, bei Sprengbomben im Mittel rund 5000 kg/m^3 , bei Geschossen normaler Bauart etwa $13\,000 \text{ kg/m}^3$, wird es zweckmäßig sein, den Eindringweg x_0 in Kalibern D zu messen; dann ist

$$1') \frac{x_0}{D} = \frac{4z}{\pi \cdot g} \cdot \frac{G}{D^3} \cdot v_z = z' \cdot \frac{G}{D^3} \cdot v_z.$$

Das bedeutet, daß bei ähnlichen Bombentypen und gleichem Zielmaterial der Eindringweg in Kalibern der Auftreffgeschwindigkeit v_z proportional ist. Die Auftreffgeschwindigkeit nicht angetriebener Bomben wird auch bei modernen Hochleistungsflugzeugen kaum 400 m/s . überschreiten.

Diese Proportionalität zur Auftreffgeschwindigkeit gilt nur bei nicht zu festen Materialien wie Sand, Lehm, Kalkgestein und auch noch bei Beton, dagegen nicht mehr bei Panzerstahl.

In der folgenden Tabelle werden einige Werte für z und z' angegeben¹⁾

Tabelle 1

Bodenart:	Tonkalk	Lehm	Sand	Kalkstein	Beton	Eisenbeton	Granit
$10^6 \cdot z$	180	125	70	35—13,5	9	5,8	3,8
$10^6 \cdot z'$	23	16	9	4,5—1,7	1,2	0,74	0,48

Damit liegen die Eindringwege überschlagmäßig fest. Sie gelten für den Einschlag in ein sehr ausgedehntes homogenes Material. Für den Durchschlag von Decken aus diesem Material kann man diese Zahlen nicht direkt zur Beurteilung heranziehen. Eine Betondecke, die z. B. von einer Bombe getroffen wird, kann bereits zerstört werden, obwohl der Eindringweg kleiner als die Deckendicke ist, weil auch Schichten, die nicht durchstoßen werden, in Mitleidenschaft gezogen werden. In der Praxis ist es üblich, daß man die mögliche Durchschlagstärke d_1 beim Auftreffen um 50% größer als den Eindringweg x_0 unter denselben Voraussetzungen annimmt, d. h. man setzt

$$2) d_1 \approx 1,5 \cdot x_0.$$

Wirkung von Detonationen an der Oberfläche und im Innern eines festen Materials

Nachdem der Eindringweg x_0 einer Bombe in einem festen Material praktisch ausreichend durch die Angabe von z bzw. z' und die Auftreffgeschwindigkeit v_z beschrieben worden ist, erhebt sich die Frage, welche Wirkung die Detonation eines ruhenden Sprengstoffes an der Oberfläche und im Innern eines Baustoffes hervorruft.

Auf Grund umfangreicher Sprengversuche an Festungsbunkern verschiedener Mauerdicken konnte die Wirkung anliegender Ladungen bei Stahlbeton gut erfaßt werden. Man stellte dazu die Wanddicke d_2 [m] fest, die bei Sprengung einer Ladung L [kg] noch als unzerstört gelten kann. Als unzerstört wurde die Mauer dann betrachtet, wenn nach der Detonation höchstens kleine Risse auftraten, jedoch auf der Innenseite keine größeren Brocken abgeplatzt waren. Empi-

risch wurde gefunden²⁾, daß d_2 proportional der dritten Wurzel aus dem Ladungsgewicht ist, also

$$3) d_2 = c \cdot \sqrt[3]{L}.$$

Mit diesem Ansatz ergab sich bei Sprengungen von stehenden Bomben auf der Decke der Bunker die

Konstante $c = 0,27 \text{ (m/}\sqrt[3]{\text{kg}}\text{)}$. Bei würfelförmigen, unverdämmten Ladungen auf Decken von Bunkern aus Beton mit Braunschweiger Bewehrung (Betonfestigkeit 400 kg/cm^2) ergab sich die Konstante zu $c = 0,30$

$(\text{m/}\sqrt[3]{\text{kg}})$. Man kann also als zum Schutz erforderliche Deckendicke eines Betonbaus annehmen:

$$3') d_2 = 0,30 \sqrt[3]{L}.$$

Als „gefährliche“ Ladung wird i. a. eine um 50% höhere Sprengstoffmenge angesehen, so daß eine Decke

als gefährdet gilt, wenn ihre Dicke aus $d_2 = 0,26 \cdot \sqrt[3]{L}$

bestimmt wird ($0,26 = 0,30 : \sqrt[3]{1,5}$). Bei Sprengung unter dem Erdboden ist infolge der Verdämmung durch das Erdreich der Proportionalitätsfaktor größer; er beträgt dann etwa 0,6, was einer Reduzierung der Ladung auf etwa $1/8$ für den gleichen Durchschlag äquivalent ist.

In diesem Zusammenhang sei auch erwähnt, daß direkt unter dem Bunker angebrachte Bombenladungen eine besonders starke Zerstörungswirkung ausüben. Kleinere Kampfstände wurden durch Bomben von $250\text{--}500 \text{ kg}$ bereits vollständig aus dem Boden gehoben und gedreht. Als Schutz gegen ein solches „Unterbomben“ durch tiefeindringende Bomben mit Zeitzünder werden Betonvorlagen senkrecht und waagrecht zur Seitenwand empfohlen.

Als weitere Frage erhebt sich nun die, wie eine Ladung wirkt, die tief in das Material eingedrungen ist und detoniert. Bei welcher Tiefe erfolgt noch eine Kraterbildung an der Oberfläche? Man kann auch hier wieder die Tiefe d_3 , bei der keine beobachtbare Wirkung an der Oberfläche auftritt, proportional zur dritten Wurzel aus der Ladung setzen. Die Konstante wurde für Lehm-Ton-Kreideboden zu 2,1 ermittelt, so daß also gilt

$$4) d_3 = 2,1 \cdot \sqrt[3]{L}.$$

Dieses Ergebnis wird durch amerikanische Versuche sehr gut bestätigt, die in „The Effects of Atomic Weapons“, Anhang B, beschrieben werden. Dort wird der Kraterradius R bei Detonationen im Boden als Funktion des Ladungsgewichtes L , der Bodenart A , des verwendeten Sprengstoffes E und der Detonationstiefe d dargestellt. Es ist

$$5) R = A \cdot E \cdot C \cdot \sqrt[3]{L}$$

wobei $C = C(d/\sqrt[3]{L})$.

Diese Funktion C verschwindet, wenn $d = 2 \cdot \sqrt[3]{L}$ ist, siehe Fig. 1. Damit ist eine praktisch ausreichende Übereinstimmung mit der Formel 4) erreicht. Bei $d = 0,8 \cdot \sqrt[3]{L}$ hat C seinen Maximalwert 1, d. h. in

¹⁾ Diese Werte resultieren aus Versuchen, die vom ehemaligen Forschungsinstitut „Graf Zeppelin“, Stuttgart-Ruit, durchgeführt wurden.

²⁾ Die Versuche sind im Institut von Prof. Kristen in Braunschweig während des Krieges durchgeführt worden.

dieser Tiefe wird durch die detonierende Ladung der größte Kraterradius erzielt. An der Oberfläche ($d = 0$) wird $C = 0,33$. Der Sprengstoff-Faktor E ist bei TNT (Trinitrotoluol) gleich Eins gesetzt und ist bei anderen Sprengstoffen nur wenig davon verschieden. Der Bodenfaktor A liegt bei Tonböden zwischen 0,9 (Löss) und 1,4 (gesättigter Ton). Nach anderen Angaben findet man für Erde mit Sand und Kies 0,8, für Granit 0,6 und Eisenbeton 0,46.

Abschätzung der Durchschlagsleistung beim Eindringen der Bombe mit nachfolgender Detonation

Die Kombination der eben beschriebenen Vorgänge: das Eindringen der Bombe in das Zielmaterial und die Wirkung der Detonation einer ruhenden Ladung im Innern, können nur angenähert dargestellt werden. Man kann etwa folgendermaßen vorgehen:

Man nimmt an, daß die Bombe den ihrer Auftreffgeschwindigkeit und Querschnittsbelastung entsprechenden Eindringweg x_0 zurückgelegt hat und zur Ruhe gekommen ist. Diese Wege werden in Zeiten der Größenordnung von 1 bis 10 ms zurückgelegt. Die Zündung mit Verzögerung erfolgt i. a. nach etwa 100 ms, d. h. also, nachdem die Bombe bereits zur Ruhe gekommen ist. Nun addiert man zu diesem x_0 die Durchschlagdicke d_2 der Ladung L nach der Formel (3) mit einem Wert für die Konstante zwischen 0,3 und 0,6 (im folgenden 0,5³). Die insgesamt durchschlagende Deckendicke ist also bei senkrechtem Auftreffen

6) $d = x_0 + d_2 = x_0 + 0,5 \cdot \sqrt[3]{L}$.

Beispiel: Durchschlagen einer Eisenbetondecke ($z' = 0,74 \cdot 10^{-6}$) beim Auftreffen einer Bombe vom Typ SD 500 A (Gewicht 500 kg) und einer Panzerbombe PD 500 (Gewicht ebenfalls 500 kg). Auftreffgeschwindigkeit $v_z = 300$ m/s. a) Im ersten Fall ist $x_0/D = 1,24$, also ($D = 0,45$ m) $x_0 = 0,45 \cdot 1,24 = 0,55$. Die Ladung $L = 180$ kg ergibt $d_2 = 2,8$ m, also beträgt die erforderliche Deckendicke 3,35 m. b) Im zweiten Fall ist infolge des höheren spezifischen Gewichtes ($G/D^3 = 24\,000$) der Eindringweg größer, nämlich $x_0/D = 5,3$, also $x_0 = 5,3 \cdot 0,276 = 1,5$ m. Die wesentlich kleinere Ladung $L = 32$ kg liefert $d_2 = 1,6$ m, also muß die Deckendicke 3,1 m betragen.

Nach dem Beispiel ist also die frühere Panzerdurchschlagsbombe PD 500 infolge ihres geringeren Sprengstoffanteils und der damit verbundenen geringeren Minenwirkung der normalen früheren Sprengbombe SD 500 A in ihrer Durchschlagsleistung gegen Beton unterlegen.

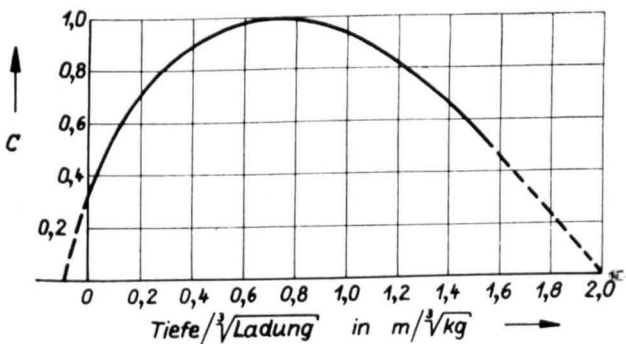


Fig. 1 Kraterfaktor C .

Druckwirkung von Spreng- und Atombomben

Bisher wurde die Wirkung von Sprengladungen behandelt, die im Material oder an seiner Oberfläche detonierten. Nun sollen die Zerstörungen beschrieben werden, die infolge der Minenwirkung in mehr oder weniger großem Abstand vom Objekt verursacht werden können.

Um darüber einen Überblick zu erhalten, ist es notwendig, die physikalischen Vorgänge bei der Ausbreitung der mit der Detonation verbundenen Druckstoßwelle zu betrachten.

Wird eine kugelförmige Ladung in der freien Atmosphäre gesprengt, wobei der Zündpunkt im Mittelpunkt liegen soll, so breitet sich eine kugelsymmetrische Stoßwelle aus. Der Druckverlauf in dieser Welle beginnt mit einer steilen Front, der ein Abfall auf Atmosphärendruck und darunter folgt. Ein später auftretender zweiter schwacher Druckstoß hat keine praktische Bedeutung. In guter Näherung kann man folgende formelmäßige Darstellung für den zeitlichen Druckverlauf wählen⁴) (vgl. Fig. 2):

7) $p = p_m \cdot \left(1 - \frac{t}{t_0}\right) \cdot e^{-t/t_0}$.

Dabei ist p_m der Maximaldruck und t_0 die Dauer des positiven Druckgebietes; t_0 ist also die Zeit, nach der der Druck p auf Atmosphärendruck abgesunken ist. In dieser Form charakterisieren also p_m und t_0 allein den Druckverlauf. Nun weiß man aber, daß bei mechanischen Stoßvorgängen außer dem Maximaldruck der Impuls eine maßgebende Rolle spielt. Daher wird es zweckmäßig sein, zur Beschreibung der Wirkung von Stoßwellen statt der Zeit t_0 als zweite Kenngröße den sogenannten positiven Impuls, d. h.

8) $I = \int_0^{t_0} p \, dt = \frac{1}{e} \cdot p_m \cdot t_0$

einzuführen.

Bei einer Stoßwelle läuft die Front ($t = 0$) schneller als der Punkt $t = t_0$. Mit zunehmender Ausbreitung

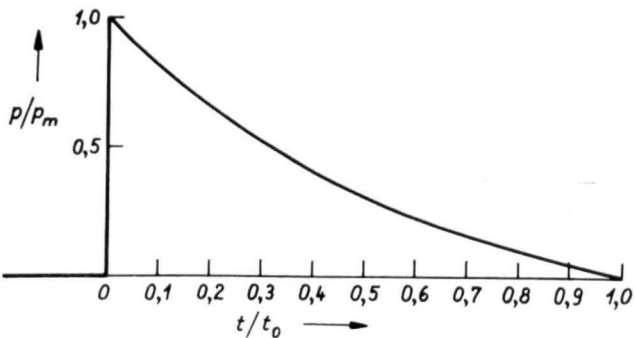


Fig. 2. Druckverlauf in einer Stoßwelle

wird also die positive Stoßzeit t_0 wachsen. Der Impuls nimmt jedoch mit der Entfernung vom Sprengherd laufend ab, weil der Maximaldruck p_m stärker abnimmt als t_0 zunimmt.

³) Der relativ hohe Faktor 0,5 scheint dadurch gerechtfertigt, daß die Decke durch den Eindringvorgang bereits in ihrer Festigkeit beeinträchtigt wurde und die eingedrungene Ladung stärker verdrängt angenommen werden muß als bei einer Standsprengung auf der Decke eines Bunkers.

⁴) The Effects of Atomic Weapons.

Das Modellgesetz

Für die Praxis ist es nun von größter Wichtigkeit zu wissen, in welchen Entfernungen E_1 und E_2 zwei verschiedene Ladungen L_1 und L_2 unter gleichen äußeren Bedingungen denselben Druck aufweisen. Gleiche äußere Bedingungen heißt, daß die Sprengstoffe identisch sind und eine geometrisch ähnliche Form besitzen und daß auch sonst gleiche physikalische Verhältnisse herrschen.

Das hierfür geltende Modellgesetz hat *C. Cranz* veröffentlicht⁵⁾. Es lautet:

In den Entfernungen E_1 und E_2 herrscht der gleiche Druck, wenn sie sich wie die dritten Wurzeln aus den Ladungen L_1 und L_2 verhalten. Die entsprechenden Impulse verhalten sich wie die Entfernungen, weil sich auch die positiven Zeiten so verhalten. Es gilt also

$$9) \quad p_{m1} = p_{m2}, \text{ wenn } \frac{\sqrt[3]{L_1}}{\sqrt[3]{L_2}} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{t_{01}}{t_{02}} = \frac{I_1}{I_2}.$$

Dieses Modellgesetz hat sich in der Ballistik in einem weiteren Bereich experimentell bestätigt⁶⁾. Es ist damit möglich, die Drücke bei Ladungen von einigen Milligramm auf die bei Atombomben auftretenden praktisch ausreichend genau umzurechnen.

Wird eine Stoßwelle von einer festen Wand reflektiert, so ist der an der Wand entstehende Druck höher als in der sich frei ausbreitenden Stoßwelle. Bei sehr schwachen Stößen (akustische Näherung) ist der Verstärkungsfaktor für den Maximaldruck bei senkrechter Reflexion 2, bei stärkeren Stößen wächst er bei idealen Gasen (mit $H = 1,4$) bis auf den Wert 8 an, bei Luft nimmt er noch höhere Werte an. In Fig. 3 ist bei senkrechtem Einfall der Druck nach der Reflexion als Funktion des ankommenden Druckes, kurz als „statischer Druck“ bezeichnet, aufgetragen.

Physikalisch kann man sich diesen Vorgang der Reflexion an einer festen Wand auch so vorstellen, daß man sich in einem unbegrenzt gedachten Raum zwei gleiche Ladungen in den Punkten A und B denkt, vgl. Fig. 4, deren Druckwellen sich nach Zurücklegen der halben Entfernung A B überlagern. In der Mitte C zwischen A und B herrscht dann derselbe Druck wie bei der Reflexion der Stoßwelle nur einer Ladung (z. B. der in A) an einer durch D E gehenden festen Wand. Aus dieser Betrachtungsweise ergibt sich, daß bei verschwindendem Abstand A B, also bei Detonation der Ladung A an der festen Wand, überall im Halbraum dieselben Druckverhältnisse herrschen wie bei Sprengung der doppelten Ladung in der freien, unbegrenzten Atmosphäre.

Daher kann man bei Sprengung einer Ladung am Boden diese der doppelten Ladung bei Sprengung in der freien Atmosphäre gleichsetzen. In der Praxis ist natürlich nicht eine exakte Verdoppelung zu erwarten, weil bei Sprengungen auf Sand oder anderen Materialien der reflektierende Erdboden nicht als ideal-starr angenommen werden kann und damit ein Teil der Energie vom Boden absorbiert wird.

Die Machsche Welle

Bei der Überlagerung zweier Knallwellen bzw. bei der Reflexion einer Welle an einer festen Wand tritt nun ein weiteres Phänomen auf, das für die Druck-

wirkung von Stoßwellen von großer Bedeutung ist. In Fig. 4 haben sich die beiden von A und B ausgehenden Knallwellen in dem Gebiet D E um C überlagert. Dort herrscht natürlich ein wesentlich höherer Druck als in den Primärwellen. Da die Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Stoßwelle aber um so größer ist, je höher der Druck ist, versucht die Welle gesteigerten Drucks, sich in das Gebiet über D und E hinaus auszubreiten. Anfangs ist das nicht möglich, weil die Schnittgeschwindigkeit der beiden von A und B ausgehenden Wellen, also die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Punkte D und E, selbst sehr hoch ist. Im Punkt C ist sie sogar unendlich und nimmt dann laufend ab. Damit wird von einem gewissen Augenblick ab die Ausbreitungsgeschwindigkeit des hohen Druckes im Überlagerungsbereich größer als die geometrische Schnittgeschwindigkeit, und es breitet sich eine neue Welle gesteigerter Intensität in den freien Raum hinein aus. Die so entstehende Welle heißt nach ihrem Entdecker *Machsche Welle*⁷⁾. Was hier an dem Modell zweier sich überlagernder Wellen gezeigt wurde, läßt sich entsprechend auf die Reflexion einer Stoßwelle an einer ebenen Wand übertragen. Bei den in der Praxis interessierenden Drücken beginnt die *Machsche Welle* etwa dort, wo der Winkel $\alpha \approx 40^\circ - 45^\circ$ ist (Fig. 4). Auch für die Druckwerte nach der *Machschen Reflexion* gilt das *Cranzsche Modellgesetz*.

Druckdiagramme

Die beschriebenen Verhältnisse sind in Fig. 5 zahlenmäßig dargestellt. Als Abszisse ist die Entfernung vom Sprengherd, als Ordinate der Maximaldruck der ankommenden Welle aufgetragen. Eingezeichnet sind einmal die Kurven gleicher Ladung und gestrichelt die gleichen Impulse. Die Ladungsgewichte beziehen sich dabei auf eine Sprengung am Boden, sie müßten also bei Sprengungen in freier Luft verdoppelt werden. Sie gelten für einen hochwertigen Brisanzsprengstoff (50% Trinitrotoluol + 50% Hexogen)⁸⁾. Man kann also bei gegebenem Sprengstoffgewicht für eine gewählte Entfernung den Druck angeben. Beispielsweise ist für $L = 10$ kg in 10 m Entfernung ein Maximaldruck von 0,65 atü vorhanden. Der Impuls ist an dieser Stelle $I = 1,5$ ms atü. Daraus ergibt sich unter Verwendung von (8) die Zeit positiven Druckes $t_0 = 6,3$ ms. Bei 1000facher Ladung, also bei $L = 10$ t, tritt derselbe Druck nach dem Modellgesetz

in der Entfernung $10 \cdot \sqrt[3]{1000} = 100$ m auf. Der entsprechende Impuls ist 10mal so groß, also 15 ms atü.

In die Schar der Ladungen ist eine mit 0 bezeichnete, stärker ausgezogene Kurve eingezeichnet, die einem Ladungsgewicht von etwa 13000 t entspricht. Diese Kurve stellt den Druckverlauf über der Entfernung für eine

⁵⁾ Lehrbuch der Ballistik II, S. 181, Springer, Berlin.

⁶⁾ Auch die in den vorigen Abschnitten wiedergegebenen Formeln für die Wirkung aufliegender Ladungen gehorchen diesem Modellgesetz.

⁷⁾ Diese einfache, auf *E. Mach* selbst zurückzuführende Darstellung ist inzwischen verfeinert worden.

⁸⁾ Die Zahlenwerte beruhen im wesentlichen auf Versuchen, die in dem früheren ballistischen Institut an der Technischen Akademie der Luftwaffe in Berlin-Gatow durchgeführt wurden.

am Boden detonierte Atombombe (Nominal atomic bomb) dar. Wenn hier nur 13 000 t statt der üblicherweise zitierten 20 000 t angegeben werden, so liegt das daran, daß sich das ganze Diagramm auf den Sprengstoff TH 1 : 1 und nicht wie bei den Amerikanern auf TNT bezieht. Würde die gleiche A-Bombe in freier Luft detonieren, so ergäben sich Druckwerte, die nur der halben Ladung zukommen würden (dickgestr. Kurve). Als dritte Kurvenschar ist in dieses Blatt der Druckverlauf am Boden für verschiedene Detonationshöhen der nominellen A-Bombe eingetragen. Die Abszisse stellt hierbei jedoch nicht die Entfernung vom wirklichen Detonationspunkt, sondern vom Lotpunkt der Detonation auf dem Boden dar (Bodennullpunkt). Die Detonationshöhe von 600 m ist als optimale Höhe bezeichnet, weil damit „optimal“ verteilte Druckwerte erreicht werden sollten⁹⁾. Bei dieser Auslösehöhe wird senkrecht unter dem Detonationspunkt am Boden ein Druck von 3,7 atü erzeugt (der Druck der ankommenden Welle vor der Reflexion beträgt dort 1,2 atü).

In etwa 600 m Entfernung vom Bodennullpunkt setzt die *Mach*sche Welle ein und führt zu einem deutlichen Druckanstieg. Dann folgt wieder ein stetiger Druckabfall. Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß durch die Bildung der *Mach*schen Welle die Entfernung, bei der ein bestimmter Druck angenommen wird, stark vergrößert wird, was in der Fig. 5 nicht so ausgeprägt wirkt, wie es bei linearer Auftragung der Fall wäre. So wird z. B. der Wert von 2 atü bei Detonation in 600 m Höhe einmal bei etwa 370 m und dann nochmals bei 730 m angenommen. Im Übergangsgebiet selbst (bei ungefähr 550 bis 650 m) ist das Verhalten experimentell und theoretisch noch zu wenig geklärt, um die angegebenen Werte als ganz gesichert annehmen zu können. Es ist aber zweifellos, daß durch die Detonation über dem Erdboden ein Gebiet der *Mach*schen Welle ein größerer Druck erzeugt wird als bei freier Ausbreitung oder auch bei Detonation am Boden, wenn man auf gleiche Entfernung bezieht. Ein Druck von 1 atü tritt ein bei

freier Ausbreitung in 670 m
Detonation am Boden ... in 830 m
Detonation in 600 m Höhe in 1000 m.

Die Flächen, in denen der Druck 1 atü und höher ist, betragen damit 1,4 bzw. 2,2 bzw. 3,1 km², nehmen also ganz erheblich zu.

Das Blatt gilt für die normale A-Bombe, die üblicherweise mit 1x bezeichnet wird. Es ist leicht, aus diesem

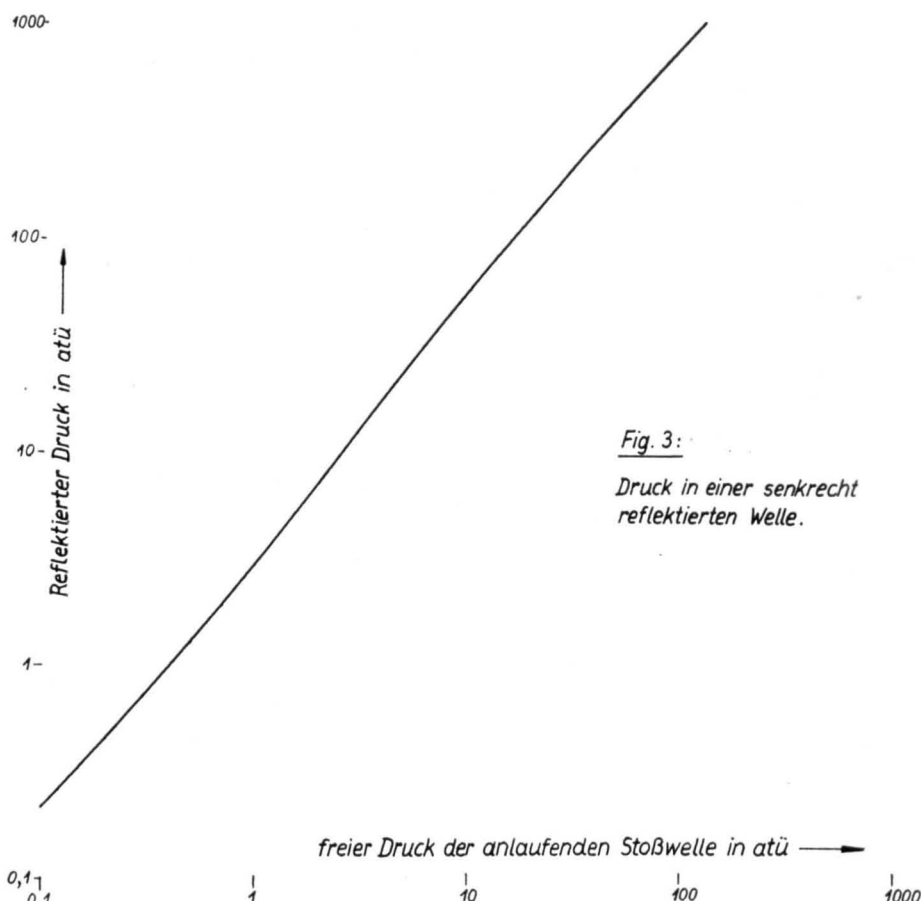


Fig. 3:

Druck in einer senkrecht reflektierten Welle.

Blatt die Entfernungen am Boden für die 8 x, 25 x . . . Bombe, allgemein für die nx-Bombe zu entnehmen, indem man die Entfernungen und Detonationshöhen mit $\sqrt[3]{n}$ multipliziert. Weiterhin kann man daraus

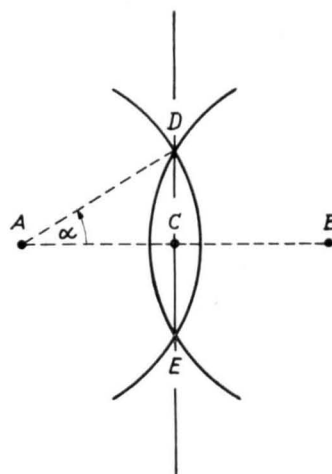
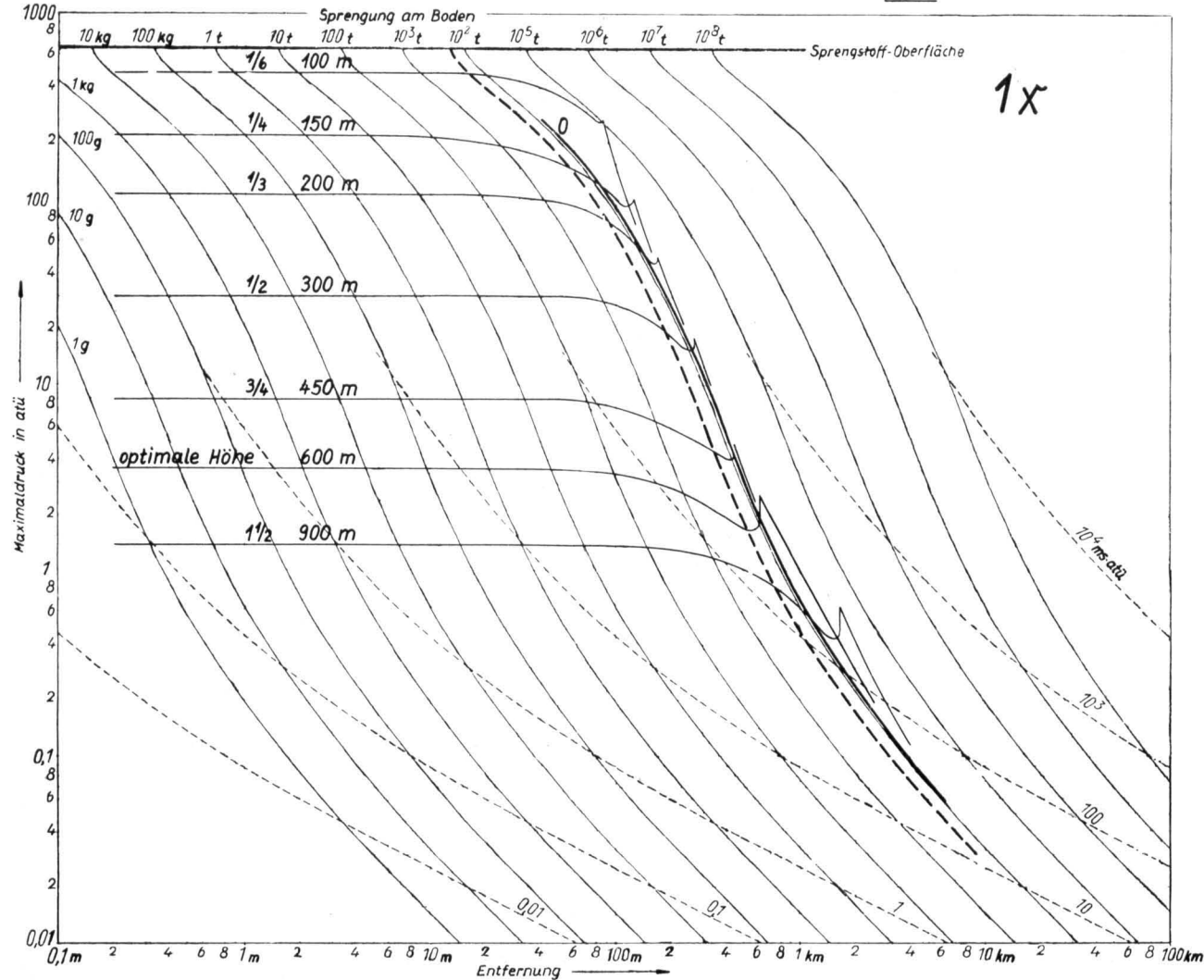


Fig. 4

Überlagerung von Knallwellen

⁹⁾ Z. B. hat, wie dem Diagramm zu entnehmen ist, infolge des Auftretens der *Mach*schen Welle der Radius, bis zu dem ein Druck von einer Atmosphäre Überdruck auftritt, bei einer Sprengung in 600 m einen größeren Wert als bei einer Sprengung in $1\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ „optimaler“ Höhe. Die „optimale“ Höhe hängt grundsätzlich natürlich von dem Druck ab, der mindestens erreicht werden muß (d. h. vom Zielobjekt).

Fig. 5: Druckdiagramm.



die Entfernungen angeben, bei denen Druckwerte von 9 bzw. 3 oder 1 atü überschritten werden (Schadenzonen A, B, C). Die Zone D ist das Gebiet, in dem der

Druck von 1 atü nicht erreicht wird. In Fig. 6 sind diese Zonen für alle nx-Bomben dargestellt, indem auch hier wieder die Entfernungen und Höhen durch

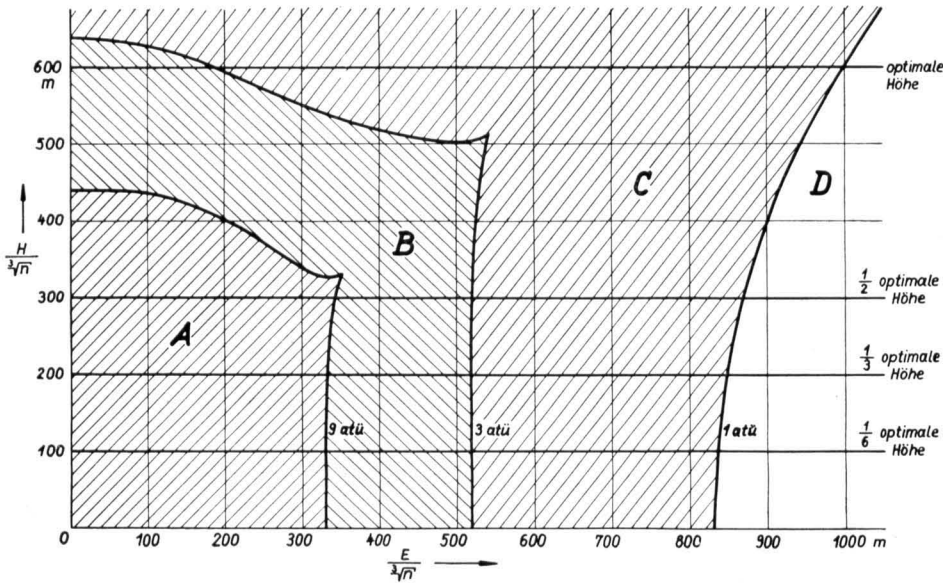


Fig. 6. Zonen A, B, C, D für die nx-Bombe

$\sqrt[n]{n}$ dividiert worden sind. D. h., daß die Zone D bei Detonation in optimaler Höhe ($H = 600 \sqrt[n]{n}$) in der Entfernung $E = 1000 \cdot \sqrt[n]{n}$ beginnt. Hat man also eine 8x-Bombe ($n = 8$), so ist die optimale Höhe $H = 1200$ m, und die Zone D beginnt bei 2000 m. Die in der Darstellung auftretenden Spitzen entsprechen dem Beginn der Machschen Welle.

Die Zeiten des positiven Druckes, die im Prinzip aus den Impulskurven berechnet werden können, sind aus

der Fig. 7 unmittelbar abzulesen. Sie liegen bei normalen Bomben in der Größenordnung von 10 bis 50 ms, bei Atombomben jedoch von 0,5 bis 5 s.

Zerstörungskennlinien

Durch die Einführung des Maximaldruckes p_m und des positiven Impulses I ist es nun möglich, die Zerstörungswirkung von Detonationen in einfacher Weise übersichtlich wiederzugeben.

Man kann sich physikalisch durch Betrachtung eines einfachen schwingungsfähigen Systems überlegen, daß bei Stoßzeiten, die lang sind gegen die Eigenschwingdauer, der Maximaldruck für die Auslenkung, die damit verbundene Spannung und somit auch für die Zerstörung maßgebend ist. Umgekehrt ist bei sehr kurzen Stoßzeiten der Impuls für die Zerstörung haftverantwortlich.

Wenn man nun annimmt, daß ein reales Objekt ein ähnliches Verhalten zeigt wie das idealisierte Schwingungssystem, und wenn das Objekt bei Vorliegen einer bestimmten Spannung als zerstört betrachtet werden kann, so ist zu erwarten, daß auch hier die Zerstörung bei langen Stoßzeiten nur durch p_m , bei kurzen jedoch durch I gegeben ist.

Trägt man also in das Druck-Entfernungs-Diagramm jeweils zu einer gegebenen Ladung L die Entfernung ein, bei der gerade noch eine definierte Zerstörung erreicht wird, so erhält man die sogenannte Zerstörungskennlinie. Diese Zerstörungskurve muß demnach bei größeren Herdentfernungen in eine Horizontale $p_m = \text{const}$ einmünden, bei nahen Herdabständen muß sie jedoch in eine Kurve $I = \text{const}$ übergehen. Dieses Verhalten bestätigt sich bei praktischen Versuchen selbst in komplizierten Fällen. In Fig. 8 sind einige Zerstörungskennlinien wiedergegeben. Die Kurven sind auf den Sprengstoff TH 1:1 bezogen. Bei Verwendung von FP 60/40 oder TNT wären die notwendigen Ladungsmengen bei gleicher Entfernung nahezu zu verdoppeln.

Sehr gut ist die 50%ige Zerstörungskurve für Fensterscheiben experimentell belegt. Die Scheiben standen dabei senkrecht zu der ankommenden Druckwelle. Die Platte ist also dabei mit dem reflektierten Druck belastet worden. Das bedeutet, daß in sehr großer Entfernung, z. B. 10 km, 50% der vorhandenen Scheiben zerstört werden, wenn der Druck in der ankommenden

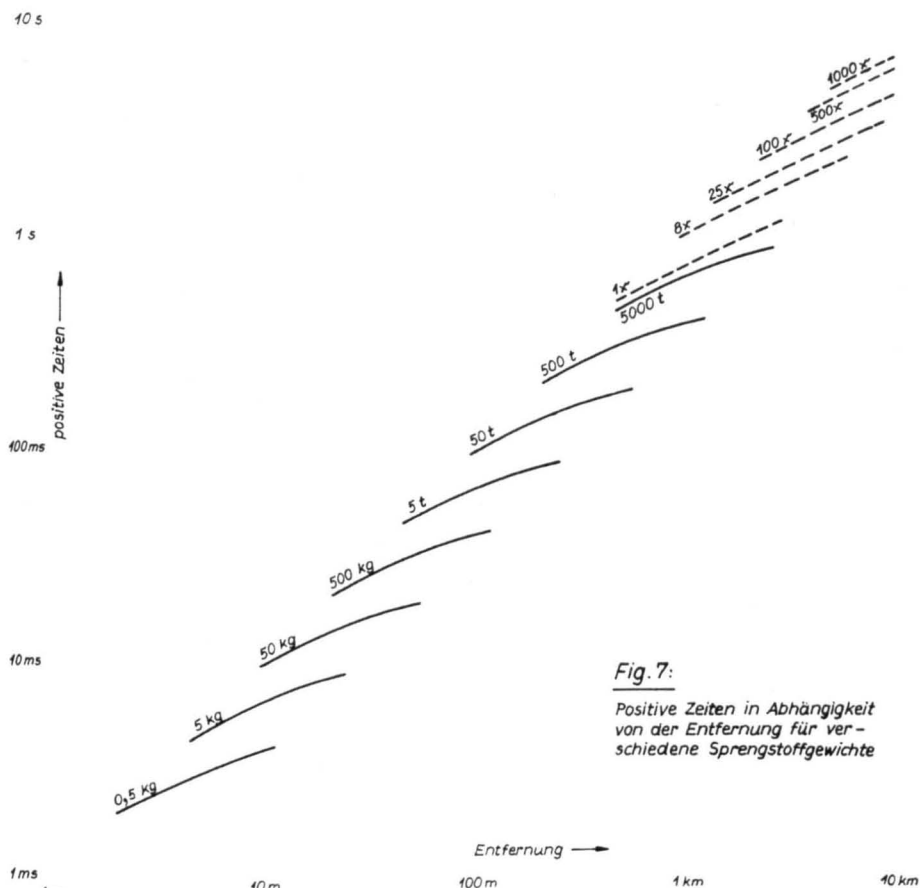


Fig. 7:

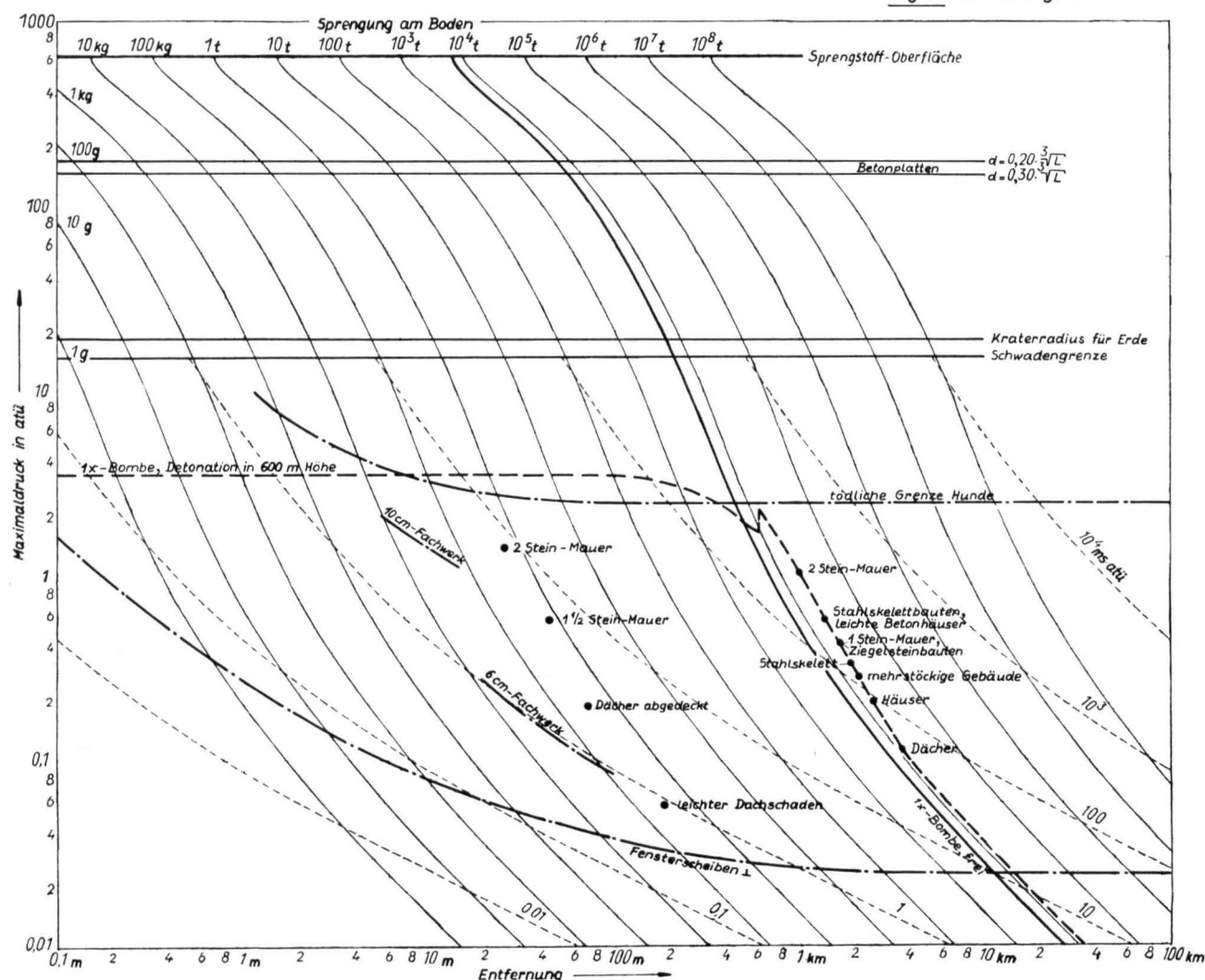
Positive Zeiten in Abhängigkeit von der Entfernung für verschiedene Sprengstoffgewichte

Welle 0,025 atü beträgt. Der eigentliche Zerstörungsdruck für 50% der Scheiben ist dann wegen der Reflexion etwa doppelt so hoch, also ungefähr 0,05 atü. Eine Scheibe, über die die Druckwelle hinwegläuft, die also parallel zur Fortpflanzungsrichtung der ankommenden Welle gestellt ist, würde erst bei einem Druck von 0,05 atü in der anlaufenden Welle zerbrechen. Nehmen wir eine 1x-Bombe mit Auslösung in optimaler Höhe, so würden 50% dieser Scheiben noch in einer Entfernung von 13 km bei senkrechter Beaufschlagung bzw. von 7,5 km bei darüberlaufender Druckwelle zerstört werden.

Weniger gut belegt sind die angegebenen Werte für Mauern und Fachwerk. Im letzteren Fall handelt es sich um Stahlgerüst-Fachwerk, gefüllt mit 10 cm Betonstein bzw. 6,5 cm Ziegelstein. Da in diesen beiden Fällen die gleiche Tendenz wie bei den Fensterscheiben zu erwarten ist, liefert eine Extrapolation in das Gebiet der A-Bombe etwa die Werte, wie sie auf Grund von A-Bombensprengungen unmittelbar angegeben werden (vgl. die Eintragungen in die Druckkurve der A-Bombe).

Auf eine Fehlermöglichkeit in der Verwendung des Blattes muß jedoch hingewiesen werden. Die eingetragenen Zerstörungskennlinien gelten für Sprengungen am Boden in der jeweils angegebenen Entfernung. Damit sind immer Maximaldruck und Impuls eindeutig festgelegt. Die eingetragene gestrichelte Kurve für die A-Bombe bei Sprengung in optimaler Höhe gilt nur für die Druckwerte, der Impuls ist nicht aus den eingetragenen Impulskurven zu entnehmen, sondern ist wesentlich größer. Daher muß man zur Bestimmung

Fig. 8: Zerstörungskennlinien.



der Zerstörung die extrapolierten asymptotischen Werte der Zerstörungskennlinien heranziehen. Im Bereich der A-Bombe kommt es für die Zerstörung eines Objektes allein auf den Maximaldruck, nicht mehr auf den Impuls an.

Die horizontalen Geraden im oberen Teil des Blattes geben einmal die Schwadengrenze für normale Sprengstoffe und zum anderen den Kraterradius an für eine Detonation in einer solchen Tiefe unterhalb der Erdoberfläche, die einen maximalen Kraterdurchmesser erzeugt. Bei Detonation an der Oberfläche beträgt der Kraterdurchmesser ungefähr $\frac{1}{3}$ dieses Wertes.

Weitere horizontale Geraden beziehen sich auf die Zerstörung von Betonplatten durch anliegende Ladungen, über die im zweiten Abschnitt berichtet worden ist. Die Tatsache, daß diese Abhängigkeiten im Diagramm als horizontale Linien erscheinen, bedeutet nichts anderes als die Gültigkeit des *Cranz*schen Modellgesetzes.

Man kann diesem Diagramm auch sofort den Druck entnehmen, der die Zerstörung bewirkt. Am Kraterrand sind z. B. bei Sprengung am Boden 20 atü vorhanden, bei den Betondurchschlägen sind 200 atü erforderlich.

Das Diagramm ist nach oben begrenzt durch die Horizontale für die Radien der zur Sprengung verwendeten Sprengstoffkugeln. Sie liegt bei einem Druck von 654 atü, d. h. der Anfangsdruck der aus der deto-

nierenden Sprengstoffkugel austretenden Stoßwelle hat diesen Wert.

Für den baulichen Luftschutz wäre es wichtig, wenn die Zerstörungskurven für Betonplatten verschiedener Größe, Dicke, Bewehrung und Art der Einspannung angegeben werden könnten. Derartige Messungen liegen jedoch noch nicht in ausreichender Weise vor. Man weiß aber, daß diese Kurven einmal in die bei anliegender Ladung ermittelten Werte übergehen und daß sie andererseits bei großen Entfernungen in Linien $p_m = \text{const}$ einmünden müssen. Diese Asymptote läßt sich auf Grund der statischen Belastung berechnen, wobei man jedoch beachten muß, daß bei plötzlich aufgebrachter Belastung bei einem ungedämpften Schwinger bereits die halbe Last die gleiche Spannung erzeugt wie bei statischer Belastung. Bei einer Platte aus homogenem Material wird die gleiche Spannung im Material bei gleichartiger Auflagerung oder Einspannung erzielt, wenn das Verhältnis Spannweite l zur Dicke d denselben Wert hat. Die Asymptote für den Zerstörungsdruck wird also in erster Näherung durch $(l/d)^2$ bestimmt. Es würde zu weit führen, an dieser Stelle ausführlich hierauf einzugehen.

Die vorliegenden Betrachtungen sollten vor allem eine Übersicht über die wesentlichen Vorgänge vermitteln, die bei der Zerstörung von Objekten durch

Druckstoßwirkung eine Rolle spielen. Die bei der Sprengung von normalen Bomben sowie A-Bomben auftretenden Drücke sind quantitativ zu entnehmen. Sie sind bei normalen Bomben von dem verwendeten Sprengstoff abhängig. Die gezeigten Druckdiagramme gelten für einen Hochbrisanzsprengstoff. Bei Sprengungen mit TNT hätte man etwa die doppelte Spreng-

stoffmenge nehmen müssen, um dieselben Drücke zu erhalten.

Dem Bauingenieur sind mit diesen Angaben die Grundlagen für die Bemessung von Luftschutzbauten gegeben. Die Art und Weise, wie die Konstruktionen zweckentsprechend durchgeführt werden, bleibt dem Bautechniker überlassen.

Zur Situation des städtebaulichen Luftschutzes

Betrachtungen von Dipl.-Ing. J. Wolff, Bonn

Was vom Luftschutz zu halten ist, scheint bei uns in einer Wandlung begriffen zu sein. Hatte man in den ersten Nachkriegsjahren geglaubt, man werde nunmehr von dieser Last befreit sein, so wächst heute immer mehr die Einsicht, daß man sich damals einer Täuschung hingegeben hat und daß es nicht in unser Belieben gestellt ist, ob eine Luftgefahr angenommen wird oder nicht. Die Luftgefahr ist da — und wenn wir das nüchtern und verantwortungsbewußt uns eingestehen, müssen wir an einen Schutz denken.

Erinnern wir uns, daß vor kurzem die Bundesrepublik der vierten Genfer Konvention zum Schutze der Zivilbevölkerung beigetreten ist. Darin wird vereinbart, daß in Kriegszeiten schwache und hilfsbedürftige Personen in bestimmte Zonen verbracht werden können, die möglichst weitgehend außerhalb des Kriegsgeschehens zu halten sind. Für die übrige Bevölkerung aber hat sich offenbar im Zeichen der immer totaler werdenden Kriegführung der seit langem angestrebte Schutz völkerrechtlich nicht erreichen lassen. Hier sei auch auf die Ausführungen hingewiesen, die *Kruse* unter dem Titel „Die Entwicklung des völkerrechtlichen Schutzes der Zivilbevölkerung in Kriegszeiten seit dem ersten Weltkrieg“ zu diesem Thema in Heft 11/53 und 1/54 von „Ziviler Luftschutz“ gemacht hat.

Der Schutz der eigentlichen, der „normalen“ Zivilbevölkerung ist also gerade durch die genannte Konvention in ein noch dringlicheres Stadium gerückt. Luftschutz wird damit zu einem unvermeidlichen Bestandteil der Gefahrenabwehr, wie sie von jeher eine der ursprünglichsten Staatsaufgaben ist, und zwar außerhalb des militärischen Bereiches. Luftschutz wird zu einer Art von Katastrophenschutz. (Vgl. dazu auch *M. Horst* „Zur Psychologie des Luftschutzes“ in „Ziviler Luftschutz“ Heft 6/54.)

Bei einer erkannten und tatsächlich bestehenden Gefahr wird man in der Regel nicht warten, bis man einen besonderen Befehl bekommt, sich zu schützen. Man wird vielmehr so frühzeitig und so gut man es vermag handeln. Wenn heute ein Gesetzesbefehl noch auf sich warten läßt, so sind die Gründe dafür aus unseren besonderen politischen Verhältnissen so offenkundig, daß sie hier nicht weiter erörtert zu werden brauchen. Ebenso verständlich ist es aber auch, daß das Bundesministerium für Wohnungsbau eine gesetzliche Regelung nicht abwartete, sondern bereits im Jahre 1952 als vorläufig bezeichnete Merkblätter mit Richtlinien für den baulichen und städte-

baulichen Luftschutz herausgab (Textausgaben im Bauverlag Wiesbaden). Sie sollen denjenigen, die dem naheliegenden und natürlichen Wunsch, sich gegen eine Gefahr zu schützen, aus eigenem Antrieb nachkommen wollen, Ratgeber und Hilfe sein.

Erklärbar wird diese Äußerung vor der gesetzlichen Regelung aus der Eigenart baulicher Anlagen. Gebäude kosten viel Geld, sie sind schwer zu ändern und haben eine lange Lebensdauer. Wenn eine Luftgefahr auch nicht als nahe bevorstehend und unvermeidbar anzunehmen ist — daß sie innerhalb der Lebensdauer der heute erstellten Bauwerke einmal akut werden kann, wenn auch nicht akut werden muß, kann wohl kaum bestritten werden. Man tut daher klug daran, schon heute bei der Errichtung das vorzusehen, was später gar nicht mehr oder nur mit hohen Kosten anzulegen ist.

Bauliche Mittel können auf dreierlei Weise Schutz gegen die Luftgefahr bieten: einmal durch Schutzräume, die für den Aufenthalt bei Luftangriffen bestimmt sind, dann durch eine gegen Brand und Erschütterung weitgehend gesicherte Konstruktion und endlich durch ein gegen Luftangriffe soweit wie möglich unempfindliches Stadtgefüge, also durch städtebauliche Mittel.

Hier sollen im folgenden die Grundfragen des städtebaulichen Luftschutzes dargelegt werden, weil sie eine besondere Eigenart dieses Sachgebietes erkennen lassen und weil, wenn nicht alles täuscht, hier noch zahlreiche und tiefgehende Mißverständnisse zu beseitigen sind.

Städtebaulicher Luftschutz beginnt damit, daß man sich die Situation eines zusammenhängend bebauten und technisch, wirtschaftlich und organisatorisch als Einheit wirkenden Siedlungskörpers vorstellt, der mit Luftkriegsmitteln angegriffen wird. Folgerichtig wird man die Frage anschließen: „Was kann man durch städtebauliche Maßnahmen, also durch die Begrenzung der Baugebiete, durch die Bestimmung von Art und Maß der baulichen Ausnutzbarkeit von Grundstücken, durch die Anordnung der Gebäude, erreichen, um in diesem Falle möglichst günstige Voraussetzungen für einen Schutz zu schaffen?“ Sieht man daraufhin die Antwort durch, die in dem erwähnten vorläufigen Merkblatt des Bundesministers für Wohnungsbau „Luftschutz im Städtebau“ enthalten ist, so ergeben sich folgende grundlegende Möglichkeiten:

1. Die Gesamtheit des bebauten Stadtgebietes ist aufzugliedern in möglichst selbständige von-

einander und vom Kerngebiet unabhängige Siedlungseinheiten.

2. Die Masse des umbauten Raumes — und damit die darin wohnenden und arbeitenden Menschen — ist in ein möglichst niedriges Verhältnis zur Fläche des bebauten Stadtgebietes zu bringen — eine Zielsetzung, die allgemein als Auflockerung bezeichnet wird.
3. Zwischen den Gebäuden sind möglichst große Flächen unbebaut zu halten, die Bebauung ist also nach fachlichem Sprachgebrauch weiträumig zu gestalten.
4. Die Gebäude sind so anzuordnen, daß sie allseitig leicht zugänglich und auch von Fahrzeugen erreichbar bleiben. Ihre Trümmer sollen lebenswichtige Verkehrsstraßen nicht sperren können.
5. Gebäude und Baugebiete verschiedener Anziehungskraft für einen möglichen Gegner und damit verschiedener Luftgefährdung sind räumlich voneinander zu trennen.

Auf eine zusammenfassende Formel gebracht sollen also die Trefferwahrscheinlichkeit herabgesetzt, der lebensnotwendige Kreislauf des Verkehrs aufrechterhalten und die Gefährdung durch kriegswichtige Anlagen vermindert werden. Dafür haben sich in der Fachsprache die beiden Begriffe Verminderung der Luftempfindlichkeit und der Luftgefährdung gebildet.

Wer nach den genannten Zielsetzungen versucht, konkrete Forderungen aufzustellen, ist zwei Gefahren ausgesetzt: Er kann entweder zu viel verlangen oder zu wenig. Im ersten Fall wird die Grenze des Möglichen leicht überschritten. Die bauliche Entwicklung wird aufs schwerste gehemmt und belastet. Oder aber sie bricht seitlich aus und vollzieht sich nunmehr ungelenkt. Im zweiten Falle bleibt, weil nur Forderungen auf der Linie des geringsten Widerstandes erhoben werden, ebenfalls die erwünschte Wirkung auf das praktische Baugeschehen aus.

Die Größe der Luftgefahr, wie wir sie alle noch in Erinnerung haben, und die gesteigerte Wirkung moderner Angriffsmittel legen es nahe, viel, sehr viel zu fordern. Hier aber soll man nüchtern folgendes bedenken: Wir können keine Städte abbrechen. Wir können in nennenswertem Umfang auch keine Städte von Grund auf neu bauen. Was wir können, ist einzig und allein, den schmalen Bereich städtebaulichen Werdens, wie er sich stetig vollzieht, nach den aufgeführten Grundsätzen zu beeinflussen. Es ist also immer nur ein verhältnismäßig kleiner, allerdings von Jahr zu Jahr sich vergrößernder Teil unseres Baubestandes, nie dessen Gesamtheit, der gestaltungsfähig ist.

Aber noch eine weitere Grenze ergibt sich nach der Erfahrung. Man kann im Bereich städtebaulichen Luftschutzes mit Aussicht auf Erfolg nichts verlangen, was der Entwicklungsrichtung des Städtebaues zuwider liefe und was nur für den Fall des Krieges Sinn hätte. Die geforderten Aufwendungen müssen tragbar sein. Sie dürfen das Leben nicht ersticken. Nach dem, was hier ausgeführt wurde, sind nunmehr Umfang und Inhalt möglicher Richtlinien für den

städttebaulichen Luftschutz und einer baupolitischen Beeinflussung städtebaulichen Werdens überhaupt bereits einigermaßen fest umrissen.

Prüft man den Inhalt des vorläufigen Merkblatts, so muß man feststellen, daß die genannten Voraussetzungen eingehalten worden sind. Die Richtlinien lesen sich wie Merksätze für den modernen Städtebau überhaupt. Fast will es einem so vorkommen, als ob sie Binsenweisheiten enthielten und sich daher erübrigten. Nur wenig ist allein aus dem Gedanken an den Luftschutz zu erklären, wie etwa die in Ziffer 3,5 empfohlene „Schottenbildung“ durch weitgehend feuerbeständige Hauszeilen, die „Brandinseln“ in Ziffer 4,2, die grundsätzliche Ablehnung der geschlossenen Randbebauung in Ziffer 3,1, die erhöhten Anforderungen an die Zugänglichkeit in den Ziffern 3,1 und 3,2. Aber auch das braucht nicht unbedingt nur unter dem Gesichtspunkt des Luftschutzes gebracht zu werden. Es ist schon durch den Wunsch nach erhöhtem Feuerschutz gerechtfertigt.

So erweist sich zusammenfassend der Gedanke an den Luftschutz im Bereich des Städtebaus als eine der Antriebskräfte neben einer Reihe von andern: neben der Sorge für die Gesundheit und Schönheit des Wohnens, für Leichtigkeit und Sicherheit des Verkehrs, für reichliche Versorgung mit Gemeinschaftsanlagen. Alle lassen sich harmonisch miteinander verbinden zu einheitlichen Zielsetzungen, in denen nicht immer chemisch rein unterschieden werden kann, was aus der einen und was aus der anderen Quelle stammt. Der sachkundige und kritische Leser des vorläufigen Merkblattes findet dessen eigentliche und wichtigste Auswirkungsmöglichkeit bereits in Ziffer 0,4 und 0,5 ausgesprochen. Darin wird gefordert, daß das geltende örtliche Baurecht nach den „Anforderungen eines neuzeitlichen Luftschutzes“ — lies hier des neuzeitlichen Städtebaus — überprüft werden soll und daß Dispensbegehren mit strengem Maßstab zu messen sind.

Man hätte annehmen sollen, daß dieser Appell an alle für den Städtebau Verantwortlichen zwar keine Revolution des Städtebaus, wohl aber ein verständnisvolles und freudig zustimmendes Echo ausgelöst hätte. Aus dem fachlichen Gespräch weiß man, daß das nicht überall so gewesen ist. Es haben sich mancherlei kritische Stimmen zu Wort gemeldet, was an sich natürlich zu begrüßen ist. Bedenklich muß es aber stimmen, daß dabei einige grundlegende, doch vermeidbare Mißverständnisse gewollt oder ungewollt immer wiederkehren. Ist denn die Lage, wie sie hier versucht wurde zu umreißen, so schwer zu verstehen und so vieldeutig, daß sie zu so gegensätzlichen Auffassungen führen kann? Nimmt man eine Luftgefahr als möglich während der Lebensdauer der heute entstehenden Gebäude an, wie es hier geschah, dann ergibt sich daraus doch die unausweichliche Folge, alles Zumutbare und Vernünftige zu tun, um der Gefahr zu begegnen, wenn und soweit man dazu in der Lage ist. Erkennt man die Gefahr nicht an, so erübrigt sich jedes Wort über weitere Folgerungen. Das Merkwürdige der kritischen Äußerungen liegt nun darin, daß sie keineswegs die Voraussetzung, wohl aber die schlechte Schlußfolgerung leugnen.

Der Bundesminister für Wohnungsbau ist in einem Rundschreiben vom 10. Februar 1954 auf die bekannt-

gewordenen Gegenäußerungen zu seinem Merkblatt ausführlich eingegangen. Was sich über den Inhalt der Kritik aus dem Rundschreiben schließen läßt, kann etwa auf diese Formel gebracht werden: Man sollte die Luftschutzvorkehrungen auf städtebauliche Maßnahmen beschränken. Wirkungsvolle Vorkehrungen auf diesem Gebiet seien aber ohne besondere Gesetze und Mittel aus zentraler Quelle unmöglich. Dabei wird hier von den Äußerungen abgesehen, die sich nur gegen das Maß und den Umfang der empfohlenen Maßnahmen richten.

Was ist zu diesen Einwendungen und Forderungen, die an den Kern der Sache rühren, zu sagen? Im Anschluß an die Ausführungen des Merkblattes läßt sich darauf folgendes entgegnen:

Städtebaulicher Luftschutz, so, wie er hier skizziert wurde, ist nur ein bauliches Mittel unter mehreren anderen, um der Luftgefahr zu begegnen. Zu diesen anderen Mitteln — den konstruktiven Vorkehrungen und den Bau von Schutzräumen — bildet er die Voraussetzung, ist aber nicht fähig, sie zu ersetzen. So fehlt noch so guten Schutzräumen etwas entscheidend Wichtiges, wenn sie in Gebäuden liegen, die nur schwer, etwa durch Rettungsfahrzeuge, erreichbar sind, oder wenn ihre Rettungswege in Straßen und Höfe münden, die durch Brand oder Trümmer gefährdet sind. So sind konstruktive Verstärkungen weniger wirksam, wenn die Gebäude in zu dicht bebauten Gebieten liegen. Alle drei Schutzmöglichkeiten müssen ausgeschöpft werden und zusammenwirken, um mit gutem Gewissen sagen zu können, daß alles Menschenmögliche geschehen ist.

Und weiter: Wenn, wie hier nachgewiesen wurde, der Luftschutz im Bereich des Städtebaus im wesent-

lichen nichts anderes verlangt, als nach den allgemeinen heutigen Grundsätzen dieses Sachgebietes zu verfahren und nicht allzu großzügig im Einzelfall davon abzuweichen — dann braucht es keines besonderen Gesetzesbefehles, um so zu handeln. Dann genügen die allgemein gesetzlichen Ermächtigungen für die Ortsgestaltung, und dann braucht es nur guten Willen, sie sinngemäß anzuwenden. Jeder wird, weil er eben noch durch keine Spezial-Vorschrift gebunden ist, in seinem Einsatzbereich schöpferisch Gelegenheiten erspähen und bestrebt sein, aus eigenem Antrieb nicht möglichst wenig, sondern möglichst viel zu tun.

Und endlich: Wenn, wie das Rundschreiben noch einmal ausdrücklich feststellt, das, was im Bereich des Städtebaus für den Luftschutz geschehen kann, Städtebau bleibt und nicht dem Luftschutz im engeren Sinne zuzurechnen ist — dann können dafür auch nur die Mittel aus den Quellen genommen werden, die für den allgemeinen Städtebau zur Verfügung stehen. Viel wichtiger als Sonderquellen anzubohren ist es hier, die schon fließenden Mittel der privaten und öffentlichen Bauherren, vor allem aber den Strom öffentlicher Darlehen für den Wohnungsbau, so zu lenken, daß mit ihm nur das geschieht, was auch vom Gedanken an den Luftschutz verantwortet werden kann.

So läßt sich feststellen, daß das Rundschreiben vom 10. Februar 1954 viel zur Klärung der mit dem städtebaulichen Luftschutz verknüpften Fragen beigetragen hat. Was von zentraler Stelle hier und heute dazu gesagt werden kann, ist darin und im vorausgegangenen vorläufigen Merkblatt gesagt. Nunmehr ist es Sache des praktischen Städtebaus, den Richtlinien Leben zu verleihen, indem er sie in die Tat umsetzt.

Stadtanalyse

Praktische Anweisungen zur Anfertigung städtebaulicher Luftschutzpläne

Dipl.-Ing. A. Klingmüller, Düsseldorf

Die städtebauliche Luftschutzplanung unterscheidet sich weder in ihrer Zielsetzung noch in ihrer Arbeitsweise grundsätzlich von der üblichen städtebaulichen Planung. Es ist das Ziel des Städtebaus, die Probleme des Wohnens und der Wirtschaft, des Verkehrs, der Kultur und der Erziehung zu lösen, die Probleme, die sich durch das Zusammenleben in städtischer Gemeinschaft ergeben. Während sich der allgemeine Städtebau auf dem helleren Pfad friedlicher Entwicklung bewegt, muß — veranlaßt durch die weltpolitische Situation — ergänzend die städtebauliche Luftschutzplanung hinzutreten, um das Stadtgebilde auch auf dem dunkleren Weg einer möglichen kriegerischen Entwicklung zu wappnen.

Die Angelpunkte einer städtebaulichen Analyse im Sinne des Luftschutzes sind durch die Begriffe „Luftgefährdung“ und „Luftempfindlichkeit“ bestimmt*). Versetzt man sich in die Lage des Gegners, so ist klar, daß er die wichtigen und empfindlichen Stellen im Stadtorganismus als Zielpunkte auswählen wird, um mit möglichst geringem Aufwand seinerseits

möglichst viel Schaden anzurichten. Die luftschutzmäßige Analyse einer Stadt zeigt diese gefährdeten und empfindlichen Stellen — sie weist auch gleichzeitig den Weg, die Gefährdung und Empfindlichkeit herabzusetzen.

Die übliche städtebauliche Planung wendet das analytische Verfahren ebenfalls an — aber sie rechnet nicht mit dem Störungsfaktor „Krieg“. Städtebauliche Luftschutzplanung ist nichts anderes als eine Bestandsaufnahme in graphischer Darstellung, die mit den voraussichtlichen Waffenwirkungen eines Luftkrieges in Beziehung gebracht wird. Es haben sich im letzten Kriege einige ganz eindeutige Beziehungen zwischen Luftschutz und Städtebau ergeben, z. B. daß die Verluste der Wohndichte entsprechen, daß Feuerstürme nur bei bestimmter Bebauungsdichte entstehen können, und daß auch gut organisierte Rettungsmaßnahmen hilflos stecken bleiben, wenn die Straßen mit Trümmern verschüttet sind und die Löschwasserversorgung ausfällt. Diese Bestandsaufnahme bildet die Grundlage für alle organisatorischen, technischen und sozialen Maßnahmen (z. B. für die Aufstellung eines Hilfs- und Rettungsdienstes, der Brandbekämpfung,

*) S. a. d. Aufs. d. Verf. in Heft 4, Jahrg. 1953.

der Evakuierung, der Verteilung von Schutzräumen usw.). Sie wird schon jetzt von allen Stellen, die sich mit der Vorbereitung solcher Maßnahmen zu befassen haben, gefordert — in der richtigen Erkenntnis, daß nur die Realität und nicht irgendeine Idee im Ernstfall entscheidet. Vom Städtebauer, der diese Bestandsaufnahme macht, muß verlangt werden, daß er sich bemüht, die „empfindlichen Punkte“ nicht nur analytisch zu erkennen, sondern sie auch möglichst zu beseitigen, sie „unempfindlich“ zu machen. Daß sich dieses Bemühen — wie alles städtebauliche Geschehen — über einen langen Zeitraum erstrecken wird, ist selbstverständlich. Um so mehr ist jetzt damit zu beginnen. Beide Aufgaben — „Erkennen“ und „Heilen“ — müssen gleichzeitig angepackt werden, damit sich die gegenseitigen Einflüsse auswirken können. Eine verantwortungsvolle Planung wird die erkannten Gefahrenpunkte (z. B. das Zusammenpferchen von Menschenmassen in Wohnbauten unsicherer Konstruktion, das Verkehrschaos, die Ballung industrieller Anlagen, die ungenügende oder wenig gesicherte Versorgung einzelner Stadtteile usw.) besonders ernsthaft betrachten müssen. Es hat sich in USA wie in der Bundesrepublik — unabhängig voneinander — fast dasselbe Verfahren herausgebildet, um die Bestandsaufnahme, die städtebauliche Analyse, möglichst einfach und vielseitig brauchbar zu gestalten. Der Stadtorganismus wird — wie in der beigegebenen Skizze gezeigt — aus sechs verschiedenen Richtungen durchleuchtet. Jedesmal werden die ermittelten städtebaulichen Einzelheiten zu einem Komplex kartenmäßiger Darstellungen zusammengetragen. Da ist zunächst der Komplex „Brandschutz“, dann der Komplex „Verkehr, Versorgung“ und „Rettungsdienste, sozialer Notdienst“, schließlich „Schutzräume“ und „Nachrichtenwesen“. Die städtebaulichen Einzelheiten, die Faktoren der Analyse, müssen nicht sämtlich auf einem Kartenblatt vereinigt werden. Das würde die Darstellung überlasten. Auf Einzelblättern aus Azetatfolie (Klarzell, Astralon u. a.) werden die einzelnen Punkte oder Flächen aufgetragen. Diese glasklaren Folien gestatten ein Erkennen aller Einzelheiten durch mehrere Blätter hindurch und ebenso gleichzeitig Vervielfältigungen (Lichtpausen, Fotokopien, Diapositive) einer übereinandergelegten Reihe von Einzelblättern. Außerdem ist es möglich, Einzelblätter beliebig oft zu vervielfältigen, ohne daß wichtige Einzelheiten nun mit bekannt werden.

Die besondere Bedeutung des kartenmäßigen Komplexes „Brandschutz“ beruht auf der Erkenntnis, daß die „Brandempfindlichkeit“ einer Stadt den größten Prozentsatz der Luftempfindlichkeit bildet, die ja durch die Analyse ermittelt werden soll. Die Brandempfindlichkeit wird durch eine Anzahl von Faktoren bestimmt, die ihrerseits — je nach örtlichen Gegebenheiten — von abgestufter Bedeutung sind. Primär wichtig ist die Topographie des Stadtgebietes, d. h. seine Bodengestaltung und seine Bodenbedeckung. Hieraus ergeben sich die natürlichen Brandhindernisse, die nicht nur durch Wasser- und Sumpfflächen gebildet werden, sondern auch durch Hügelketten, Bergrippen, steile Hänge oder tiefe Einschnitte. Ebenso können weite Grünflächen und sandige Stellen die Ausbreitung von Bränden verhindern. Sind die topographischen Einzelheiten eingetragen, so untersucht man die all-

gemeine Flächennutzung mittels entsprechender Unterlagen (Leitpläne, Flächennutzungspläne, Wirtschaftspläne). Für die Beurteilung der Brandempfindlichkeit ist das Verhältnis der brandempfindlichen Industrie- und Gewerbegebiete zu den weniger empfindlichen Wohngebieten und zu Verkehrs- und Grünflächen entscheidend. Hier könnte sich schon für die Stadtplanung die Notwendigkeit ergeben, die Industriegebiete durch breitere Grünstreifen abzuschirmen, die Wohngebiete von brandgefährdeten Flächen zu trennen und ein schützendes System von Grünstreifen und Freiflächen zu entwickeln.

Der ausschlaggebende Faktor bei der Bestimmung der Brandempfindlichkeit ist die Bebauungsdichte. Im allgemeinen wird das Verhältnis von bebauter Fläche (Erdgeschoßfläche, manchmal auch Dachfläche) zur Gesamtfläche als Bebauungsdichte bezeichnet. Die Ermittlung der gesamten bebauten Fläche eines bestimmten Stadtgebietes dürfte kaum Schwierigkeiten bereiten. Die gewonnenen Prozentsätze können in drei Gefahrenstufen eingeordnet werden.

Bebauungsdichten von 0—5%

(am wenigsten brandempfindlich),

Bebauungsdichten von 5—20%

(nur Einzelbrände zu erwarten, Feuerstürme sind unwahrscheinlich),

Bebauungsdichten von 20—40%

(brandempfindliches Gebiet, bei Zusammentreffen ungünstiger Faktoren können Feuerstürme entstehen),

Bebauungsdichten über 40%

(hohe Brandempfindlichkeit, Entstehungsgebiet für Feuerstürme und Feuersbrünste, Brände sind kaum unter Kontrolle zu halten).

Es liegt auf der Hand, daß der Faktor „Bauweise“ mit den bisher üblichen Abstufungen „offen, halboffen, geschlossen“ im allgemeinen den Abstufungen der Brandempfindlichkeit entspricht. Auch der Zeilenbau, der Reihenhausbau und die geschlossene Blockbebauung können entsprechend bewertet werden. Nicht zu vergessen sind dabei die vorhandenen Baulücken und die ortsüblichen Gebäudeabstände, die bei der Brandübertragung wirksam werden. Eine zusammenhängende Bebauung der Hinterhöfe steigert die Brandempfindlichkeit beträchtlich und verhindert meist eine wirkungsvolle Brandbekämpfung von der Hofseite her. Das Ausräumen dieser „Brandnester“ und das Verhüten weiterer Hofbebauung gehören zu den wichtigsten Aufgaben der Stadtbauämter.

Der Faktor „Bauart“ muß ebenfalls bis zum einzelnen Gebäude genau untersucht werden. Hier spielt die Brennbarkeit der verwendeten Baustoffe und Konstruktionsteile eine Rolle, die nach den bekannten bauaufsichtlichen Bestimmungen ermittelt werden kann. Bei den Brandbombenangriffen des letzten Krieges hat sich gezeigt, daß die hier übliche Bauart durch standfeste Brandmauern im allgemeinen eine Brandübertragung auf das Nachbarhaus verhindern konnte, besonders dann, wenn die Brandmauern noch über die Dachhaut emporgezogen waren. Doch stellten sich fast alle üblichen Dachkonstruktionen und die oberste Geschoßdecke als brandempfindlich heraus. Waren diese in Brand geraten, so konnte das Haus nur schwer gerettet werden.

Der Faktor „Gebäudehöhen“ muß ebenfalls zur Ermittlung der Brandempfindlichkeit beachtet werden. Ohne diesen Faktor ergeben die Faktoren „Bebauungsdichte“, „Bauart“ und „Bauweise“ noch kein klares Bild. Darüber hinaus ist eine — mindestens blockweise — Untersuchung zur Abschätzung des Gebäudeinhalts (der „Brandladung“) und der notwendigen Brandbekämpfungsmaßnahmen zweckmäßig.

In jedem Stadtgebiet finden sich Bauten, die durch hohe Brandempfindlichkeit ihre Nachbarschaft gefährden können (z. B. Tankstellen, Lager brennbarer Stoffe). Auf den Kartendarstellungen „Brandschutz“ sollten diese Punkte festgehalten werden, sie sind für alle

Brandbekämpfungsmaßnahmen wichtig, ebenso für eventuelle bauaufsichtliche Auflagen, durch die eine Gefährdung der Nachbarschaft vermindert werden kann.

Zum Komplex „Brandschutz“ gehört selbstverständlich auch eine Einzeldarstellung der städtischen Wasserversorgung. Sie braucht nicht bis zur Eintragung jedes einzelnen Hydranten zu gehen, soll aber die Lage und Leistungsfähigkeit des Wasserwerks zeigen, seine Energieversorgung und sein Einzugsgebiet angeben, ferner evtl. vorhandene Speicheranlagen, den Anschluß an übergemeindliche Versorgungsleitungen, bestehende Quellen- oder Brunnenanlagen usw. Dann das gesamte Leitungsnetz mit Abmessungen und Druckangaben, Hauptsperre-schiebern und ähnlich wichtigen Einzelheiten.

Es empfiehlt sich, die reine Löschwasserversorgung auf einer gesonderten Folie darzustellen. Da fast immer die Löschwasserversorgung mit dem Netz der Wasserversorgung identisch sein wird, kann das eben beschriebene Blatt „Wasserversorgung“ an vielen anderen Stellen (z. B. Versorgung) benutzt werden. Auf diesem besonderen Blatt „Löschwasserversorgung“ trägt man also zweckmäßig nur die zusätzliche Löschwasserversorgung ein, nämlich: alle Quellen, Teiche, Wasserläufe (mit Staustellen), Kanäle, Zisternen und zusätzlich angelegte Löschwasserbehälter aller Abmessungen. Das gibt auch ein mehr realistisches

Bild, da man im Ernstfalle mit mindestens teilweise Ausfall der normalen Wasserversorgung rechnen muß.

Arbeitet die städtische Kanalisation mit „Trennsystem“ so kann in manchen Fällen auch das Oberflächenwasser zur Ergänzung der Löschwasserversorgung herangezogen werden. In der Karte „Löschwasserversorgung“ ist dann diese Möglichkeit einzutragen.

SCHEMATISCHE ÜBERSICHT über städtebauliche Faktoren einer luftschutzmäßigen Stadtanalyse

RETTUNGSDIENSTE

Sozialer Notdienst
Ärztliche Versorgung
Evakuierung
Fluchtwege
Notstraßen
Sammelplätze
Sammelstellen
Pendelwanderer

VERSORGUNG

Versorgungsanlagen
Elektrizitätsversorgung
Gasversorgung
Wasserversorgung
Kanalisation

NACHRICHTEN- VERBINDUNGEN

Telefonnetz
Telegraphennetz
Fernschreibnetz
Rundfunk- u.
Fernsehanlagen

SCHUTZBAUTEN (ANLAGE U. VERTEILUNG)

Bedarfsermittlung
Lage
Fluchtwege

BRANDSCHUTZ

Topographie
Flächennutzung
Bebauungsdichte
Bauweise
Bauart
Gebäudehöhen
Wasserversorgung
Löschwasserversorgung
Kanalisation
Feuerwachen
Hauptwindrichtung
Brandschneisen

VERKEHR

Straßenverkehr
Notstraßen
Verkehrsbauten
Verkehrsbetriebsanlagen
Verkehrsdichte
Verkehrsunfallpunkte
Straßenbahn- u.
Obuslinien
Schienenverkehr
Wasserstraßenverkehr
Luftverkehr

Um im Ernstfalle die Kräfte und Geräte der Feuerwehr am zweckmäßigsten einsetzen zu können, muß die Lage der einzelnen Feuerwachen, der Geräteparks und Ersatzteillager, der Hauptfeuerwachen (als Befehlsstellen) nebst vorhandenem Nachrichtennetz und gesicherten Verkehrsverbindungen (Notstraßen, Hauptverkehrsstraßen, Durchgangsstraßen, Umgehungsstraßen) kartenmäßig festgehalten werden. Dabei wird oft eine Verlegung von Feuerwachen usw. aus beson-

ders gefährdeten Gebieten erwogen werden müssen. — Für einen wirkungsvollen und schnellen Einsatz der Feuerwehr ist es sehr erwünscht, ein besonderes Blatt zu entwickeln, auf dem das „Einzugsgebiet“ der Hydranten und der Löschwasserentnahmestellen angegeben ist. Der Radius der einzelnen Einzugsgebiete hängt hierbei vom vorhandenen Schlauchmaterial ab.

Als letzter Faktor ist auf allen Blättern die Hauptwindrichtung — evtl. auch die jahreszeitlich vorherrschende — einzutragen. Es ist dann im allgemeinen möglich, die Richtung der Brandausbreitung vorherzubestimmen und entsprechende Maßnahmen zu treffen.

Über Brandschneisen und Fluchtwege wird bei dem Komplex „Rettungswesen“ noch weiteres gesagt werden.

Die kartenmäßige Darstellung des Komplexes „Verkehr“ erfordert eine große Zahl von Einzeluntersuchungen, die besser nur soweit auf einem Blatt vereinigt werden, als die Lesbarkeit nicht beeinträchtigt wird. An erster Stelle sind die überörtlichen Verkehrsstränge festzuhalten: Autobahnen, Bundesstraßen, Durchgangsstraßen, Umgehungsstraßen und Hauptverkehrsstraßen. In dieses weite Netz werden dann die wichtigen innerstädtischen Verkehrsstraßen eingehängt. Da anzunehmen ist, daß im Ernstfall der überörtliche Verkehr unbedingten Vorrang haben wird, wird es zweckmäßig sein, das örtliche Verkehrsnetz möglichst unabhängig von den Durchgangsstrecken zu entwickeln. Straßen durch die Stadtmitte — den Zielpunkt aller Angriffe — werden voraussichtlich zum Teil gesperrt sein. Man wird daher besser breitere Straßen, die die Stadtmitte umgehen, als „Notstraßen“ wählen, durch die im Ernstfalle alles geschleust wird: Rettungs-, Feuerwehr-, Versorgungs- und Polizeifahrzeuge und gegebenenfalls Evakuierungstransporte.

Voraussetzung für das Netz der Notstraßen sind ein möglichst breites Fahrbahnprofil und niedrige Randbebauung. Der Trümmerschatten — die halbe Traufhöhe der angrenzenden Gebäude — darf keinesfalls die Fahrbahn wesentlich einengen. Bei dieser Darstellung empfiehlt es sich, schwierigere Kreuzungen, unübersichtliche Abzweigungen und Platzdurchfahrten auf kleinen Nebenkarten in ausreichendem Maßstab darzustellen. Die Notstraßen werden auch starke Steigungen wie Niederungen und Überschwemmungsgebiete zu vermeiden haben, in denen sich giftige Gase oder Aerosole sammeln könnten.

Wenn das Blatt der Verkehrsstraßen durch die Eintragungen über Straßenbreiten, Anbauverhältnisse u. a. noch nicht unübersichtlich geworden ist, sind weiterhin die wichtigsten Verkehrsbauten einzuzichnen: Brücken, Tunnel, Unter- und Überführungen, Straßendämme, Einschnitte u. a. Diese Verkehrsbauten sind besonders gefährdet, nicht nur durch Luftangriffe, sondern u. U. auch durch Sabotage. Eine vorsichtige Planung wird deshalb mit möglichem Aufwand rechnen und Umgehungsmöglichkeiten, Notbrücken usw. rechtzeitig vorsehen. Bei Unterführungen und Überquerungen des Straßenraumes durch andere Bauten ist die freie Durchfahrtshöhe anzugeben, da man mit der Durchfahrt von Kränen und anderen sperrigen Fahrzeugen rechnen muß.

Auch die Verkehrsbetriebsanlagen sind in die Karte einzutragen. Das betrifft: Omnibusbahnhöfe,

Fahrzeughallen, Reparaturwerkstätten, Tankstellen (mit Angabe des Fassungsvermögens), Fernlast-Autohöfe, Großgaragen.

Zum Komplex „Verkehr“ gehört ferner eine Darstellung der Verkehrsdichte. Wenn auch der Ernstfall ein anderes Bild der Verkehrsdichte zeigen wird, so geht aus dieser Darstellung doch die Bedeutung der betreffenden Straße hervor. Ohne Untersuchung der Verkehrsdichte kann man kaum die vorhandenen oder neu zu schaffenden Umleitungsmöglichkeiten bewerten.

Schließlich ist es nützlich, ein Deckblatt zur Verkehrskarte zu fertigen, auf dem die Verkehrsunfallpunkte eingetragen sind. Eine Analyse der Unfallursachen wird zeigen, an welchen Stellen städtebaulich oder straßenbautechnisch etwas nicht in Ordnung ist. An diesen Ballungsstellen wird man irgendwie Abhilfe schaffen müssen. Der Verkehr soll im Ernstfall so reibungslos wie möglich fließen, Abzweigungen und Kreuzungen müssen „narrensicher“ befahren werden können, damit nicht zur Belastung des Fahrers durch die Luftgefahr zusätzlich eine Belastung durch unübersichtliche Straßenführung hinzukommt.

Für die Straßenbahn- und Obuslinien gilt das oben Gesagte ebenfalls. Das Netz der Straßenbahn- und Obuslinien, die Betriebsanlagen, Straßenbahnhallen, Reparaturwerkstätten, Ersatzteillager und Trafostationen sind einzutragen, dazu Umleitungsmöglichkeiten und Anschlüsse an das Schienennetz der Nachbargemeinde.

Besonders wichtig ist die Linienführung der Bundesbahn. Die Luftgefährdung dieser Verkehrsanlagen ist sehr groß, weniger die der freien Strecke, die kaum luftempfindlich ist, als vielmehr die aller Betriebsanlagen und Verkehrsbauten: Bahnhöfe für Personen- und Güterverkehr, Abstellbahnhöfe, Brücken, Tunnel, Unter- oder Überführungen, Eisenbahnreparaturwerkstätten usw. Im Ernstfall werden auch Be- und Entlademöglichkeiten aller Art für Personen und Güter von Bedeutung sein, also auch einfache Laderampen oder die Stellen, an denen solche behelfsmäßig errichtet werden können, ferner alle Ausziehgleise für Industrie und Gewerbe. Gerade die letzteren Einzelheiten sind in die Einzeldarstellung des Schienenverkehrs aufzunehmen, sie werden im Ernstfall sicher benötigt werden.

Die Darstellung des Wasserstraßenverkehrs muß etwa umfassen: Alle Be- und Entlademöglichkeiten, Umschlagstellen auf andere Verkehrslinien, alle Häfen, Bollwerke mit Zufahrten, Gleisanlagen, Kanäle und Schleusen. Da die Wasserstraßen an sich wenig luftempfindlich sind, ist anzunehmen, daß ein Teil der Transporte dorthin verlagert wird. Besonders gefährdet sind Schleusen und Talsperren, bei deren Zerstörung beträchtlicher Schaden durch Überschwemmung weiter Gebiete angerichtet werden kann. Aus Inhalt und Entfernung der Talsperren läßt sich die mögliche Fluthöhe ermitteln. Jedenfalls sind diese Überflutungsgebiete einzutragen — sie sind als gefährdete Zonen anzusehen.

Befinden sich im Stadtgebiet Anlagen des Luftverkehrs, so sind diese am besten auf besonderem Blatt darzustellen: Flughäfen und Flugplätze mit Einflugschneisen, Betriebsanlagen, Hallen, Werkstätten, aber auch kleinere Notlandeplätze und Landeplätze für Hubschrauber und Segelflzeuge. Die Einbeziehung

dieser Anlagen in das allgemeine Verkehrsnetz sowie die Zubringerstraßen müssen kenntlich gemacht werden.

Der Stadtorganismus kann die schwere Beanspruchung von Luftangriffen nur überdauern, wenn die Versorgungsanlagen weiterarbeiten. An diesem Netz von Kabeln und Leitungsrohren hängt praktisch das Leben der Stadt und der Einwohner. Im letzten Krieg sind die unterirdischen Anlagen verhältnismäßig wenig beschädigt worden. Auch bei gesteigerter Waffenwirkung wird sich die Luftempfindlichkeit unterirdischer Leitungen nicht wesentlich erhöhen. Sind genaue Netzpläne vorhanden, so werden Leitungsbrüche ermittelt und beseitigt werden können. Ausfälle einzelner Gebiete und Straßen sind durch Ringleitungen und übergemeindliche Vermaschung zu überbrücken. Im allgemeinen wird es möglich sein, Leitungsnetz und Anlagen einer Versorgungsart auf einem Blatt zu vereinigen. Folgende Einzelheiten sind darzustellen:

Bei der Elektrizitätsversorgung: Fernleitungsnetz, Kraftwerke, Schaltwerke und Trafostationen, dann die örtlichen Hauptkabel, die Schaltstellen übergemeindlicher Ringleitungen und evtl. gefährdete Freileitungen. Angaben über Stromspannung, Stromkreise und Einzugsgebiete werden gleichfalls benötigt werden. Auch bei weitgehender Vermaschung und Verkabelung wird der Schutz besonders empfindlicher „Nervpunkte“ vordringlich sein.

Bei der Gasversorgung: Wie bei der Eltversorgung werden die Ferngasleitungen, Gaswerke, Gasbehälter, das Ortsnetz, dann die Druckausgleichsstationen der Ferngasleitungen, die Hauptabsperrschieber, die Anschlußstellen an die Nachbarversorgung eingetragen. Sehr gefährdete Stellen wie Leitungsabschnitte unter Brücken und Überführungen muß man in der Darstellung hervorheben, um eine bauliche Sicherung oder Verlegung anzustreben.

Auf die Wasserversorgung ist oben (S. 295) schon ausführlich eingegangen worden. Es soll noch hinzugefügt werden, daß es zweckmäßig sein wird, ausreichend bemessene Filteranlagen vorzusehen, damit im Notfall auch Oberflächenwasser zum Trinken verwendet werden kann.

Bei der Kanalisation ist in gleicher Weise das Netz samt offenen Vorflutern, Absperrschiebern, Überpumpstationen, Düken, Kläranlagen usw. darzustellen. Die gefährdeten Stellen (Zufluß industrieller, evtl. explosiver Flüssigkeiten, ferner Niederungen, in denen sich giftige Gase bilden oder sammeln könnten, Leitungen unter Brücken usw.) werden wieder besonders gekennzeichnet.

Eine Reihe von Blättern ist für den Komplex „Nachrichtenverbindungen“ anzulegen. Die Luftangriffe werden in immer schnellerem Tempo und bei entsprechend kurzen Warnzeiten zu erwarten sein. Sofortige Entscheidungen sind dann lebenswichtig. Einzelschäden des Nachrichtennetzes werden auftreten, aber die Hauptleitungen müssen benutzbar bleiben. — Die Karte enthält z. B.: die Telefonverbindungen, Fernkabel, örtliche Hauptkabel, Schalt- und Vermittlungsstellen, evtl. auch den Anschluß an das BASA-Netz, dann die Telegraphenverbindungen mit Ämtern, Netzführung und wichtigen Betriebsanlagen, das Fernschreibnetz, Rundfunk- und Fernseh-

anlagen, falls Kabel, Relais- oder Sendestationen im Stadtgebiet liegen, schließlich auch das Polizeifunknetz. Bei allen diesen Einrichtungen ist zweckmäßigerweise die Art und Leistung der Stromversorgung anzugeben.

Der folgende Kartenkomplex befaßt sich hauptsächlich mit dem Schutz der Bevölkerung. Es ist nicht nötig zu betonen, daß diese Karte von ganz besonderer Bedeutung ist für die Organisation dieser Maßnahmen wie für die städtebauliche Planung. Der Komplex „Rettungsdienste, sozialer Notdienst, ärztliche Versorgung, Evakuierung“ wird von zahlreichen Stellen benötigt werden. Da Teilkarten und Einzelblätter voraussichtlich weiten Kreisen zugänglich gemacht werden müssen, ist die Verteilung wichtiger und unter Umständen nicht für die Öffentlichkeit bestimmter Einzelheiten auf die verschiedenen Folien gut zu überlegen. Wie anfangs beschrieben, ist es durch Verwendung von Azetatfolien möglich, Karten aus mehreren Einzelblättern überdeckend zusammenzusetzen.

Um die Rettungsmaßnahmen sinnvoll planen zu können, müssen diese Karten auf einer genauen und laufend ergänzten Zusammenstellung der Bevölkerungsdichte (Wohndichte) basieren. Hierbei ist auch die Zahl der Pendelwanderer gesondert anzugeben, die früh am Tage in die Stadt fahren und abends in die Vorstädte, Dörfer und Nachbargemeinden zurückkehren. Die Industriegebiete und das Stadtzentrum werden die stärksten Unterschiede zwischen der tags und der nachts anwesenden Bevölkerung zeigen. Auf dieser Grundlage beruht der Kartenkomplex. Dabei sind unter „Rettungs- und Instandsetzungsdienste“ alle Maßnahmen zu verstehen, die nach einem schweren Angriff den Bewohnern des betroffenen Stadtteils Hilfe bringen sollen: die Straßen von Trümmern freimachen, Verletzte und Tote bergen, die Geretteten abtransportieren, die Evakuierung einzelner Gebäude oder ganzer Stadtteile durchführen, beschädigte Versorgungsleitungen wiederherstellen, Versorgungstransporte und Instandsetzungstrupps einsetzen. Dazu sind folgende Einzelheiten nötig:

Fluchtwege sind geeignete breite Straßen oder Grünstreifen, die Brandschneisen bilden und zur Evakuierung der Bevölkerung eines gefährdeten Stadtteils dienen können. Als Mindestbreiten sind etwa 40 m anzunehmen. Besonders geeignet ist z. B. ein Grünstreifen, der in radialer Richtung zum Stadtrand leitet, mit Laubbäumen bestanden und an den Rändern nur locker und niedrig bebaut ist, und durch den keine Hauptverkehrsstraße oder Straßenbahnlinie führt. Ferner Notstraßen, nämlich Straßen von ebenfalls möglichst großer Breite und hindernisfreier klarer Führung, auf denen sich der Verkehr nach einem Angriff abwickeln kann (also ohne gefährdende Hochbauten, Brücken, Unterführungen u. a.). Notstraßen sollen nicht durch brandgefährdete Gebiete führen, auch nicht durch Niederungsgebiete, die überschwemmt oder durch Gase und Aerosole gesperrt werden können. Die Notstraßen müssen sich zu einem Verkehrsnetz zusammenschließen, das auch mit den radialen Fluchtwegen in Verbindung zu bringen ist. Die Notstraßen werden voraussichtlich für jeden privaten Verkehr zunächst gesperrt werden. Notwendiger Privatverkehr muß sich dann parallel dazu entwickeln. Auch hierauf

ist bei der Planung Rücksicht zu nehmen. Die Notstraßen benachbarter Gemeinden sind an den Gemeindegrenzen zu koppeln, um schnelle gegenseitige Hilfe möglich zu machen. Die eben genannten Fluchtwege sollen an den sichersten Stellen sogenannte Sammelplätze haben und von den Sammelstellen aus (öffentliche Gebäude, gegebenenfalls mit Rettungsstellen für ärztliche Behandlung usw.) leicht erreichbar sein. Die Sammelstellen dienen zur kurzfristigen Unterbringung und Versorgung wie zum Abtransport der Bevölkerung. Das entspricht einer ganz bestimmten städtebaulichen Lage. Die Zufahrtswege dieser Sammelstellen müssen klar geführt und leicht freizuhalten sein. Zwischen Sammelstelle und Stadtrand dürfen keine Hindernisse mehr auftreten (z. B. besonders brandgefährdete Gebiete). Als Sammelstellen werden größere Versammlungsstätten in oben beschriebener Lage zu wählen sein oder auch Gebäude, die im Frieden zu sozialen Zwecken verwendet werden.

Die ärztliche Versorgung muß ebenfalls recht genau untersucht und dargestellt werden. Als Wichtigstes: die Krankenhausanlagen mit — möglichst getrennten — Zu- und Abfahrten, Anschlüssen an das Notstraßensystem, Verbindungsstraßen zu Rettungsstellen, ferner die Angaben der Höchstbelegungsziffern, der Versorgungsleitungen und der Kraftanlagen. Dazu kommen Arztpraxen, Apotheken, Lager von Medikamenten und Verbandsmaterial, ärztliche Sonderräume (Räume für Werkarzt, Schularzt, Bahnarzt usw.). Schließlich alle Gebäude, die ohne große bauliche Veränderungen in zusätzliche Krankenhäuser (Hilfslazarette) umgewandelt werden können. Das sind z. B. Schulen, Hotels, größere Pensionen, Sanatorien, Schullandheime, Jugendherbergen usw. Weiterhin: bauliche Anlagen innerhalb der Stadtgrenzen, die zur zeitweisen oder längeren Evakuierung eines Teiles der Bevölkerung dienen können, d. h. die genannten Unterbringungsmöglichkeiten, dazu auch Anlagen einfacherer Ausstattung wie Gasthöfe mit Sälen — bis zu Zeltlagern, Campingplätzen und Wochenendhäusern.

Als letzter Komplex ist eine Darstellungsreihe über Anlage und Verteilung von Schutzbauten im Stadtgebiet zu fertigen. Für die kommenden Aufgaben eines Schutzraumprogramms wird diese Karte in jeder Stadt bereits fertig vorliegen müssen. Das Bauprogramm wird sich nach den Ergebnissen der genannten fünf Komplexe richten sowie nach den vorhandenen oder ausbaufähigen Schutzbauten und der Zahl neu zu errichtender Schutzraumanlagen. Diese Karte wird wiederum aus mehreren Einzelblättern zusammengefügt: der Darstellung vorhandener und ausbaufähiger Schutzbauten (Stollen, Bunker sowie Schutzbauten in bestehenden Gebäuden) und weiter der Bevölkerungs- (Wohndichte-) Karte. Aus der Bevölkerungskarte ist zu entnehmen: die Zahl der nachts anwesenden Personen (in Wohngebieten), die Zahl der tags anwesenden Personen, einschließlich der Pendler (im Industrie-, Gewerbe- und Geschäftsgebiet). Für diese Ermittlungen sind am besten Bevölkerungskarten zu verwenden, bei denen die Anzahl der Bewohner eines Wohnblockes sowie an den Arbeitsstellen die Zahl der Beschäftigten durch Punkte dargestellt wird (z. B. 10 oder 20 Personen = 1 Punkt). Der Bedarf kann dann für jeden einzelnen Fall sofort durch Auszählen der Punkte festgestellt werden. Allerdings

ist die Anfertigung etwas mühsam; der Maßstab wird bei einer größeren Stadt eine ganze Reihe von Teilkarten erforderlich machen. Weitere Faktoren sind: die Darstellung der Bebauungsdichte, der Brandempfindlichkeit, der Versorgungsleitungen (Hauptwasserrohre oder Benzinlager können u. U. die Schutzbauten gefährden) und der Fluchtwege. Die Schutzbaubestimmungen (Schutzbau A, B, C, Bunker, Stollen) geben hier genügend Anhaltspunkte: die Verteilung kleiner Schutzbaueinheiten oder Raumgruppen ist anzustreben, ebenfalls der Zusammenschluß von Raumgruppen durch innere oder äußere Rettungswege. (Es wäre gut, wenn die Notausstiege und Ausgänge dieser Schutzraumanlagen in Richtung der breiten Fluchtwege angelegt wären, damit bei einer notwendigen Räumung die Richtung angegeben ist. Das wird wohl in den meisten Fällen kaum möglich sein. Durch Beschreibung usw. sollte dann aber die kürzeste Verbindung zum Fluchtweg gewiesen werden.) — Bei Beachtung aller dieser Faktoren wird es gelingen, die wirtschaftlichste und zweckmäßigste Lösung für den Schutzraumbau zu finden.

Die Anwendung dieser städtebaulichen Analyse soll einmal kurz bei der Planung eines Schulgebäudes erläutert werden.

Die Schülerzahl des künftigen Schulgebäudes wird im allgemeinen bereits gegeben sein. Die luftschutzmäßige Analyse städtebaulicher Faktoren beginnt dann bei der Karte „Topographie“, auf der festzustellen ist, ob nicht bei Auswahl des Grundstücks die Bodengestaltung (Hänge, kleine Höhenzüge, Einschnitte usw.) und die Bodenbedeckung (Wald, Wasserflächen) einen primären Schutz gegen Luftstoß, Strahlung oder Brandwirkung geben können. Dann sind der Reihe nach die Einzeldarstellungen des Komplexes „Brandschutz“, „Versorgung“ und „Schutzbau“ aufzulegen, als wichtigstes aber die Karten des Komplexes „Rettungswesen“, da das Schulgebäude voraussichtlich im Ernstfall eine Anzahl wichtiger Funktionen übernehmen wird (Rettungsstelle, Sammelstelle, Hilfskrankenhaus u. a.). Schließlich sind noch die Zufahrt zum Schulgebäude, die Einbeziehung in das Netz der allgemeinen Verkehrsstraßen und der Notstraßen zu untersuchen. Erst aus dem Produkt dieser städtebaulichen Faktoren ist das Bauvorhaben luftschutzmäßig zu bewerten. Es ergibt sich häufig dabei, daß von zwei oder drei Lösungen mit gleicher Wirtschaftlichkeit eine den Forderungen des städtebaulichen Luftschutzes am besten entspricht — diese Lösung wird man dann wählen.

Zum Schluß soll noch kurz das in USA angewandte Verfahren erläutert werden: Auf einem Foliendeckblatt werden die Schadenszonen vom Punkt Null als Mittelpunkt eingetragen, deren Radius sich entsprechend der Größe der Atombomben nach außen verschiebt. Mit Hilfe dieses Deckblattes läßt sich dann der voraussichtliche Schadensumfang jedes Stadtbezirks bei verschiedener Lage des Zielpunktes ablesen. Weiterhin ist es möglich, mit der Punktbevölkerungskarte auch die Verluste abzuschätzen, die die Stadtbevölkerung bei einem Atombombenangriff erleiden würde. Das mag für die taktischen Verhältnisse der USA richtig sein, kaum aber für die Bundesrepublik, die zweifellos auch mit den „herkömmlichen“ Luftangriffs-

waffen und ihren unterschiedlichen Wirkungen zu rechnen hat. Dabei ist das dicht bebaute Gebiet der Innenstadt, die City, als wahrscheinliches Zielgebiet anzusehen. Bei der Präzision von Bombenwürfen, die sich voraussichtlich durch Anwendung von Großrechengeräten noch steigern läßt, werden Fehlwürfe seltener als im letzten Krieg vorkommen. Wir müssen uns also sowohl auf die großflächigen Zerstörungsgebiete eines Atombombenangriffs wie auf Einzel-schäden durch schwere Sprengbomben und ebenso auf

die von selbst weiterfressenden Flächenbrände von Brandmitteln (Napalm u. a.) einstellen. Die Aufgabe, die damit an den Städtebauer herantritt, ist unerhört verantwortungsvoll. Entscheidungen sind aber nur zu verantworten, wenn das Objekt der Entscheidung — in diesem Falle die Stadt — und gleichfalls die Gefahr, die Waffenwirkung, bekannt ist. Der Weg, beide Faktoren in ihrer gegenseitigen Beziehung zu erkennen, führt allein über die städtebauliche Analyse aus der Sicht des Luftschutzes.

Der Berliner Luftschutz-Versuchsbau

Von Dr.-Ing. Hans Schoszberger, Berlin

Der Aufsatz behandelt den Entwurf eines Versuchsbauwerks des konstruktiven Luftschutzes. In Berlin-Schöneberg wird der Bau eines Wohn- und Geschäftshauses durchgeführt, dessen Konstruktion gegen Waffenwirkungen verschiedener Art bemessen ist. Das Schutzprinzip und die sich daraus ergebenden Folgerungen für Planung, statische Berechnung und Baukosten werden an dem Entwurf des Versuchsbauwerks kurz erläutert.

1. Konstruktiver Luftschutz

Neben dem Schutz der Menschen und Sachwerte im Schutzraum hat der bauliche Luftschutz die Aufgabe, Hochbauten vor Bombenwirkung zu schützen. Dieses Teilgebiet des baulichen Luftschutzes nennen wir „Konstruktiver LS“.

Der konstruktive LS will erreichen, daß:

1. das Gebäude bei Bombentreffern nicht vollkommen in sich zusammenfällt,
2. nur ein geringer Schadensgrad entsteht,
3. das beschädigte Gebäude leicht und billig wiederhergestellt werden kann.

Durch bestimmte Bauweisen und Bauarten, die Wahl bestimmter Bauteile und Baustoffe ist dies bei Neubauten möglich.

2. Prinzip des Schutzes

Eine Schilderung auch nur der Grundgedanken des konstruktiven LS würde hier viel zu weit führen. Es kann hier nur das Schutzprinzip angedeutet werden, soweit es für den Berliner Versuchsbau von Bedeutung ist.

Im wesentlichen unterscheidet man theoretisch zwei voneinander verschiedene Prinzipien:

Schutzprinzip I (Bild 1 und 2)

Skelettbau mit nachgebender Ausfachung. Das Skelett (Stahl oder Stahlbeton) nimmt allein die Detonationskräfte auf, die leichte Außenwand wird teilweise herausgeschlagen, ausgeblasen. Ähnliche Baugedanken der Ablenkung des Explosionsstoßes durch nachgebende Bauteile („Sicherheitsventil“) werden schon seit langer Zeit, z. B. bei Bauten in Sprengstofffabriken, angewendet. Die Erfahrungen des zweiten Weltkrieges haben die Wirksamkeit des Schutzprinzips bestätigt.

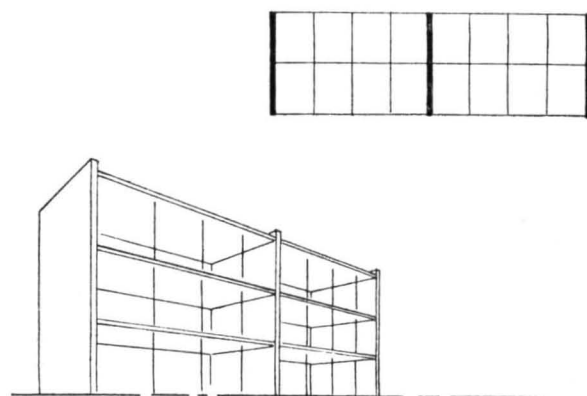


Bild 1 und 2
Schutzprinzip I „Nachgebende Wände“

Schutzprinzip II (Bild 3 und 4)

Vollwandbauart. Die Umfassungen des Gebäudes (Wand, Decke und Gründung) leisten der Detonation

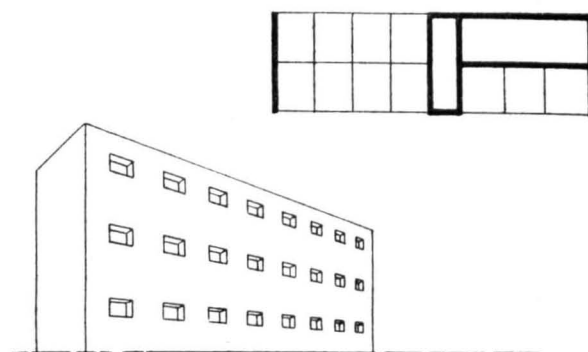


Bild 3 und 4
Schutzprinzip II „Standhaltende Wände“

Widerstand. Die Wände aus Stahlbeton sind so bemessen, daß sie den gesamten Druck aufnehmen. Keine nachgebenden Bauteile.

Die praktische Anwendung ist fast immer eine Kombination dieser Schutzprinzipien, welche beider Vorteile vereint, ohne ihre Nachteile zu besitzen. Eine derartige Kombination ist z. B. die in den Bildern 5 und 6 dargestellte Bauart. Das Gebäude ist ein Skelettbau mit nachgebender Außen- und Innenwand nach Prinzip I. Das Treppenhaus und ein Teil des Erdgeschosses,

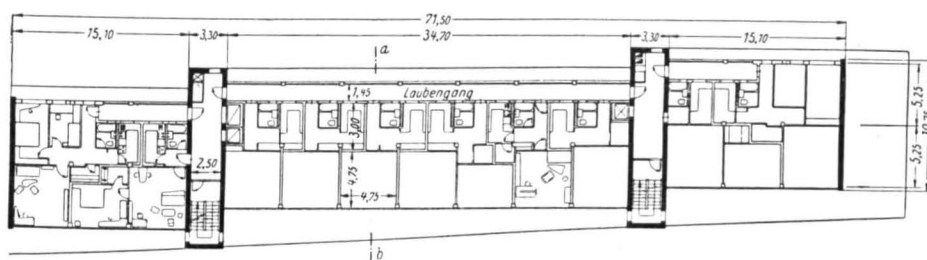


Bild 8

Grundriß des 3. bis 12. Geschosses
Laubenganghaus mit vornehmlich Einzimmerwohnungen

Das Gebäude enthält 121 Wohnungen, 14 Läden, 1 Restaurant und 24 Büroräume (Bild 8). Die Baukosten betragen 2,8 Millionen DM.

4. Schutzzumfang

Der Versuchsbau soll gegen folgende Waffenwirkung geschützt sein, wobei der Begriff des Schutzes im Sinne der unter 1. genannten Schadensminderung zu verstehen ist:

- 4.1 Schutz gegen A-Bomben $2\frac{1}{2} \times$ in 300 m Abstand vom Nullpunkt bei optimaler Abwurfhöhe.
- 4.2 Sprengbombenvolltreffer bis 500 kg und Nahtreffer jeder Größe,
- 4.3 Brandwaffen und Brandeinwirkung auch von längerer Dauer.

Der Schadensgrad, den das Gebäude bei verschiedenen Arten von Bombenexplosionen erleidet, läßt sich ermitteln. Dabei kann ein Schadensgrad von $a\%$ (z. B. 20%) als obere zulässige Grenze bestimmt werden, der dem Schutzzumfang 1.—3. zugeordnet ist. Wird das Gebäude einer Explosion von stärkeren A-Bomben oder in geringerem Abstand ausgesetzt, so wird der Schadensgrad größer als a sein.

Für die im Hause wohnenden und beschäftigten Personen ist im vorderen Kellerteil ein Schutzbau B³⁾ vorgesehen. Er ist über zwei senkrechte Zubringer zu erreichen, die gleichzeitig als normale Treppenhäuser dienen. Innerhalb dieser Treppenhäuser sind Personen gegen Luftdruck und γ -Strahlung geschützt (Reduktion auf $\overline{\overline{100}}$ Röntgen).

Innerhalb des Schutzbaues B sind die Menschen sicher gegen:

- 4.4 Die unter 1.—3. genannten Wirkungen mit Ausnahme der Sprengbombenvolltreffer.
- 4.5 Atomare, biologische und chemische Kampfmittel.

Da bei längerer Dauer der Kampfhandlungen auch mit einem langen Aufenthalt im Schutzbau gerechnet werden muß, kann der gesamte Kellerraum bei Bedarf zu einem „Not-Schutzbau“ hergerichtet werden. Kellerdecke und -sohle haben durchgehend die erforderliche Dicke und Bewehrung.

Die ganze Kellerfläche, einschließlich des Schutzbaues B, ist friedensmäßig nutzbar gemacht. Durch den

Ausbau als Schutzraum wird die Friedensnutzung in keiner Weise beeinträchtigt.

5. Berechnung und Konstruktion

Die bei A-Bomben (4. 1) und Sprengbomben (4. 2) des gewählten Schutzzumfanges auftretenden Kräfte sind ihrer Größe und Wirkungsart, nicht aber ihrer

Richtung nach bekannt. Wenn wir die sich daraus ergebende größte Horizontalkraft P_1 , die größte Vertikalkraft P_2 nennen, so sind in die Berechnung statische Ersatzlasten αP_1 und βP_2 an Stelle der tatsächlichen dynamischen Beanspruchungen einzusetzen. Die Faktoren α und β sind von der Bauart und dem gewählten Schutzzumfang abhängig. Da bei Schutzprinzip I α und $\beta < 1$ sind, wird $\alpha P_1 < P_1$ und $\beta P_2 < P_2$.

Die statische Berechnung wird nun in üblicher Weise für statische Ersatzlast, Eigengewicht, Verkehrslast, Wind usw. durchgeführt. Hierauf findet eine nochmalige Rechnung statt, bei der die Richtung der statischen Ersatzlasten umgekehrt wird. Die lotrechte Komponente βP_2 drückt von unten gegen die Decken, die waagerechte Komponente αP_1 zieht nach außen. Die Bemessung des Gerippes erfolgt in üblicher Weise auf Grund der durch den wiederholten Rechnungsgang ermittelten Größtwerte für Momente und Querkkräfte.

Dabei zeigt es sich, daß die Erfüllung der Forderungen des konstruktiven LS weniger eine mathematisch-statische als vielmehr eine konstruktive Aufgabe ist. Es kommt darauf an, einen möglichst großen Teil der Kräfte durch die Stahlbetonkörper (Treppenhäuser, Schutzbau, Querwände) aufnehmen zu lassen. Dadurch wird eine Verbindung von konstruktivem LS und Schutzraumbau erzielt, die wesentlich zur Herabsetzung der LS-Kosten beiträgt.

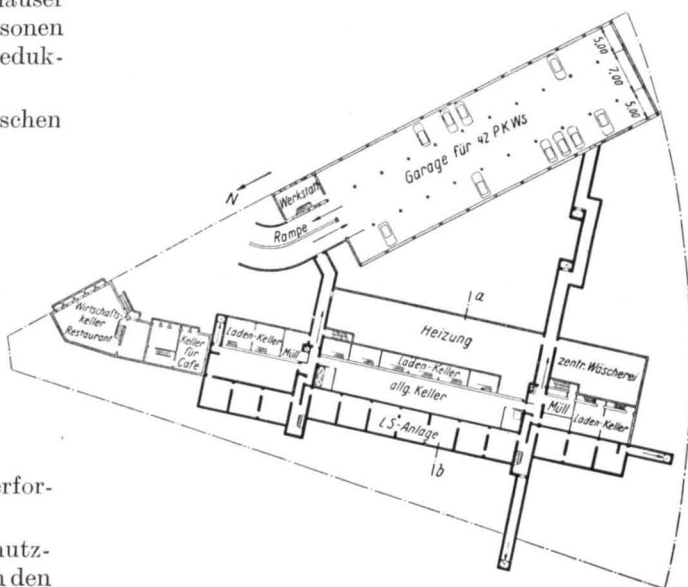


Bild 9

Grundriß des Kellergeschosses
Im vorderen Trakt der Schutzbau B mit Rettungswegen

³⁾ „Richtlinien für Schutzbauten B“, Fassung März 1954, herausgegeben vom Bundesminister für Wohnungsbau im Einvernehmen mit dem Bundesminister des Innern.

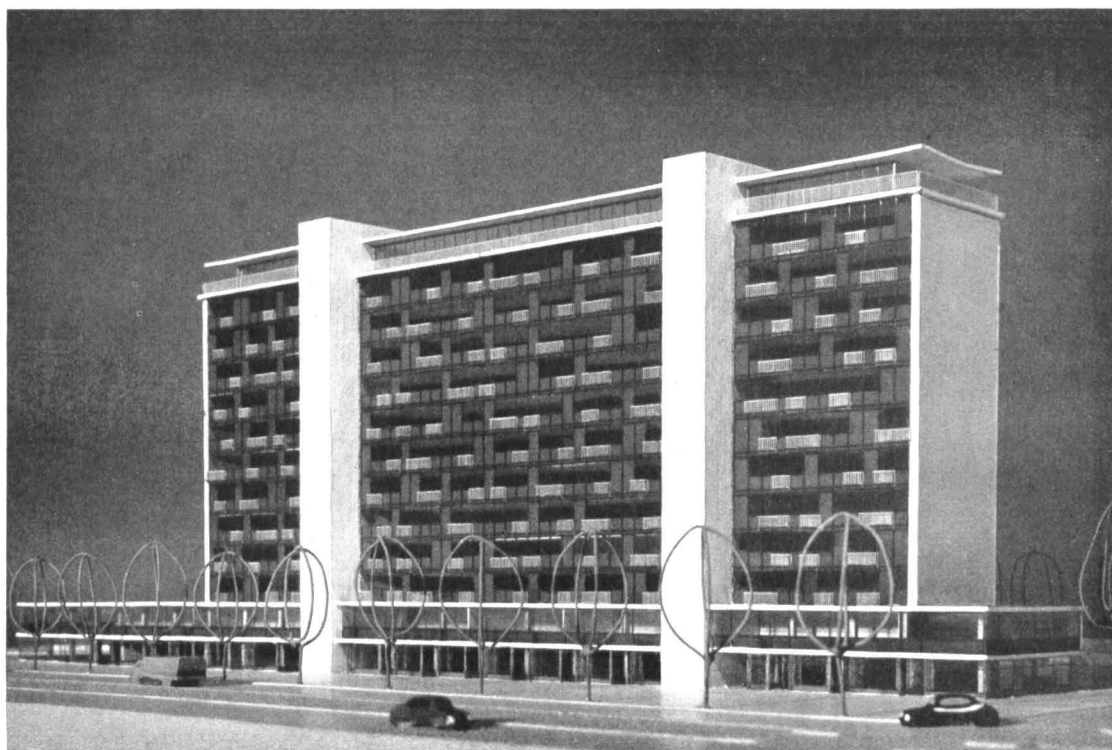


Bild 10 Modell des Hochhauses, Vorderansicht

Die Gestaltung will den Gegensatz der tragenden Stahlbetonkörper zu der leichten Außenwand zum Ausdruck bringen



Bild 11 Rückansicht des Modells

In der Mitte zwischen den Treppenhäusern die Laubengänge zu den 1-Zimmerwohnungen
Die Kopfenden enthalten größere Wohnungen

6. Die Baukosten

Die Hauptaufgabe des Berliner Versuchsbauwerks besteht darin, diese LS-Kosten klein zu halten und genau festzustellen. Man kann auch von einem bestimmten gegebenen Geldbetrag für LS-Aufwendungen (in % der Bausumme) ausgehen und zurückrechnen. Man erhält

dann einen dieser „LS-Bausumme“ zugeordneten Schutzzumfang. Auch diese Berechnung wurde für den Probebau durchgeführt. Sie hat sich als zweckmäßiger erwiesen und führt zu rationelleren Lösungen als der unter 5. geschilderte Rechnungsgang. Die bisherigen Berechnungen ergaben, daß, um den unter 4. genannten

Schutzumfang für Menschen und Gebäude zu erreichen, der Bau um etwa 5% teurer wird als eine übliche, den LS nicht berücksichtigende Bauausführung.

Nur die praktische Durchführung kann zeigen, ob diese — für die Entwicklung des baulichen LS außerordentlich wichtige — Annahme richtig ist.

Literatur:

1. Damage from atomic explosion and design of protective structure, herausgegeben vom Department of Defense and US Atomic Energy Commission, Washington 1950.
2. Analytic Method, Vol. II, Bericht 8, herausgegeben Lehigh University Bethlehem Pens. 1951.

3. Building in the atomic age, herausgegeben Institute of Techn. Cambridge Mass. 1952.
4. Interim guide for the design of buildings exposed to atomic blast. TM — 5 — 3, herausgegeben Fed. Civil Defense Admin. Washington 1952.
5. Windowless structures, a study in blast resistant design TM — 5 — 4, herausgegeben Federal Civil Defense Administration, Washington 1953.
6. Interim designs standards for protective construction in industria structures in „Civil Defense Technical Bulletin“ TB — 5 — 1, Washington 1954.
7. Stahlskelett und Atombombe, Dr.-Ing. Schoszberger in „Gestalteter Stahl“ 2/54, Köln 1954.
8. Bautechnischer Atomschutz, Dr.-Ing. Schoszberger, Düsseldorf 1954.

Der Schutzraumbau

Prof. Dr.-Ing. Wiendieck, Bielefeld

Ausgangspunkt aller Überlegungen für die Planung eines die ganze Bevölkerung einbeziehenden Schutzprogramms für die Untersuchung der Schutzmöglichkeiten und für die Entwicklung der Schutztypen nach Art und Güte ist allein die Kenntnis der verschiedenartigen Wirkungen der zur Zeit bekannten Angriffsmittel auf Mensch und Bauwerk.

Diese Kenntnisse müssen möglichst umfassend und genau sein, weil sich dadurch der Nutzeffekt der aufzuwendenden Kosten erhöht.

Die Angriffsmittel sind bekannt. Der Kreis der alten Waffen ist um die Atombombe und deren Abarten erweitert worden. Die Wirkungen dieser neuen Vernichtungsmittel sind durch umfassende Versuchsreihen getestet und in ihren Zusammenhängen wissenschaftlich geklärt. Deutschland verfügt selbst über keinerlei Erfahrungen mit dieser Bombenart, und alles, was wir darüber wissen, entstammt den Veröffentlichungen aus USA und einer Studienreise dorthin, die eine deutsche Kommission, auf Einladung der USA, unternommen hat. Die uns so gegebenen Daten müssen wir zunächst hinnehmen und sie bei unseren Entscheidungen mit verwerten.

Die Einsatztaktik von Atombomben hinsichtlich ihrer Größe, ihrer Abwurfhöhen und der Ziele ist naturgemäß nicht bekannt. Sie kann nur vermutet werden. Aber die Weiterentwicklung nach Stärke und Verwendungszweck deutet sich an. Diese Entwicklungstendenz muß daher bei der Erarbeitung eines Schutzraumprogramms weitgehend berücksichtigt werden, da Bauwerke auf lange Sicht wirksam sein müssen.

Ist es notwendig zu begründen, daß die Maßnahmen des baulichen Luftschutzes, insbesondere die des Menschenschutzes, nicht dahin zielen, Höhlenbewohner aus uns zu machen? Der bauliche Luftschutz ist weder Selbstzweck noch Endzweck unseres Bauschaffens, sondern nur eine neue und zusätzliche Gestaltungs- und Konstruktionsaufgabe, die unseren Bau- und Siedlungsplanern selbstverständlich werden muß.

Das ist aber nur die eine und einfache Seite der Aufgabe, nämlich die Erfassung aller Neubauvorhaben zur schrittweisen, aber systematischen Verwirklichung

des für notwendig erkannten Programms. Die eigentliche Schwierigkeit aber liegt in der Durchsetzung des Gebäudebestandes mit diesen Schutzmaßnahmen. Auch hier liegt kein bautechnisches Problem vor, sondern eine gewöhnliche, höchstens durch ihre Größenordnung bedeutungsvolle Bauaufgabe, die erst durch die Notwendigkeit der richtigen Abschätzung des entscheidenden Faktors „Zeit“ problematisch wird und dadurch einen politischen Akzent erhält.

Die Faktoren: „Schutzumfang — Kosten — Zeit“ stehen untereinander in Wechselwirkung, Kosten und Zeit sind vertauschbar. Dieses möge durch extreme Beispiele verdeutlicht werden.

Wenn z. B. anzunehmen ist, daß ein Schutzraumprogramm in einem Jahr zum Tragen kommen muß, wäre es sinnlos, hochwertige Schutzmaßnahmen mit relativ langer Bauzeit und hohen Kosten in Angriff zu nehmen. Aber man würde Maßnahmen aller Art durchführen, um einen wenn auch noch so geringen Schutzzuwachs mit Breitenwirkung zu erzielen. Die Kosten wären gering, der Schutz ebenfalls. Soweit Baumaßnahmen in Frage kämen, würde sich die Aufmerksamkeit der Techniker ausschließlich dem Gebäudebestand zuwenden müssen.

Stehen andererseits 100 Jahre zur Verwirklichung eines Schutzprogramms zur Verfügung, so wäre es sinnlos, Investitionen im Gebäudebestand vorzunehmen. Das Programm würde ausschließlich die Neubauten erfassen und könnte mit geringeren Kosten ein höheres Schutzniveau erreichen.

Auf irgendeine Stelle in der Zeitskala muß sich unser Programm einstellen.

Heute werden wir gebannt durch die Vorstellung von den Wirkungen der Atombombe. Darüber sollten wir nicht vergessen, daß die alten Angriffsmittel ihre Wirkung und damit ihre Gefahren nicht verloren haben.

Das Ziel aller Überlegungen und Anstrengungen muß sein, mit einem volkswirtschaftlich gerade noch tragbaren Kostenaufwand in „angemessener“ Zeit für die Gesamtbevölkerung einen Schutz gegen alle möglichen Wirkungen der bekannten Angriffsmittel zu schaffen, der die erwartbaren Verluste zu einem Minimum werden läßt.

Der Wunsch des Individuums nach Vollschutz unter allen Umständen und in allen Lagen ist verständlich. Seine Verwirklichung bleibt aber immer ein Ideal, das allein mit baulichen und technischen Maßnahmen nicht erreicht werden kann.

Es ist das Recht des Menschen zu fragen: Welche Sicherheit bietet dieser Schutzbau mir und meiner Familie? Die Pflicht aber der Verantwortlichen ist es zu fragen: Welche Verluste sind bei diesem Schutzbauprogramm zu erwarten oder: welcher Rettungszuwachs wird gewährleistet, und welche Mittel sind dafür aufzubringen?

So ist es begreiflich, wenn immer wieder versucht wird, sich durch systematische Untersuchungen ein hinlängliches Bild von den unter den verschiedensten Verhältnissen zu erwartenden Verlusten an Menschenleben zu verschaffen. Die Kenntnis der Zusammenhänge zwischen den Wirkungen der Angriffsmittel, den Kosten der Schutzmöglichkeiten und den Verlustquoten ist geradezu die Basis für die Entwicklung jedes Programms für den Menschenschutz im Rahmen des baulichen Luftschutzes.

Die USA haben die ihnen gegebenen Möglichkeiten durch systematische Grundlagenforschung genutzt und in dem Werk „Analytische Methode zur Ermittlung eines Schutzraumprogramms“ beschrieben. Sie haben eine Beziehung zwischen der prozentualen Sterblichkeit und dem Abstand vom Erddnullpunkt errechnet (und diese in einem Diagramm anschaulich festgelegt¹⁾, s. Abb. 1).

In einem weiteren Diagramm des gleichen Werkes wird die Gesamtzahl der erwartbaren Todesopfer innerhalb einer Kreisfläche mit dem Erddnullpunkt im Zentrum als Funktion des Radius dargestellt (Summenkurve zu Abb. 1). Dieses Diagramm soll durch entsprechende Änderung der Koordinatenmaßstäbe auch für jede Bombengröße und Bevölkerungsdichte, allerdings nur für Zündung in der jeweiligen Standardhöhe, zu verwenden sein²⁾. Der Reduktionsmaßstab ergibt sich nach dem Cranzschen Modellgesetz mit $n^{-1/3}$ für die Radien und $n^{-2/3}$ für die auf Flächen bezogenen Verluste (Abb. 2). Die Richtigkeit dieser Diagramme kann von uns nicht nachgeprüft werden. Der Inhalt des aus dem Diagramm Abb. 1 durch Rotation um die Ordinatenachse gewonnenen glockenförmigen Rotationskörpers kann geradezu als Parameter der Sterblichkeit eines ungeschützten Gebietes bezeichnet werden. Er besitzt die dimensionslose Größe 6,5. Damit kann ausgesagt werden, daß bei ungezielter Zündung einer 1 x-Bombe in der ihr zugeordneten Standardhöhe von 610 m über einem Gebiet mit zwar unterschiedlicher, im ganzen aber mittlerer Bevölkerungsdichte D die erwartbaren Todesopfer $6,5 D$ betragen werden. Diese Verluste sind das erwartbare Maximum beim Schutzzustand Null. Die betroffene Zone hat dabei einen Durchmesser von etwa 4,60 km und einen Flächeninhalt von etwa 17,0 km². Jeder wenn auch noch so geringe Schutzzuwachs wird den Radius dieser Fläche verkleinern und damit die Zahl der Opfer verringern. Diese Verringerung ist dann der Rettungszuwachs, der, bezogen auf die aufgewandten Mittel, als Erfolgsmaßstab eines Schutzbauprogramms zu gelten hat.

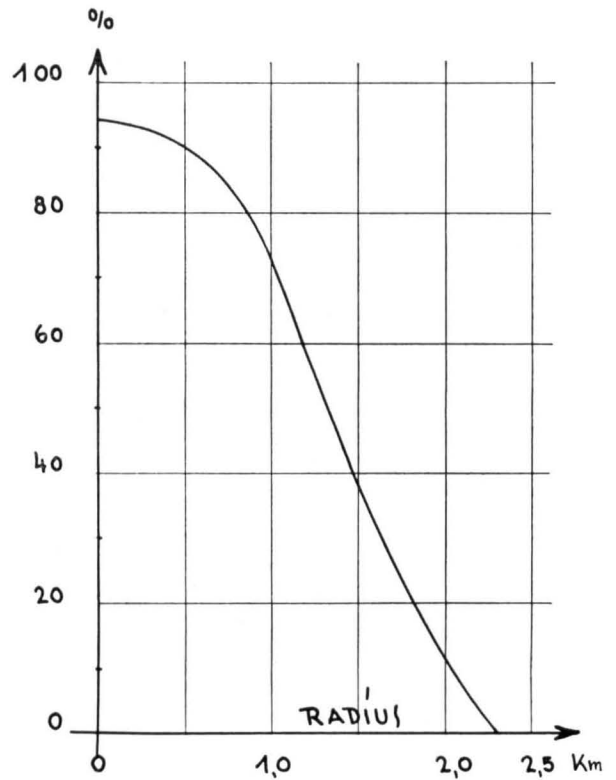


Bild 1
Prozentuale Sterblichkeit
als Funktion des Abstandes vom Erddnullpunkt

Da die zwischen Bombengröße, Abwurfhöhe, Entfernung vom Erddnullpunkt und Explosionsdruck bestehenden Relationen einwandfrei geklärt und für alle möglichen Kombinationen aus diesen Faktoren zahlenmäßig angebar sind, da ferner für jeden Schutzbautyp die Dicke der Umfassungsbauteile als Funktion der Druckbelastung und der Kosten angegeben werden kann, bietet es keine grundsätzlichen Schwierigkeiten, den Rettungszuwachs und seine Kosten für die verschiedenen Bautypen und Betondicken zu errechnen.

In USA hat man derartige Untersuchungen zur Ermittlung eines Schutzraumprogrammes sehr eingehend durchgeführt und sich dabei der Methodik einfachster Fragestellungen bedient. Die unvermeidbare Simplifi-

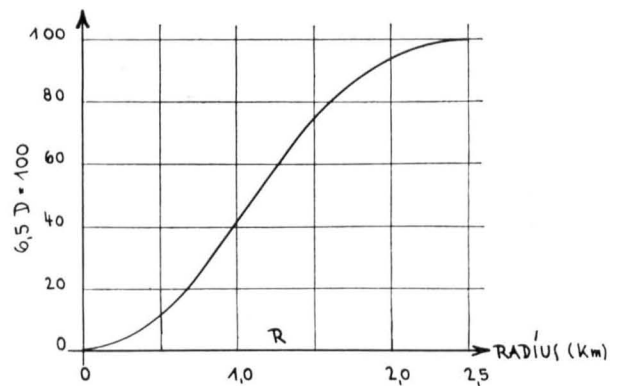


Bild 2
Gesamtzahl der Todesopfer innerhalb des Kreises mit dem
Erddnullpunkt als Zentrum und dem Radius R .
 D = Einwohner / Km²

¹⁾ und ²⁾ The Effects of Atomic Weapons

zierung mancher Beziehungen zur Erzielung eines brauchbaren mathematischen Ansatzes blieben dabei in annehmbaren Grenzen. Diese Arbeit wurde schon 1951 vorgelegt, befaßt sich aber amerikanischer — und nur für den amerikanischen Kontinent gültiger — Auffassung entsprechend ausschließlich mit der Wirkung von Atombomben verschiedener Energiewerte auf ober- und unterirdische Schutzbautypen als selbständige Baukörper, nicht also mit den für uns noch aktuellen Zusatzwirkungen aus Spreng- und Minenbomben. Die Ergebnisse dieser amerikanischen Untersuchungen besitzen demnach keine unbedingte Gültigkeit für europäische Verhältnisse, und es genügt, wenn an dieser Stelle einige Ergebnisse und Schlußfolgerungen mitgeteilt werden.

Bei jedem Schutzbautyp kann man eine bestimmte Dicke der Umfassungsbauteile errechnen, für die der Rettungszuwachs, bezogen auf die Kosten, sein Optimum annimmt. Dieses Optimum ist verhältnismäßig unabhängig von der Detonationshöhe und soll als „Mindestdicke“ bezeichnet werden. Daraus ist zu folgern:

„Ein Schutzraumprogramm ist solange unzureichend, als die verfügbaren Mittel nicht den Bau von Schutzräumen mit Mindestdicken der Umfassungsbauteile für die gesamten einwohnergefüllten Zielgebiete gestatten. Bei nicht ausreichenden Mitteln kann man durch den Bau von weniger Schutzräumen mit Mindestdicken mehr Menschenleben retten als durch eine größere Zahl aber weniger sicherer Schutzräume.“

Man muß beachten, daß diese Feststellungen nur etwas aussagen über die erfolgreichste Ausnutzung der für ein Schutzraumprogramm zur Verfügung stehenden Mittel. Es bleibt eine Binsenwahrheit, daß selbstverständlich jeder noch so schwache Schutzraum einen Rettungszuwachs darstellt und zu begrüßen ist.

Die unter der Federführung des Luftschutzreferates des Bundeswohnungsministeriums und unter Mitwirkung des Bundesinnenministeriums in mehr als dreijähriger Zusammenarbeit mit dem Fachausschuß „Bautechnischer Luftschutz“ entwickelten Richtlinien für Schutzraumbauten sind abgeschlossen und stehen vor der Veröffentlichung. Damit ist eine der Voraussetzungen zur praktischen Durchführung dieses Programms gegeben.

Die wissenschaftliche Grundlage zu vielen Überlegungen und wesentlichen Entscheidungen bildete die Forschungsarbeit von Prof. Schardin-Freiburg über die Beziehungen zwischen dem Energiewert der Bomben einerseits, Art, Verlauf und Dauer der Detonationsdruckwellen andererseits, wodurch alle Daten, deren Kenntnis für die Grundentscheidungen ebenso wie zur Aufstellung der technischen Richtlinien unerlässlich war, zur Verfügung standen. Diese durch Rechnung und Modellversuche gewonnenen Werte, die aus der Schardinschen Kurventafel zu entnehmen sind, gestatten die relativ schnelle Ablesung der Druckbelastung, Impulswerte, Kratterradien usw. für alle möglichen Verhältnisse von Abwurfhöhe und Erdnullpunktentfernung. Sie stehen in bester Übereinstimmung mit den Meßergebnissen der amerikanischen Großversuche.

Ein moderner Schutzbau muß seine Insassen vor den Wirkungen einer Atom- bzw. Wasserstoffbombe, dem

Explosionsdruck, der radioaktiven Gammastrahlung und der thermischen Strahlung (Hitzeblitz) sowie — mit Einschränkung — vor den Wirkungen der Spreng-, Minen- und Splitterbomben schützen. Er soll ferner Schutz bieten gegen Einsturz- und Trümmerlasten von Gebäuden, gegen Brandwaffen und sekundäre Brandeinwirkungen sowie gegen atomare (z. B. radioaktive Stäube), biologische und chemische Kampfmittel.

Das Bauprogramm sieht drei Arten von Schutzräumen vor:

Schutzstollen,
Schutzbunker,
Schutzbauten A, B und C.

Die Bezeichnungen gelten als genormte Typenbegriffe. Für jede der drei Arten sind Richtlinien entwickelt und nunmehr fertiggestellt worden, die lediglich in der strengen Systematik des Aufbaus übereinstimmen. Der Schutzzumfang der drei Arten ist nur graduell unterschiedlich.

Er wird in allen Fällen erreicht durch die mechanische Widerstandsfähigkeit der Umfassungsbauteile gegen Krafteinwirkungen aller Art, durch Abschirmwirkung der Erddeckung, durch weitreichende Sicherung der Rettungsmöglichkeiten und durch Gewährleistung ausreichender Lebensbedingungen (Luft, Wasser, Licht) selbst für langdauernde Benutzung. Die mit der Erddetonation einer Atombombe verbundenen vervielfältigten und zusätzlichen Gefahren bleiben ganz außer Betracht.

Schutzstollen

Die Schutzstollen bieten den Insassen höchsten Schutzzumfang, dem gegenüber die Ausführungskosten, besonders bei Großanlagen, relativ gering erscheinen. Man rechnet mit einem Kostenaufwand von etwa 600,— DM je geschützte Person. Ihre Anlage ist aber von den jeweiligen topographischen und geologischen Verhältnissen abhängig und kann daher nur fallweise vorgesehen und ausgeführt werden. Die Größe des Fassungsvermögens der Schutzstollen ist — im Gegensatz zu den anderen Schutzraumarten — nach oben hin unbegrenzt, so daß sie als Anlagen des Massenschutzes einen nicht unbedeutenden Anteil aller Schutzaufgaben übernehmen können.

Ein Schutzstollen kann nach einem sehr weitgespannten Plan angelegt und angefangen werden, selbst wenn die Mittel für die Gesamtanlage zunächst nicht zur Verfügung stehen. Es ist neben dem hohen Schutzzumfang ein bemerkenswerter Vorzug dieser Schutzraumart, daß die betriebsfertige und benutzungssichere Anfangsanlage ohne zeitliche Beeinträchtigung des Schutzzumfanges und ohne besondere bautechnische Zusatzschwierigkeiten nach und nach erweitert bzw. ausgebaut werden kann, ein Vorteil, den keine der anderen beiden Schutzbautypen aufzuweisen hat. Man wird daher alle Möglichkeiten zur Niederbringung eines Stollens für unser Schutzprogramm ausnützen. Schweden und die Schweiz z. B. geben hier richtungsweisende Beispiele an Großzügigkeit.

Jede Öffnung in einer Schutzanlage ist ein schwacher Punkt und eine besondere Gefahrenquelle. Das gilt für alle Schutzbauarten, in besonderem Maße allerdings für die Schutzstollen, weil hier das durch den eigent-

lichen Stollenraum gesicherte Schutzniveau — das man als Vollschutz bezeichnen möchte — wesentlich höher ist oder im Einzelfalle sein kann als der für die Eingangsanlagen bautechnisch erzielbare Schutz. Daher muß einer der fundamentalen Grundsätze des baulichen Luftschutzes, nämlich Massierung zu vermeiden, hier sinngemäß und mit Sorgfalt bei Anlage und Ausbau der zwischen Stollen und der Außenwelt nicht vermeidlichen Verbindungen beachtet werden. In den nunmehr fertiggestellten Richtlinien für Schutzstollen nehmen die entsprechenden und wohldurchdachten Einzelbestimmungen hierüber breiten Raum ein.

Die Einrichtung von Druckschleusen mit Drucktüren sowie von ausreichenden Belüftungsanlagen versteht sich bei diesen Großbauten als selbstverständlich. Die geforderte Mindestüberdeckung ist für Tief- und Hangstollen für vier Bodenarten unterschiedlich festgelegt.

Vorhandene Stollenanlagen können als Schutzstollen anerkannt und benutzt werden, sofern sie den Mindestanforderungen der Richtlinien ohne oder mit Umbau genügen.

„Schutzstollen sollen auch im Frieden Verwendung finden.“

Dieser unscheinbare Hinweis in nachsichtiger Formulierung entspricht in keiner Weise der volkswirtschaftlichen Bedeutung der Aussage. Wenn man bedenkt, daß die Baukosten selbst mittelgroßer Anlagen viele 100 000,— DM kosten, so muß erwartet werden, daß es für die auftraggebenden Stellen ebenso wie für die Planer eine Selbstverständlichkeit sein wird, nichts unversucht zu lassen, diese großen und kostspieligen Bauanlagen für die Friedenswirtschaft nutzbar zu machen.

Schutzbunker

Ganz im Gegensatz zum Schutzstollen, der im Gesamtprogramm eine wesentliche Rolle spielen wird und muß, hat die Bauweise, die aus der Erinnerung der Bevölkerung unter der irreführenden volkstümlichen Bezeichnung „bombensicherer Luftschutzbunker“ bekannt ist, im neuen Schutzbauprogramm seine alte faktische und psychologische Bedeutung als Schutzfaktor verloren. Für die Ausführung der neuen „Schutzbunker“ wird es kein Planungs- und Bauprogramm ähnlich dem von 1941 mehr geben. Seine Errichtung ist als Ausnahme gedacht für die Fälle, wo aus besonderen Gründen ein hohes Schutzniveau erzielt werden muß, die Ausführung eines Schutzstollens aber nicht möglich ist, z. B. für Befehlsstellen, Massenschutzräume für Bahnhöfe usw.

Für die Bemessung der Umfassungsbauteile eines Schutzbunkers ist nicht die Atombombe, sondern, genau so wie für die Festlegung der Überdeckungshöhe der Schutzstollen, die Volltrefferwirkung von Spreng- und Minenbomben bestimmter Kaliber maßgebend.

In diesem Zusammenhang muß ganz allgemein der Begriff der „Verdämmung“ erwähnt werden. Zu Beginn aller Überlegungen mußte die zweckmäßigste Lage aller unserer Schutzbauwerke zur Erdgleiche geklärt und entschieden werden. Die Erkenntnis der drucksteigernden Wirkung des Erdreiches bei Bomben-

explosionen im Untergrund infolge der durch das Erdreich bewirkten Verdämmung hat die Dicken der Umfassungsbauteile der nach den Vorschriften von 1941 gebauten „Luftschutzbunker“ entscheidend beeinflusst. Damals mußten alle Umfassungsbauteile unter Erdgleiche um 50% dicker ausgeführt werden als die oberirdischen, und so wurde z. B. bei Schutzbunkern der 3-m-Gruppe die Sohle grundsätzlich 4,50 m dick. Aus Sicherheits- bzw. Ersparnisgründen sahen die damaligen Vorschriften grundsätzlich die oberirdische Anlage für Bunker vor, wodurch die Entwicklung zum Hochbunker mit mehreren oder vielen Zwischengeschossen eingeleitet wurde. Unsere Richtlinien verlangen in wohlüberlegter Abwägung aller Vor- und Nachteile nicht nur für die Bunker, sondern für alle Schutzbauten gerade das Gegenteil. Alle Schutzraumbauten sind grundsätzlich unterirdisch anzulegen. Nur aus zwingenden Gründen ist ein Abweichen von dieser Forderung als Ausnahme zulässig.

Diese radikale Kehrtwendung findet ihren sichtbarsten Ausdruck in Ziff. 4.1. der Richtlinien. Die im Erdreich liegenden Wände und Sohle erhalten mit 3,00 m Dicke die gleichen Abmessungen wie die Deckenkonstruktion, während bei Tiefen von mehr als 8 m unter Gelände die Sohlendicke sogar auf 1,50 m reduziert werden kann.

Die Existenz der Atombombe erzwingt lediglich die Anlegung der Schutzraumbauten unter Erdgleiche, weil die Vorteile unterirdischer Anlagen zu offensichtlich sind. Trotzdem darf nicht vergessen werden, daß der Effekt der Verdämmung nach wie vor besteht und wirksam werden kann.

Die Richtlinien für Schutzbunker enthalten gegenüber den alten keine grundsätzlich neuen Gedanken. Die 3 m dicken Umfassungsbauteile aus Stahlbeton B 450 unter Verwendung der einzigen bisher zugelassenen „Braunschweiger Bewehrung“ brauchen nur bei einer lichten Freilänge der Decke von mehr als 6 m unter einer allseitig von außen nach innen wirkenden Gleichlast von 30 t/m² und unter Annahme gegenseitiger elastischer Einspannung statisch nachgewiesen zu werden. Der Belastungsansatz deckt sich mit dem der Schutzbauten A.

Während die Vorschriften 1941 Deckenfreilängen über 7 m nicht zuließen, können nach den neuen Richtlinien Spannweiten bis zu 12 m gewählt werden (4. 2). Die Zulassung dieser ungewöhnlich großen Deckenfreilänge ist nur im Hinblick auf die angestrebte Friedensnutzung zu verantworten, denn es ist kaum ein Fall denkbar, wo diese Freilänge sonst unvermeidlich wäre. Da das Innere des Schutzbunkers sowieso in verschiedene Räume unterteilt werden muß, findet sich immer eine Möglichkeit, eine oder mehrere dieser Raumwände zur Unterstützung der 3 m dicken Decke statisch heranzuziehen, was allein schon aus wirtschaftlichen Gründen erwartet werden muß.

Das Fassungsvermögen der Schutzbunker darf aus Sicherheitsgründen höchstens 1500 Personen betragen. Die Ausführung von Schutzbunkern für weniger als 250 Personen ist verboten, weil die Aufwendungen/Person zu hoch werden (3. 21). Die Herstellungskosten dürften je nach Größe zwischen 800,— DM und 2000,— DM/Person zu veranschlagen sein.

Für jeden Schutzbunker sind mindestens zwei möglichst weit voneinander entfernt liegende Eingänge vorgeschrieben, von denen aber einer außerhalb des „Trümmerbereiches“ liegen muß (3. 411). Im übrigen richtet sich die Anzahl der Eingänge und deren gesamte Durchlaßbreite nach dem Fassungsvermögen des Schutzbunkers (3. 412).

Unter „Trümmerbereich“ ist die Fläche zu verstehen, die beim Einsturz des Gebäudes außerhalb seiner Grundfläche wahrscheinlich von den Trümmern bedeckt sein wird. Ihre Ausdehnung ist mit $\frac{1}{2}$, die Höhe des Schüttkegels an den Umfassungswänden mit $\frac{1}{4}$ der Traufhöhe anzunehmen.

Diese Werte entsprechen den Kriegserfahrungen. Sie sind so gewählt, daß auch bei Totalzerstörung eines Gebäudes die Insassen eines Schutzraumbaus mit Sicherheit durch die Abschlüsse der Notauslässe bzw. der trümmerfreien Eingänge ins Freie gelangen können, obgleich feststeht, daß der Trümmerkegel infolge Atombombeneinwirkung zwar flacher, dafür aber länger ist.

Die Festlegung der Maße für den Trümmerbereich, wie er sich durch Minen- oder Sprengbomben ergibt, ist somit schon ein Kompromiß zwischen Sicherheit und Kosten, denn die Kosten der Fluchtwege, auf die nach den neuesten Erkenntnissen unter keinen Umständen verzichtet werden soll, bilden einen nicht unerheblichen Betrag der Gesamtkosten von Schutzraumbauanlagen.

Aus diesem Grunde ist es notwendig, die Maße für den Trümmerbereich unterschiedlich nach den Gebäudetypen zu klassifizieren und diese für Skelettbauten wesentlich kleiner festzulegen, denn ein Skelettbau ist weder durch Spreng- noch durch Atombomben restlos zu zerstören, und er wird immer wesentlich geringere Schuttmassen anfallen lassen als der normale Vollwandbau.

Die modernen vielgeschossigen Großbauten der Wirtschaft und der öffentlichen Hand werden fast ausnahmslos als Skelettbauten ausgeführt, und gerade für diese Bauten sind in erster Linie die Schutzraumbauten des „Erweiterten Selbstschutzes“ zu erwarten, von denen ein großer Teil wegen des erforderlichen Fassungsvermögens den Schutzbereich von Bunkern erhalten muß.

Die Aufwendungen für Schutzraumbauten aller Art bringen eine so hohe zusätzliche finanzielle Belastung für den Bauherrn, daß jede, aber auch jede Möglichkeit zur Reduzierung dieser Kosten ausgenutzt werden muß, sofern diese ohne Minderung des Schutzbereiches möglich ist.

In diesem Sinne kann für alle Skelettbauten eine wesentlich geringere Ausdehnung des Trümmerbereiches verantwortet und daher gefordert werden.

Es wird vorgeschlagen, die für den Trümmerbereich festgesetzten Maße, die ohne Frage für Vollwandbauweise berechtigt sind, für Skelettbauten auf die halben Werte zu ermäßigen. Für Skelettbauten von 8 und mehr Vollgeschossen würde sich eine weitere Ermäßigung, die von Fall zu Fall nach der Art der Ausfachung zu bestimmen wäre, empfehlen.

Die bevorzugte Behandlung der in Skelettbauweise erstellten Bauwerke hinsichtlich der Länge der Not-

auslässe und Rettungswege dürfte gleichzeitig ein Anreiz für die weitere Verbreitung dieser Bauweise gegenüber der Vollwandbauweise bieten. Man würde damit erreichen, daß neben dem Menschenschutz gleichzeitig eine erhöhte Sicherheit und eine größere Chance zum Überdauern des Katastrophenfalles für die Bauwerke selbst gegeben wäre.

Dehnungsfugen, die nach den alten Vorschriften bei Bauwerkslängen über 40 m vorgeschrieben waren, sind nunmehr verboten (5. 2). Auf diese Fugen, die bei dem Charakter der erwartbaren Einwirkungen naturgemäß eine Gefahrenquelle erster Ordnung für Bauwerk und Insassen darstellen, kann wegen der unterirdischen Lage der Schutzbunker mit einer gewissen Berechtigung verzichtet werden. Das Verbot der sogenannten Arbeitsfugen dagegen, die bei Unterbrechung eines Betonierungsvorganges entstehen, kann in der strengen Formulierung nicht aufrechterhalten werden. Im Gegenteil: Es ist zu fordern, daß der Betonierungsvorgang der 3 m dicken Umfassungsbauteile, besonders aber der Sohle und der Decken, durch eine genaue Vorschrift über Lage, Anzahl und Verlauf der unvermeidbaren und notwendigen Arbeitsfugen sinnvoll gesteuert wird.

Die durch die vorhandenen Luftschutzbunker des Programms 1941 noch gegebenen Schutzmöglichkeiten müssen selbstverständlich genutzt werden. Unter Ziff. 7 ist genau geregelt, unter welchen Voraussetzungen alte, auch bereits entfestigte Luftschutzbunker wiederhergestellt und unter entsprechender Klassifizierung zur Nutzung als Schutzbunker oder Schutzbauten anerkannt werden können.

Zur Frage der auch hier geforderten wirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeit ist ein kurzer Rückblick auf das alte LS-Bunker-Programm aus dem Jahre 1940 aufschlußreich. Auch damals wurde die gleiche Forderung erhoben, eine Mehrzweckverwendung für diese Bauten einzuplanen. Für die Fertigstellung für jede dieser neuartigen Bauten waren kürzeste Termine befohlen. Zum sinnvollen Planen blieb keine Zeit, und so konnte es nicht ausbleiben, daß anfangs manche LS-Bunker, die neben ihrer eigentlichen Aufgabe als Schutzbau auch noch als Garagen, Kinos, Lager- und Versammlungsräume brauchbar sein sollten, Mängel aufwiesen, die ihren Nutzwert als Schutzbau herabsetzten. In der Neufassung der einschlägigen Vorschriften vom Juli 1941 wurde daher bestimmt, daß eine Friedensverwendung bei der Planung im allgemeinen nicht zu berücksichtigen sei.

Die heutige Ausgangssituation zur Lösung dieses planerischen Problems mit bedeutungsvollem volkswirtschaftlichen Hintergrund ist günstiger. Wir haben mehr Zeit, einige Erfahrungen und Frieden.

Wir können die Aufgabe auch von der Seite her fördern, daß wir versuchen, notwendige private oder öffentliche Zweckbauten unter Beisteuerung öffentlicher Mittel so auszuführen, daß sie den Schutzwert eines Schutzbunkers erhalten. Eine Verkoppelung mit dem ebenso brennenden Garagen- und Parkplatzproblem bietet sich geradezu an. Die generelle Lösung dieser Planungsaufgabe ist von so hoher Bedeutung für Sicherheit und Wirtschaft, daß man ihr durch Ausschreibung eines großzügig dotierten Wettbewerbs beikommen sollte.

Schutzbauten A, B und C

Das Schwergewicht im Schutzraumprogramm liegt naturgemäß bei den Anlagen, die für den Schutz der breiten Bevölkerungsmasse bestimmt sind und als „Schutzbauten“ innerhalb der Gebäude oder in unmittelbarer Nähe der Wohn- und Arbeitsstätten ausgeführt werden sollen (3. 113). Es ist nicht uninteressant, vor Besprechung der wesentlichsten Bestimmungen der Richtlinien für Schutzbauten den Entwicklungsgang zu rekapitulieren.

1934 sollte die Bevölkerung durch „Herriichtung“ von Schutzräumen in den Kellergeschossen der vorhandenen Gebäude durch vielfach unzulängliche bauliche Maßnahmen gegen Wirkungen von Spreng- und Splitterbomben und mit Behelfsmitteln gegen chemische Kampfstoffe geschützt werden. Die über dem Keller liegenden Geschosse wurden als schützendes Element betrachtet. Die Anlage von Schutzräumen z. B. außerhalb von Gebäuden war unerwünscht. 1937 wurden diese Maßnahmen etwas verbessert und auf Neubauten ausgedehnt.

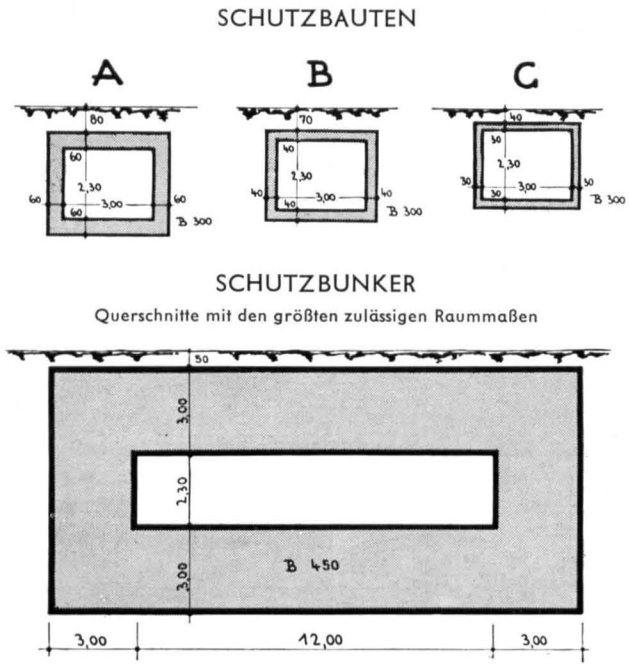
1952 wurden im „Vorläufigen Merkblatt“ Richtlinien empfohlen, die — kritisch betrachtet — nur einige Verbesserungen der alten Vorschriften brachten und durch Zusatzvorschriften zur Sicherung gegen die Druck- und Strahlungswirkungen der Atombombe erweitert wurden. Nach wie vor sollten die Schutzräume in den Kellergeschossen der Alt- und Neubauten eingebaut werden, die baulichen Sicherungen bezogen sich auf Trümmer- und Splitterwirkungen. Nur mit der Forderung nach inneren und äußeren Rettungswegen wurde ein wirklich neuartiges, zusätzliches Schutzelement eingeführt, veranlaßt durch die Kriegserfahrungen. Es ist als Weiterentwicklung des im bekannten und erprobten Giebelwanddurchbruch liegenden Schutzgedankens zu verstehen.

Vergleicht man nun die jetzt vorliegenden Entwürfe der Richtlinien 1954 des BMWo, so muß man feststellen, daß seit 1952 eine völlig neuartige und mutige Konzeption herangereift ist, die in großen Zügen durch die grundsätzliche Abkehr von der Verwendung irgendwelcher Kellerräume bzw. deren Umbau zu Schutzräumen gekennzeichnet werden kann.

Aus dem Schutzraum ist ein Schutzbau, auch im Wortsinne, geworden, ein selbständiger, allseitig von biegesteifen Umfassungsbauteilen umschlossener raumstabiler Baukörper, sozusagen ein kleiner Schutzbunker (Abb. 3).

Den entscheidenden Einfluß auf Gestaltung und Bemessung dieses Bautyps hat die Detonationsdruckwirkung der Atombombe und ihrer weitentwickelten Abarten genommen. Die drei Formen A, B und C unterscheiden sich dementsprechend auch in erster Linie und am augenfälligsten durch die mit 60, 40 und 30 cm geforderten Mindestdicken ihrer unterirdischen Umfassungsbauteile (4. 31) als Ausdruck der von ihnen verlangten Widerstandsfähigkeit gegen Spitzendrücke von 90, 30 und 10 t/m² auf alle Bauwerksflächen (2. 5).

Zwar geben diese Zahlen dem Baufachmann schon einen Begriff von der für die normale Baupraxis ungewöhnlichen Größe der Drücke, was sie aber für den Katastrophenfall bedeuten, soll durch nachstehende Zusammenstellung über ihr Verhältnis zu Bomben-



	C	B	A	Schutz-Bunker
Beton m²/m² Nutzfläche	1,22	1,63	2,60	10,15
Beton-Verhältnis	1,00	1,33	2,15	8,30
Kosten-Verhältnis	1,00	1,25	1,65	

Bild 3

größe, Abwurfhöhe und Entfernung vom Erdnullpunkt veranschaulicht werden:

Bei Explosion einer n(x)-Bombe im Bruchteil α ihrer Standardhöhe entstehen Drücke p in der Entfernung a vom Erdnullpunkt:

n	α	$p(t/m^2)$	a (km)
125	$\frac{1}{3}$	90	1,65
500	$\frac{1}{2}$	90	2,70
125	$\frac{1}{1}$	30	0,75
250	$\frac{3}{4}$	30	3,40
125	$\frac{1}{1}$	10	5,25
8	$\frac{1}{1}$	10	2,15

Es ist selbstverständlich, daß auch die Schutzbauten grundsätzlich unter Erdgleiche anzulegen sind (3. 111). Wände und Sohle erhalten dadurch einen zusätzlichen Schutz, da sie dann den Detonationsdrücken nur noch indirekt und in abgeschwächter Form ausgesetzt sind. Aus diesem Grunde und weil alle Schutzbauten nur so stark zu sein brauchen, daß sie gerade noch unter Ausnutzung der Widerstandskraft der Baustoffe bis zur Bruchgrenze den Katastrophenfall unzerstört überstehen, wird für die Berechnung der Umfassungsbauteile eine Flächenbelastung von nur $\frac{1}{3}$ der obigen Spitzendrücke als statische Ersatzlast gefordert, allerdings unter Beachtung der Vorschriften DIN 1045 und

der dort für die Betongüte B 300 und der Betonstahlsorte I festgelegten zulässigen Spannungen (4. 1, 4. 4 und 4. 5).

Die Detonationswellen haben den Verlauf einer gedämpften Schwingung. Überdrücke wechseln mit Unterdrücken. Die Bauwerksbelastungen aus den Sogperioden sollen durch eine besondere Bewehrung berücksichtigt werden, die nach Lage und Verlauf den Schnittkräften entspricht, die von gleichmäßig verteilten, von innen nach außen wirkenden Drücken auf die Umfassungsbauteile ausgeübt werden. Die Sogbelastung ist mit 50 % der Druckbelastung anzunehmen. Da unter Voraussetzung normaler innerer Luftdruckverhältnisse die Druckdifferenz zu einem äußeren Vakuum niemals größer sein kann als $1 \text{ atü} = 10 \text{ t/m}^2$, wird für Schutzbauten A dieser Wert angenommen (4. 4).

Die lichte Spannweite von Decke und Sohle darf 3 m nicht überschreiten, die Freilängen der Umfassungswände sind auf 6 m begrenzt. Lange Wände müssen durch Queraussteifungen gesichert werden (4. 2). Es ist zu begrüßen und bedeutet für die Praxis des Schutzbaus eine wesentliche Erleichterung und Vereinfachung der Planungsarbeit, daß für alle Schutzbauten, die gleichsam als Normaltypen diese Freilängen der Umfassungsbauteile nicht überschreiten, auf Vorlage eines besonderen statischen Nachweises verzichtet wird, sofern die Bewehrungsanordnung den Schemazeichnungen der Richtlinien entspricht. Da für die Mehrzahl der Ingenieure und der Sachbearbeiter der statischen Prüfstellen Konstruktion und Berechnung von Schutzbauten aller Art wegen der Eigenart der statisch-konstruktiven Konzeption dieser Bauwerke Neuland bedeutet, verhindert die Ziffer 5. 12 unfruchtbare Meinungsauseinandersetzungen zwischen Planer und Prüfer.

Die Vorschrift 5. 13 über vereinfachende Berechnungsannahmen wird in gleicher Weise als Erleichterung begrüßt.

Für die Ausführung der Schutzbauten und ihrer Zuordnung zu den Gebäuden mit Wohn- und Arbeitsstätten sind drei Möglichkeiten vorgesehen. Bei Neubauten kann der Schutzbau gleichzeitig mit dem Kellergeschoß bzw. unter oder neben diesem ausgeführt werden, für den Gebäudebestand dagegen entweder als sogenannter Außenbau, d. h. als selbstständiges Bauwerk unmittelbar neben oder in unmittelbarer Nähe des zugeordneten Gebäudes (3. 12, 3. 13), oder als „Nachträglicher Ausbau“ in das Gebäude (5. 3).

Für die Zukunft rechnet man mit Warnzeiten, die im Vergleich zu unseren Kriegserfahrungen kurz sein werden. Daher müssen die Schutzbauten möglichst nahe bei den Wohn- und Arbeitsstätten liegen und mit diesen durch sogenannte Rettungswege verbunden sein (3. 113). Die Praxis muß erweisen, ob diese Forderung, wie es sein sollte, den Normalfall oder die Ausnahme erfaßt.

Die Vorschriften 3. 3 über die Zusammenfassung von mehreren Schutzbauten zu Raumgruppen, die Zusammenfassung dieser wiederum zu Raumanlagen eilen dem Bedürfnis der Praxis voraus. Der Grundgedanke, dadurch bei vielfach unvermeidbarer Häufung von Schutzbauten ein zu nahes Aneinanderrücken zu unterbinden und zusätzliche Rettungsmöglichkeiten sicherzustellen, ist ohne Frage luftschutztechnisch

richtig. Durch die Forderung eines Mindestabstandes von benachbarten Raumgruppen — es werden 30 m verlangt — soll die Wirkungsmöglichkeit von Sprengbombenvolltreffern vermindert werden. Da aber jede neue direkte oder indirekte Verbindung einer Schutzraumanlage mit der Außenwelt — dem Ort der Rettung — durch Anlegung verbindender Rettungswege ausgenutzt werden sollte, müßte in der Praxis diese Vorschrift milde gehandhabt werden. Denn die Auswirkung eines Volltreffers wird durch das Fehlen eines Rettungsweges nicht beeinflusst.

Auch Ziffer 5. 21 bedeutet eine Ausnahme von der luftschutztechnischen Grundforderung nach Dezentralisation. Bei Platzmangel können mehrere Schutzbauten unmittelbar über- oder nebeneinander angeordnet werden. Die sich berührenden Umfassungsbauteile müssen dann aber für jeden Schutzbau trotzdem in voller Dicke ausgeführt werden.

Die Belegungsdichte und lichte Raumhöhe ist hier wie für Bunker und Stollen festgelegt. Die maximale Größe eines Schutzbaues ist auf 50 Personen begrenzt. Außer einer natürlichen Lüftung wird für jeden Schutzbau eine Belüftung mit Filterschutz gegen das Eindringen chemischer, bakteriologischer und atomarer Kampfstoffe nach den Richtlinien „Belüftung im Schutzraumbau“ grundsätzlich verlangt (3. 6). Im Hinblick auf die Weiter- und Neuentwicklung der chemischen Kampfstoffe seit dem letzten Krieg (Nervengifte) sollte die Sicherung hiergegen mit Ernst betrieben werden.

Während die Schutzbauten A grundsätzlich einen Vorraum als Gasschleuse, die nach außen hin mit einer mit 100 t/m^2 belastbaren Drucktür geschlossen wird, besitzen, kann bei Typ B diese Drucktür entfallen, dafür soll durch Einbau einer dritten gassicheren Tür (Abschlußtür) die Gassicherheit auch bei Versagen der Außentür gewährleistet werden (3. 415). Nach amerikanischen Mitteilungen soll der Mensch einen kurzfristigen, stoßartigen Druckanstieg bis auf 3 atü ohne Schaden aushalten können. Schutzbauten C erhalten keine Gasschleuse, doch muß ein geeigneter Vorraum vorgesehen werden.

Entscheidend für die Absorptionsfähigkeit eines Stoffes ist nur dessen Dichte (Masse), die mit genügender Genauigkeit für unsere Zwecke durch das Gewicht ausgedrückt werden kann. Da die Dicken der Umfassungsbauteile aus Stahlbeton nur konstruktiv bemessen sind, für die verlangte Durchgangsreduktion der radioaktiven Strahlen auf 25—50 r (Röntgen) aber nicht ausreichen, erweist sich auch die unterirdische Lage als vorteilhaft, da nur die Decke durch zusätzliche Erdschichten abgeschirmt zu werden braucht. Zur Abschirmung kann man jeden Stoff verwenden. Das Erdäquivalent des Betons ist 1,67, das Luftäquivalent 1230, d. h., daß 12,30 m Luft die gleiche Strahlungsmenge wie 1,0 cm Beton oder 1,67 cm Erde absorbiert.

Nur als Maßstab sei hinzugefügt, daß bei einer Strahlungsdosis von 400 r mit 50 % Todesfällen gerechnet werden muß. Es ist eine tröstliche Gewißheit, daß eine Wasserstoffbombe praktisch nicht mehr Strahlung emittiert als eine nominelle Atombombe.

In Abb. 3 sind die Querschnitte der Schutzbauten A, B, C und der Schutzbunker in gleichem Maßstab dargestellt, um ein einprägsames und aufschlußreiches

Bild des Verhältnisses von Betonmassen der Umfassungsbauteile zu den Raumgrößen zu geben. Massen und ungefähre Kosten sind angeführt.

Die Querschnittsform der Schutzbauten kann beliebig gewählt werden, sofern nur die Einzelvorschriften der Richtlinien erfüllt sind. Kreisförmige, ovale Querschnitte sind denkbar und mögen ihre bautechnischen oder kostenmäßigen Vorteile haben. Da sie aber von der Norm abweichen, sind diese Bauten unter Ansatz der ungünstigsten Belastungskombinationen statisch nachzuweisen. Das gleiche gilt von den Rettungswegen (5. 41).

Da die Rettungswege immer Gänge sind, deren Aufgabe es ist, Schutzbauten aller Art untereinander und mit den zugeordneten Gebäuden zu verbinden, wäre die Bezeichnung „Verbindungsgang“ treffender.

Die Aufgabe eines Fluchtweges dagegen wird von den Notauslässen übernommen, besonders sinnfälliger dann, wenn der Notauslaß als waagerechter oder lotrechter Kriechgang aus dem Trümmerbereich herausführen muß. Dieses sind die eigentlichen Rettungswege, die den unter Trümmern im Schutzbau Eingeschlossenen die Rettung ins Freie ermöglichen sollen.

Da aber auch jede Verbindung eines Schutzbaus mit anderen gleich gesicherten Bauten eine zusätzliche Sicherheitschance darstellt, haben unter diesem Aspekt die „Rettungswege“ selbstverständlich auch eine Rettungsfunktion.

Auf die durch die Ziffer 5. 44 angegebenen Möglichkeiten soll hier mit Nachdruck hingewiesen werden. Geringe Mehrinvestitionen an dem an sich schon aufwendigen Rettungsweg verleihen diesem den Rang eines Schutzbaues als Außenbau, erübrigen die Anlage eines besonderen Rettungsweges und einer den Trümmerbereich überwindenden Verlängerung des Notauslasses und gestatten die Weiterverwendung des zugeordneten Kellerraumes zur Friedens- oder anderen Nutzung. Der für den Schutzraum vorgesehene Kellerraum könnte dann z. B. wegen seiner unmittelbaren Nachbarschaft zum Schutzbau (Außenbau) auch als Schlaf- und Aufenthaltsraum in Alarmzeiten dienen. Mit dieser — an sich naheliegenden — Vorschrift kann in vielen Fällen dem Planer die Aufgabe erleichtert und dem Pflichtigen können Kosten erspart werden.

Auf eine weitergehende Besprechung der Richtlinien kann verzichtet werden, da sie verständlich gefaßt sind. Es bleibt zu hoffen, daß die 21 in ihnen geprägten Begriffe in einem Kommentar eingehend interpretiert werden.

Auch für die Schutzbauten soll die Möglichkeit der wirtschaftlichen Nutzung angestrebt werden (3. 52). Die Lösung dieses Planungsproblems ist bei Neubauten und bei Außenbauten denkbar, wenn es gelingt, die bautechnische und funktionelle Eingliederung des Schutzbaus zu einer planerischen Selbstverständlichkeit werden zu lassen. Für Außenbauten könnte diese Frage vielleicht sogar generell gelöst werden. Die Wichtigkeit dieser Aufgabe braucht nicht besonders unterstrichen zu werden.

Soweit die Vorschriften.

Abgesehen von der noch ausstehenden gesetzlichen Sanktionierung müssen sie durch weitere Verordnungen ergänzt werden. Die Anwendbarkeit der drei

Schutzraumtypen muß geregelt werden. Es ist anzunehmen, daß durch die Gütestaffelung die jeweilige Luftgefährdung eines Siedlungsgebietes berücksichtigt werden soll. Bei richtiger Abschätzung der Situation können so Fehlleitungen vermieden und Kosten gespart werden, ohne den Gesamtschutz aller dadurch zu beeinträchtigen.

Ferner wäre es notwendig, festzulegen, welches mengenmäßige Schutzbedürfnis für Wohnungen der verschiedenen Gegenden und Gebäudearten, für öffentliche Gebäude, Bürohäuser, Warenhäuser, Schulen usw. bei der Bemessung der Größe eines Schutzbaus anzunehmen ist. Die möglichst zutreffende Abschätzung dieser Richtzahlen wird sich als wertvoll erweisen, hat aber praktische Bedeutung ebenfalls nur für Neubauten.

Für den Wohnungsbestand sind diese Überlegungen gegenstandslos. Selbst wenn man alle Möglichkeiten zum An- und Einbau von Schutzbauten ausgeschöpft hat, werden sie in dicht bebauten Stadtgebieten den wirklichen Bedarf niemals decken können.

Eine langjährige Arbeit liegt nun abgeschlossen in Form von drei Richtlinien vor uns.

Nach Erlass der entsprechenden Gesetze wird sich ihre Brauchbarkeit in der Praxis erweisen müssen. Die technischen Bedingungen für die Errichtung von Schutzbauten sind formuliert und sind hinfort nichts weiter als eine unproblematische Erweiterung der allgemeinen bautechnischen Vorschriften. Die Maßnahmen des baulichen Luftschutzes bei Neubauten sind damit eine Angelegenheit der Administration geworden und bedürfen keines besonderen Luftschutzimpulses mehr.

Nun wird es deutlich, daß wir mit der Fertigstellung der Richtlinien nur eine Voraussetzung geschaffen haben und daß wir erst am Anfang der eigentlichen Aufgabe stehen, nämlich der Sicherung der im vorhandenen Gebäudebestand lebenden und arbeitenden Menschen, d. h. praktisch der ganzen Bevölkerung. Noch gibt es keine Zufluchtstätten, und es erhebt sich die Frage, wie lange dieser Zustand dauern wird und wie lange er dauern darf. Der Schutzzuwachs durch die Neubauten fällt nicht ins Gewicht.

Die Durchführung dieser Aufgabe kann weder genormt noch durch detaillierte technische Vorschriften gefördert werden. In diesem Sinne war es gut und richtig, diesen Komplex mit der kurzen Vorschrift der Ziffer 5. 3 abzutun und den Standpunkt einzunehmen, daß hier nur Rahmenrichtlinien am Platze sind, die der Einfallsgabe der Planenden möglichst freien Spielraum lassen.

Müssen diese Besorgnisse und Gedankengänge angesichts der Überbevölkerung und Überbebauung unserer Städte und Großstädte, deren Bewohner wegen der größten Gefährdung des schnellsten und umfassendsten Schutzes bedürfen, noch näher erläutert werden?

Den ersten praktischen Schritt zur Bewältigung dieses Schutzbauproblems hat der Deutsche Stahlverband getan, der durch die Ausschreibung eines Wettbewerbs zur Erlangung von Ideen und Konstruktionsvorschlägen für den nachträglichen Einbau von Schutzbauten in die bestehenden Gebäude einen wertvollen Beitrag geleistet hat.

Grundsätzliche Probleme der Schutzraumbelüftung

Von Dr. Dr. Heinz Dahlmann, Bonn

Die konstruktiven Faktoren eines jeden Luftschutzraumes werden wesentlich durch die Angriffswaffentechnik, d. h. durch die möglichen Wirkungen und Nebenwirkungen konventioneller und neuer Waffen, bestimmt. Es ergeben sich eine Reihe von grundsätzlichen Forderungen, die sich auf den in den vorhergehenden Artikeln angesprochenen Sicherheits- und Schutzgrad von Schutzbauten und auch auf die notwendige Geräumigkeit bzw. einen erträglichen Aufenthalt der Insassen erstrecken. Hierzu bedarf der Schutzraum eines hinreichenden Luftvolumens oder einer Einrichtung zur Regelung der lebensnotwendigen Luftverhältnisse.

Der zu fordernde Schutzraumaufenthalt kann entweder mit der Anlage von großen — kostspieligen und daher zumeist unwirtschaftlichen — Schutzräumen mit einem wenigstens über etliche Stunden ausreichenden Atemluftvolumen von möglichst 4 m³/Person oder aber durch die Zufuhr von Frischluft mit gegebenenfalls einschaltbarer zeitweiser Filterung gewährleistet werden. In jedem Falle, z. B. auch bei der Verwertung von unterirdischen größeren Stollen unter 4 m³ Luftvolumen/Person als Schutzräume, erweist sich die Zufuhr von Frischluft als vorteilhaft und sogar notwendig, wie es u. a. die Erfahrungen des zweiten Weltkrieges gezeigt haben. Schutzräume in Berg- und Gesteinsmassiven sollten auf eine Frischluftzufuhr keinesfalls ganz verzichten, zumal eine solche schon aus Gründen der Erhaltung des Baues notwendig ist. Vor allen Dingen zwingt aber die aus der Angriffswaffentechnik abzuleitende Forderung des Baues kleiner, schnell erreichbarer, in sich stabiler Schutzräume zur Nutzung aller Belüftungserfahrungen.

Die wesentlichen Forderungen an die Luftverhältnisse und die Lebensbedingungen in geschlossenen Räumen sind durch eine ganze Reihe von wissenschaftlichen Untersuchungen bekanntgeworden. Die Erfahrungen früherer und neuerer Schutzraumbelüftungsversuche, die harte Praxis des Krieges einschließlich der erheblichen Schutzraumüberbelegungen führten zu weitgehenden Erkenntnissen. Somit konnten und können vielseitige Erwägungen angestellt werden, die unter den modernen Luftschutzbedingungen verantwortbare Soll-Belegung von Schutzräumen festzulegen, dabei die Schutzforderungen einzuhalten und den Insassen einen erträglichen Aufenthalt zu gewährleisten. Der mit der Ausatemluft ansteigende Kohlendioxidgehalt, die durch die Insassen entwickelte Wärme und letzten Endes die zunehmende Feuchtigkeit müssen in erträglichen Grenzen gehalten werden. Im Bestreben der Erfüllung dieser Bedingungen sagte man vor etwa 20 Jahren:

In einem hermetisch abgeschlossenen Raum von 1 m³ Volumen kann sich ein Mensch maximal eine Stunde aufhalten.

Mit Rücksicht auf den Sauerstoffverbrauch ist in einem Raum von 1 m³/Person eine Mindestluftzufuhr von 20 Liter/Person und Minute zu fordern.

Mit Rücksicht auf die Kohlensäureerzeugung sind unter gleichen Bedingungen jedoch 35 Liter/Person und Minute zu fordern.

Die Feuchtigkeit der Raumluft darf 44 g/m³ (Sättigung bei 37° C) nicht übersteigen.

Selbst bei einem Gehalt von 3—4 % Kohlensäure ist der Aufenthalt in einem Schutzraum stundenlang möglich.

In den von Stelzner bzw. Quasebart durchgeführten Versuchen wurde ein Gehalt von 2 % Kohlensäure als erträglich befunden. Die früheren Vorschriften für Schutzraumbelüftung schrieben nachstehende Luftzufuhren, selbst bei Schutzbelüftung, vor, damit eine CO₂-Gefährdung der Insassen vermieden wurde:

300 l Frischluft/Person und Minute bei Normalbelüftung,

50 l Frischluft/Person und Minute bei Schutzbelüftung.

Im Winter wurde eine Normalbelüftung von 200 Liter/Person und Minute für ausreichend gehalten.

Nach einer Reihe von Versuchen und entsprechenden Messungen der Schutzraumluft vor dem und im letzten Kriege¹⁾ kann der Kohlensäuregehalt der Luft ohne wesentlichen Schaden für gesunde Insassen auf 4 % ansteigen. 4 % CO₂ stellen jedenfalls einen noch zulässigen Kohlensäuregehalt dar. Als Grenzwerte wären 5 bis 5,2 % CO₂ zu bezeichnen. In Übereinstimmung damit ist nach Bugard²⁾ eine Luft mit 5,2 % CO₂ einen Tag lang ungefährlich, während eine 6 %ige CO₂-Luft nur noch etwa 40 Minuten lang einigermaßen erträglich sein soll. Unter den Bedingungen des Schutzraumaufenthaltes konnten seinerzeit etwa 5 % CO₂ als eigentlicher Grenzwert bezeichnet werden.

Neuere Versuche haben derartige Erwägungen über die Erträglichkeit des CO₂-Gehaltes durchaus bestätigt, jedoch ist der stundenlange Aufenthalt unter 4—5 % CO₂ nicht sehr angenehm, und die dabei auftretenden Temperaturen von 26°, 28° C und mehr werden sogar als lästig empfunden; jedoch sind gesunde Personen dadurch nicht ausgesprochen gefährdet.

Grundsätzlich sind folgende Erträglichkeitsgrenzen (Maxima an Kohlensäuregehalt, Luftfeuchtigkeit/Temperatur und Minima an Sauerstoffgehalt) zu beachten:

1. 2 % CO ₂	Völlig ungefährlich
4 % CO ₂	Noch zulässig
5 % CO ₂	Eigentlicher Erträglichkeitsgrenzwert für gesunde Personen

¹⁾ Borst, Dahlmann, Meier-Windhorst, Mielenz, Waltauer u. a.

²⁾ Bugard: Atomes 77, 259.

5,2—5,5 % CO ₂	Begrenzt (1/2—1 Stunde) zulässiger Gehalt. Beginn der Gefahrenzone
Über 6 % CO ₂	Gefährlich
2. Relative Feuchtigkeit 70—80 % bei 23—24° C	Völlig ungefährlich
Relative Feuchtigkeit 70—80 % bei 26—28° C	Noch erträglich für nicht arbeitende Insassen
Relative Feuchtigkeit 80—100 % bei 29—31° C	Praktische Erträglichkeitsgrenze, unbequem
Relative Feuchtigkeit 80—100 % bei 36—37° C	Theoretische Unerträglichkeitsgrenze (Behinderung der Hautatmung — Wasseraustausch). Praktisch unzulässig
3. 15—21 % O ₂	Völlig ungefährlich
12 % O ₂	Erträglich
8—10 % O ₂	Noch erträglich für ruhende Insassen
unter 8 % O ₂	Lebensgefährlich

Die vorstehend angegebenen Daten mögen als Richtzahlen gewertet werden. Wie schon betont, sind durch das Zusammenwirken der Kohlensäure, der Temperatur und des Feuchtigkeitsgehaltes besonders in einem stark belegten Schutzraum individuelle Unterschiede im Wohlbefinden der einzelnen Schutzrauminnsassen zu vermerken. Immerhin erwiesen Untersuchungen (*Meier-Windhorst, Borst*) im letzten Kriege, aus denen jedoch keine praktischen Schlüsse, d. h. statthafte Grenzwerte, abgeleitet werden, daß selbst Kohlensäuremengen von über 6 % bei Temperaturen über 28° C und entsprechend hoher Feuchtigkeit — trotz der damaligen schlechten Ernährungslage — kurzfristig, in Übereinstimmung mit den Untersuchungen *Bugards* (loc.cit.), ohne Unfälle überstanden wurden.

Um die verschiedenen Unannehmlichkeiten möglichst lange und weitgehend zu umgehen, muß für eine gute Frischluftzufuhr gesorgt werden, sei es, daß die Luft unmittelbar aus dem Freien (Normalbelüftung) angesaugt werden kann oder daß ein in die Ansaugleitung eingeschaltetes Filtersystem (Schutzbelüftung) vorhandene schädliche Luftbeimengungen der Außenluft abfangen muß. Es sei dabei vermerkt, daß die Verwertung von „Erdluft“, die Luftansaugung durch gewachsene Erde, aus Gründen der verschiedenartigsten Bodenbeschaffenheiten und der Gefahren des Ansaugens schädlicher Stoffe (u. a. Leuchtgas) aus unterirdischen Leitungen nur beschränkt anzuwenden wäre, so daß die Benutzung hand- oder elektrisch betriebener Luftförderer in Verbindung mit einem Filter zum Ansaugen der Luft unmittelbar aus dem Freien im allgemeinen vorzuziehen ist. Eine Luft- oder Sauerstoffzufuhr aus Flaschen o. ä. ist zu teuer.

In der Praxis muß die Luftmenge je Schutzrauminsasse mit 20 Liter/Person und Minute oder besser mit 60 l/m² freier Bodenfläche veranschlagt werden. Bei vorkommenden Überbelegungen sollte eine Luftzufuhr

von 10 l/min niemals unterschritten werden. In jedem Falle, also auch bei Luftzufuhr ohne Filterung und normaler Belegung, müssen die psychischen Belastungen des Schutzraum Aufenthaltes berücksichtigt werden³). Sollte es erforderlich sein, mit dem Beginn eines Luftangriffes die sogenannte Schutzbelüftung einzuschalten, wird man im Interesse einer vermehrten Luftzufuhr bestrebt sein, die normale Belüftung ohne Filterung sofort dann einzuschalten, wenn keine Gefahren des Einsaugens solcher Luft bestehen, die schädliche Beimengungen enthält. Es sei noch erwähnt, daß die Normalbelüftung auch zur Erhaltung des Bauwerkes bei seiner friedensmäßigen Nutzung dient. Wird aber auf eine solche Normalbelüftungsanlage bei kleineren Bauwerken mit der Vorrichtung einer Schutzbelüftung (Grobsandfilter s. unten) verzichtet, muß zur Bauwerkerhaltung für eine leichte natürliche Lüftungsmöglichkeit gesorgt werden (vgl. die folgende Ziffer 1).

Zur Anlage einer vollständigen Schutzraumbelüftung gehören:

1. eine natürliche Lüftung (bauseitig hermetisch verschließbare Öffnungen) zur Erhaltung des Raumes (insbesondere kleinerer Schutzräume ohne besondere Normalbelüftung),
2. eine Belüftung ohne Filtersystem (Normalbelüftung), bestehend aus Ansaugöffnung, Saugleitung, Staubfiltern, Luftförderern und Armaturen,
3. eine Schutzbelüftung mit Filtersystem, bestehend aus Ansaugöffnung, Saugleitung, Filtern, Schutzluftförderern und Armaturen.

Die Saugleitungen der Normalbelüftungsanlagen dürfen für die Schutzbelüftung nicht mitbenutzt werden, es sei denn, daß das jeweilige Raumfiltersystem entsprechend umgangen werden kann und dabei abschaltbar gestaltet wird. Bei Luftfördermengen bis zu 2 m³/min können dieselben — umschaltbaren — Luftförderer für beide Anlagen benutzt werden.

Die angesaugte Luft muß vor der Einführung in die Schutzräume von allen schädlichen Beimengungen durch Raumfilter (Grobsandfilter oder „Grobsandvorfilter/Schwebstoff-Kohlefilter“) bestimmter Kapazität befreit werden. Die Raumfilter sind in der angegebenen Reihenfolge in die Saugleitung eingeschaltet. Besondere Staubfilter sind im Rahmen dieser Schutzbelüftung wegen Verwendung des staubabfangenden Grobsandes nicht erforderlich. Der Grobsand dient in jedem Falle auch als Wärmeisolator. Betreffend der näheren Einzelheiten der Filteranlagen und besonders des sogenannten Grobsandfilters sei auf die bereits in dieser Zeitschrift veröffentlichten Arbeiten⁴) verwiesen. Es sei jedoch auch hier festgestellt, daß das Grobsandfilter nicht nur einen weitgehenden Schutz gegen schädliche Stäube und sonstige giftige Luftbeimengungen (außer Kohlenoxyd) bietet, sondern sowohl als selbständiges Filter als auch als Vorfilter eines Schwebstoff-Kohlefilters einen ausgezeichneten Wärmeschutz

³) Vgl. die ausführliche Broschüre (Heft 2 der Schriftenreihe über Zivilen Luftschutz) „Über die Luftverhältnisse in Luftschutzräumen“, Verlag Gasschutz und Luftschutz.

⁴) Vgl. u. a. *Mielenz und Dahlmann*, Ziv. Luftsch. 1953, 63; *Mielenz und Stampe*, 1953, 83.

darstellt und daher im letzten Fall einen unmittelbaren Schutz der Funktion des „klassischen“ Schwebstoff-Kohlefilters gewährleistet.

Der Einbau von Belüftungsanlagen verlangt physikalisch-chemische, maschinenbautechnische und nicht zuletzt auch bautechnische Rücksichtnahmen. Frühere Erfahrungen wie auch neuere Untersuchungen gestatten die Aufstellung geeigneter Richtlinien, die den physikalisch-technischen und auch den maschinenbautechnischen Anforderungen entsprechend den hier gegebenen Andeutungen gerecht werden. Die hauptsächliche bauseitige Forderung besteht aber darin, eine im

Hinblick auf die neuzeitliche Angriffswaffentechnik untragbare Schwächung des Bauwerkes zu vermeiden. Die Ansaug- wie auch die Entlüftungsöffnungen einer einwandfrei funktionsfähigen Belüftungsanlage des Schutzraumes müssen entsprechend geschützt eingebaut werden.

In dem Entwurf der „Richtlinien für die Belüftung von Schutzräumen“ der vom Bundesministerium des Innern und dem Bundesministerium für Wohnungsbau in enger Zusammenarbeit mit Fachkundigen vorbereitet wird, werden diese hier erörterten Grundanschauungen berücksichtigt.

Schutzraumabschlüsse

Dipl.-Ing. W. R i c k l e f s , Düsseldorf

In mehreren Veröffentlichungen wurden bereits die Überlegungen und Gedanken dargelegt, welche zu den konstruktiven Vorschlägen über neuzeitliche Schutzbauten der verschiedenen Schutzgrade führten und in den neuesten Richtlinien für den baulichen Luftschutz ihren Niederschlag gefunden haben. Dabei wurden die folgenden Wirkungen von Angriffswaffen, die bei dem Bau von Schutzräumen heute berücksichtigt werden müssen, herausgestellt:

Splitterschlag, Druck- und Sogwirkung, Erdstoß, Auftreffwucht, Trümmerlast, Hitze, Strahlung, radioaktive und chemische Vergiftung sowie Verseuchung durch biologische Mittel.

Da die Schutzraumabschlüsse einen wesentlichen Bestandteil eines jeden Schutzbauwerkes darstellen, müssen auch sie den möglichen Beanspruchungen angepaßt werden. Die Wandöffnungen stellen in jedem Falle einen schwachen Punkt des Schutzbauwerkes dar, so daß der Anordnung und Ausbildung ihrer Abschlüsse eine besondere Bedeutung zukommt. Über die Anforderungen, die auf Grund der vorliegenden Erfahrungen und der neuesten Erkenntnisse über die Wirkung der Angriffswaffen an die Schutzraumabschlüsse selbst gestellt werden müssen, wurden die im folgenden wiedergegebenen Überlegungen angestellt. Sie führten zur Aufstellung besonderer „Richtlinien für Schutzraumabschlüsse“ des BMWo, die für alle Schutzraumbauten maßgebend sind.

1. Splitterschlag:

Versuche und Erfahrungen aus dem letzten Krieg haben ergeben, daß zum Schutz gegen Splitter schon einer 500-kg-Sprengbombe, die in 15 m Abstand detoniert, Betonwände von etwa 400 mm und Stahlplatten von 70 bis 100 mm Dicke erforderlich sind.

Da im Zuge der Entwicklung der Angriffswaffen mit dem Einsatz von Sprengbomben wesentlich höheren Gewichts gerechnet werden muß, müßten die Wanddicken in gleichem Maße erhöht werden, wenn sie dem Beschuß durch Splitter direkt ausgesetzt werden. Derartig schwere Türen oder andere Abschlüsse wären jedoch, abgesehen von ihrer schwierigen Handhabung,

kostenmäßig nicht tragbar. Es erscheint daher in jeder Hinsicht einfacher und billiger, den Schutz gegen Splitterschlag nicht in den Abschluß selbst, sondern in das Bauwerk zu verlegen.

Für oberirdische Schutzbauten, die Bunker, und für die Eingänge von Stollen sind bereits starke Eingangsbauwerke vorgesehen, die den Splitterschutz der Türöffnungen und ihrer Abschlüsse voll übernehmen. Bei den Schutzräumen der Schutzgrade A, B und C wird der durch ihre Lage unter Erdgleiche schon gegebene Splitterschutz noch durch entsprechende Verstärkung der den Öffnungen für Türen und Notausgänge gegenüberliegenden Kellerwände soweit erhöht, daß auch hier auf eine Splittersicherheit der Abschlüsse selbst verzichtet werden kann.

2. Druck- und Sogwirkung:

Die zerstörende Wucht der bei der Detonation von Sprengbomben auftretenden kurzzeitigen Druckwellen wird durch die genannten Eingangsbauwerke bei Bunkern und Stollen wesentlich gemildert. Die unter Erdgleiche liegenden Schutzräume werden von diesen Luftdruckwellen erfahrungsgemäß kaum in Mitleidenschaft gezogen. Gefährlich kann jedoch die lange Zeitdauer der nach einer Atombombenexplosion auftretenden Druck- und Sogwirkung werden, welche 5 Sekunden und länger anhalten kann und somit einem statischen Druck gleichzusetzen ist. Neben der Notwendigkeit einer möglichst vollkommenen Widerstandsfähigkeit gegen Erdstöße und ähnliche Erschütterungen wurde vor allem auch aus dieser Erkenntnis heraus die Forderung nach Ausbildung der Schutzbauten A, B und C als geschlossene, in sich biegesteife Baukörper aufgestellt, die einem allseitig wirkenden Druck von 9 bzw. 3 bzw. 1 atü standzuhalten vermögen. Diese Druckbelastung ist damit auch für die Wahl und Ausbildung der zugehörigen Schutzraumabschlüsse maßgebend.

Drücktüren für in diesem Bereich liegende Belastungen sind bisher nur aus dem Bergbau bekanntgeworden, wo sie als explosions sichere Dammtüren Verwendung finden. Es liegen hier mehrere sehr unterschiedliche Konstruktionen vor, die recht hohe Ge-

wichte aufweisen und auch verhältnismäßig viel Platz beanspruchen, der in den Zuwegen und Kellergängen vor den Schutzräumen nicht immer zur Verfügung stehen dürfte. Daher erscheint die Entwicklung besonderer Drucktüren für Druckbelastungen bis 10 atü, d. h. 100 t/m², notwendig, für die auch bereits Entwürfe vorliegen. Vor ihrer allgemeinen Einführung sollen diese Abschlüsse jedoch in praktischen Versuchen erprobt werden, und zwar unter Bedingungen, die den bei einer Atomexplosion zu erwartenden Verhältnissen möglichst nahe kommen.

Die Drucktüren sind als Abschlüsse für die Eingänge zu Stollen, Bunkern und Schutzbauten A vorgesehen. Bei den nahtreffersicheren Schutzbauten B und C, die einem Überdruck von 3 bzw. 1 atü standhalten sollen, wird vor allem mit Rücksicht auf die relativ hohen Kosten auf den Einbau besonderer druckfester Abschlüsse verzichtet. Die Eingänge und Notausgänge der Schutzräume B besitzen Schleusen, die mit jeweils zwei normalen gasdichten und feuerhemmenden Türen bzw. Abschlüssen versehen sind. Sollten diese beiden hintereinanderliegenden Abschlüsse bei einem auftretenden Druckstoß zerstört werden, so ist mit genügender Sicherheit anzunehmen, daß die Schutzrauminsassen durch den dabei geminderten Druck keine ernstlichen Schäden erleiden, da der menschliche Körper kurzzeitige Drücke bis 3 atü ertragen kann. Die bei einer evtl. Zerstörung der Abschlüsse herumgeschleuderten Teile werden durch die hinter jedem Abschluß angeordnete Schirmwand vom Schutzrauminneren ferngehalten. Bei den Schutzbauten B ist zusätzlich eine dritte Tür vorgesehen, die erst nach dem evtl. Ausfall der beiden äußeren Abschlüsse geschlossen wird und den Schutzraum auch weiterhin für längere Zeit verwendbar erhalten soll.

3. Erdstoß:

Durch ihre Ausbildung als biegesteife Baukörper sind die Schutzbauwerke weitgehend unempfindlich gegen erdstoßähnliche Erschütterungen und damit auch die zugehörigen Abschlüsse. Um jedoch die Möglichkeit eines Verklemmens des Türblattes in seiner Zarge, was auch schon durch Druckeinwirkung oder Trümmerteile herbeigeführt werden könnte, weitgehend auszuschließen, soll das Türblatt wie bisher auf die Zarge schlagen. Außerdem sollen alle senkrechten Abschlüsse auch bei geschlossener Verriegelung aushebbar sein, d. h. nach Anheben des Blattes von der Innenseite her mittels einer Brechstange oder dgl. um 30 mm (bzw. 40 mm bei der Drucktür) sollen Verschuß und Bänder das Blatt zum Auswerfen nach außen freigeben.

4. Trümmerlast:

Senkrechte Schutzraumabschlüsse sind einer Belastung durch Trümmer kaum ausgesetzt, um so mehr, als die baulichen Richtlinien auch eine Verstärkung der Decke des Kellerganges vor der Eingangstür zum Schutzraum vorsehen. Die waagerecht liegenden Abschlüsse für Notausgänge, die sogenannten Ausstiegluken, sind für eine Punktbelastung von 2,5 t zu berechnen, so daß sie jede praktisch denkbare Trümmerlast aufnehmen können.

5. Hitzewirkung:

Gegen die außerordentlich hohen Temperaturen, die bei den durch den Einsatz von Atom- und Brandbomben möglichen Flächenbränden oder Feuerstürmen entstehen, sollen die nahtreffersicheren Schutzbauten B und C einen ersten Schutz über mindestens 30 Minuten Dauer gewähren, während die übrigen Schutzbauten ihnen dauernd gewachsen sein müssen.

Diese Forderungen nach weitgehenden Schutzmaßnahmen gegen die Hitzewirkung erscheinen angesichts der Erfahrungen des letzten Krieges besonders vordringlich und notwendig, da sich eindeutig herausgestellt hat, daß das Feuer als Folge von Luftangriffen die größten Verluste an Menschen und Material verursacht. Aus diesem Grunde muß auch von den Schutzraumabschlüssen in erster Linie ein ausreichender Schutz gegen die Hitzewirkung verlangt werden. In den Richtlinien für Schutzraumabschlüsse wurde festgelegt, daß diese, mit Ausnahme der Drucktüren und der waagerechten Notausgänge, mindestens feuerhemmend (nach DIN 4102) sein müssen, d. h. bei einer relativ schnell bis 880° C ansteigenden Temperatur auf der Außenseite darf die Innenfläche des Abschlusses keine höhere Temperatur als 130° C aufweisen, und zwar für die kleinen Abschlüsse und Türen während 30 Minuten, für die größeren Türen während 90 Minuten Branddauer. Für die Abschlüsse von Brandwanddurchbrüchen, die im Zuge der nunmehr ebenfalls geforderten und in den baulichen Richtlinien für die Schutzbauten im einzelnen festgelegten Rettungswege liegen, wird sogar Feuerbeständigkeit (nach DIN 4102) gefordert, d. h. bei einer Temperatur auf der Feuerseite von 1025° C muß die Temperatur auf der dem Feuer abgekehrten Seite während 90 Minuten Dauer unter 130° C bleiben. Diese Abschlüsse sollen die bisher übliche Vermauerung der Brandwanddurchbrüche ersetzen, die sich im letzten Krieg aus verschiedenen Gründen nicht bewährt hat. Es ist kaum möglich, den durch Herausschlagen der 1/2 Stein starken Mauer geöffneten Durchbruch einer Brandwand in kürzester Zeit wieder zu schließen, so daß das Feuer auf diesem Wege leicht von einem Haus zum anderen übergreifen kann. Oft wurden auch die Durchbrüche zu früh durchgeschlagen, und in anderen Fällen gelang es den im Keller eingeschlossenen Personen nicht, den zugemauerten Durchbruch rechtzeitig zu öffnen. Alle diese Gefahren und Nachteile dürften durch die Einführung einer feuerbeständigen kleinen Tür als Abschluß der Brandwanddurchbrüche behoben sein.

6. Strahlung:

Die bei einer Atombombenexplosion auftretenden radioaktiven Strahlungen verlieren beim Durchgang durch Materie an Intensität. Die entsprechend bemessenen Umfassungswände der Schutzbauten und ihrer Eingangsbauwerke bzw. der Splitterschutzwände sind in der Lage, die Strahlungswirkung bis auf eine ungefährliche Intensität herabzusetzen. Die Eingangsöffnungen sind also schon durch ihre Anordnung innerhalb des Schutzbauwerkes vor direkter Bestrahlung — ähnlich wie vor der Splitterwirkung — ausreichend geschützt, so daß besondere Maßnahmen für den Strahlungsschutz an den Abschlüssen selbst nicht erforderlich erscheinen.

7. Schutz gegen Gase, Stäube und biologische Mittel:

Die Erfahrungen des letzten Krieges haben gezeigt, daß eine ausreichende Frischluftzufuhr unbedingte Voraussetzung für den längeren Aufenthalt von Menschen in Schutzräumen ist. Da in einem zukünftigen Ernstfall mit relativ langen Aufenthaltszeiten gerechnet werden muß, wurde die Belüftungsfrage eingehend studiert und in den bisher als Entwurf vorliegenden Richtlinien für die Schutzraumbelüftung neben der zwangsläufigen Schutzbelüftung auch eine ausreichende natürliche Lüftung vorgeschrieben, und zwar für die Schutzräume aller Schutzgrade. Die Schutzbelüftung wird bei drohender Gefahr eingesetzt und erzeugt in jedem Falle einen geringen Überdruck im Schutzraum, der dem Eindringen von Gasen und gasähnlichen Stoffen entgegenwirkt. Da jedoch eine gasichere Abdichtung der Schutzraumabschlüsse mit verhältnismäßig einfachen Mitteln zu erreichen ist, wurde die nunmehr sekundäre Forderung nach ihrer Gasdichtigkeit beibehalten. Wichtig erscheint in diesem Zusammenhang die Ausbildung der Verschlusseinrichtung, welche der meist am Türblatt angebrachten Dichtung, die aus einem Schlauch oder einer Profilschnur aus Gummi oder einem anderen elastischen und nicht erhärtenden Material bestehen kann, eine ausreichende Pressung geben muß.

Außerdem wäre eine möglichst einfache Betätigung des Verschlusses anzustreben, die möglichst nicht schwieriger als bei einer normalen Tür sein sollte. Die bisher üblichen Vorreiberhebel lassen in dieser Hinsicht viel zu wünschen übrig. Selbstverständlich müssen alle Verschlüsse von innen und außen gleichermaßen leicht zu bedienen sein und ein Ausheben der Tür auch im geschlossenen Zustand zulassen. Sie sollen der Einheitlichkeit wegen in jedem Falle durch Druck von oben in die Verschlusstellung gehen. Die für die friedensmäßige Benutzung geforderte Verschließbarkeit wird in einfachster Weise durch ein Vorhängeschloß erreicht. Eingebaute Schlösser würden bei den feuerhemmenden Abschlüssen unerwünschte Wärmebrücken darstellen.

In den „Richtlinien für Schutzraumabschlüsse“ wurden neben den äußeren Abmessungen der Abschlüsse auch die an sie auf Grund obiger Überlegungen zu stellenden Anforderungen und Prüfungsmethoden festgelegt, wobei ihrer konstruktiven Durchbildung jedoch ein möglichst weiter Spielraum belassen wurde.

Die Größe der Türen und Abschlüsse wurde aus Gründen der Einheitlichkeit und vor allem auch der Wirtschaftlichkeit auf wenige Fertiglichtmaße beschränkt, die sich z. T. aus genormten Rohbaumaßen ergeben, und zwar:

1. $82,5 \times 180$ cm für die normale Tür bzw. Drucktür,
2. 120×205 cm für eine größere Tür bzw. Drucktür, welche für Bunker, Stollen, Rettungsstellen u. dgl. in Frage kommt,
3. 245×205 cm für eine zweiflügelige Tür mit herausnehmbarem Mittelpfosten, die für Schutzräume gedacht ist, welche in normalen Zeiten friedlichen Zwecken (Garagen, Läger) dienen sollen,
4. 60×80 cm für normale und druckfeste Abschlüsse für Notausgänge sowie für Abschlüsse von Brandwanddurchbrüchen.

Diese Abschlüsse sollen in 40 cm Höhe über dem Fußboden eingebaut werden, um zu verhindern, daß bei evtl. Wassereinbrüchen benachbarte Keller in Mitleidenschaft gezogen werden.

5. 50×50 cm für die waagerechten Abschlüsse von Notausgängen (Ausstiegluken).

Für die normale Tür und den Notausgangsabschluß wird in jedem Falle Feuerhemmung, d. h. Feuerschutz, während der Dauer von mindestens 30 Minuten („30-Minuten-Tür“) und für die ein- und zweiflügelige große Tür für die Dauer von 90 Minuten („90-Minuten-Tür“) gefordert, während der Brandwanddurchbruchabschluß feuerbeständig sein muß, d. h. einen erhöhten Feuerschutz während mindestens 90 Minuten gewähren muß.

Die druckfesten Türen und Abschlüsse für Notausgänge sollen einer Druckbelastung von 10 atü, d. h. 100 t/m^2 standhalten und möglichst gasdicht sein. Besondere feuerhemmende Eigenschaften sind bei ihnen nicht erforderlich, da der notwendige Feuerschutz schon durch die in jedem Falle nachgeschalteten gasdichten Türen und Abschlüsse in ausreichendem Maße gegeben ist. Die durch eine Kombination von Druck- und Feuerschutz entstehenden konstruktiven Schwierigkeiten würden übermäßig vertuernd wirken.

Als Maß für die mechanische Widerstandsfähigkeit der normalen Türen und Abschlüsse wurde vor allem aus Kostengesichtspunkten eine Flächenbelastung von 500 kg/m^2 als ausreichend erachtet, während die Widerstandsfähigkeit gegen Stöße und Schläge, wie sie schon bei normalem Gebrauch auftreten können, durch den Kugelschlagversuch geprüft wird.

In gewissen Materialien, die zum Zwecke der Feuerdämmung in das Türblatt eingebaut werden, bilden sich durch die schon im täglichen Gebrauch auftretenden Schläge mehr oder weniger große Hohlräume, welche die feuerhemmende Wirkung des Abschlusses herabsetzen können. Zur Feststellung evtl. Setzungen bei den verwendeten Dämmstoffen wird daher die Versuchstür vor der Brandprobe in einer besonderen Versuchseinrichtung 5000 mal auf- und zugeschlagen.

Der waagerechte Abschluß für Notausgänge, die sogenannte Ausstiegluke, dient als Abschluß für die senkrechten Ausstiegschächte der Rettungswege. Er soll gasdicht sein, um die Bildung eines Gaspfropfens bzw. die Vergasung der Rettungsgänge auszuschließen. Der Notausstieg soll außerhalb des Trümmerschattens des betreffenden Gebäudes angeordnet sein, so daß er sich immer in einiger Entfernung vom Schutzraum befindet und auf besondere feuerhemmende Eigenschaften verzichtet werden kann. Wegen seiner waagerechten Anordnung, meist in Erdgleiche, muß er befahren werden können. Daher wurde eine Prüflast von 2,5 t festgelegt, was dem Raddruck eines 10-t-Lkw. entspricht. Da bei diesem Abschluß trotz seiner vorgeschobenen Lage eine Belastung durch Trümmer denkbar ist, wird verlangt, daß er auch unter Belastung auf einfache Weise nach unten abgeklappt werden kann.

Für die im Zusammenhang mit der Schutzraumbelüftung erforderlichen Abschlüsse liegen noch keine endgültigen Richtlinien vor. Es ist jedoch anzunehmen,

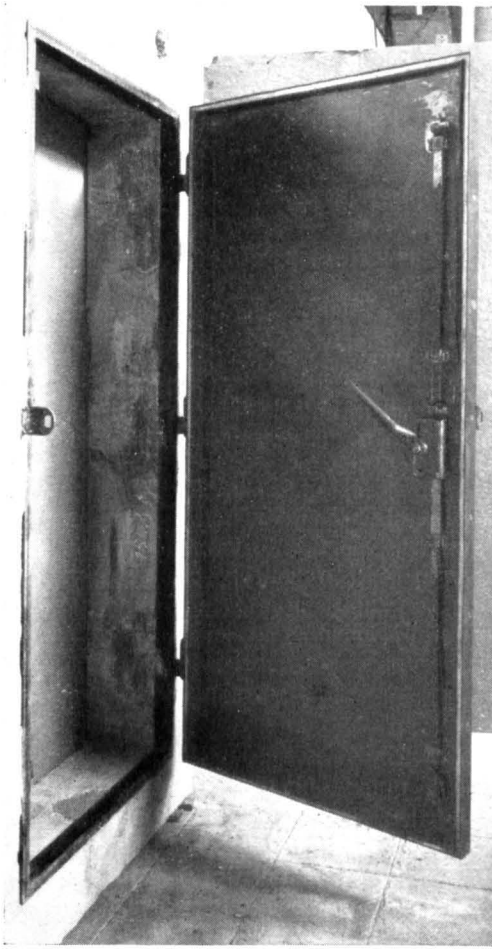


Bild 1
Feuerhemmende, gasdichte Schutzraumtür
82,5 × 180 cm

daß die im letzten Kriege bewährten Konstruktionen von Überdruck- und Schnellschlußventilen usw. nur unwesentliche Änderungen erfahren werden, u. a. mit Rücksicht auf die Möglichkeit wesentlich höherer Druckbeanspruchungen.

Es sind bereits einige Konstruktionen von Schutzraumabschlüssen bekanntgeworden, welche den neuen Richtlinien entsprechen und die vorgeschriebenen amtlichen Prüfungen bestanden haben.

Neben den einheitlichen äußeren Abmessungen ist allen diesen Abschlüssen gemeinsam, daß sie — bedingt durch die Forderung der Aushebbarkeit — auf die Zarge schlagen. Diese besteht daher aus einem einfachen Winkelprofil, welches durch eine vorgeschriebene Anzahl von Mauerankern in der Wandöffnung fest verankert wird. Der eigentliche Schutzraum soll zur Vermeidung von Staubbildung keinen Putz erhalten. Die Zarge muß jedoch mit Hilfe eines etwa 5 bis 10 cm breiten Putzstreifens besonders sorgfältig und gasdicht eingeputzt werden. Als unterer Anschlag für die umlaufende Dichtung ist eine Schwelle von etwa 5 cm Höhe erforderlich. Bei der Ausbildung des feuerdämmenden Türblattes wurden die bei der Entwicklung von Brandschutztüren gewonnenen Erfahrungen weitgehend verwertet. Wie bei diesen, so kommen auch bei den vorliegenden Konstruktionen verschiedene

Arten von Dämmstoffen zur Anwendung. Abbildung 1 zeigt eine feuerhemmende Schutzraumtür (82,5 × 180 cm), die als doppelwandige Stahltür mit Schlackenwollefüllung ausgeführt ist. Zur Vermeidung von Setzungen durch die beim täglichen Gebrauch der Tür auftretenden Erschütterungen ist die Schlackenwolle in Form von Matten auf ein leichtes Drahtgewebe aufgesteppt. Der allseitig geschlossene Mantel des 40 mm dicken Türblattes besteht aus 1,5 mm Stahlblech und ist noch durch mehrere innenliegende Verstärkungsprofile ausgesteift, so daß die Tür eine erheblich höhere Flächenbelastung als die vorgeschriebenen 500 kg/m² ertragen kann. Die Profilgummidichtung wird in einer umlaufenden Nut des Türblattes leicht auswechselbar gehalten und durch eine besondere Profilleiste aus nicht brennbarem Material sowohl vor der direkten Einwirkung des Feuers als auch vor Berührung mit dem dem Feuer ausgesetzten Außenmantel geschützt, so daß sie während des Brandversuches erhalten blieb. Der Verschuß besteht aus einer durch Betätigung nur eines Hebels senkrecht verschiebbaren Stange aus Flach-eisen, in der drei mit Rollen versehene Zapfen mit entsprechenden keilförmigen Widerlagern auf der Zarge zusammenwirken und so der Gummidichtung die notwendige Pressung geben. Für das Ansetzen eines Hebels zum Ausheben der Tür dient der auf der Innenseite unten sichtbare Winkel. Diese Schutzraumtür hat sich bei der Brandprobe als „feuerhemmend“ (nach DIN 4102) erwiesen. Sie gewährt also den geforderten Feuerschutz während mindestens 30 Minuten („30-Minuten-Tür“).

Eine andere Konstruktion der normalen Schutzraumtür ist in Abbildung 2 dargestellt. Hier besteht das Türblatt aus massiven feuerdämmenden Platten von insgesamt 28 mm Dicke, die auf beiden Seiten mit Stahlblech bewehrt und durch einen Rahmen aus Winkelstahl zu einer stabilen Einheit zusammengefaßt sind. Die äußere Bewehrung der Platten, die allein schon einen mehr als ausreichenden Feuerschutz ergeben, dient nur ihrem Schutz gegen Schläge und Stöße mit scharfen Gegenständen, wie sie sowohl beim täglichen Gebrauch als auch durch evtl. Trümmer entstehen können. Zur Erhöhung der durch die Platten ebenfalls schon gegebenen Widerstandsfähigkeit gegen Flächenbelastung sind die Mantelbleche mit eingepreßten waagerechten Sicken versehen, die zur Vermeidung von Wärmebrücken nach außen gelegt wurden. Um auch die Wärmeüberleitung vom äußeren Blech bzw. dem Winkelrahmen, die dem Feuer direkt ausgesetzt sind, möglichst klein zu halten, besteht zwischen diesen und dem inneren Mantelblech keine metallische Verbindung. Aus diesem Grund ist auch die unter Vermeidung einer Nut im Türblatt durch eine besondere Klemmleiste auf dem inneren Blech leicht auswechselbar befestigte Gummidichtung der Hitze einwirkung kaum ausgesetzt. Sie war nach dem Brandversuch völlig intakt. Diese Tür ist mit einem Rollzapfenverschluß ausgerüstet, dessen drei Zuhaltungen ebenfalls durch nur einen Hebel von innen oder außen gleich leicht betätigt werden. Der Angriffspunkt für das Ausheben der Tür auch bei geschlossener Verschluß-einrichtung ist in diesem Falle durch eine in das Türblatt eingepreßte Muschel gegeben. Diese Schutzraumtür blieb bei der Prüfung auf Feuerbeständigkeit (nach DIN 4102) während 90 Minuten Branddauer gasdicht

und gewährte den geforderten Feuerschutz sogar über die Dauer von 120 Minuten („120-Minuten-Tür“).

Als dritte bisher geprüfte Konstruktion wäre eine Schutzraumtür der Größe 120×205 cm zu nennen, bei der durch besondere, leider wohl verteuern wirkende konstruktive Maßnahmen erreicht wurde, daß gerade der bei großflächigen Türen durch die Hitzeeinwirkung entstehende Verzug des Türblattes nicht in Erscheinung trat. Es handelt sich um eine doppelwandige Stahltür von etwa 45 mm Dicke mit einer Füllung aus offenbar besonders hochschmelzender Mineralwolle. Die Gummidichtung ist in einer umlaufenden Nut des Türblattes befestigt. Als Verschuß dienen drei Drehriegel, die durch Betätigung eines Handhebels über zwei senkrechte Schubstangen mit entsprechenden Widerlagern an der Zarge in Eingriff gebracht werden. Die Tür war nach dem Brandversuch (90 Minuten) noch gasdicht.

Die Entwicklung der zweiflügeligen Schutzraumtür (245×205 cm) mit herausnehmbarem Mittelposten ist noch nicht endgültig abgeschlossen, da die bisher durchgeführten Brandproben noch nicht voll befriedigten. Eine solche Versuchstür ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Türblätter sind als geschlossene Kästen aus 1,5 mm dickem Stahlblech mit innenliegenden Verstärkungsprofilen ausgebildet. Die Füllung besteht aus feuerdämmenden Platten, die bei dem Brandversuch auch die geforderte langdauernde Feuerdämmung zeigten (90 Minuten). Es zeigte sich jedoch, daß der mit nur drei Zuhaltungen versehene Rollzapfenverschluß jedes Türblattes nicht ausreichte, um den unter der starken Hitzeeinwirkung gerade in der Mitte auftretenden Verzug der Türblätter zu unterbinden. Der mit der Zarge oben und unten verschraubte Mittelposten kann für die friedensmäßige Nutzung des Schutzraumes herausgenommen werden. In diesem

Falle wird die senkrechte Verschußstange mit Verlängerungen versehen, die wie Treibriegel in die Zarge oben und unten eingreifen.

Eine ähnliche Schutzraumtür mit zwei doppelwandigen Flügeln und Schlackenwollefüllung erwies sich bei einem Brandversuch als einigermaßen verzugsfrei, doch konnte die Schlackenwollefüllung den Wärmedurchgang für die vorgeschriebene Dauer von 90 Minuten nicht ausreichend verhindern. Auch hier wird die Entwicklung weitergeführt und wahrscheinlich in Kürze zum Abschluß gebracht. Bei dieser Ausführung ist der Mittelposten oben drehbar gelagert, so daß er heraufgeklappt und unter der Decke befestigt werden kann. Der Verschuß besteht aus einem abgewandelten Basquilleverschluß, der mit mehreren auf den Mittelposten wirkenden Zapfen bzw. treibriegelähnlichen Verlängerungen versehen ist.

Die Gasdichtigkeit wird bei beiden Konstruktionen durch eine Gummiprofilschnur erreicht, die bei der erstgenannten Konstruktion durch eine Klemmleiste auf dem inneren Mantelblech auswechselbar befestigt ist, während sie bei der letztgenannten Ausführung wieder in einer umlaufenden Nut des Türblattes durch eine besondere, nicht brennbare Profilleiste gehalten und geschützt ist.

Die an die senkrechten Abschlüsse für Notausgänge und die Abschlüsse für Brandwanddurchbrüche gestellten Anforderungen unterscheiden sich nur darin, daß für erstere Feuerhemmung (30 Minuten) gefordert wird, während letztere feuerbeständig (90 Minuten) sein müssen. Da bei den wesentlich kleineren Abmessungen dieser Abschlüsse (60×80 cm) die Forderung nach Feuerbeständigkeit relativ leicht erfüllt werden kann, wurden die beiden bisher vorliegenden Konstruktionen als feuerbeständige und gasdichte Abschlüsse ausgeführt, so daß sie für beide Zwecke gleichermaßen verwendbar sind.

Dieser „Abschluß für Notausgänge und Brandwanddurchbrüche“ besteht in beiden Fällen aus einem doppelwandigen Blatt aus Stahlblech. Die eine Ausführung verwendet als feuerdämmende Füllung die auch bei den normalen Brandschutztüren üblichen Platten aus gebrannter Kieselgur. Die Gummidichtung wird wieder in einer umlaufenden Nut des Blattes durch



Bild 2
Feuerbeständige, gasdichte Schutzraumtür
 $82,5 \times 180$ cm

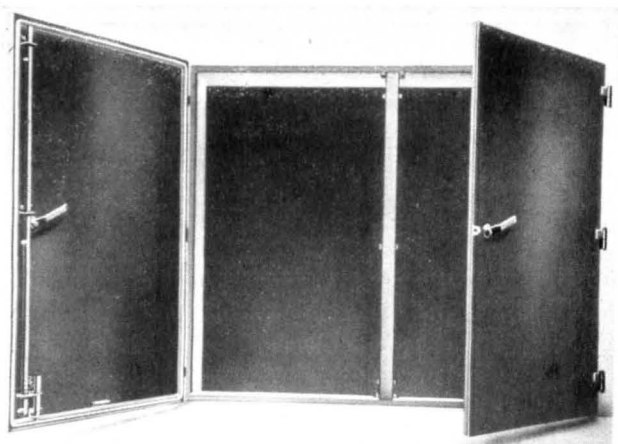


Bild 3
Zweiflügelige Schutzraumtür (245×205 cm)
mit herausnehmbarem Mittelposten (Versuchstür)

eine Profilleiste gehalten. Der Verschluß besteht aus zwei normalen Hebelvorreibern, die einzeln betätigt werden müssen.

Bei der in Abbildung 4 gezeigten Konstruktion eines solchen Abschlusses besteht die Füllung wieder aus den bereits genannten feuerdämmenden Spezialplatten. Die umlaufende Gummidichtung wird durch eine auf dem inneren Mantelblech angebrachte Klemmleiste auswechselbar gehalten. Als Verschluß dient ein Rollzapfenverschluß mit zwei Zuhaltungen. Beide Ausführungen sind feuerbeständig („90-Minuten-Türen“) und gasdicht. Für die friedensmäßige Sicherung vor allem der Brandwanddurchbruchabschlüsse sind auf beiden Seiten des Abschlusses Ösen für je ein Vorhängeschloß angebracht.

Als waagerechter Abschluß für Notausgänge wurde die sogenannte Ausstiegluke entwickelt (Abbildung 5 und 6). Im Gegensatz zu den früheren Abdeckungen von Notausstiegen, die sich meist nur nach oben öffnen ließen, klappt diese Luke auch unter Belastung nach unten ab. Der Deckel ist in dem in Bodengleiche liegenden Rahmen (Zarge) an einer Seite drehbar gelagert, während die gegenüberliegende Seite auf zwei Stützhebeln ruht, die auf einer gemeinsamen Achse befestigt sind. Bei leichtem Schlag gegen den bis zur Einmündung des waagerechten Rettungsganges in den Ausstiegschacht verlängerten Auslösehebel geben die mit Rollen versehenen Enden der Stützhebel die Luke frei, so daß diese selbsttätig nach unten klappt. Die Betätigung des Auslösehebels erfolgt aus gedeckter Stellung, so daß beim Öffnen etwa herabfallende Trümmer niemanden verletzen können. Diese Luke ist gasdicht und für eine Mittenbelastung von $2\frac{1}{2}$ t, d. h. den Radruck eines 10-t-Fahrzeuges, berechnet. Für die friedensmäßige Lüftung erfolgt die Abdeckung der Ausstiegöffnung durch einen in den Rahmen passenden Gitterrost, der für die gleiche Belastung berechnet ist und gegen unbefugtes Öffnen durch zwei Ketten gesichert wird. Die Luke selbst ist gegen ungewolltes Öffnen durch einen Sicherungsstift am Handgriff gesichert, der in normalen Zeiten durch ein Vorhängeschloß ersetzt werden kann. Der verstellbare Handgriff des Auslösehebels kann den verschiedenen Ein-

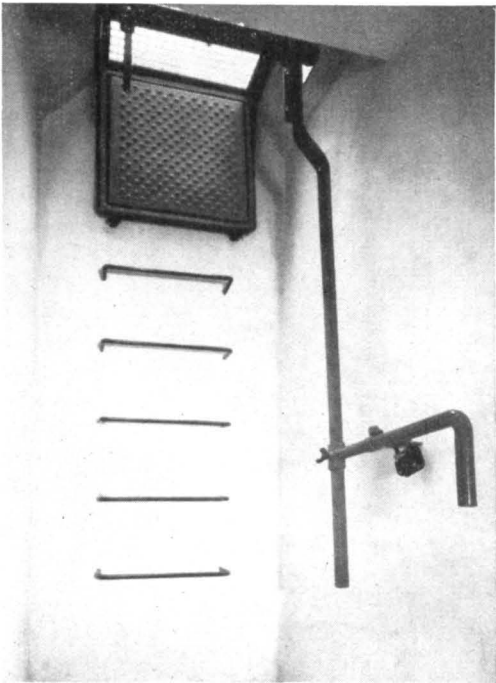


Bild 5
Waagerechter Abschluß für Notausgänge
50 × 50 cm (Ausstiegluke)

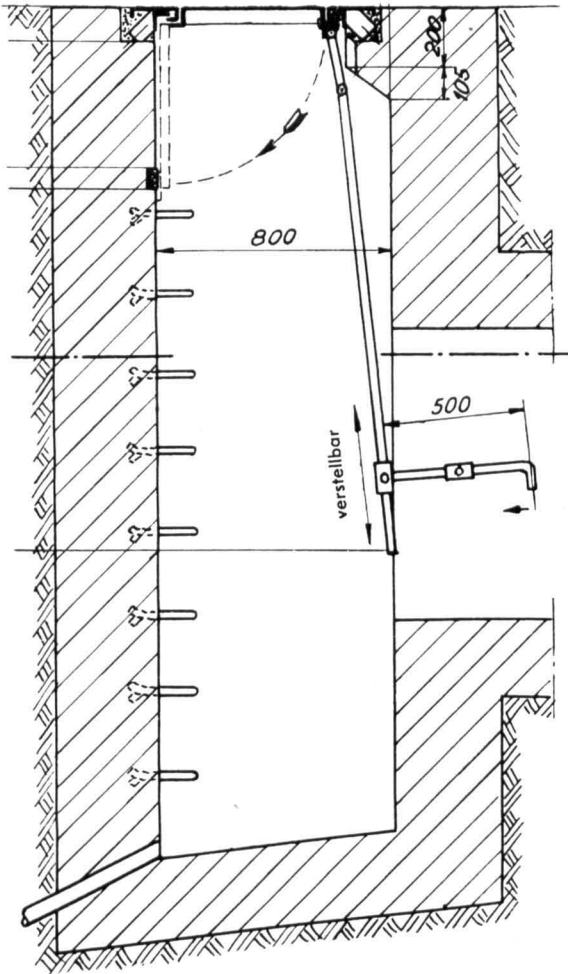


Bild 6
Einbaubeispiel einer Ausstiegluke

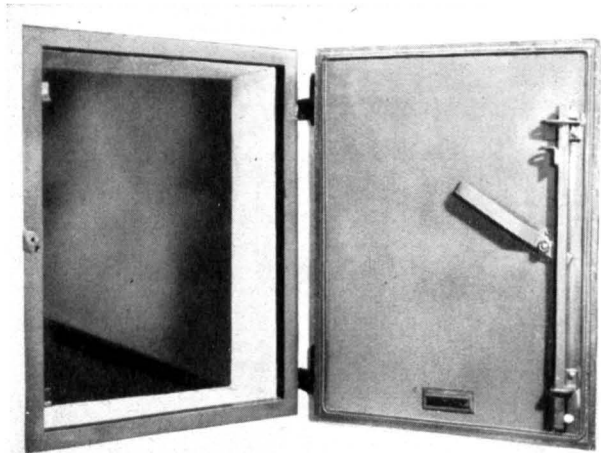


Bild 4
Feuerbeständiger, gasdichter Abschluß für Notausgänge und
Brandwanddurchbrüche 60 × 80 cm

bauhöhen leicht angepaßt bzw. bei besonders hohen Ausstiegsschächten durch ein Hebelgestänge ersetzt werden.

Bei der Entwicklung der verschiedenen Schutzraumabschlüsse war neben dem Bestreben, den aufgezeigten Anforderungen mit einfachsten Mitteln voll gerecht zu werden bzw. sie möglichst noch zu übertreffen, vor allem auch der Kostengesichtspunkt maßgebend, in der klaren Erkenntnis, daß die notwendigen umfassenden

Schutzmaßnahmen nur durchgeführt werden können, wenn sie wirtschaftlich tragbar sind. Dieses Ziel dürfte bei den beschriebenen Konstruktionen erreicht worden sein.

Abschließend wäre noch darauf hinzuweisen, daß für die beschriebenen und dargestellten Konstruktionen von Schutzraumabschlüssen, welche das Resultat umfangreicher Entwicklungsarbeiten darstellen, Schutzrechte angemeldet bzw. erteilt sind.

Luftschutz der Hochbauten — Konstruktive Maßnahmen

Dr.-Ing. Hans Minetti, Wiesbaden

1. Zweck und Notwendigkeit

Es gibt vielseitige bauliche Maßnahmen, die Menschen oder Dingen Schutz gewähren sollen gegen die Folgen eines Luftkrieges, z. B. Maßnahmen auf dem Gebiet der Städteplanung, der Schutzraumbauten usw.

In diesem Aufsatz sollen jedoch nur die Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie durch konstruktive Vorkehrungen der Luftschutz für jeden einzelnen Hochbau verbessert werden kann. Mit diesen Maßnahmen soll der doppelte Zweck erreicht werden:

Den Schadensgrad von Hochbauten, die einem längeren Aufenthalt von Menschen dienen, bei Einsatz von Kampfmitteln aller Art niedrig zu halten und gleichzeitig die in diesen Gebäuden befindlichen Menschen möglichst weitgehend zu schützen.

Dabei sollen diese baulichen Maßnahmen sich nur unmittelbar auf das einzelne Gebäude erstrecken. Städteplanerische Maßnahmen usw. werden an anderer Stelle in diesem Heft besprochen.

Der Doppelzweck, den Menschen in und mit seinen Wohn- und Arbeitsstätten zu schützen, ist eine neuartige Idee im baulichen Luftschutz. Bis in den zweiten Weltkrieg hinein dienten die Luftschutzbauten — von wenigen Ausnahmen abgesehen — nur jeweils einem Zweck: entweder den Menschen zu schützen, z. B. durch einfache Erdgräben, durch die bekannten Schutzräume in den Kellern, durch große über- und unterirdische Bunkeranlagen, oder aber die Arbeitsstätten, richtiger gesagt die Rüstungsproduktion, zu schützen durch Teilanlagen von Fabriken in Gebirgshallen oder in Betonkästen.

Die Verfolgung dieses Doppelzweckes wird jetzt für notwendig erachtet, weil zumindest mit einer sehr großen Wahrscheinlichkeit gefährliche Luftangriffe nicht so rechtzeitig erkannt werden, daß den Menschen noch Gelegenheit gegeben ist, außerhalb ihrer Wohn- und Arbeitsräume gelegene besondere Schutzräume zu erreichen. Man muß daher die Menschen dort zu sichern versuchen, wo sie den größten Teil ihrer Zeit verbringen, d. h. in oder unmittelbar in der Nähe ihrer Aufenthaltsräume. Man muß aber auch im Hinblick auf eine längere Kriegsdauer auf eine möglichst Erhaltung ihrer Arbeits- und Wohnstätten Wert legen.

Man wird sofort den Einwand erheben: Ist es richtig, ein so weit gestecktes Ziel zu verfolgen in einer Zeit, in

der die Wirkung moderner Kampfmittel gegenüber früher ins Unermeßliche gestiegen ist? Früher bereits gelang uns kaum ein Schutz der Menschen allein, und jetzt wollen wir auch noch die Gebäude zusätzlich zu erhalten anstreben! Was nützt überhaupt noch ein baulicher oder ziviler Luftschutz im Zeitalter der Atomwaffen, hier ist alles zwecklos und daher überflüssig geworden!

Ein derartiger Einwand ist ebenso richtig wie falsch. Richtig ist, daß es keinen absoluten Schutz für Menschen und Gebäude gibt. Richtig ist es daher, daß nur der Schutzgrad verbessert werden kann und daß ferner damit verbundene Nachteile wirtschaftlicher, wohnungs- und arbeitstechnischer Art in einem erträglichen Verhältnis zu dem möglichen Nutzen stehen müssen. Diese Bedingungen werden noch eingehend erörtert.

Aber ebenso falsch ist der Einwand, daß alles zwecklos sei. Seit jeher sind in der Geschichte mit der Stärke der Angriffswaffen auch die Mittel der Verteidigung gesteigert worden. Umwälzende Sprünge in der Entwicklung hat die Menschheit schon mehrfach überwunden, sonst wäre sie entweder ausgerottet oder in die Gefilde eines ewigen Friedens eingetreten.

Wenn man bedenkt, daß eine Wasserstoffbombe jetzt möglicher Größenordnung eine nicht gewarnte und ungeschützte Bevölkerung von einigen hunderttausend Menschen in einer entsprechenden Großstadt töten und einen großen Teil ihrer Wohn- und Arbeitsräume schwer beschädigen bzw. vernichten kann, daß aber bauliche und andere Luftschutzmaßnahmen diese Verlustquote auf einen Bruchteil senken können, dann lohnt es sich schon, sich mit diesen Fragen nicht nur zu befassen, sondern bereits in Friedenszeiten Opfer materieller Art zu bringen.

Gewöhnen wir uns daher wieder an den Gedanken, uns und unsere Gebäude für den Kriegsfall zu schützen, und erkennen wir, daß dieser Schutz mit tragbaren Mitteln und Maßnahmen in gewissem Umfange auch möglich ist, und daß diese Aufgabe zu lösen wertvoller sein kann, als riesige Bunker zu bauen, die nur die Menschen ohne ihre Habe schützen und auch dann nur, wenn diese Menschen das Glück hatten, sich trotz kaum denkbarer Vorwarnung während der überraschenden Angriffe in den Bunkern aufhalten zu können.

2. Wirkung der neuzeitlichen Waffen

Bevor man Art und Umfang der erforderlichen Bau- maßnahmen bestimmen kann, muß man Art und Größe der Wirkung der modernen Kampfmittel kennenlernen.

Zu den bereits aus dem vergangenen Krieg bekannten Brand- und Sprengbomben und Geschossen sind in neuester Zeit die ABC-Waffen getreten. Wir erkennen dabei nach kurzer Prüfung, daß die baulichen Maßnahmen bestimmenden neuartigen Kräfte und Wirkungen wohl in ihrer Größe, nicht aber in ihrer Art wesentlich von denen der Brand- und Sprengbomben abweichen, und daß als zusätzliche Zerstörungskräfte nur die radioaktiven Strahlungen hinzukommen, gegen die jedoch auf dem hier betrachteten Gebiet mit verhältnismäßig einfachen Mitteln ein Schutz geschaffen werden kann.

Die Wirkungen, die bei der Explosion von Atomwaffen auftreten, seien noch einmal kurz zusammenge stellt:

1. Mit Lichtgeschwindigkeit breiten sich geradlinig zuerst der Lichtblitz, der Hitzestoß und die Strahlung aus. Der Hitzestoß ist für den ungeschützten Menschen auf Entfernungen von wenigen Kilometern tödlich oder schädlich.

Wegen seiner kurzen Dauer ist er aber unschädlich für nicht brennbare Baustoffe oder Bauteile, die mindestens feuerhemmend sind.

2. Gegen die direkte Strahlung als Gamma- oder Neutronenstrahlen von der Dauer von wenigen Minuten, die auf den ungeschützten Menschen auf einige Kilometer Reichweite tödlich wirken können, bieten Decken und Wände, gegebenenfalls durch Erdreich verstärkt, einen zuverlässigen Schutz. Dabei werden im allgemeinen diejenigen Wände und Decken, die in der Lage sind, den durch die A-Waffen-Explosion ausgelösten Luftstoß abzufangen, auch einen ausreichenden Schutz gegen diese direkte Strahlung bieten. Da sich diese geradlinig und bei der notwendigen Entfernung eines Schutzobjektes von dem Detonationspunkt in einem flachen Winkel zur Waage rechten ausbreitet, können sich die Menschen auch gegen die durch Öffnungen in den Wänden eintretende Strahlung im Lee der Wände einigermaßen schützen. Die Gebäude selbst erleiden durch die Strahlen keinen Schaden.

3. Diesem ersten Kraftstoß (der Lichtblitz ist gleichsam die letzte und vielleicht erste Vorwarnung) folgt je nach der Entfernung des Nullpunktes vom Gebäude nach einigen Sekunden als die gefährlichste Wirkung der Luftstoß, bestehend aus einer sehr hohen und gerichteten Druckspitze von etwa $\frac{1}{10}$ sec. Dauer, anschließend aus einer Druckwelle bis zur Dauer von mehreren Sekunden, die einen alle Außenflächen gleichmäßig umfassen den Druck von im Mittel weniger als $\frac{1}{10}$ der Druckspitze ausübt, der dann ein allseitig abklingender Sog geringerer Stärke folgt. Und wiederum etwa 1—2 Sekunden später kommt der Schallstoß an, gleichsam die Entwarnung (siehe Bild 1).

Es treten hier also Kräfte auf, die je nach Lage des Detonationspunktes zum Gebäude dessen

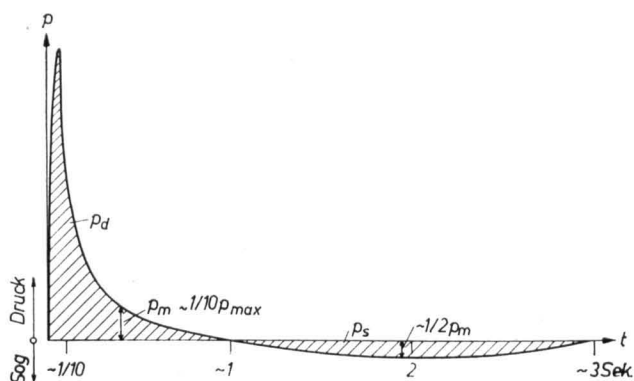


Bild 1

Die Luftstoßwelle bei A-Bomben-Explosion

Umfassungsteile einseitig mit ungeheurer Kraft, aber in blitzartiger Kürze treffen und es dann allseitig mit einem verminderten und bis zu mehreren Sekunden anhaltenden Druck umfassen.

Die dynamischen und statischen Wirkungen dieser Luftstöße sind nach den Regeln des Impulses wesentlich geringer als die einer länger dauernden Belastung.

Auch die Eigenschwingung und die praktische Verformbarkeit eines Gebäudes sind für das Kräfte spiel von Bedeutung. Wie groß daher die tatsächliche Beanspruchung eines Bauwerkes und seiner einzelnen Bauglieder durch den Luftstoß ist, können wir aus vielfachen Gründen nicht genau ermitteln. Auch eine eingehende dynamische Berechnung muß stets von Hypothesen ausgehen und daher den Wert und den Aufwand einer derartigen Arbeit fraglich machen.

Man wird daher dieser Wirkung des Luftstoßes nur dadurch Rechnung tragen können, daß man senkrecht auf die einzelnen Bauteile gerichtete Ersatzlasten annimmt, deren Höhe im einzelnen nach dem erstrebten Schutzgrad anzusetzen ist.

4. Als letzte Wirkung der Explosion einer A-Waffe bleibt dann noch die Reststrahlung (Spaltprodukte, Atommaske, radioaktive Vergiftung aller der durch die Neutronenstrahlung getroffenen Gegenstände), deren unvorhersehbare Wirkung der Menschheit durch das Hinsiechen der japanischen Fischer, die sich weit entfernt von dem Nullpunkt der Wasserstoffbombenexplosion im Bikini-Atoll auf hoher See befanden, nur angedeutet wird. Sie zu bekämpfen, erfordert aber keine zusätzlichen bautechnischen Maßnahmen im Sinne dieses Aufsatzes.
5. Unabhängig von den vorstehend aufgezählten Wirkungen verschiedener Kampfmittel muß an dieser Stelle aber nochmals ausdrücklich auf die Bedeutung der Brandgefahr hingewiesen werden¹⁾.

Wir wissen, daß im vergangenen Kriege 80% aller Schäden durch Feuer entstanden sind. Wir wissen, daß bei den letzten großen Luftangriffen auf Japan 99% Brand- und 1% Sprengbomben — bezogen auf ihr Gewicht — abgeworfen wurden, und daß die schweren Brandbombenangriffe auf

¹⁾ Siehe auch Dr.-Ing. Hans Schosberger, Berlin, „Bautechnischer Atomschutz“, Neue Bauwelt 1951, Heft 25.

Deutschland (z. B. Hamburg und Dresden) und auf Japan (z. B. Tokio) durch das bekannte Auftreten des Feuersturmes nicht weniger Menschenleben vernichteten als die zuerst über Japan abgeworfenen Atombomben, die im übrigen als Folge ebenso Großbrände hervorrufen können. Andererseits sind zum Entfachen eines Feuersturmes nach alter Methode einige hundert Flugzeuge, für den Abwurf einer A-Bombe aber nur ein einziges notwendig. Trotzdem aber bleibt ein erhöhter Feuer-schutz nach wie vor eines der wichtigsten Gebote für den baulichen Luftschutz.

3. Konstruktive Grundsätze

Die im Hinblick auf die vorgenannten Waffenwirkungen zu empfehlenden Luftschutzmaßnahmen, soweit sie konstruktiv überhaupt im Hochbau zu lösen sind, können daher in nachstehender Reihenfolge zusammengefaßt werden:

1. Hoher Feuerschutz.
2. Erhöhte Standfestigkeit der Gebäude gegen waagrecht wirkende Flächenlasten und gegen zusätzlich besonders auf die oberste Decke einwirkende senkrechte Lasten.
3. Ein Schutzraum in oder in unmittelbarer Nähe der Gebäude unterhalb des Geländes, der durch einen erhöht geschützten Zubringer (Treppenhaus) unmittelbar von den Wohn- und Arbeitsstätten erreicht werden kann.
4. Erhöhter Schutz der Menschen gegen Strahlung.

Dem Entwurf „Richtlinien für den konstruktiven Hochbau im LS“ des Bundesministeriums für Wohnungsbau ist diese Grundanschauung als Leitfaden zugrunde gelegt.

4. Nachteile des baulichen Luftschutzes

Als Nachteile sind erkennbar:

1. Die Erhöhung der Baukosten. Es ist selbstverständlich, daß diese Erhöhung wirtschaftlich tragbare Grenzen nicht überschreiten darf. Was dabei aber noch als wirtschaftlich gilt, ist eine Ermessensfrage und auch wesentlich abhängig von dem Zweck, der Benutzungsart und der Lage der Gebäude. Es ist daher nicht möglich, die Höhe der Mehrkosten etwa in Prozenten zu den bisherigen Kosten fest zu begrenzen. Aber Vergleichsrechnungen zwischen den Kosten der bisherigen Bauart und denjenigen einer besser schützenden Bauart im Sinne dieser Ausführungen lassen erkennen, daß die in den nächsten Abschnitten entwickelten Empfehlungen für den Wohnungsbau — ohne Berücksichtigung der in einem anderen Aufsatz behandelten „Schutzraumbauten im Keller“ — Mehrkosten bis höchstens 10% der bisherigen Baukosten verursachen werden.

Man sollte im Wohnungsbau auch nur in besonders gelagerten Fällen diesen Satz überschreiten und demgemäß die baulichen Luftschutzanforderungen begrenzen. Bei öffentlichen und gewerblichen Bauten dagegen können Mehrkosten mit einem höheren Hundertsatz notwendig und vertretbar sein.

Es sei aber bereits an dieser Stelle vermerkt, daß bei weitem der größte Teil aller Wohnungsbauten — nämlich alle diejenigen bis zu einschließlich 3 Vollgeschossen und diejenigen bis zu 5 Vollgeschossen in weniger luftgefährdeten Gebieten — von den Richtlinien nur in beschränktem Umfange erfaßt werden sollen, so daß sich bei diesen Wohnungsbauten die Mehrkosten gegenüber der bisherigen Bauart nicht bis zu dem angegebenen Satz von 10 Prozent erhöhen dürften.

2. Es gibt aber noch andere Nachteile, mit denen man sich auseinandersetzen muß:

Der Verzicht auf brennbare Baustoffe oder zu leichte Bauarten, die keinen ausreichenden Strahlungsschutz oder Widerstand gegen die durch waagerechte Kräfte ausgelösten Biege- und Schubbeanspruchungen bieten, oder eine starke Einschränkung von großen Fensterflächen, die den Luftstößen, dem Feuer und der Strahlung den Weg der Zerstörung freimachen, oder ein möglichst enger Abstand von querversteifenden Wänden im Mauerwerksbau, die die Freizügigkeit in der Raumaufteilung beschränken, oder schließlich die Verlegung der Treppenhäuser in das Innere der Gebäude, wo sie als Zubringer zu den Luftschutzräumen unter der Erde dienen.

Das sind nur einige Hinweise, die erkennen lassen, daß sich die Forderungen einer möglichst guten und wirtschaftlichen Nutzung eines Gebäudes in Friedenszeiten mit der eines hohen Widerstandes gegen Kriegseinwirkungen hart im Raume stoßen. Es wird daher noch vieler Überlegungen bedürfen, um diese beiderseits berechtigten Forderungen gegeneinander abzustimmen. Aber der Ausgleich zwischen diesen beiden Forderungen verlangt zweifellos eine gewisse Abkehr von bestimmten Baustoffen und Bauarten, die sich im Sinne eines Luftschutzes besonders ungünstig auswirken. Um so mehr ist daher auch der auf Anregung des Luftschutzreferenten Regierungsbaumeister *Robert Brandes*, Köln, im Rahmen des Deutschen Architekten- und Ingenieur-Verbandes (DAI) vorgesehene Wettbewerb zu begrüßen, der zu Vorschlägen auffordert, wie man wenigstens gewisse zusätzliche Luftschutzbaumaßnahmen auch friedensmäßig nutzen kann.

5. Gefahrenstufen für den baulichen Luftschutz

Zweifellos bleibt es daher stets ein Gebot, diese konstruktiven Luftschutzmaßnahmen nur sinnvoll anzuordnen oder zu empfehlen.

Es sind daher auch je nach Benutzungszweck der Gebäude, nach ihrer Bauart, Lage und Größe verschiedene Gefahrenstufen vorgesehen, und zwar:

Gefahrenstufe I

mit höchsten Anforderungen für besonders wichtige Gebäude, in denen eine große Zahl von Menschen arbeitet oder wohnt und die in besonders luftgefährdeten Gebieten liegen, z. B. bei Rüstungszentren oder in Großstädten mit mindestens 100 000 Einwohnern.

Gefahrenstufe II

mit mittleren Anforderungen für die Hochbauten, die in besonders luftgefährdeten Gebieten liegen, soweit

sie nicht unter Gruppe I fallen, und für einzelne wichtige Gebäude in weniger gefährdeten Gebieten.

Gefahrenstufe III

mit geringen Anforderungen für die Hochbauten in weniger luftgefährdeten Gebieten, soweit sie nicht unter Gruppe II fallen.

Da besonders gemäß Ziffer 4. 1. die Verteuerung der Wohnungsbauten eingeschränkt werden muß, sind, wie bereits erwähnt, für diese Bauten Sondervorschriften vorgesehen, die im übrigen nach der vorgenannten Aufgliederung in Gefahrenstufen auch in ihren Anforderungen abgestuft sind.

Ferner gelten selbstverständlich wesentliche Erleichterungen oder ein völliger Verzicht auf bauliche Luftschutzmaßnahmen für Einfamilienhäuser, für Siedlungs- und Behelfsbauten und ähnliche Bauten.

6. Der Feuerschutz

Unter 3. sind die Grundsätze konstruktiver Art herausgestellt, und zwar als erster in der Reihen- und Dringlichkeitsfolge ein hoher Feuerschutz. Die Erfüllung dieser Forderung sollte bei allen Gebäuden und in allen Gefahrenstufen mit Nachdruck gefordert werden. Man schützt dann mit einem verhältnismäßig geringen zusätzlichen Aufwand nicht nur sein eigenes Gut, sondern gefährdet auch nicht das der Nachbarn. Im Feuerschein unserer Großstädte entstand bereits — oder richtiger gesagt erst — eine „Verordnung zur Hebung der baulichen Feuersicherheit vom 20. August 1943“. Ihre genaue Beachtung hätte auch nach dem Zusammenbruch im Hinblick auf die Hitzeeinwirkung der modernen Kampfmittel streng gefordert werden müssen.

Man muß daher auch den Mut haben, offen einzugestehen, daß bei dem bisherigen Wiederaufbau der Nachkriegsjahre schwer gesündigt worden ist. Jetzt sollte man für alle tragenden Bauteile, für die Treppenhäuser und die Fahrstuhlschächte und für die Zubringer zu den LS-Räumen nur nicht brennbare oder feuerbeständig ummantelte Baustoffe verwenden. Alle Decken sollten nichtbrennbare Massivdecken sein; für besonders wichtige Deckenflächen, z. B. über Treppenhäusern, LS-Räumen usw., ist eine feuerbeständige Bauart zu empfehlen. Nur für die Dachstühle der Wohn- und Siedlungsbauten wird man noch schwer entflammable Baustoffe zulassen müssen, weil sich die Herstellung dieser Bauteile aus nichtbrennbaren Baustoffen, z. B. Stahlbeton und Stahl, aus wirtschaftlichen Gründen nur in vereinzelt Fällen hat durchsetzen können.

Für die Dachhaut selbst aber stehen nichtbrennbare Baustoffe in geeignetem Umfang zur Verfügung.

Man achte ferner darauf, auch im Ausbau möglichst nichtbrennbare Baustoffe zu verwenden, daher sind Stahl- und Stahlbetonfensterrahmen, nichtbrennbare Wand- und Deckenverkleidungen und Stahlmöbel zu bevorzugen.

Auch der sonstige brennbare Inhalt eines Gebäudes, die „Brandladung“, soll möglichst begrenzt sein. Einbauten und Einlagerungen brennbarer Stoffe im Dachgeschoß oberhalb der obersten Massivdecke sollten unzulässig sein.

Es werden Richtlinien erarbeitet, die diesen Forderungen Rechnung tragen und auch in Übereinstimmung mit anderen Verordnungen stehen, z. B. mit dem „Luft-

schutz im Städtebau“ oder mit den „Richtlinien für die bauaufsichtliche Behandlung von Hochhäusern“, 2. Fassung vom 2. Juli 1954.

7. Erhöhte Standfestigkeit der Gebäude

Die Lösung dieser Aufgabe ist in statischer und konstruktiver Beziehung eine sehr schwierige Ermessensfrage, ein Ausgleich zwischen der erstrebten Verbesserung und den bedingten Mehrkosten, aber auch ein Zwang zur gewaltsamen Vereinfachung des Ansatzes der Richtung und Größe der angreifenden Lasten und schließlich die Notwendigkeit, bei manchen Bauarten nur konstruktive Empfehlungen zu geben, die statisch nicht überprüft werden können.

Man muß hinsichtlich Berechnung und Konstruktion zwei Bauarten unterscheiden, und zwar:

1. Bauarten, deren tragende Bauteile bereits für die Friedensnutzung nicht nur zur Aufnahme senkrechter, sondern auch waagerechter Lasten oder Lastkomponenten (z. B. Wind, Bremskräfte, Temperatureinwirkung, plastische Verformung wie Schwinden und Kriechen) berechnet wurden oder wenigstens hätten berechnet werden können. Für diese Bauarten kommen nur der Stahlbeton-, der Stahl- oder der Stahlverbundbau in Frage, da nur diese Baustoffe durch die biege- und schubfeste Verbindung ihrer Einzelteile die statisch erforderliche Verteilung und Weiterleitung besonders der waagerechten Lasten gewährleisten können.
2. Bauarten, deren tragende Bauteile wie Decken, Wände, Stützen nur für senkrechte Lasten aus Eigengewicht, Nutzung, Schnee usw. berechnet werden konnten, während für die Aufnahme der auch bei diesen Gebäuden anfallenden waagerechten Lasten, besonders durch Wind, nur Vorschriften konstruktiver Art zu berücksichtigen sind.

Zu diesen Bauarten gehört die große Gruppe der gemauerten Häuser mit den vielen Varianten verschiedener Steine bis zu den großflächigen Platten, bei denen die Außen- und Innenwände bei einer mehr oder weniger mangelhaften Verbindung mit den Zwischendecken die senkrechten Lasten tragen und zur Aufnahme der waagerechten Lasten durch Querwände versteift sind oder sein sollen.

3. Für die Gebäude der Gruppe 7. 1. wird man die Wirkung des Luftstoßes, wie er unter Ziffer 2. 3. und in Bild 1 dargestellt ist, durch den Ansatz von Ersatzlasten berücksichtigen, die in kg/m^2 getroffener Fläche ausgedrückt werden. Für ihre Größe und Richtung sind neben der Gefahrenstufe (siehe Ziffer 5) Art, Nutzung, Größe und Lage des Gebäudes maßgebend. Diese Lasten treten zu den Lasten des „Normalfalles“ hinzu und werden insgesamt als „Katastrophenfall“ bezeichnet. Die bei diesem Katastrophenfall auftretenden Spannungen dürfen die im Normalfall zugelassenen Spannungen um 50% überschreiten, weil man in einem solchen Fall von der Notwendigkeit einer dann noch verbleibenden erheblichen Reserve an Standsicherheit des Bauwerkes glaubt absehen zu können.

Tabelle 1
Ersatzlasten in kg/m²

Bauart	Ge- fahren- stufe	Außenwände waagerecht und einseitig wirkend	Oberste Geschoßdecke senkrecht wirkend	Kellerdecke senkrecht wirkend	Treppenhauszellen		
					Decke senkrecht wirkend	Wände waagerecht und einseitig wirkend	Wände waagerecht und allseitig wirkend
1	2	3	4	5	6	7	8
Gebäude nach Bauart Ziff. 7. 1	1 2 3	500 300 —	1000 500 —	1000 500 —	1500 750 —	750 500 —	1500 1000 —
Gebäude nach Bauart Ziff. 7. 2 u. Wohngeb. mit 4 u. 5 Vollgesch.	1 2 3	Konstruktive Maßnahmen gemäß Ziffer 7. 6	500 300 —	500 500 —	1000 500 —	Konstruktive Maßnahmen gemäß Ziffer 8. 2	
Wohngeb. bis zu einschließlich 3 Vollgesch.	1 2 3	Konstruktive Maßnahmen gemäß Ziffer 7. 6	300 — —	500 — —	500 — —	Konstruktive Maßnahmen gemäß Ziffer 8. 2	

Es ist aber mehrfach die Frage aufgeworfen worden, weshalb man die bei der vorstehenden Regelung notwendige zweifache Berechnung nicht vermeiden kann, indem man die Ersatzlasten im Katastrophenfall ermäßigt und die Aufnahme aller Lasten, zusammengefaßt in einem Rechnungsgang, mit den üblich zulässigen Spannungen nachweist. Die Durchführung dieses Vorschlages 2 würde in vielen Fällen zu einem Mehraufwand an Baustoffen gegenüber der vorgeschlagenen Rechnung 1 führen, weil der Vorschlag 2 stets eine Querschnittsverstärkung bedingt, während gemäß Vorschlag 1 der nunmehr verfügbare Spannungszuwachs oft ausreichen wird, um ohne Verstärkung die zusätzlichen Katastrophenlasten aufzunehmen.

Man hat sich in dem Arbeitsausschuß über Größe und Richtung der Ersatzlasten noch nicht endgültig geeinigt, es ist aber anzunehmen, daß diese Ersatzlasten etwa in der Größe empfohlen werden, die in der obenstehenden Tabelle zusammengefaßt sind.

Es bleibt nun noch die Frage offen, wieweit die im Bild 1 dargestellten Sogkräfte berücksichtigt werden müssen. Nach der persönlichen Ansicht des Verfassers kann man sie bei der Berechnung der Konstruktion der Gebäude nach Bauart Ziffer 7. 1. außer acht lassen, da sie höchstens 30 bis 40% der Stärke der Druckwelle erreichen, in senkrechter Richtung nach oben wirkend durch das Eigengewicht ganz oder teilweise aufgehoben werden, und da die Gebäude der Gruppe 7. 1. die waagerecht wirkenden Sogkräfte im allgemeinen ohne Querschnittsverstärkung aufnehmen können, da sie bereits für den ähnlichen Lastfall mit höheren Druckkräften auf der entgegengesetzten Seite berechnet wurden.

Anders ist es bei den Gebäuden der Bauart gemäß Ziffer 7. 2., da die Mauerwerksverbände nur geringe Zugkräfte aufnehmen können, so daß für

diese Gebäude zusätzliche konstruktive Maßnahmen angebracht sein können.

4. Es ist jetzt zu prüfen, welche Tragsysteme für Gebäude der Bauart nach Ziffer 7. 1. am besten geeignet sind, die vorgenannten Kräfte aus dem Luftstoß aufzunehmen.

Es lassen sich dabei, von Sonder- und Grenzfällen abgesehen, folgende drei Systeme herausstellen, wobei das besondere Kennzeichen aller dieser Systeme in der Tatsache liegt, daß sie waagerecht angreifende Lasten räumlich verteilen und so eine besonders hohe Standfestigkeit besitzen.

- a) Die Gerippebauart gemäß Bild 2

Die Lasten werden durch die als Scheiben wirkenden Decken auf die Säulen verteilt, die sie in den Baugrund ableiten.

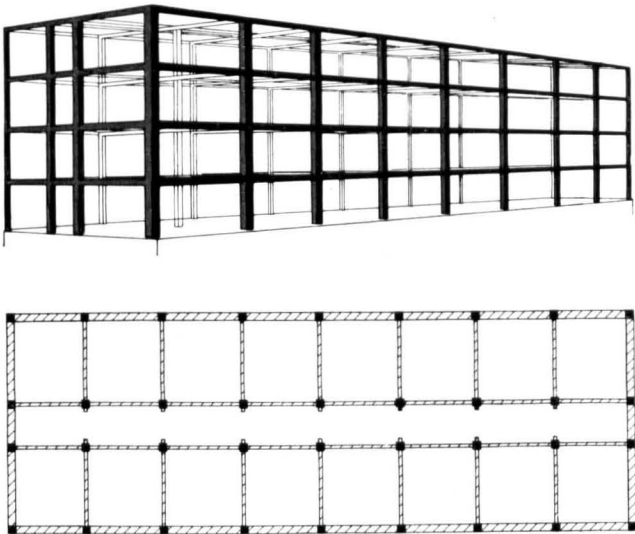


Bild 2
Die Gerippebauart

b) Die Scheibenbauart gemäß Bild 3

Die senkrechten Lasten werden überwiegend von den Säulen aufgenommen, während die waagerechten Lasten durch die als Scheiben wirkenden Decken auf die starren Scheibenwände übertragen werden, die in gleicher Richtung wie diese Lasten verlaufen, und die mit ihrem hohen Widerstandsmoment dem Bauwerk gegen seitliche Lasten naturgemäß eine sehr hohe Standfestigkeit verleihen.

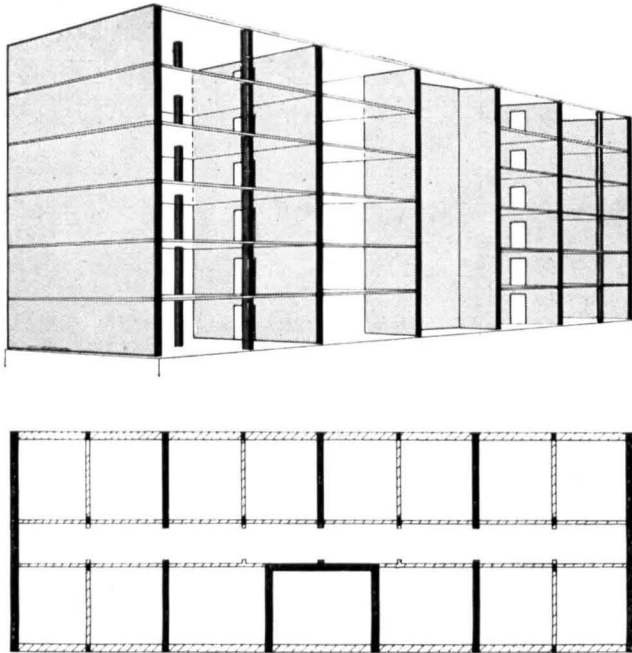


Bild 3

Die Scheibenbauart

c) Die Kastenbauart gemäß Bild 4

Hier werden in beiden Richtungen die waagerechten Lasten durch Wände aufgenommen, die zellenförmig miteinander verbunden sind und damit dem Bauwerk eine größtmögliche Steifigkeit verleihen.

Für den Gerippebau kommen die Baustoffe Stahlbeton und Stahl in Frage, während für die Scheibenbauart und noch mehr für die Kastenbauart der Stahlbeton wegen seiner Gestaltungsmöglichkeit und seiner Eigenschaft, gleichzeitig Wand und Träger sein zu können, der geeignetste Baustoff sein dürfte.

In konstruktiver Hinsicht ist mit besonderer Sorgfalt eine kraftschlüssige Verbindung zwischen den einzelnen Wandscheiben, Stützen und Decken sicherzustellen. Die große Eignung dieser Bauarten gegen die Luftstöße der A-Waffen lassen auch die folgenden Bilder aus Hiroshima erkennen. Die Bilder Nr. 5 und 6 zeigen einen Bau, der nur 210 m vom Nullpunkt stehengeblieben ist. Er ist in Kastenbauart aus Stahlbeton errichtet. Nur die durch die Nähe des Detonationszentrums überwiegend von oben nach unten gerichtete Spitze der Druckwelle hat die Dachdecke eingedrückt, da diese für die Ersatzlasten nicht berechnet war.

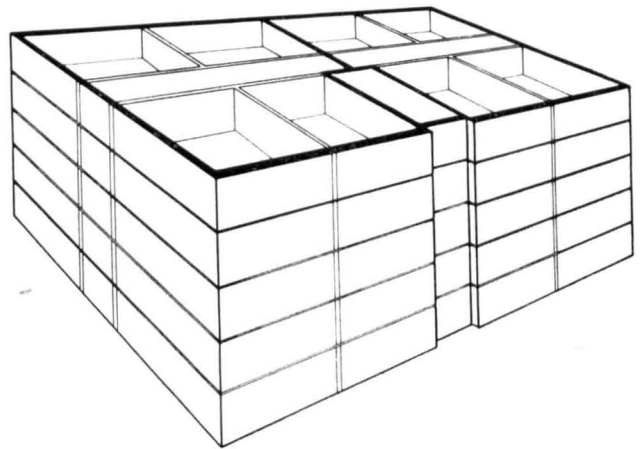


Bild 4

Die Kastenbauart

Bild Nr. 7 zeigt einen Stahlbetongerippebau in einer Entfernung von 180 m vom Nullpunkt. Hier wurden die Stützen durch den Schub des ebenfalls eingedrückten Daches zerstört.

Auf Bild Nr. 8 ist ein Stahlbetonbau völlig unversehrt in Kastenbauart, etwa 1600 m vom Nullpunkt entfernt, zu sehen, und Bild Nr. 9 zeigt ein kombiniertes Tragwerk aus Stahl und Stahlbeton, ebenfalls unversehrt in einer Entfernung von nur 270 m vom Nullpunkt.

Bemerkenswert ist aber doch die Feststellung, daß diese Bauten bereits im erdbebengefährdeten Gebiet standen und auf eine erhöhte Seitensteifigkeit mit den etwa in Tabelle 1 unter Gefahrenstufe 1 bis 2 für die Gebäudegruppe 7. 1. vorgeschlagenen Ersatzlasten berechnet worden sind, und daß weiter bei den auf den Bildern 5, 8 und 9 dargestellten Bauten die Wände aus Stahlbeton hergestellt waren, die zusammen mit den Stützen sehr kräftige Rahmen bilden²⁾.

Diese Bilder, die gleichzeitig die ringsum völlig zerstörten Gebäudekomplexe erkennen lassen, sollten ein Mahnmal für alle Bauherren sein, bei künftigen Bauten die vorgesehene Bauart auch nach luftschutzmäßigen Gesichtspunkten zu prüfen. Man wird dann selbst den A-Bomben einen Teil von ihrem Schrecken nehmen können.

²⁾ Mitteilung von Herrn Professor Naito, Universität Tokio, an Herrn Dr.-Ing. Briske, Berlin, aus dessen Gutachten über die „Anwendung erdbebensicherer Konstruktionen im Luftschutzbau“, dem auch die vorbezeichneten Bilder entnommen wurden.



Bild 5 und 6

Stahlbetonbau in Kastenbauart in Hiroshima in einer Entfernung von 210 m vom Nullpunkt

Dabei betragen die Mehrkosten einer Bauart gemäß Ziffer 7. 4. a) bis 7. 4. c), die statt der sonst üblichen Windlasten nunmehr für die Ersatzlasten gemäß Gefahrenstufe I, Tabelle I, berechnet wird, je nach Höhe und Grundriß dieser Gebäude etwa 5—10%. Bei Ersatzlasten von 500 kg/m² und mehr ist die Scheiben- bzw. Kastenbauart wesentlich wirtschaftlicher als die Gerippebauart. Es sei schließlich noch darauf hingewiesen, daß in USA Ersatzlasten zur Aufnahme des Luftstoßes



Bild 7

Stahlbetonbau in Gerippebauart in Hiroshima in einer Entfernung von 180 m vom Nullpunkt

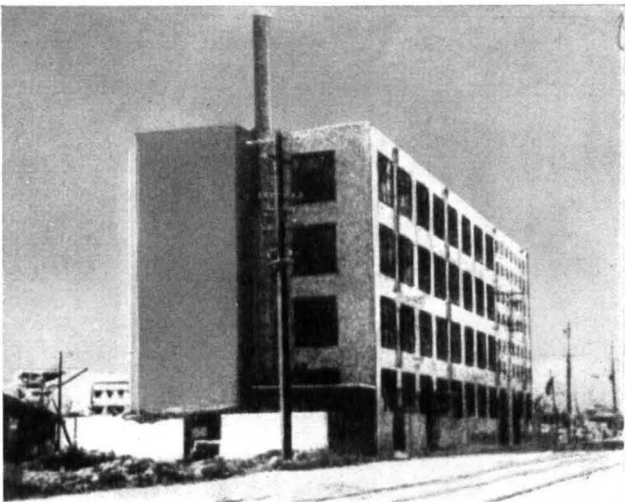


Bild 8

Stahlbetonbau in Kastenbauart in Hiroshima in einer Entfernung von 1600 m vom Nullpunkt

in der Größenordnung von 0,4 bis 0,7 t/m² — jedoch ohne Erhöhung der zulässigen Spannungen und unter zusätzlicher Berücksichtigung verringerter Soglasten — empfohlen werden, und daß dort die Mehrkosten durch die Aufnahme dieser Ersatzlasten ebenfalls in der Größenordnung von etwa 5% angegeben werden.

5. Es bleibt noch die Frage zu beantworten:

Ist es zweckmäßig, die ausfachenden Wände, soweit sie nicht als Scheiben oder tragende Teile in der Kastenbauart vorgesehen sind, möglichst ausblasbar herzustellen, also so zu konstruieren, daß die Wände durch den auftretenden Luftstoß



Bild 9

Kombinierter Stahl- und Stahlbetonbau in Hiroshima in einer Entfernung von 270 m vom Nullpunkt



Bild 10

Haus in Madrid mit ausgeblasenen Außenwänden

zusammenstürzen und diesen nicht mehr in das Tragsystem weiterleiten können?

Die Nachteile gegenüber widerstandsfähigen Ausfachungen sind eindeutig:

Eine starke Zerstörung des Gebäudes, dessen Wiederherstellung im Kriege kaum möglich sein wird. Die bei dem Auftreten des Luftstoßes im Gebäude befindlichen Menschen sind aufs höchste gefährdet, weil ihnen die Wandteile der Außen- und Innenwände explosionsartig um den Kopf fliegen.

Das Bild 10 zeigt ein Haus in Madrid mit ausgeblasenen Wänden. Man vergleiche es mit dem Bild Nr. 9 und erkennt dann am besten den Unterschied in dem Schutzgrad für die Menschen und ihre Habe.

Und die Vorteile der ausblasbaren Ausfachung? Zweifellos entlasten sie das Tragsystem dann, wenn der Luftdruck sich auch nicht an den Innenwänden fangen kann, sondern wenn diese ebenfalls zusammenstürzen.

Wenn man aber weiter bedenkt, daß ein gewisser Druckausgleich bereits stets durch die eingedrückten Fenster erfolgt oder konstruktiv vorgesehen werden kann, dann erscheinen die Vorteile der ausblasbaren Ausfachung doch problematisch. Eine höhere Standfestigkeit wird ein Gebäude sicher dann haben, wenn statt der ausblasbaren Wände Brüstungen in Stahlbeton hergestellt werden und somit die Steifigkeit wesentlich verbessert ist. Vertreten läßt sich vielleicht eine kombinierte Bauart derart, daß in Hochhäusern die obersten Stockwerke ausblasbar hergestellt werden, während die nachfolgenden in Scheibebauart aus Stahlbeton und schließlich die unteren Stockwerke in Kastenbauart ebenfalls aus Stahlbeton ausgeführt werden.

Diese Konstruktion würde auch der Forderung entsprechen, daß der Luftschutz für die Menschen zunehmen sollte, je mehr diese aus den obersten Geschossen fliehend sich dem rettenden Schutzraum im Keller noch entgegenstürzen können. Man beachte aber den Grundsatz: Ausfachende Wände sind entweder leicht und ausblasbar oder aber als Stahlbetonwandträger herzustellen, die

nicht nur als Belastung wirken, sondern selbst als Teil des tragenden Systems dieses wesentlich verstärken.

Im allgemeinen sollte man der zweiten Möglichkeit den Vorzug geben, weil sie die Menschen und ihre Habe besser schützt. In keinem Fall sind aber schwere und nicht stabile Wände zu empfehlen, da sie jeder anderen Lösung gegenüber nur Nachteile haben.

Wenn die Außenwände ausblasbar vorgesehen werden, muß diese Eigenschaft auch von den Innenwänden gefordert werden. Wenn die Außenwände dagegen standfest sind, werden die Innenwände trotzdem durch den durch die Fensteröffnungen einbrechenden Luftstoß belastet und sollten deshalb eine entsprechende Standfestigkeit, besonders als Abschlußwände für Flure u. dgl., erhalten.

6. Schwierig ist die Lösung der unter Ziffer 7. 2. erwähnten Bauarten, nämlich den Mauerwerksbauten mit ihren zahlreichen und verschiedenen Baustoffen eine erhöhte Standfestigkeit zu geben.

Es ist bereits gesagt, daß es praktisch kaum möglich ist, diese Bauten überhaupt gegen waagrecht angreifende Lasten zu berechnen, und daß daher nur konstruktive Weisungen möglich sind.

Der Nachteil dieser Bauart ist, daß die einzelnen Bauteile in ihren Stößen, z. B. bei dem Übergang zwischen Decke und Wand oder zwischen Innen- und Außenwand, wenn überhaupt, so nur geringe Zug- und keine Biegung verursachenden Kräfte aufnehmen können.

Ein Mauerwerksbau wird aus diesen Gründen und wegen der nicht zu beseitigenden geringen Zugfestigkeit des Mauerwerkes stets eine wesentlich geringere Standfestigkeit bei gleicher Raumordnung aufweisen als die unter Ziffer 7. 4. a) bis 7. 4. c) vermerkten Bauarten.

Der Mauerwerksbau bietet allein den Vorteil gegenüber diesen Bauarten, billiger zu sein; dieser Kostenunterschied schwankt aber sehr stark und ist auch konjunkturrell bedingt, so daß auf Angaben, da sie bestritten werden könnten, verzichtet werden soll.

Da aber der weitaus größte Teil aller Hochbauten Mauerwerksbauten sind — und zwar nahezu ausschließlich als Wohn- und Siedlungsbauten, jedoch kaum noch als Gewerbe- oder öffentliche Bauten — ist es um so notwendiger, auch diese Bauten in ihrer Standfestigkeit möglichst zu verbessern.

Dazu sind folgende Maßnahmen empfehlenswert:

- a) Decken. Die Decken sollen so hergestellt werden, daß sie als lastverteilende Scheiben wirken, dazu sind in erster Linie örtlich geschüttete Stahlbetondecken als Vollplatten oder Rippendecken, möglichst kreuzweise bewehrt und berechnet, sowie auch Stahlverbunddecken geeignet. Weniger geeignet sind dagegen Decken aus Stahlbetonfertigteilen oder aus kombinierten Stahl- und Stahlbetonteilen, die nicht den bestmöglichen Verbund aufweisen.

Ebenso wichtig wie die Forderung, daß die Decken als Scheiben wirken, ist ihre Verankerung mit den Wänden, und zwar nicht nur mit ihren Auflagern, sondern auch mit den Wänden, die der Spannrichtung der Decken parallel laufen. Die in der DIN 1053, 2. 3. enthaltenen Vorschriften sollten ergänzt werden.

b) Ringanker. Verankerung, Lastverteilung und räumliche Wirkung des Kräftespiels werden durch die Anordnung von Ringbalken aus Stahlbeton möglichst unter Einschluß der Deckenstürze verbessert. Auch sollte man Ergänzungen zu DIN 1053, Ziffer 2. 4. vorsehen.

c) Wände. Hier stehen wir wohl vor dem schwierigsten Problem im konstruktiven Luftschutz der Hochbauten. Manche Fragen können noch durch Versuche geklärt werden. Dem Verfasser ist z. B. nicht bekannt, wie sich die Biegemomente, die die verschiedenen Wandarten unmittelbar vor dem Bruch als Größtwert aufnehmen können, zueinander verhalten.

Sind diese bei den in DIN 4106 verglichenen Wanddicken etwa als gleich anzunehmen, oder können etwa die Wände aus Mauerwerk mit vollen und porigen Ziegeln ein größeres Biegemoment als z. B. Mauerwerk statisch entsprechender Dicke aus Leichtbeton-Hohlblocksteinen aufnehmen? Man sollte nach Abschluß der notwendigen Versuche anstreben, daß die tragenden Wände ein bestimmtes geringstes Biegemoment aufnehmen, das selbstverständlich nicht rechnerisch ermittelt, sondern durch Prüfversuche nachgewiesen werden muß.

Man wird ferner auch eine gewisse Mindestdicke der Außenwände verlangen, schon im Hinblick auf den in Ziffer 9 behandelten Strahlungsschutz. Es wird sich dabei wohl nicht vermeiden lassen, daß wenigstens für Wohngebäude mit 4 und 5 Wohngeschossen die Verwendung gewisser Baustoffe oder Steinarten wieder eingeschränkt werden muß.

Gleichmaßen ist es aber auch notwendig, daß die Güte des Mauerwerks durch handwerkliche Maßnahmen verbessert wird, und daß besonders die aussteifenden Zwischenwände zusammen mit den Umfassungswänden aufgeführt werden.

d) Von besonderer Bedeutung sind noch die aussteifenden Zwischenwände, deren Art und Abstand in der DIN 1053, Ziffer 2. 2. bestimmt ist.

Der dort vorgeschriebene Mindestabstand erscheint für Wohngebäude mit 4 und 5 Obergeschossen, die in den luftgefährdeten Gebieten liegen, zu groß. Man sollte ihn für diese Gebäudegruppen auf mindestens 6,0 m herabsetzen.

Man sollte auch den Querschnitt und den Abstand der ersten Öffnung in diesen Wänden, gemessen von der aussteifenden Wand, vergrößern. Die Wohnungstrennwände, die Treppenhäuser und die Giebelwände sollten auch stets die Funktion dieser aussteifenden Querwände übernehmen.

8. Treppenhäuser als Zubringer zu den Schutzraumbauten

Da die Erhöhung der Standfestigkeit der Hochbauten durch die vorgenannten Maßnahmen schon im Hinblick auf die zumutbaren Mehrkosten begrenzt ist, wird außerdem empfohlen, den Menschen auf ihrem Wege unmittelbar aus der Wohnung oder von ihren Arbeitsstätten zu den in den Kellern liegenden Schutzräumen möglichst noch einen zusätzlichen Schutz zu gewähren, da die wenigen Sekunden zwischen dem Wahrnehmen des Lichtblitzes und dem Eintreffen des Luftstoßes bei der Explosion einer A-Bombe nicht genügen werden, die Schutzräume erreichen zu können. So erscheint es ratsam, die Standfestigkeit der Treppenhäuser gegenüber dem übrigen Gebäude noch zu verstärken und ihre Wände so herzustellen, daß sie einen erhöhten Strahlungsschutz bieten.

Dabei ist folgendes zu beachten:

1. Bei den Gebäuden nach Bauart Ziffer 7.1. sollte man das Treppenhaus in Verbindung mit der übrigen Stahlbetonkonstruktion stets in Stahlbeton ausführen.

Der Berechnung sind dabei die in der Tabelle 1 angegebenen Ersatzlasten zugrunde zu legen, die sowohl einen gerichteten als auch einen allseitig umfassenden Luftdruck berücksichtigen.

Als vieleckige Ringzellen, versteift durch die Treppenplatten, vermögen diese Treppenhäuser verhältnismäßig große Seitenkräfte aufzunehmen und können als so verstärkte Kerne auch dem übrigen Gebäude eine noch zusätzliche Seitensteifigkeit verleihen.

Zum Schutz gegen Strahlung sollte eine Wanddicke von 40 cm nicht unterschritten werden.

2. Bei den gemauerten Gebäuden nach Bauart Ziffer 7. 2. wird man Treppenhäuser aus Stahlbeton, wie unter 8. 1. beschrieben, mindestens für Gebäude in den höheren Gefahrenstufen mit mehr als 3 Vollgeschossen in den unteren 3 Geschossen fordern, während die Treppenhäuser in den übrigen Geschossen und in Wohngebäuden bis zu 3 Vollgeschossen aus mindestens $1\frac{1}{2}$ starken Vollsteinen mit Bänderseineinlagen in den Fugen hergestellt werden sollten.

Bei diesen Gebäudearten wird man aber nur konstruktive Mindestforderungen aufstellen und von Berechnungen Abstand nehmen.

3. Eine befriedigende Lösung für die Lage und Beleuchtung dieser Treppenhäuser zu finden, die die Forderungen sowohl einer möglichst guten Friedensnutzung als auch eines hohen Luftschutzes vereinigt, ist schwierig.

Öffnungen müssen eingeschränkt und so angeordnet werden, daß die bis 33° oder flacher eindringenden Strahlen die Treppenläufe möglichst nur unten treffen und daß viele Winkel verbleiben, die vor Strahlung geschützt sind.

Auch die Möglichkeit, die Öffnungen im Kriegsfall durch Betonfertigteile abzudichten, sollte geprüft werden.

Auf alle Fälle muß der Drang, die Fassaden der Gebäude weitestgehend in Glas aufzulösen, vor

den Treppenhäusern haltmachen. Luftschutzmäßig betrachtet, ist die Lage eines Treppenhauses im Innern des Gebäudes die beste.

Wieweit dieser Grundsatz mit den Forderungen der Feuerpolizei auf Einstiegsmöglichkeiten in das Treppenhaus zu vereinbaren ist, wird zur Zeit noch untersucht.

Es sei abschließend noch darauf hingewiesen, daß auch die Luftschutzempfehlungen in USA dringend zu einer zusätzlichen Verstärkung der Treppenhäuser raten.

Die im Anschluß an die Treppenhäuser in den Kellern vorzusehenden Schutzräume werden in einem anderen Aufsatz in dieser Zeitschrift behandelt und nur aus diesem Grunde werden sie, und nicht etwa, weil sie für entbehrlich gehalten werden, hier nicht mehr erörtert.

9. Der Schutz gegen die Strahlung

Unter Ziffer 2. 2. und 2. 4. wurde bereits festgestellt, daß der in diesem Aufsatz betrachtete konstruktive Luftschutz nur Maßnahmen gegen die direkte Strahlung vorsehen kann. Dabei gilt allgemein: je größer die Rohwichte und die Stärke einer Wand sind, desto besser schützt sie gegen die direkte Strahlung, die geradlinig und in einem flachen Winkel zur Waagerechten auf die Gebäude auftreffen wird.

Daher sollten auch nach diesen Grundsätzen die Dicke der Außenwände und die Art der Baustoffe überprüft werden und je nach der Gefahrenstufe und der Gebäudeart Mindeststärken dieser Außenwände gefordert werden, die in den höchsten Gefahrenstufen etwa 30 cm nicht unterschreiten sollten.

Eine angemessene Übereinstimmung dieser Empfehlung mit der gemäß Ziffer 7. 6. c) zu fordernden Eignung, ein Mindestbiegemoment aufnehmen zu können, sowie mit den bisherigen Vorschriften der DIN 4106 wird zur Zeit noch untersucht.

Alle Öffnungen lassen Strahlen ungehindert eintreten und können dann zu der „Strahlenvergiftung“ (indirekte Strahlung der durch Neutronen getroffenen Bauteile) Anlaß geben.

10. Zusammenfassung

1. In dem vorstehenden Aufsatz wurden konstruktive Maßnahmen erörtert, die den Luftschutz der Hochbauten verbessern sollen. Sie verfolgen den doppelten Zweck:
den Schadensgrad von Hochbauten, die einem längeren Aufenthalt von Menschen dienen, bei Einsatz von Kampfmitteln aller Art niedrig zu halten und die in den Gebäuden befindlichen Menschen möglichst weitgehend zu schützen. Ein Vollschutz für Leben und Gut ist unmöglich.
2. Die dadurch bedingten Mehrkosten und eine etwaige Beeinträchtigung der Friedensnutzung müssen im vertretbaren Verhältnis mit dem erstrebten Ziel stehen, dabei sollen die Mehrkosten im Wohnungsbau 5 bis 10% nicht überschreiten, während für öffentliche und gewerbliche Bauten noch eine gewisse Erhöhung dieser Hundertsätze vertretbar sein kann.
3. Der Grad der Anforderungen an den Luftschutz wird nach Gefahrenstufen (mutmaßliche Luft-

gefährdung) oder nach der Art der Gebäude (z. B. Wohngebäude oder gewerbliche Bauten) abgestuft.

4. Wesentlich ist es, den Feuerschutz aller Gebäude durch die Verwendung von nicht brennbaren oder feuerbeständig ummantelten Baustoffen für alle tragenden Bauteile und durch die größtmögliche Einschränkung von brennbaren Baustoffen auch für den Ausbau zu verbessern. Nur für die Dachstühle der Wohnungsbauten sind noch schwer entflammbare, für die Dachhaut jedoch nur nicht brennbare Baustoffe zu verwenden.
5. Die zu erstrebende Standfestigkeit der Gebäude, besonders gegen waagrecht angreifende Kräfte (Luftstoß) kann sehr wirkungsvoll und wirtschaftlich erreicht werden bei den Gebäuden, die als Stahlbeton- oder Stahlverbundbauten in Gerippe- oder Scheiben- oder Kastenbauart errichtet werden.
 - a) Statt der dynamischen Kräfte des Luftstoßes werden für diese Gebäude ruhende Ersatzlasten, waagrecht wirkend bis zu 500 kg/m^2 und auf die oberste Geschoß- und Kellerdecke senkrecht wirkend bis zu 1000 kg/m^2 bei gleichzeitiger Erhöhung der für diesen Katastrophenfall zulässigen Spannungen um 50% gegenüber den sonst üblichen Spannungen angenommen. Die dadurch entstehenden Mehrkosten betragen etwa 5—10%, geben aber die Gewähr dafür, daß die Widerstandsfähigkeit der so verteuerten Gebäude gegen Waffenwirkungen aus der Luft wesentlich verbessert wird.
 - b) Die ausfachenden, nicht tragenden Außenwände zwischen den Stützen oder tragenden Scheibenwänden sollten möglichst als Stahlbetonbrüstungen so bemessen werden, daß auch sie dem Luftdruck standhalten.
Ist dieses nicht möglich, so sind sie so leicht wie möglich zu konstruieren, damit sie ausgeblasen werden und so druckausgleichend das Tragwerk entlasten.
 - c) Gebäude mit gemauerten Wänden haben gegenüber Bauten aus Stahlbeton bei etwas verminderten Baukosten eine wesentlich geringere Standfestigkeit, die durch mit allen Wänden verankerte Massivdecken, durch Ringanker, durch aussteifende Wände in nicht zu großem Abstand und durch Außenwände, die ein möglichst großes Biegemoment aufnehmen können, verbessert werden kann.
6. Da nicht damit gerechnet werden kann, daß die Bevölkerung vor schweren Luftangriffen so rechtzeitig gewarnt wird, daß sie immer die in den Kellern der Häuser vorzusehenden Schutzräume erreichen kann, sind die Treppenhäuser bei den Gebäuden aus Stahlbeton gemäß Ziffer 10. 5. a) als Zubringer zu den Schutzräumen von den Wohn- und Arbeitsstätten als Ringzellen aus Stahlbeton in einer Dicke von etwa 40 cm sowohl gegen einen gerichteten als auch allseitig umfließenden Luftstoß standfest herzustellen.
Der Nachweis erfolgt wiederum durch den Ansatz ruhender Ersatzlasten in der Größenordnung von etwa 500 bis 1500 kg/m^2 .

Bei Wohngebäuden mit gemauerten Wänden ist ebenfalls eine Verstärkung der Treppenhäuser zu fordern, deren Umfang sich jedoch nach der Gefahrendstufe und der Zahl der Vollgeschosse richtet.

7. Ein über die vorgenannten Maßnahmen hinausgehender zusätzlicher Schutz gegen direkte Strahlung ist — abgesehen von der Empfehlung, eine gewisse Mindestdicke der Außenwände vor-

zusehen und die Fensteröffnungen im vertretbaren Umfang einzuschränken — aus wirtschaftlichen Gründen kaum möglich und auch sonst nicht erforderlich.

8. Manche dieser Vorschläge müssen noch durch Berechnungen oder Versuche in ihrer Wirkung näher überprüft werden, sie sind daher vorläufig nur unverbindliche Empfehlungen des Verfassers.

Stahlausbau von Kellern zu Schutzräumen

Das Ergebnis eines Wettbewerbs zur Lösung eines der bedeutendsten Probleme des bautechnischen Luftschutzes

Von Dipl.-Ing. Heinz Sossenheimer, Darmstadt, und Dipl.-Ing. Paul Zimmermann, Düsseldorf

Übersicht. Es wird berichtet über die Ausschreibung und das Ergebnis des Wettbewerbs für die Errichtung von Schutzbauten aus Stahlkonstruktion innerhalb von Kellern bestehender Gebäude. Die konstruktiven Erfordernisse eines stählernen Ausbaus von Schutzräumen werden an Hand der 11 von dem Schiedsgericht des Wettbewerbs in die engere Wahl genommenen Entwürfe besprochen und Betrachtungen über einen rationellen Schutzraumbau in Stahl angestellt.

I. Bedeutung des Wettbewerbs, die Ausschreibung und Preisverteilung

1. Das neue Luftschutzgesetz

Im Rahmen des kommenden Luftschutzgesetzes erhalten die Richtlinien für Schutzraumbauten A, B und C eine besondere Bedeutung. Denn durch sie soll im Kriegsfall der biologische Bestand der Bevölkerung gesichert werden, und das Mittel hierzu ist der Schutzraum.

Wenn vom Luftschutz die Rede ist, denkt man in erster Linie an den Schutzraum, und wenn man vom Schutzraum spricht, denkt man automatisch an alle Sicherheitsfaktoren, die er dem Benutzer bieten muß, um die Bezeichnung Schutzraum auch wirklich zu rechtfertigen.

Fraglos sind die Gefahren der Waffen- und Atomwirkung größer geworden, aber ebenso ist auch die Erfahrung größer geworden, um mit diesen Gefahren fertig zu werden und das Problem der Sicherheit trotzdem zu lösen¹⁾.

Der Entwurf der „Richtlinien für Schutzraumbauten“, der dem Gesetz bezüglich des bautechnischen Bereiches die feste Verankerung geben soll, ist auf der Erfahrung der Weltkriege und der Atomwissenschaft aufgebaut.

Im Gegensatz zu den zahlreichen unverantwortlichen Pressemeldungen des In- und Auslandes, deren Wirkung nicht unbeabsichtigt in der Erweckung lethargischer Furcht lag, als ob jeder Schutz sinnlos wäre, enthalten die „Richtlinien für Schutzraumbauten“ die

nüchtern sachlichen Erfahrungsgrundsätze, die als technische Maßnahmen das Leben der Zivilbevölkerung durch Schutzräume wirklich zu schützen vermögen.

Die zahlreichen Aufgaben, die hierbei gelöst werden müssen, sind im einzelnen aus den oben genannten Richtlinien ersichtlich. Während sie bei Neubauten verhältnismäßig einfach liegen, ist die Schutzraumfrage in bestehenden Gebäuden eines der schwierigsten Probleme des bautechnischen Luftschutzes überhaupt.

Hier muß sich nämlich die Schutzraumkonstruktion an bereits vorhandene Kellerräume anpassen mit all den bekannten Schwierigkeiten eines nachträglichen Einbaues in Räume, für die nur in den seltensten Fällen ein einfaches Bauschema angewandt werden kann.

Die Wichtigkeit dieses Problems, für das eine handgreifliche, technisch und wirtschaftlich begrüßenswerte Endlösung bisher noch nicht vorlag, ist den Fachkreisen aller Länder bekannt. Aber immer mehr wird die Lösung dieses Problems insbesondere für die Bewohner der größeren Städte von überragender Bedeutung.

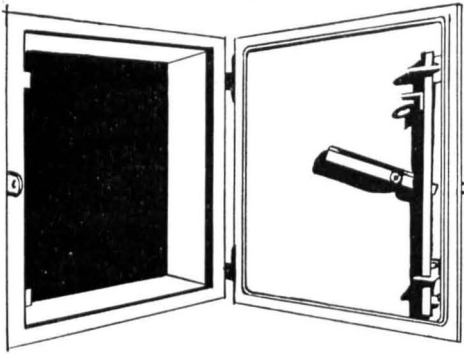
In Beachtung dieser Tatsache und in Erkenntnis, daß für die Schutzkonstruktion in Kellern bestehender Gebäude vorwiegend der Werkstoff Stahl Anwendung finden wird — in den ministeriellen Entwürfen der Richtlinien für Schutzraumbauten ist die Verwendung von Stahlkonstruktionen mit Fertigbetonplattenverkleidung bei nachträglichem Einbau der Schutzräume ausdrücklich erwähnt —, hat sich auf Anregung der zuständigen Bundesministerien die Beratungsstelle für Stahlverwendung gemeinsam mit dem Deutschen Stahlbau-Verband entschlossen, die Fachkräfte der Stahlbauindustrie einerseits und der freischaffenden Ingenieure und Architekten andererseits zur Bearbeitung des seit langem der Lösung harrenden Problems aufzufordern.

2. Wettbewerbsbedingungen

Als Weg ist die Ausschreibung eines Ideenwettbewerbs gewählt worden, der zum Thema erhielt:

„Stahlausbau von Kellern zu Schutzräumen“.

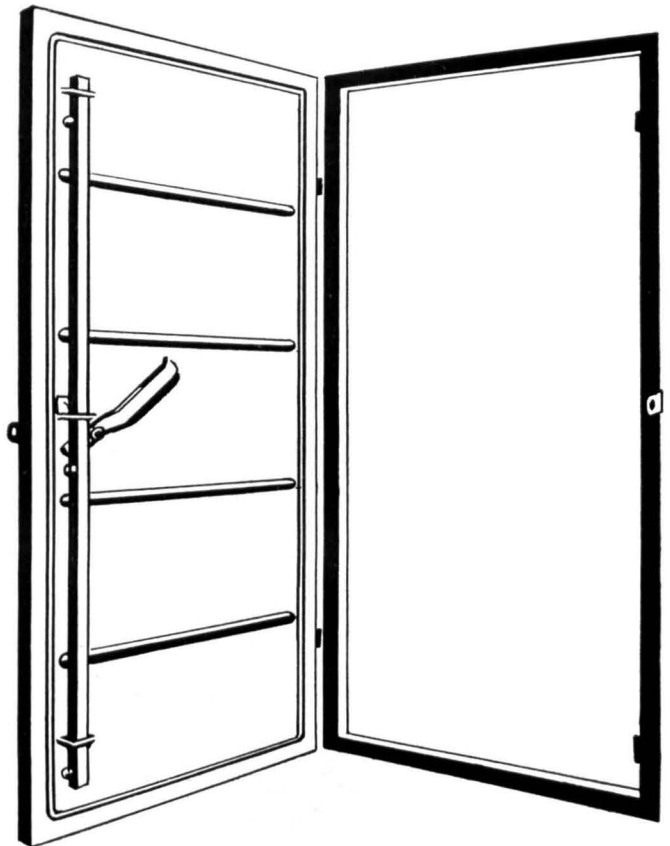
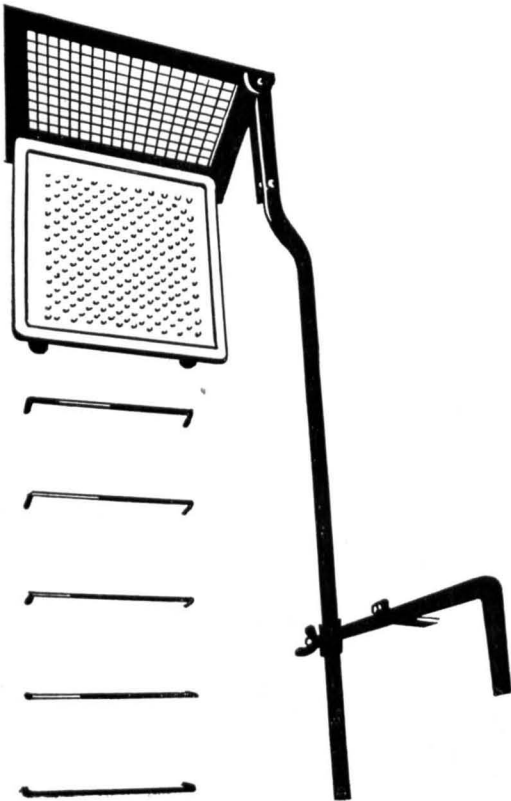
¹⁾ Siehe Vortrag von Dr.-Ing. H. Schoszberger, Gestalteter Stahl. Vortragsveranstaltung am 26. März 1954 in München. Veröffentlichungen des Deutschen Stahlbau-Verbandes, Heft 2/1954. Stahlbau-Verlags-GmbH., Köln.



Schutzraumtüren

**Abschlüsse für Notausgänge
und Brandwand-Durchbrüche**

Notausstieg-Luken



Innenblenden

Tiefkellerabdeckungen

Schutzraumliegen

Wasserbehälter

Kleinbelüftungsanlagen

MANNESMANN - STAHLBLECHBAU

SOLINGEN-OHLIGS



Zur Beteiligung wurden am 10. Juni 1954 mittels Rundschreiben oder durch Beilagen in den Fachblättern aufgefordert:

1. Die Mitgliedsfirmen des Deutschen Stahlbau-Verbandes.
2. Die Mitgliedsfirmen der Wirtschaftsvereinigung Eisen- und Stahlindustrie.
3. Die Stahlbau-Lehrstühle der Technischen Hochschulen und Staatsbauschulen.
4. Die Mitglieder des
Bundes Deutscher Architekten (BDA),
Bundes Deutscher Baumeister und Ingenieure (BDB),
Deutschen Architekten- und Ingenieurverbandes (DAI),
Vereins Deutscher Ingenieure (VDI),
Vereins Beratender Ingenieure (VBI).

Als allgemeine Richtlinien galten die oben genannten Entwürfe der Richtlinien für Schutzraumbauten, die im Auszug der Ausschreibung beigelegt wurden.

Als spezielle Richtlinien erhielt jeder Bewerber:

1. Hinweise auf den Gegenstand des Wettbewerbs: Die tragende Stahlkonstruktion für zwei in den Abmessungen festgelegte Kellerräume unter Annahme von drei Belastungsfällen.
2. Die Kellermaße:
I. $3,00 \times 4,00 \times 2,20$ m,
II. $2,00 \times 8,00 \times 2,20$ m.
3. Die Belastungsfälle:
 3 t/m^2 ,
 10 t/m^2 ,
 30 t/m^2 .
4. Einen Kommentar Dr. Schoszbergers²⁾, der ausführlich zum generellen Problem der Errichtung von Schutzräumen in Kellern bestehender Gebäude Stellung nimmt und unter Erläuterung der Wettbewerbsbestimmungen an praktischen Beispielen auf den Schwerpunkt des Problems hinweist.

Diese Wettbewerbsbestimmungen verlangten folgende Form der einzureichenden Entwürfe:

1. Die Gesamtkonstruktion (Schaubild 1 : 50).
2. Darstellung der Einzelteile, besonders an den Verbindungspunkten (1 : 10).
3. Stückliste, Werkstoffzeichnungen und Gewicht.
4. Statische Berechnung.
5. Kosten mit und ohne Montage.
6. Kurze Beschreibung des Entwurfs und Montagevorganges unter Hervorhebung der besonderen Vorteile der Konstruktion und der Wirtschaftlichkeit.
7. Hinweis auf die Anpassungsfähigkeit der Konstruktion an beliebige Kellermaße.

3. Preisgericht

Dem Preisgericht gehörten an:

Als Preisrichter:

Prof. Dr.-Ing. Kurt Klöppel, Rektor der Technischen Hochschule Darmstadt,
Oberregierungsrat Dipl.-Ing. Hermann Leutz, Bundesministerium für Wohnungsbau, Bonn,

Ministerialrat Dr.-Ing. Alexander Löffken, Bundesinnenministerium, Bonn,
Prof. Hans Mehrtens, Technische Hochschule Aachen,
Hüttendirektor Dr.-Ing. Friedrich A. Springorum, Vorsitzender des Vorstandes der Beratungsstelle für Stahlverwendung, Düsseldorf.

Als Preisrichter-Stellvertreter:

Regierungsbaumeister a. D. Robert Brandes, Leverkusen-Schlebusch,
Dr.-Ing. Hanns Frommhold, Bamberg,
Regierungsbaurat Rudolf Michel, Bundesministerium für Wohnungsbau, Bonn,
Prof. Dr.-Ing. Benno Schachner, Technische Hochschule Aachen,
Dipl.-Ing. Heinz Sossenheimer, Technische Hochschule Darmstadt.

Als Vorprüfer:

Dr.-Ing. Hans Schoszberger, Berlin, Fachauschuß bautechnischer Luftschutz beim Bundesministerium für Wohnungsbau, Bonn,
Dr.-Ing. Walter Wolf, Geschäftsführer des Deutschen Stahlbau-Verbandes, Köln,
Dipl.-Ing. Paul Zimmermann, Beratungsstelle für Stahlverwendung, Düsseldorf.

4. Wettbewerbsbeteiligung und Preisverteilung

Als Abgabetermin für die Entwürfe war der 14. September 1954 festgesetzt.

Es meldeten sich über 300 Bewerber zur Beteiligung an diesem Preisausschreiben, von denen die Mehrzahl freien Berufen im Rahmen der angesprochenen Ingenieurverbände angehörte.

An zweiter Stelle der Beteiligung standen die Werke der Stahlbauindustrie und an letzter Stelle die Hochschulen und Staatsbauschulen, denen anscheinend der Wettbewerb terminlich nicht gelegen kam.

Die Schwierigkeit des zu lösenden Problems zeigt sich deutlich in der relativ geringen Anzahl der eingereichten Entwürfe (43), die bestimmungsgemäß anonym unter einer Kennziffer abgegeben werden mußten.

Am 4. Oktober begannen die Vorprüfer mit der Durchsicht dieser Entwürfe, von denen jeder zum mindesten eine erhebliche Arbeitsleistung darstellte, auch wenn er keinen Beitrag zur Lösung des Problems im Sinne des Wettbewerbs brachte.

Aus dem Vorprüferbericht geht hervor, daß im Sinne der Wettbewerbsbestimmungen

- 20 Arbeiten komplett waren,
- 12 Arbeiten unvollständig, aber bewertungsfähig,
- 11 Arbeiten unvollständig und nicht bewertungsfähig.

Da es sich um einen Ideenwettbewerb handelte, wurden die Pläne sämtlicher Entwürfe beurteilungsfähig für das Preisgericht in einem Saal des Hauses der Technik, Essen, ausgestellt, geordnet nach den verschiedenen Konstruktionswegen, auf welchen die Bewerber die Lösung des Problems zu erreichen suchten. Es zeigte sich hierbei, daß

- 60% eine rechteckige Rahmenkonstruktion gewählt hatten,
- 20% eine elliptische Rahmenkonstruktion,
- 10% eine Kombination aus beiden,
- 10% eine Kugelkonstruktion.

²⁾ Bauwelt, Heft 25, vom 21. Juni 1954.

Ein Vorschlag enthielt eine Dreieckskonstruktion. Das Preisgericht tagte vom 19. bis 21. Oktober 1954 in Essen, Haus der Technik, unter dem Vorsitz von Ministerialrat Dr.-Ing. Löffken, Bundesinnenministerium.

Nach eingehenden Beratungen wurden 11 Entwürfe in der engeren Wahl belassen. Als Preise hatte der Auslober (Beratungsstelle für Stahlverwendung und Deutscher Stahlbau-Verband) drei Preise und fünf Ankäufe in einem Betrag von 15 000 DM bereitgestellt. In der Gesamtbeurteilung aller eingereichten Entwürfe kam das Preisgericht zu folgender einstimmig angenommenen Entscheidung:

Der Wettbewerb hat nach einstimmigem Urteil der Preisrichter keine letzte ausführungsfähige und ideale Lösung der Aufgabe gebracht.

In Gedanken und Anregungen ist durch eine Reihe von Entwürfen der Weg zur Weiterentwicklung klar aufgezeichnet. Hierbei spielt die Anpassungsfähigkeit eine bevorzugte Rolle.

Das Preisgericht hat auf Grund dieser Tatsache die Bewertung vorgenommen im besonderen Hinblick auf die Originalität und Güte der konstruktiven und herstellungstechnischen Gedanken.

Das Preisgericht empfiehlt dem Auslober, die aufgezeigten guten Gedanken des Wettbewerbs zu einer ausführungsfähigen Lösung weiterentwickeln zu lassen. Das Preisgericht ist einstimmig der Überzeugung, daß eine nicht nur ideenmäßig, sondern auch konstruktiv einwandfreie Lösung auf dem Wege der Weiterentwicklung gefunden wird.

Das Preisgericht hat daher von der Zuerkennung eines ersten Preises abgesehen. Es beschloß einstimmig dem Auslober folgende Art der Preisverteilung vorzuschlagen:

- 1. Rang: 2 Preise zu je 3000 DM,
- 2. Rang: 3 Preise zu je 2000 DM,
- 3 Ankäufe zu je 1000 DM.

In diesem Sinne wurde die Prämiierung gemäß Tafel I vorgenommen.

Am 23. November wurden sämtliche Entwürfe in Essen, Haus der Technik, öffentlich ausgestellt, so daß allen Bewerbern und Interessenten Gelegenheit gegeben war, das Ergebnis des Wettbewerbs selbst in Augenschein zu nehmen. Auch in das Protokoll des Preisgerichts konnte Einblick genommen werden.

II. Auswertung der in die engere Wahl gezogenen Entwürfe und Betrachtungen über einen rationellen Schutzraumbau in Stahl

1. Allgemeines

Die bei dem Wettbewerb eingereichten Entwürfe mußten in technischer Hinsicht nach verschiedenen Grundforderungen, die aus den Wettbewerbsunterlagen und dem Kommentar hervorgehen, geprüft werden.

Den Wettbewerbsteilnehmern blieb die Anwendung von geschweißten, geschraubten oder anderen Verbindungen überlassen, jedoch sollten Schweiß- oder Nietarbeiten im Keller vermieden werden.

Tafel I
Preisverteilung

221 122	1 a	Walter Hannemann	Obering.	Wilhelmshaven	i. Fa. Nordd. Eisenbau GmbH.	DSt. V
668 899	1 b	Josef Berkenbusch	—	Köln-Riehl, Joh.-Müller-Str. 46		VDI
614 083	2 a	Mannesmann-Rohrbau GmbH.	—	Wanne-Eickel	Mannesmann-Rohrbau	DSt. V
131 030	2 b	Max Mengerinhausen	Dr.-Ing.	Würzburg, Kaiserplatz 1		VDI
909 090	2 c	Kurt Wiederhold	Dipl.-Ing.	Oberaußem bei Berghheim		DAI
214 365	3 a	Karl Schlieper	Dr.-Ing. Betriebsleiter	Remscheid, Intzestraße 42	Berg. Stahlindustrie Remscheid	DSt. V
195 000	3 b	Fr. Michaelis	—	Düsseldorf, Rob.-Bernadis-Straße 6	Büro für zivilen Luftschutz	BDB
211 089	3 c	Mannesmann-Stahlblechbau GmbH.	—	Solingen-Ohligs	Mannesmann-Stahlblechbau, Solingen-Ohligs	DSt. V
298 101	L.E./a	Karl Zendler	Regierungsbaumeister	Ludwigshafen, Hindenburgstraße 12	—	VDI
251 850	L.E./b	Ferd. Göbbels	Architekt	Aachen, Soers, Gut Hausen	(Patentschutz!)	BDA
162 534	engere Wahl	Kronprinz A. G.	—	Solingen-Ohligs		DSt. V

L.E. = lobende Erwähnung

Die Kellerräume durften durch die Konstruktion an keiner Stelle überschritten werden. In der statischen Berechnung konnte die Beanspruchung des Stahls bis zum 1,5fachen der zulässigen Spannungen angenommen werden.

Die wesentlichen Punkte der Aufgabenstellung wurden zusammenfassend dargestellt in dem bereits erwähnten Kommentar zum Wettbewerb von Dr.-Ing. Hans Schosberger.

Darin sind u. a. folgende wichtige Ausführungen gemacht:

6.3 Die Stahlkonstruktion soll aus leichten, handlichen, einfach zusammensetzbaren Einzelteilen bestehen. Es ist zu beachten, daß der Zusammenbau in einem beengten Keller von geringer lichter Höhe stattfinden muß. Wenn die Montage auch von ungelernten Arbeitskräften (Selbsthilfe) durchgeführt werden kann, wird dies als besonderer Vorzug bewertet werden.

6.4 Die Einzelteile der Stahlkonstruktion müssen industriell in Serienproduktion herstellbar sein. Ein Entwurf, der auf handwerkliche Einzelanfertigung abgestellt ist, kommt nicht in Betracht. Verlangt wird nicht eine Konstruktion für einzelne, besonders wichtige Schutzbauten, sondern ein Massenprodukt für breiteste Anwendung.

6.5 Wenige Einzelteile der Stahlkonstruktion, die in ihren Abmessungen standardisiert sind und der Maßordnung DIN 4172 entsprechen, sollen den Ausbau verschiedener Grundrißformen und Raumarten gestatten. Mit den gleichen einheitlich gestalteten Stahlteilen sollen alle Keller ausgebaut werden können.

Die bei Explosionen auftretenden Belastungen, insbesondere die waagrechten, einseitig wirkenden Kräfte, erfordern steife Rahmen und Fachwerkstrukturen, die auch ohne unmittelbare Verbindung mit der Erdscheibe tragfähig sind, die also als freie Tragwerke wirksam sein können. Diese Forderung wurde bereits vor 20 Jahren gestellt³⁾. Man brauchte ihr aber damals noch nicht die Bedeutung beizumessen, die ihr heute zukommt, weil moderne Schutzräume auch gegen Atomwaffen Sicherheit bieten müssen.

Es müssen Konstruktionsteile angestrebt werden, die gleiche Sicherheit in allen Traggliedern aufweisen im Sinne eines Körpers gleicher Festigkeit.

Von untergeordneter Bedeutung sind im Rahmen des Wettbewerbs die Fragen der Lüfterneuerung, des Strahlungsschutzes, der Stirnwandausbildung sowie die Gestaltung der Öffnungen und Rettungswege. Auch die Umfassungsbauteile (Wände, Decke und Sohle) sind hier von geringerem Interesse. Die erwähnten Entwürfe der Richtlinien verlangen Umfassungsbauteile, die zwischen 40 und 60 cm dick sind je nach der Schutzraumklasse.

Die Anpassungsfähigkeit des in industrieller Serienfertigung herzustellenden Schutzraumbaus an beliebige Kellerräume stellt ein besonders wichtiges Problem des Wettbewerbs dar. Es muß verlangt werden, daß die Konstruktion anpassungsfähig ist an die Abmessungen des als Schutzraum auszubauenden

Kellers, und zwar vor allem an die Grundrißabmessungen des Kellerraumes. Anzustreben ist aber auch eine Anpassungsfähigkeit an die Höhe des Kellers. Wenn auch bei einigen Bauwerken die vorhandenen Einbauten, Rohrleitungen usw. mit verhältnismäßig geringem Kostenaufwand verlegt werden können, so muß man im allgemeinen doch verlangen, daß die Stahlkonstruktion auch der Höhe nach anpassungsfähig ist, weil Einbauten nicht verlegt werden können.

Da das Schweißen und Nieten in den zum Ausbau vorgesehenen Räumen vermieden werden soll, liegt es nahe, die Anpassungsfähigkeit der Stahlkonstruktion durch Hülsenkonstruktionen, Schraubverbindungen und andere Verbindungsarten zu erzielen. Um zu wirtschaftlichen Konstruktionen zu kommen, sollte man sich der naturgegebenen Vorzüge des Werkstoffes Stahl bedienen, der ohne Mühe von Hilfskräften mit dem Schneidbrenner abgelängt werden kann. Diese Arbeiten sind im Freien durchzuführen.

Die unter den angegebenen Lasten auftretenden großen ECKmomente erfordern eine steife ECKausbildung. In dieser Hinsicht ist die als Fachwerk gestaltete ECKausbildung der biegesteifen Rahmenecke überlegen. Allerdings verstößt sie andererseits gegen die Forderung, daß ein möglichst freier Raum ohne Einbauten für Schutzzwecke zur Verfügung stehen soll.

Eine wirtschaftliche und statisch einwandfreie Ausbildung des Eckpunktes der Rahmenkonstruktion ist grundlegend wichtig. Strebt man eine Variationsmöglichkeit der Rahmen in ihren Eckpunkten an, so ist es vorteilhaft, den Eckpunkt aus normierten, gepreßten und gegossenen Körpern herzustellen in Form einer Schuhverbindung, in welche Pfosten, Riegel und Stäbe der Längsverbände eingeschoben werden. Andererseits kann die Anpassungsfähigkeit der Rahmen oder eines stollenartigen Ausbaues auch erzielt werden durch entsprechende Konstruktionsglieder, die innerhalb der Riegel und Stiele angeordnet sind.

Unter Beachtung dieser Gesichtspunkte zeichnen sich folgende 3 Möglichkeiten ab, um in der von dem Wettbewerbsauslober vorgeschriebenen Weise zu wirtschaftlichen Schutzraumkonstruktionen in Stahlbauweise zu gelangen (Bild 1):

- a) Die Rahmenkonstruktion mit Variationsmöglichkeiten in den Eckpunkten.
- b) Die Rahmenkonstruktion mit Variationsmöglichkeiten in der Feldlänge der Pfosten und Riegel.
- c) Ein stollenartiger Ausbau, der ebenfalls die geforderten Variationsmöglichkeiten bietet.

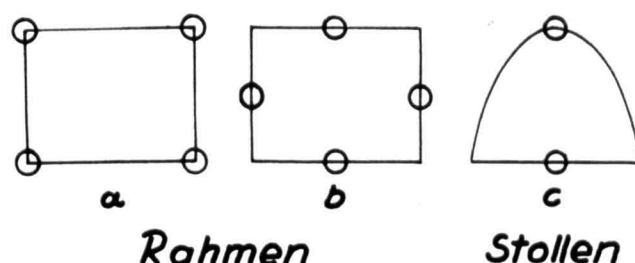


Bild 1

Wichtigste Möglichkeiten eines stählernen Schutzraumbaus mit Anpassungsfähigkeit der Abmessungen in den durch Kreise bezeichneten Punkten

³⁾ K. Klöppel, Schutzräume aus Stahl. Selbstverlag des Verfassers, Berlin 1933.

Zu erwähnen ist noch, daß Entwürfe eines Schutzraumausbau in Kugelform vorgelegen haben. Das Preisgericht gelangte zu der Auffassung, daß aus montage-technischen Gründen und unter dem Gesichtspunkt der Raumaussnutzung diese Ausbauf orm nicht für den Schutzraumbau in vorhandenen Gebäuden in Frage kommen kann, daß sie aber aus wirtschaftlichen Gründen Beachtung finden muß bei Schutzräumen, die in Neubauten anzulegen sind.

Im folgenden wird nun versucht, die wesentlichen Ideen der Entwurfverfasser zusammenfassend darzustellen und im Sinne des Preisgerichtes zu beurteilen. Selbstverständlich können dabei nur die wichtigsten Gedanken der Bearbeiter hervorgehoben werden; auf eine Darstellung von Einzelheiten muß verzichtet werden. Da im wesentlichen alle in engere Wahl genommenen Arbeiten entwicklungsfähige Vorschläge enthalten, lehnen die Ausführungen sich an die durch die Preisverteilung bestimmte Reihenfolge der Entwürfe an.

2. Entwurf von Oberingenieur Walter Hanne- mann, Wilhelmshaven (Kennziffer 221 122)

Wie oben ausgeführt, wurden die Entwürfe vor allem nach ihrer Anpassungsfähigkeit an vorhandene Kellerabmessungen und der Möglichkeit einer einfachen Montage begutachtet. Unter diesem Gesichtspunkt verdient der in Bild 2 gezeigte Vorschlag besondere Beachtung, zumal er den zur Verfügung stehenden Raum nur unwesentlich einschränkt.

Das System besteht aus geschlossenen, rechteckigen Rahmen, die je nach der Belastungsart in verschiede-

nen Abständen — 4 m bei 3 t/m² allseitigem Druck, 40 cm bei 30 t/m² allseitigem Druck — angeordnet sind. Die Eckmomente werden durch eine geschweißte Konstruktion, die als Eckschuh bezeichnet wird, übertragen. In diese sind Riegel und Stiel eingeschoben und durch Keile verklemt. Die Eckschuhe werden serienmäßig hergestellt, entweder geschweißt, wie es der Verfasser vorschlägt, oder bei Serienfabrikation aus Wirtschaftlichkeitsgründen vielleicht in Stahlguß.

Die benötigten Profile IP 14 können je nach den Erfordernissen unmittelbar vor dem Einbau durch einen Trennschnitt abgelängt werden. Damit ist ein Vorzug der Stahlbauweise ausgenutzt, die es gestattet, die Konstruktionsteile in einfachster Weise auf die erforderliche Länge zu schneiden. Hinzu kommt die bei dem Wettbewerb besonders zu beachtende leichte Montage-möglichkeit der Konstruktion. Bei dem vorhandenen Entwurf kann die Montage von Hilfskräften ohne Zu-hilfenahme jeglichen Gerätes durchgeführt werden.

Insofern entspricht dieser Vorschlag weitgehend den gestellten Bedingungen des Wettbewerbs und kann zweifelsohne als ein durchaus brauchbarer Vorschlag angesehen werden für die Weiterentwicklung der Projekte zum stählernen Ausbau von Schutzräumen. Es bleibt eingehenden Untersuchungen vorbehalten zu entscheiden, ob die Keilverbindung den auftretenden Belastungen gewachsen ist. Aus dem Maschinenbau, insbesondere dem Lokomotivbau, sind Beispiele bekannt, wo ungesicherte Keile auch bei wechselnder Beanspruchung mit Erfolg benutzt werden, und es ist anzunehmen, daß sich dieses Konstruktionsprinzip auch im Schutzraumbau bewähren wird, zumal hier ja eine für die Keilverbindung weniger kritische Beanspruchung auftritt als z. B. im Fahrzeugbau.

Auch die in dem Entwurf im Detail noch nicht geklärte Frage der wirtschaftlichen Anordnung der Längsverbände dürfte keine allzugroßen Schwierigkeiten bereiten und die Weiterentwicklung dieses Vorschlags nicht ungünstig beeinflussen.

3. Entwurf von Josef Berkenbusch, Köln- Riehl (Kennziffer 668 899)

Auf demselben Grundgedanken, nämlich der in den Eckpunkten variablen Konstruktion, beruht dieser Entwurf, der als zweiter von dem Preisgericht in den ersten Rang genommen wurde. Er schlägt im Gegensatz zu den Walzprofilen der unter 2. 2. erwähnten Lösung eine Rohrgerüstkonstruktion vor, die sich im wesentlichen aus Konstruktionsrohren nach DIN 2448 und einer bestimmten Anzahl normierter, fittingartiger Formstücke aus 4 mm dicken Blechen zusammensetzt, die im Gesenk geschmiedet sind. Die Rohre des Längsverbandes laufen senkrecht zur eigentlichen Rahmenkonstruktion durch, wodurch eine große, im einzelnen aber noch nachzuweisende Längsversteifung erzielt wird.

Die Rohre sind aus St 55.29. Je nach den Belastungen werden verschiedene Durchmesser (108, 133, 159, 191 und 216 mm) mit variablen Wanddicken vorgeschlagen. Der Abstand der einzelnen Querrahmen ist bei diesem Entwurf für die 3 Belastungsfälle gleich groß angenommen zu 95 cm, und zwar unter dem Gesichtspunkt der in dem Wettbewerb geforderten Abmessungen der Türen und Notausgänge.

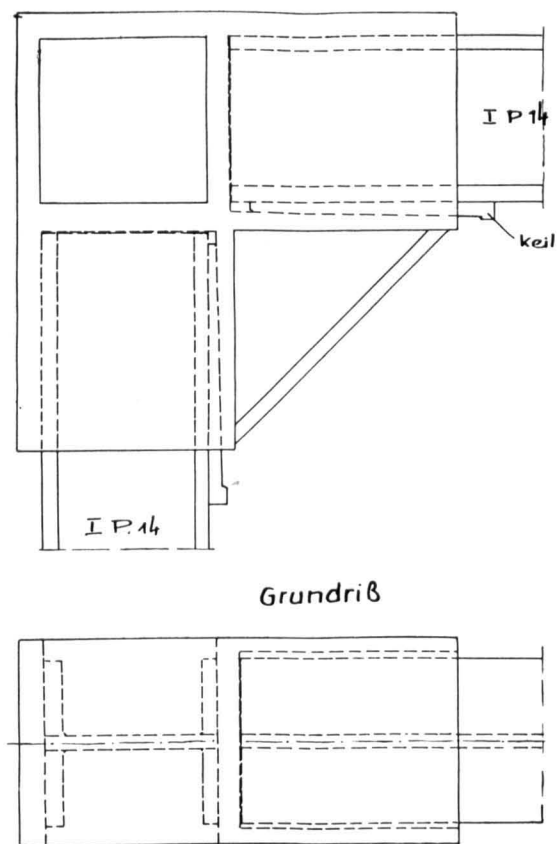


Bild 2

Ansicht der Rahmenkonstruktion mit Eckschuhen (221 122)

Die Fittings werden auf der Baustelle aus 2 im Gelenk geschmiedeten Einzelteilen zusammengesetzt und verschraubt. Die durch die Schrauben erzeugten Klemmkraften sollen die Biegemomente, Quer- und Normalkräfte in den Eckpunkten übertragen. Der Kräfteverlauf in der Eckkonstruktion ist in der dem Entwurf beigegebenen statischen Berechnung im einzelnen nicht verfolgt. Wahrscheinlich genügen die Schraubenanzahl und die Klemmlängen nicht zur Überleitung des Kräftespiels von Riegel zu Stiel. Verstärkungen sind aber bei einer Weiterentwicklung dieses ausbaufähigen Konstruktionsprinzips leicht durchzuführen. Der Entwurfsbearbeiter steht auf dem Standpunkt, daß bei Katastrophenbelastungen geringfügige Verschiebungen der Rohre in den Verbindungen entstehen können, ohne daß dadurch die Standfestigkeit der Gesamtkonstruktion beeinträchtigt wird.

Diese Ausbaumart ist sehr gut für industrielle Massenfertigung der Einzelteile geeignet.

Die Anpassungsfähigkeit an vorhandene Kellermaße wird in wirtschaftlicher Weise durch das Zerschneiden entsprechender Rohrstücke auf der Baustelle erreicht.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß eine Verbindung der Stützkonstruktion mit den Umfassungsbauwerken durch Rohrschellen, die in der Umfassung verankert werden, leicht zu ermöglichen ist.

So stellt dieser Entwurf hinsichtlich der in dem Wettbewerb geforderten Bedingungen einen gut durchgearbeiteten Vorschlag dar, der große Beachtung verdient, wenn auch die Verwendung der heute noch teuren Rohre eingehende Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen unerlässlich macht.

4. Entwurf Mannesmann-Rohrbau GmbH., Wanne-Eickel (Kennziffer 614 083)

Dieser sehr sorgfältig ausgearbeitete Entwurf verzichtet auf besondere Anpassungsfähigkeit der Rahmenkonstruktion an die vorgegebenen Kellerabmessungen. Der in sich geschlossene Rahmen besteht aus Walzprofilen und wird aus je 3 Montageeinheiten, die miteinander durch Schrauben M 30 gelenkig verbunden sind, zusammengesetzt.

Das System ist statisch bestimmt. Der Verfasser verzichtet also bewußt auf die Möglichkeit der Ausnutzung der Traglastreserve des Werkstoffes Stahl. Dies scheint nachteilig zu sein, da die Traglaststeigerung statisch unbestimmter Systeme über die Fließgrenze hinaus ein beträchtliches Ausmaß annehmen kann, bis das System labil wird. Die beiden Gelenkpunkte in den Riegeln liegen ungefähr in den Momentennullpunkten für allseitige Beanspruchung. Das dritte Gelenk ist in der Mitte eines Pfostens angeordnet.

Die Montageeinheiten müssen in der Werkstatt bereits nach den jeweiligen Abmessungen des Kellers bearbeitet werden, so daß eine ausgesprochene Variabilität und damit eine industrielle Serienfabrikation nicht gegeben ist. Dieser Nachteil wird aufgewogen durch die sehr einfache Montage, die mit dem Anziehen von 3 Schrauben in jedem Rahmen erledigt wird. Als Profile werden I 14 für die Lastfälle $p = 3$ und $p = 10 \text{ t/m}^2$ gewählt; für den Lastfall $p = 30 \text{ t/m}^2$ ist ein I P 14 vorgesehen. Die Rahmen sind aus St 37.12 und werden bei 3 t/m^2 Belastung im Abstand von 90 cm und bei den beiden anderen Lastfällen im Abstand von 22,5 cm aufgestellt.

Es soll noch darauf hingewiesen werden, daß die Rahmenecken lediglich durch die auf Gehrung geschnittenen Profile gebildet werden, die durch eine Schweißnaht verbunden sind. Diese Ecklösung ist verhältnismäßig weich, besonders wenn man berücksichtigt, daß über die Bedingungen des Wettbewerbs hinaus auch Beanspruchungen aus gleichgerichteten horizontalen Lasten und unsymmetrischen Kräften denkbar sind.

5. Entwurf Dr.-Ing. Max Mengerinhausen, Würzburg (Kennziffer 131 030)

In Bild 3 ist ein Vorschlag gezeigt, der sich durch eine besonders einfache Verbindungsart von Riegel und Stiel auszeichnet. Der rechteckige, in sich geschlossene Rahmen unterscheidet sich dadurch von den anderen Vorschlägen, daß die Riegel und Stiele durch Schnellkupplungen miteinander verbunden werden.

Durch Anziehen der zwischen den zu verbindenden Teilen sitzenden Schlüsselmuffen mit einem Schraubenschlüssel SW 30 wird durch den Mitnehmerstift (Bild 4) das Bolzengewinde bis zum Anschlag in das Gewinde des Stiels eingedreht. Der Mitnehmerstift zeigt durch seine Stellung an, ob das Bolzengewinde genügend eingeschraubt ist. So läßt sich eine leichte Kontrolle der Verschraubung durchführen. Eine Überprüfung der montierten Konstruktion ist empfehlenswert, da die Rahmen durch Hilfskräfte aufgestellt werden sollen. Der statische Nachweis zeigt, daß die Kuppelungselemente sehr hoch beansprucht sind, so daß sie als der gefährdete Punkt der Konstruktion angesehen werden müssen.

Die Rahmenteile werden durch 2 E 8 aus St 37 zusammengesetzt. Die einzelnen Profile sind durch Bindebleche und Kopfplatten miteinander verschweißt.

Da sie nach den erforderlichen Längen in der Werkstatt geschnitten, geschweißt und gebohrt werden und außerdem das Gewinde für die Schnellkupplungen geschnitten werden muß, ist die Konstruktion nur bedingt anpassungsfähig an vorhandene Kellermaße. Eine Verteuerung durch die Einzelherstellung gegenüber einer Serienanfertigung ist zu erwarten.

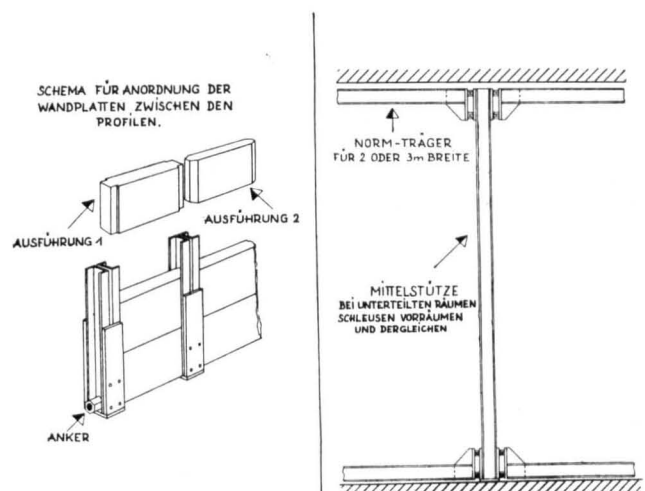


Bild 3

Einzelheiten der Rahmenkonstruktion mit Schnellkupplungen (131 030). Schema für die Anordnung der Wandplatten (131 030)

Als Längsverbände dienen Abstandhalter und Druckglieder in verschiedener Länge je nach den auftretenden Belastungen. Die statische Wirksamkeit dieser Verbindungselemente ist nicht sehr überzeugend und wäre wahrscheinlich durch einen Fachwerkverband einfacher und wirtschaftlicher zu lösen. Damit würden die nicht unerheblichen Gesamtkosten dieses Entwurfs vermutlich herabgesetzt werden.

6. Entwurf Dipl.-Ing. Kurt Wiederhold, Ober- außen bei Bergheim (Kennziffer 909 090)

Zu dem in Bild 1c gezeigten Typus eines Schutzraumausbaues in Stahl gehört dieser Entwurf. Der stollenartige Ausbau ist der Rahmenbauweise in statischer Hinsicht überlegen, da er sich der Idealform eines Traggliedes zur Aufnahme allseitig gleichmäßigen Druckes, nämlich der Kugel, nähert. Nachteilig ist jedoch, daß der Ausbau in Stollenform den zur Verfügung stehenden Raum schlecht ausnutzt und daß im allgemeinen kostspielige Werkstattarbeit nicht zu umgehen ist.

Die Anpassungsfähigkeit an vorhandene Kellermaße ist nur sehr bedingt vorhanden. Der Verfasser des hier behandelten Entwurfs unternimmt den Versuch einer Anpassung an die Kellerbreiten, indem er von einem aus warm gebogenen Normalprofilen zusammengesetzten 3-Gelenkbogen für den 2 m breiten Keller ausgeht. Für den 4 m breiten Schutzraum wird ein Zwischenstück als oberer Riegel gelenkig eingeschaltet, so daß ein Rahmen mit 4 Gelenkpunkten entsteht, der aber in sich starr gemacht wird durch 2 Zwischenstützen. Der zur Verfügung stehende Innenraum wird durch diese Stützen allerdings stark eingeschränkt.

Als Profile werden für die 3 Belastungsfälle IP 14, IP 18 und IP 20 aus St 37 gewählt. Die Rahmen stehen in gegenseitigem Abstand von 1 m.

Die auftretenden Längskräfte werden den Abdeckplatten zugewiesen. Diese sollen mit Schrauben an den Walzprofilen befestigt werden. Der statische Nachweis wird zeigen, ob diese Aussteifungsart den Anforderungen genügt.

Auch dieser Entwurf zeichnet sich durch besonders schnelle und einfache Montagemöglichkeit aus, die auch von Hilfskräften durchgeführt werden kann. Allerdings werden bei dieser Ausführungsart verhältnismäßig hohe Werkstattkosten anfallen, da die Profile warm gebogen werden müssen und in Einzelfertigung herzustellen sind.

7. Entwurf Dr.-Ing. Karl Schlieper, Rem- scheid (Kennziffer 214 365)

Der Bearbeiter dieses Entwurfs geht einen originellen Weg, um die Anpassungsfähigkeit der Konstruktion an vorhandene Kellermaße zu erzielen. Die in sich geschlossenen Rahmen bestehen aus Wandstielen, Riegeln und einer in der Werkstatt in Serienanfertigung herzustellenden Eckverbindung. Die Variabilität ist sowohl bei den Riegeln als auch bei den Stielen in die Momentennullpunkte gelegt. In diesen Punkten greifen die I- oder E-Profile oder 2 I-Profile — je nach den Belastungen —, die sich um 2 Profildimensionen unterscheiden, so ineinander, daß die Flansche über Zwischenbleche die auftretenden Kräfte durch Reibung übertragen. Der Anpreßdruck wird durch eine Schraube

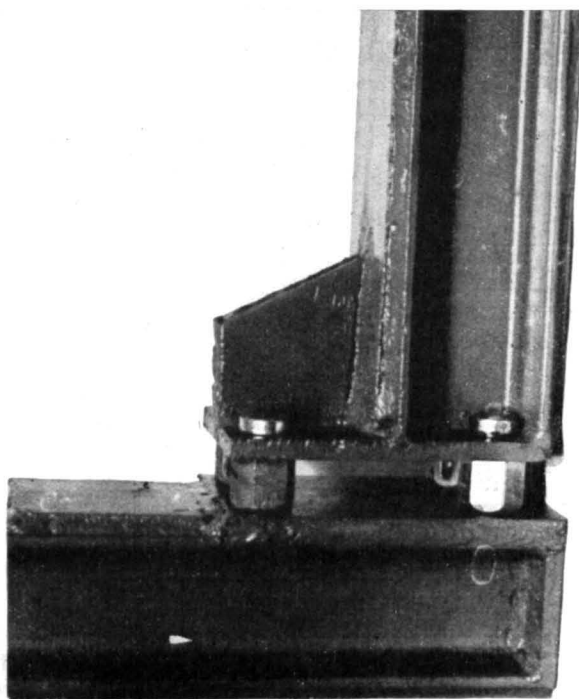


Bild 4
Schnellkupplung (131 030)

erzielt, die durch die Stege gesteckt wird. Um den Reibungsbeiwert zu vergrößern, schlägt der Verfasser vor, die Reibungsflächen mit einem angeschärften Handhammer zu behauen. Unter dem Gesichtspunkt, daß die Schutzraumkonstruktion nur kurzzeitig durch Katastrophenlast beansprucht wird, scheint mit dieser Verbindungsart ein interessanter Weg aufgezeigt zu sein, der Weiterverfolgung verdient. Allerdings ist der Vorschlag, wie der Entwurfsbearbeiter selbst ausführt, konstruktiv noch nicht so weit durchgearbeitet, daß er praktisch anwendbar wäre.

Als Profile für Riegel und Stiel werden je nach der Belastung I 16 bis $\text{I } 6\frac{1}{2}$ aus St 37 gewählt. Die Rahmen stehen im Abstand von 0,33 bis 0,445 m. Der sorgfältig bearbeitete Entwurf, der auch die Stirnwände des Schutzraumes behandelt, läßt die Durcharbeitung der Längsverbände vermissen.

8. Entwurf Fr. Michaelis, Düsseldorf (Kennziffer 195 000)

Der Verfasser dieses Entwurfs unterbreitet einen sorgfältig durchgearbeiteten Vorschlag für eine Variationsmöglichkeit rechteckiger Rahmen (Bild 5). Im Gegensatz zu den bereits besprochenen Arbeiten liegt hier die Variationsmöglichkeit nach Bild 5 in Riegelmitte. Sie ist nur in Anpassung an die Kellerbreite durchgearbeitet. Der Verfasser erwähnt aber, daß die Anpassungsfähigkeit an die Höhenmaße des Kellers in derselben Weise erzielt werden kann. Er glaubt jedoch, darauf verzichten zu können, weil es wirtschaftlicher sei, bei den zu niedrigen Kellern die Kellersohle tiefer zu legen oder bei zu hohen die Rahmen zu untermauern. Gegen das Tieferlegen der Kellersohle sprechen allerdings schwerwiegende Bedenken, wie eingangs bereits ausgeführt, so daß bei einer Weiterentwicklung

dieser Konstruktionsidee auch eine Variationsmöglichkeit nach der Höhe des Kellers untersucht werden sollte.

Ein Modell (Bild 5) verdeutlicht die Idee des Entwurfsverfassers. Die Rechteckrahmen sind je nach den Belastungen aus $\text{E } 10$, $\text{E } 16$ oder $\text{E } 24$ zusammengesetzt. Diese über die y-Achse unsymmetrischen Profile müßten zusätzlich auf Biegedrillknicken untersucht werden, was vermutlich ihre Verstärkung erforderlich machen würde. Es wäre deshalb empfehlenswert, die Querschnitte vollsymmetrisch auszubilden. Auch die Längsverbände, die stark auf Druck beansprucht werden, bestehen aus einfachen Winkeln in Stärken bis zu $\text{E } 90.90.9$. Sie sind durch eine Schraube in dem angeschweißten Kopfblech angeschlossen. Diese Verbindungsart ist konstruktiv zu verbessern. Wenn zusätzlich noch Diagonalen angeordnet würden, wäre der Längsverband räumlich wesentlich steifer als nach dem Vorschlag des Entwurfbearbeiters, der in der gesamten Kellerlänge lediglich in einem Rahmenfeld eine biegesteife Verbindung zwischen 2 benachbarten Rahmen schaffen will.

Abschließend sei zu diesem Entwurf gesagt, daß der Verfasser einen entwicklungsfähigen Vorschlag für den stählernen Ausbau von Schutzräumen bringt, daß aber die Art, wie die Variationsmöglichkeit erzielt wird, noch verbessert werden muß. Dies ist unumgänglich, da die Verbindung der Rahmenteile durch Bleche, die stark auf Biegung beansprucht werden, nicht ausreichend ist.

9. Entwurf Mannesmann-Stahlblechbau GmbH., Solingen-Ohligs (Kennziffer 211089)

Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Arbeiten wird bei diesem Entwurf eine Stahlleicht-Konstruktion vorgeschlagen unter Verwendung von Stahlblechen der Güteklasse St 37. Die Blechdicken schwanken je nach der Belastung zwischen 4 und 1,5 mm.

Die im Bild 6 gezeigte Konstruktion besteht aus rechteckigen Rahmen, die in der Längsrichtung des Schutzrahmens aneinander gereiht werden und durch Schrauben so miteinander verbunden sind, daß ein in sich geschlossener Kasten entsteht. Die Einzelteile werden vom Inneren des Schutzraumes aus miteinander verschraubt. Die Stirnseiten sind mit denselben Profilen ausgebildet. Diagonalverbände er-

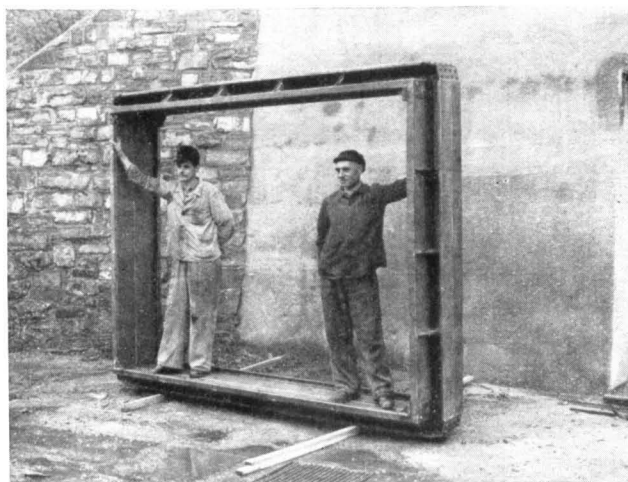


Bild 6

Biegesteife Eckverbindung in Stahlleichtbauweise (211 089)

übrigen sich, da die kastenförmige Ausbildung genügend Seitensteifigkeit gewährleistet.

Die Einzelprofile, deren Gestaltung aus dem Bild ersichtlich ist, sind Abkantprofile, die miteinander punktverschweißt sind.

Die Rahmen sind je 50 cm breit und nach der Beanspruchungsklasse des Schutzraumes im Querschnitt verschieden hoch.

Der Entwurfsverfasser hat sich entschlossen, die vorgegebenen Kellerräume zu überschreiten, da er die zur Verfügung stehende Bauhöhe für zu unwirtschaftlich hält. Er glaubt, eine Tieferlegung des Fußbodens verantworten zu können. Die Sohle wird je nach der Belastung um 13, 22 oder 40 cm tiefer gelegt.

Die Montage der Rahmen ist einfach. Die Riegel und Stiele werden an den Ecken verschraubt und die einzelnen Rahmen, wie bereits erwähnt, von innen her durch Schrauben miteinander verbunden.

Eine Anpassungsfähigkeit der Konstruktion wird allerdings nur bedingt erzielt, da die Träger werkstattfertig nach der Kellerbreite herzustellen sind. Der Verfasser schlägt vor, die Profile mit Längenabständen von 25 cm in 7 verschiedenen Abmessungen für Lichtweiten der fertigen Ausbauten von 1,50 bis 3,00 m Breite zu fertigen.

Diese Ausbauförmigkeit ist sicherlich materialsparend, hat aber den Nachteil, daß sie nur bedingt anpassungsfähig und in der Werkstattparbeitung aufwendig ist. Vor-

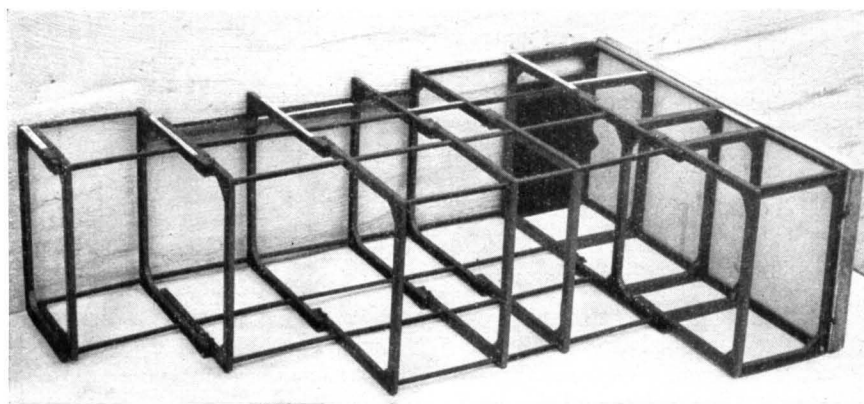


Bild 5

Modellbild (195 000)

teilhaft für den Schutzraumbau ist der geschlossene Kasten, der Schutz vor Staubeinwirkung bietet. Im einzelnen noch zu untersuchen bleibt die Verwendungsmöglichkeit dünner Bleche, die teilweise in den Erdboden verlegt werden. Es ist sicherlich eine Frage der Wirtschaftlichkeit, ob sie ausreichend gegen Korrosion geschützt werden.

10. Entwurf Regierungsbaumeister Karl Zendler, Ludwigshafen (Kennziffer 298 101)

Der Verfasser dieses Entwurfs hat eine gründlich durchgearbeitete Konstruktion vorgeschlagen, die in

Die Flansche werden in den Ecken ausgeklinkt, so daß die Stege von Stütze und Riegel in dem Eckpunkt durch Schrauben verbunden werden können. Die Rahmen stehen im Abstand 1 m.

Die Rohre, die teilweise für die Zwischenstütze, die Diagonalaussteifungen und Längsverbände benutzt werden, sollen mit Beton vollgerüttelt werden. Dadurch erhöht sich der Knickwiderstand gegenüber dem dünnwandigen Hohlrohr beträchtlich, nach neueren Untersuchungen um das 2- bis 3fache⁴⁾.

Die vom Verfasser vorgeschlagene Verwendung hochfester Schrauben⁵⁾ ist wahrscheinlich nicht er-

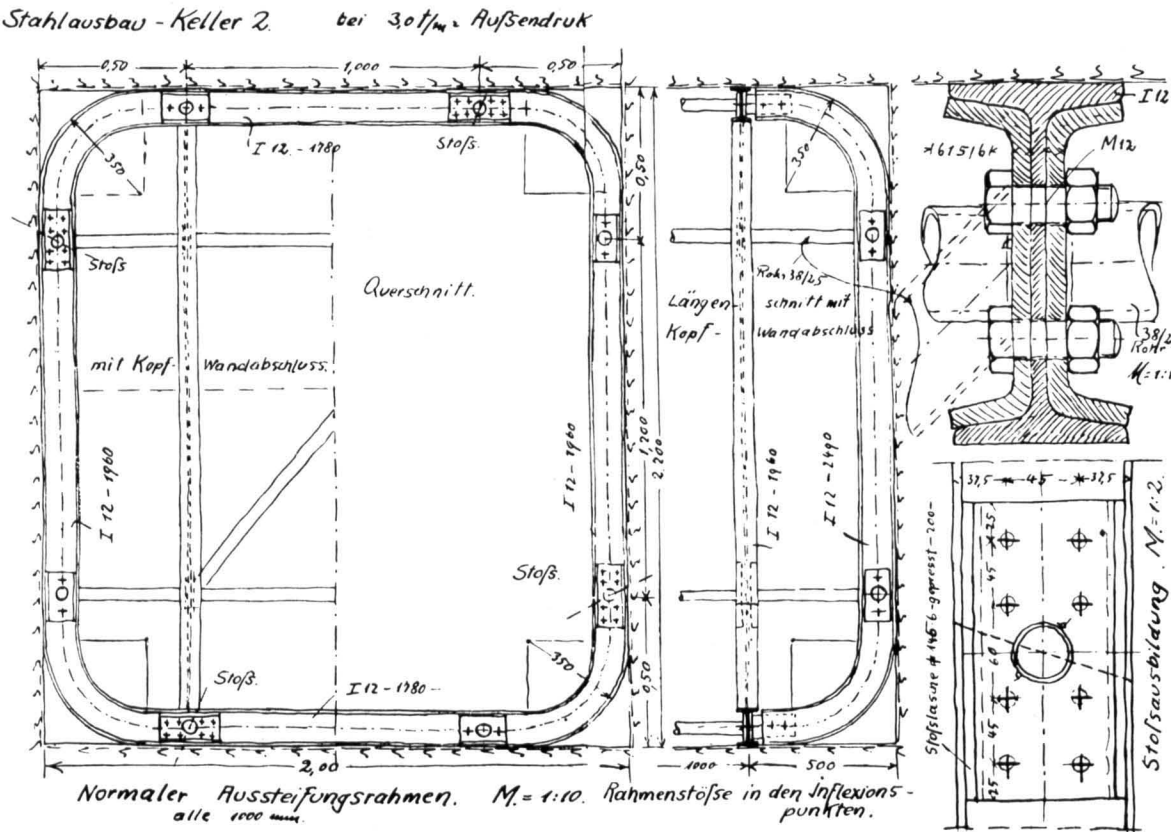


Bild 7
Stahlausbau Keller 1 bei 3 t/m² (298 101)

allen Einzelteilen den Beanspruchungen, die bei Explosionen auftreten können, gerecht wird.

Bild 7 zeigt die Ausführungsform für eine Belastung von 3 t/m² für die beiden Kellerarten. Bei dem Schutzraum von 2 m Breite liegt ungefähr Momentengleichheit in den Feldern und Ecken vor. Bei breiteren Kellern überwiegt dagegen das Feldmoment im Riegel, so daß der Verfasser sich entschlossen hat, bei dem 3 m breiten Keller eine Zwischenstütze anzuordnen. Die Profile (I 12) sind in den Ecken warm gebogen. Die Rahmen werden aus 4 Teilen durch Verschrauben zusammengesetzt. Als Material ist St 37 vorgesehen.

Für die größeren Belastungen wird eine fachwerkartige Eckausbildung vorgeschlagen. Diese Ausführung ist, wie bereits erwähnt, wesentlich steifer und verdient gegenüber dem gebogenen Profil als Ecklösung den Vorzug. Die Rahmen sind aus IP 12 zusammengesetzt.

forderlich, da die Schutzraumkonstruktion nicht einer ausgesprochen dynamischen Beanspruchung ausgesetzt ist.

Die Konstruktion ist nicht in dem zu erwartenden Maße anpassungsfähig. Sie muß in der Werkstatt bearbeitet werden. Insofern entspricht sie nicht voll den in dem Wettbewerb gestellten Bedingungen.

11. Entwurf Architekt Ferdinand Goebbels, Aachen (Kennziffer 251 850)

Der Entwurf stellt einen nach dem Baukastenprinzip entwickelten Stahlrahmenbaukörper dar. Die

⁴⁾ Seils-Kranitzky. Die Verwendung geschlossener Hohlquerschnitte im Stahlbau und ihr Korrosionsschutz. Eisenbahntechnische Rundschau, Sonderausgabe 4. Juli 1954.

⁵⁾ Sossenheimer. Zur Verwendung hochfester Schrauben. Stahlbau 22 (1953), Heft 9, S. 214/215.

Zur Anwendung von hochfesten Schrauben. Stahlbau 23 (1954), Heft 12.

Stiele, die im Abstand von 1 m stehen, sind durch obere und untere Riegel miteinander verbunden.

Der Querschnitt jedes Profils wird aus 2 Sonderprofilen St 37.12 zusammengesetzt, die in Spezialanfertigung hergestellt werden und zusammengeschweißt sind. Das Profil ist innen hohl und hat an der Außenseite Nuten, die in Richtung der Stabachse verlaufen. Der Zusammenbau erfolgt in einfachster Weise mit Hilfe von normierten Eckverbindungsteilen aus St 50.11, welche in die hohlen Sonderprofile gesteckt werden. Die Eckverbindung, die statisch nicht nachgewiesen ist, ist vermutlich nicht ausreichend steif.

Die Konstruktion ist nur unvollkommen gegen seitliches Verschieben gesichert. Die Montage gestaltet sich unter Verwendung der normierten Teile sehr einfach.

Eine Serienherstellung ist möglich, da die Profile an der Baustelle auf die erforderliche Länge geschnitten werden können.

Die Verwendung patentierter Profile vergrößert die Unkosten. Sehr nachteilig wird sich auf den Benutzer des Schutzraumes auswirken, daß das Innere durch zahlreiche dicht stehende Stützen verbaut ist.

Wenn dieser Entwurf auch die Bedingungen des Wettbewerbs nicht vollkommen erfüllt, so muß doch besonders hervorgehoben werden, daß hier der Gedanke von Sonderprofilen für Schutzraumbauten aufgegriffen ist, der gewiß Beachtung verdient bei der Weiterentwicklung der Konstruktionspläne.

III. Folgerungen aus dem Ergebnis des Wettbewerbs

Die in dem Abschnitt II erwähnten Entwürfe, die bei dem Wettbewerb in die engere Wahl kamen, wurden in ihrem wesentlichen Inhalt ausführlich besprochen, weil sie ideenmäßig in ihrer Gesamtheit die Möglichkeiten aufzeigen, die die Stahlbauweise bietet, um Schutzräume in Kellern von bestehenden Gebäuden einzurichten.

Als Werkstoff wird für diese Aufgabe vorwiegend Stahl in Frage kommen, da im allgemeinen sehr beengte Raumverhältnisse vorliegen, wodurch andere Bauweisen in viel stärkerem Maße benachteiligt werden als die Stahlbauweise. Die Schutzraumkonstruktion wird vor allem durch Hilfskräfte montiert werden.

Auch in dieser Hinsicht ist die Stahlbauweise bevorzugt, wenn es gelingt, die Tragkonstruktion in industrieller Serienfertigung wirtschaftlich herzustellen.

Die Möglichkeiten hierzu hat der Wettbewerb klar aufgezeigt. Selbstverständlich kann man sich bei der Weiterverfolgung des Gedankenguts des Wettbewerbs nicht nur auf eine Ausbauform beschränken, sondern man muß, wie bereits erwähnt, die in Bild 1 gezeigten Konstruktionsmöglichkeiten mit den Veränderlichkeiten der Abmessungen betrachten.

Die Beratungsstelle für Stahlverwendung, Düsseldorf, hat die weitere Auswertung des Wettbewerbs im Sinne des Preisgerichts übernommen.

Sehr lohnend wird gewiß die Weiterbearbeitung des Entwurfs unter II. 2. sein, der die gestellte Aufgabe mit Eckschuhen löst. Der Vorschlag muß statisch und konstruktiv zu einer Reife gebracht werden, daß sich die Herstellung eines Modells lohnt, das dann einer den Katastrophenlasten entsprechenden Probelastung unterworfen wird.

Aber auch die anderen Entwürfe bringen Gedanken und Vorschläge, die durchaus entwicklungsfähig sind. Erwähnt seien die Kraftübertragung bei einer Rohrkonstruktion durch Fittings, die Ausnutzung der Reibungskräfte, die Schnellkupplung, der stollenartige Ausbau, das betongefüllte Rohr und die Verwendung des Sonderprofils.

Der Weg, um diese Möglichkeiten zu brauchbaren Vorschlägen zu verarbeiten, dürfte nach den vorliegenden Ergebnissen des Wettbewerbs nicht mehr allzu schwierig sein. Daß er zum Ziel führen wird, läßt sich als Ergebnis des Wettbewerbs mit Sicherheit sagen.

Die Maßnahmen zur Weiterentwicklung des Problems bis zur Endlösung unter Auswertung der Ergebnisse des Wettbewerbs sind inzwischen getroffen worden.

Es ist daher wahrscheinlich, daß in wenigen Monaten versuchsfähige Modelle den zuständigen Bundesministerien übergeben werden und nach sorgfältiger Ausprobung somit das brennendste Problem innerhalb der Schutzaufgaben für die Zivilbevölkerung seine Lösung findet:

Die Schaffung von Schutzräumen in bestehenden Gebäuden.

Der zylindrische gassichere Schutz-Außenbau

Von Dr. Heinrich Dräger, Lübeck

Die Verwendung kreisförmiger Querschnitte im Schutzraumbau ist an sich nichts Neues. Es sei hingewiesen auf die Schutzraumsysteme *Schoszberger* aus der Zeit vor dem zweiten Weltkrieg und die Hinweise auf Verwendung kreisrunder Querschnitte im „Entwurf der Richtlinien für Schutzraumbauten“, herausgegeben vom Bundesministerium für Wohnungsbau im Einvernehmen mit dem Bundesministerium des Innern.

Aus diesen Vorschlägen, aus den Untersuchungen des Drägerwerkes über den Bau werkeigener Schutzräume aus Betonfertigteilen sowie aus den Arbeiten über die Frage der Finanzierungsmöglichkeiten im baulichen Luftschutz ergab sich die Beschäftigung mit dem Problem eines wirtschaftlich herstellbaren gassicheren Schutzraumes.

Ein Schutzraum, der dem heutigen Stand der Entwicklung der Angriffswaffen entsprechen soll, muß die Forderungen erfüllen, seine Insassen gegen den bei der Detonation einer Atombombe auftretenden Druckstoß und gegen die radioaktive Strahlung zu schützen. Sind diese Forderungen erfüllt, so stellt der Schutz gegen die thermische Strahlung im allgemeinen kein Problem dar. Der Schutzraum muß ferner so konstruiert sein, daß er einen ausreichenden Schutz gegen Nahtreffer von Sprengbomben bietet.

Von den angeführten Forderungen am schwierigsten zu erfüllen ist die der Widerstandsfähigkeit gegen den Druckstoß. Sie setzt einen — nach Möglichkeit — unterirdischen Schutzraum mit starker Stahlbetonkonstruktion voraus, der ohne beträchtliche Kosten nicht

herstellbar ist. Aber gerade die Höhe der Kosten ist es, die einer Verwendung dieser Schutzräume in erstrebenswertem Umfange hemmend im Wege steht. Der Verfasser glaubt, mit seinem Vorschlag des zylindrischen gassicheren Außenbaues, zusammengesetzt aus bewehrten, ringförmigen Betonfertigteilen, in der Längsrichtung biegesteif gemacht durch Vorspannung, einen wesentlichen Beitrag zu der im Schutzraumbau aktuellen Frage geleistet zu haben, wie bei gleicher Schutzwirkung die Kosten auf ein tragbares Maß herabgemindert werden können.

Ebensowenig wie gegen Volltreffer von Sprengbomben ist ein absoluter Schutz gegen die Atombombe möglich, insbesondere wenn diese in niedrigerer als Standardhöhe zur Explosion gebracht wird. Da die Detonationshöhe und somit der tatsächlich auf Wände und Decke des Schutzraumes einwirkende Spitzendruck nicht vorauszusagen ist, wurde als Grundlage für die Berechnungen in Übereinstimmung mit dem Entwurf der Richtlinien für Schutzbauten A, herausgegeben vom Bundesminister für Wohnungsbau im Einvernehmen mit dem Bundesminister des Innern, als statische Belastung eine gleichmäßig verteilte Ersatzlast von 30 t/m^2 angenommen.

Die Frage des Schutzes gegen γ -Strahlung und atomare Stäube wird im Rahmen der Belüftung behandelt. Da von unterirdischen Außenanlagen die Rede ist, kann empfohlen werden, etwa nicht ausreichenden Strahlungsschutz durch entsprechende zusätzliche Erdaufschüttung auszugleichen.

Vergleich zwischen Schutzraumbau A und zylindrischem Schutzraum

I. Beschreibung der Luftschutz-Außenbauten

a) rechteckiger, biegesteifer Schutzraum

Um den Wert des hier vorgeschlagenen zylindrischen Schutzraumbaus gegenüber dem bisher bekannten zu demonstrieren, werden im folgenden zwei als Schutz-Außenbauten angelegte Schutzräume verschiedener Bauart für je 25 Personen beschrieben und miteinander verglichen.

Im Falle I (bisher bekannte Bauweise) handelt es sich um einen unterirdischen Schutz-Außenbau A nach den obengenannten Richtlinien, nämlich um einen allseitig geschlossenen, kastenförmigen, biegesteifen Baukörper aus Stahlbeton mit den lichten Maßen: 2 m breit und 2,30 m hoch. Die Länge beträgt maximal 6 m zuzüglich 1,20 m für die Gasschleuse. Der Bau ist auf der einen Seite mit einem Grobsandfilter von 1 m^3 Rauminhalt und einem Notausstieg $1,00 \times 0,80 \text{ m}$ versehen. Auf der gegenüberliegenden Seite befindet sich die Öffnung für die Drucktür.

In den Richtlinien für Schutzraumbauten A ist bei einer maximalen lichten Spannweite der Decke von 3 m eine Dicke der Umfassungsteile (Wände, Decke und Sohle) von 60 cm vorgesehen. Dabei ist Stahlbeton B 300 mit einer Bewehrung Betonstahl I zu verwenden (vergl. Zeichnung 1).

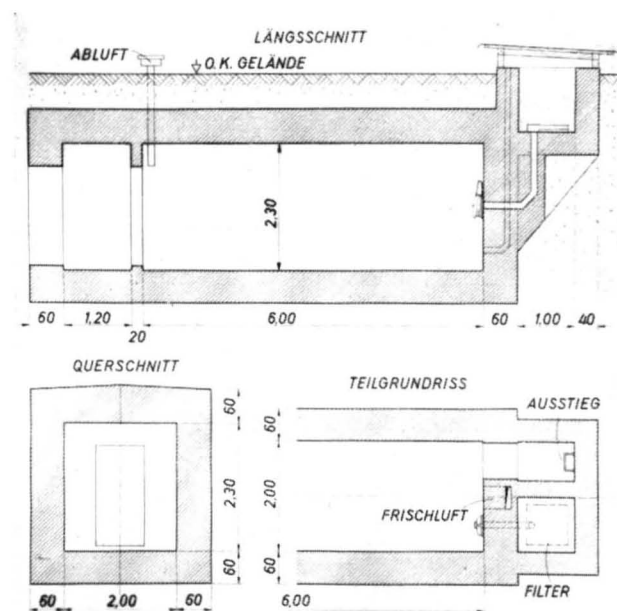
Mit Rücksicht auf den verringerten Lichtraumquerschnitt des beschriebenen Schutzbaues (2 m) werden hier vergleichsweise zwei Varianten angeführt.

Einmal wurde die Wanddicke von 60 cm beibehalten und die Bewehrung dem Lichtraumquerschnitt angepaßt. Dabei ergibt sich für diese Wanddicke zur Aufnahme der rechnerischen Ersatzlast von 30 t/m^2 ein Bewehrungssatz von 43 kg Betonstahl I/ m^3 Beton. Andererseits kommt man mit einem Bewehrungssatz von 65 kg/m^3 bei 30 t/m^2 Ersatzlast auf eine Wanddicke von 45 cm.

b) Beschreibung des zylindrischen Schutzraumes, seine Herstellung, Erörterung der Wanddicke

Im Falle II (neu vorgeschlagene Bauweise) wird der Schutzbau für 25 Personen mit kreisrundem Querschnitt beschrieben:

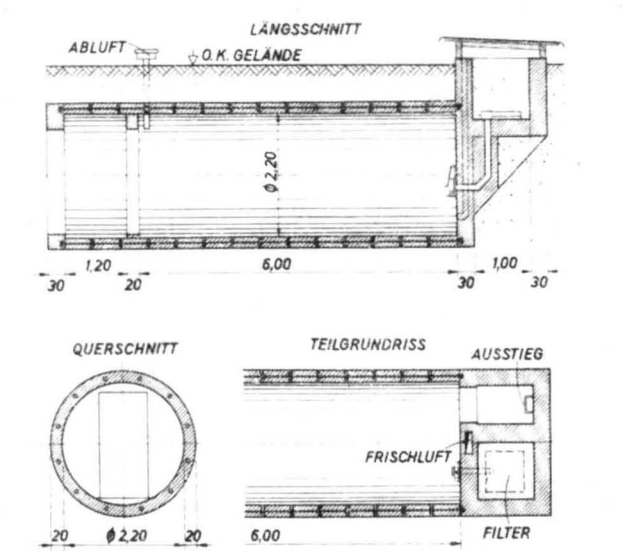
Der eigentliche Schutzraum besteht aus einem liegenden Hohlzylinder aus Stahlbeton mit einem lichten Durchmesser von 2,20 m und einer Wanddicke von 20 bzw. 25 und 30 cm. Die Gesamtlänge beträgt ein-



Zeichnung 1
Schutz-Außenbau A

schließlich Gasschleuse 7 m. Auch hier sind an der einen Stirnwand Grobsandfilter und Notausstieg, an der gegenüberliegenden Wand die Öffnung für die Drucktür angeordnet (vgl. Zeichnung 2).

Schwierigkeiten bereitete zunächst die Frage der praktischen Ausführung, denn es liegt auf der Hand, daß ein horizontal angeordneter Hohlzylinder beträchtlichen Ausmaßes, der stark bewehrt und in der Längsrichtung biegesteif sein soll, nicht wie ein rechteckiger Baukörper auf der Baustelle eingeschalt werden kann, ohne daß die Kosten eine unerträgliche Höhe annehmen. Es war daher naheliegend, beim Bau dieses zylindrischen Schutzraumes auf frühere Methoden des Zusammensetzens aus Betonfertigteilen, d. h. aus Stahlbetonringen, deren Bewehrung nicht schwierig ist, zurückzugreifen und zu versuchen, für das Aneinanderfügen der Einzelringe zu einem biegesteifen System das Verfahren der Vorspannung nutzbar zu



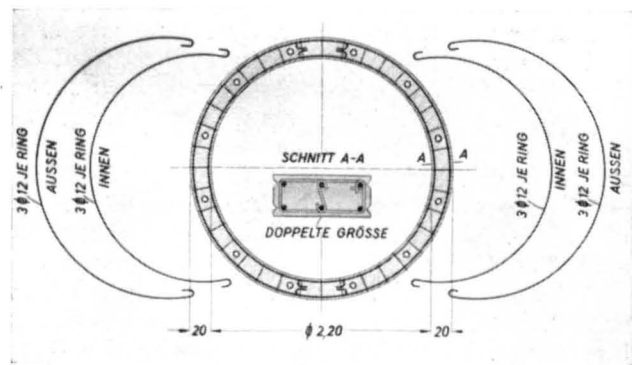
Zeichnung 2
Zylindrischer Schutz-Außenbau

machen, das heute im Brückenbau und Stahlbetonhochbau vielfach angewendet wird.

Die Firma Wayss & Freytag A. G., Frankfurt, hat das Problem durch einen zweckmäßigen und auch wirtschaftlich günstigen Vorschlag gelöst (DBP ang.).

Dieser Vorschlag sieht folgendes vor:

Der Schutzraum wird aus ringförmigen Bauelementen aus Stahlbeton zusammengefügt. Der innere Durchmesser der Ringe beträgt 2,20 m. Je nach der gewählten Wanddicke haben die Ringe eine Höhe von 50 bzw. 41 cm (für 20 und 25 cm Wanddicke 50 cm Höhe, für 30 cm Wanddicke 41 cm Höhe). Jedes Element erhält eine innere und äußere Bewehrung, bestehend aus je 3 Ringen Betonstahl I $\varnothing 12$ cm und eine Querbewehrung in Abständen von je 20 cm Betonstahl I $\varnothing 5$. Dies entspricht beispielsweise bei 20 cm Wanddicke einem Bewehrungsanteil von 85 kg/m³ fertigen Betons. In Zeichnung 2 ist die Bewehrungsanordnung wiedergegeben; Abb. a zeigt den fertigen Bewehrungsring für ein Element.



Zeichnung 3
Bewehrungsanordnung für ein ringförmiges Element

Die Herstellung der Ringe erfolgt in Holzformen gem. Abb. b und Abb. c. Die zweiteilige äußere Form wird durch 4 Riegel zusammengehalten, während der

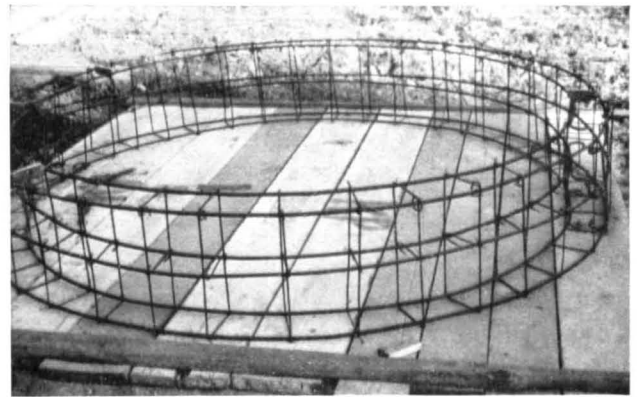


Bild a
Fertiger Bewehrungsring

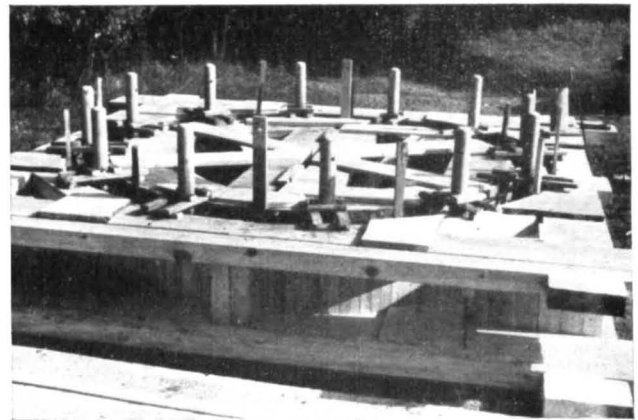


Bild b
Gesamtansicht der Form

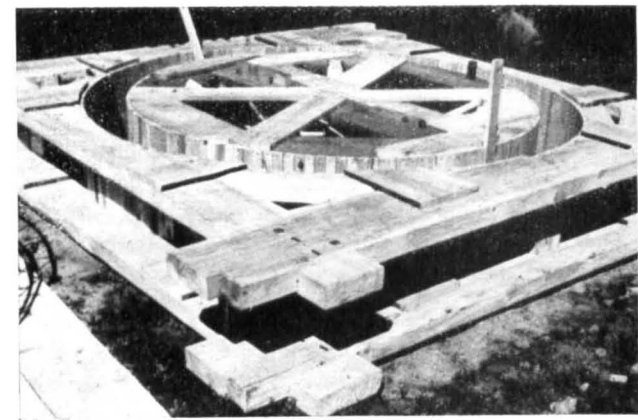


Bild c
Form mit eingelegtem Bewehrungsring und gedrehten Holzstäben

ebenfalls zweiteilige Kern durch 4 Keilpaare in seiner Lage fixiert wird. Nach sorgfältigem Einpassen des Bewehrungsringes und der gedrehten Holzstäbe, welche die Aussparungen zur Aufnahme der Vorspannung ergeben, wird die Mischung entsprechend der Betongüte B 300 in steifem Zustand eingebracht und durch Innerrüttlung verdichtet. Abb. d zeigt einen ausgeschalteten Ring. Deutlich sind die Aussparungen für die Vorspannung zu erkennen. Die Gewichte der Bauelemente

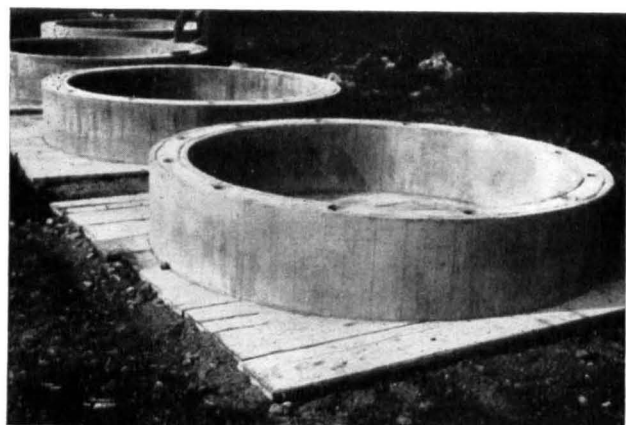


Bild d
Fertiges Ringelement

betragen je nach Wanddicke 1,7 bis 2,2 t. Sie können daher mit den normalen Hebezeugen gut bewältigt werden. Der Transport zur Baustelle ist ebenfalls unschwer durchzuführen.

Die Herstellung der Betonfertigteile in der beschriebenen Weise kann auf der Baustelle erfolgen, da, abgesehen von der Form, keine Geräte oder Materialien erforderlich sind, die sich nicht ohnehin auf der Baustelle befinden. Die verwendete Form wurde von einem Zimmermeister für 800,— DM angefertigt. Bei Herstellung von 56 Ringen (entsprechend 4 Schutzräumen von je 7 m Länge) beträgt der Formkostenanteil also pro Ring etwa 15,— DM.

Fabrikmäßige Herstellung

Werden in Zukunft Schutzräume in großer Zahl gebaut, so wird es erforderlich, eine leistungsfähigere und rationellere Art der Herstellung der Ringelemente einzuführen.

Je nach der Größe des Bedarfs kommt eine Herstellung auf besonderen Werkplätzen in Betracht, die verschiedene Baustellen beliefern, bei sehr großem Bedarf auch eine fabrikmäßige Herstellung, bei der alle Vorteile ausgenutzt werden können, die beim Auflegen großer Serien von Betonfertigteilen möglich sind, z. B. Anwendung von zwar teuren, aber dauerhaften Formen, Benutzung von Rütteltischen, Sofortentschalung usw.

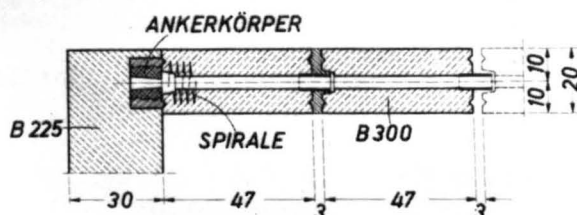
Montage des Schutzraumes

Nach dem Transport der fertigen Ringe zur Baustelle werden diese in der Baugrube in ein vorbereitetes Sandbett versetzt, genau ausgerichtet und mit Sand satt unterstopft. Zwischen den einzelnen Ringen verbleibt dabei eine 2—3 cm breite Fuge offen, die nach dem Versetzen der Ringe mit schnell erhärtendem Zementmörtel gut verschlossen wird. Die in die Fertigteile eingesetzten Gasrohrstücke verhindern dabei, daß der Zementmörtel auch in die Vorspannkanäle eindringt. Nach dem Erhärten des Fugenmörtels, d. h. nach wenigen Tagen, werden die Vorspannbündel durch die Längskanäle eingefädelt und gegen die Endstirnflächen des durch die Ringe gebildeten Zylinders mit Spezialpressen nach bekannten Verfahren vorgespannt. Nach dem Vorspannen werden die Vorspannkanäle mit Zementmörtel ausgepreßt. Der Verpreßmörtel besteht aus einem Feinsand, der im Mischungs-

verhältnis 1 : 1 mit Zement gemischt wird. Der Wasser-Zement-Faktor des Verpreßmörtels beträgt höchstens 0,5.

Zur Herstellung der Vorspannung ist es notwendig, daß die Vorspannbündel um ein gewisses Maß über die Endstirnflächen des Zylinders überstehen. Diese überstehenden Enden können später abgebrannt werden; sie dienen jedoch hier dem erwünschten Zweck, eine gute Verbindung zwischen dem Zylinder und den Stirnwänden herzustellen. Man wird sie daher im vorliegenden Fall warm umbiegen, so daß sie völlig in den Beton der Stirnwände eingebettet werden können. Nach Vorspannung des Zylinders werden Stirnwände, Notausstiegsschacht und Grobsandfilter eingeschalt, bewehrt und an Ort betoniert.

Unter Umständen kann es vorteilhaft sein, den ganzen zylindrischen Körper aus Betonfertigteilen gleich da, wo diese Teile entstehen, auch zusammenzusetzen und im fertigen Zustande von dort zur Baustelle abzutransportieren (z. B. mit Tieflader).



Zeichnung 4
Ausbildung des Vorspannkanals

Wand- und Deckendicke

Bei der Konstruktion des zylindrischen Schutzraumes wurde zunächst von einer Wanddicke von 20 cm ausgegangen, obgleich von dieser Wanddicke bei der Zylinderform eine weit höhere Widerstandsfähigkeit gegen gleichmäßig verteilten, allseitigen Druck zu erwarten war, als in den Richtlinien für rechteckige Schutzbauten A gefordert wird. Tatsächlich ergab die Berechnung bei der gewählten Wanddicke von 20 cm und Betongüte B 300 für zentrischen Druck auf den Kreisring eine aufnehmbare Ersatzlast von fast 120 t/m² bei dreifacher Sicherheit gegen Bruch, d. h. ein Vielfaches der vorgeschriebenen Ersatzlast. Dieser Umstand veranlaßte den Verfasser zu einer Erörterung der Frage, ob im Interesse einer weiteren Verbilligung des Schutzraumes eine Verringerung der Wand- und Deckendicke am Platze sei.

Aus amerikanischen Veröffentlichungen geht hervor, daß ein rechteckiger Schutzbau mit besonders günstig berechneten Dimensionen, beispielsweise 2,12 × 2,13 (li. Höhe) × 13,75 m mit einer Wanddicke von etwa 30 cm, dem im Bodennullpunkt einer X-Bombe bei der optimalen Detonationshöhe auftretenden Druck von 3,5 kg/cm² standzuhalten vermag.

Diese Wand- und Deckendicke wurde demzufolge bisher allgemein empfohlen. Für den Fall, daß die Mittel nicht ausreichen, um die gesamte, in gleicher

Weise gefährdete Bevölkerung einer Stadt mit Schutzräumen dieser Wand- und Deckendicke auszustatten, hat man Überlegungen angestellt, wie weit eine Verringerung möglich ist, damit alle einen — wenn auch qualitativ geringeren — Schutz erhalten. Sorgfältig durchgeführte Schutzraumbau-Analysen ergaben folgendes:

Anzustreben ist eine möglichst große Wanddicke mit Rücksicht auf die Möglichkeit niedrig detonierender Atombomben. Da große Wanddicken hohe Kosten verursachen, sollte möglichst immer mit 30 cm Wanddicke gebaut werden. Bei hierfür nicht für alle Einwohner ausreichenden Mitteln kann auf 25 cm, entsprechend einem aufnehmbaren Druck von 1,55 kg/cm², zurückgegangen werden. Weitere Verminderung der Wanddicke auf breiter Basis würde zu höheren Verlusten führen, als wenn mit 25 cm Wanddicke gebaut wird und ein Teil der Bevölkerung ungeschützt bleibt. Folgt man diesen amerikanischen Gedankengängen, so könnte wohl daran gedacht werden, bei unserem zylindrischen Schutzbau eine geringere Wanddicke zu wählen, da der Zylinder ja in der Lage ist, weit höherem Druck standzuhalten.

Es gibt jedoch eine Reihe gewichtiger Gründe, die gegen eine Schwächung von Wänden und Decken unter 20 cm beim Zylinder sprechen. Die amerikanischen Überlegungen sind im allgemeinen lediglich auf die Gefährdung durch Atombomben unter der Annahme einer Detonation in optimaler Höhe abgestellt, die eine annähernd gleichmäßige allseitige Druckbelastung erzeugen. Für unsere Verhältnisse muß dagegen grundsätzlich mit dem Einsatz von Sprengbomben gerechnet werden, welche örtlich begrenzte Beanspruchungen der Schutzraumumfassung hervorrufen. Die Biegespannungen aus solchen örtlichen Belastungen steigen aber umgekehrt proportional dem Quadrat der Wanddicke.

Auch finanziell würde eine Verminderung der Wanddicke nicht wesentlich ins Gewicht fallen. Die Kosten von Betonbauten hängen ja nicht nur von der Betonmasse ab. Die Schalungskosten bleiben bei der Verkleinerung der Wanddicke die gleichen. Die Kosten der Bewehrung steigen sogar bei Verringerung der Wanddicke. Schließlich machen sich auch an sich unbedeutende örtliche Fehlerstellen im Beton um so stärker bemerkbar, je dünner der Bauteil ausgebildet ist. Es erscheint ferner nicht ratsam, die durch Verkleinerung der Wanddicke abnehmende Sicherheit der Konstruktion dadurch ausgleichen zu wollen, daß man die Güte des Betons steigert, also etwa für die Fertigteile B 450 oder gar B 600 vorsieht. Wie bei fast allen Werkstoffen ist auch bei Beton eine Steigerung der Druckfestigkeit notwendigerweise mit einer Versprödung des Materials verbunden, die dieses gegen plötzliche Belastungen u. U. empfindlicher macht, als dies bei einem Material geringerer Güte der Fall ist. Weiter wäre zu berücksichtigen, daß die für die Vorspannung notwendigen Aussparungen bei zu geringer Wanddicke eine relativ starke Schwächung bedeuten würden.

Aus den genannten Gründen sollte trotz der hohen Widerstandsfähigkeit gegen gleichmäßig verteilten Druck eine Wanddicke von 20 cm als das Minimum angesehen werden. Im Hinblick auf die Möglichkeit des Auftretens von sehr hohem Druck bei niedrigdetonierenden Atombomben ist jedoch zu empfehlen, nach Maßgabe der vorhandenen Mittel größere Wanddicken zu

verwenden. Daß auch zylindrische Schutzbauten mit Wanddicken von 25 und 30 cm wirtschaftlich tragbar sind, wird im folgenden gezeigt werden.

Über die Inneneinrichtung kreisrunder Luftschutzräume sind zahlreiche Vorschläge bekannt geworden. Es soll daher auf diesen Punkt nicht näher eingegangen werden, zumal der reichlich bemessene lichte Durchmesser von 2,20 m jede Möglichkeit für zweckmäßige Ausgestaltung offen läßt.

II. Kostengegenüberstellung und ihre Auswertung

Im folgenden Abschnitt werden die Kosten der geschilderten Schutzbauten einander gegenübergestellt. Die Preise sind von der Firma Wayss & Freytag AG., Frankfurt, für sämtliche Anlagen auf gleicher Grundlage ermittelt. Sie setzen für die Herstellung der Ringelemente im Fall II eine Serienfabrikation voraus. Es ergeben sich nachstehende überschlägige Preise:

Fall I — rechteckige Form —

Variante a	Wanddicke 60 cm Bewehrung 43 kg/m³	
Erdarbeiten	900,—	DM
78 m ³ Beton B 225 ohne Schalung u. Stahl	5 300,—	DM
Stahl hierzu	2 160,—	DM
Schalung hierzu	2 880,—	DM
	11 240,—	DM

Fall I — rechteckige Form —

Variante b	Wanddicke 45 cm Bewehrung 65 kg/m³	
Erdarbeiten	900,—	DM
57 m ³ Beton B 225 ohne Schalung u. Stahl	3 990,—	DM
Stahl hierzu	2 470,—	DM
Schalung hierzu	2 880,—	DM
	10 240,—	DM

Fall II — Zylinder —

Variante a	Wanddicke 20 cm	
Erdarbeiten	800,—	DM
14 Ringelemente	2500,—	DM
Spannstahl einschließlich Einbau	1100,—	DM
Betonarbeiten für Abschlußwände usw.	1000,—	DM
	5400,—	DM

Fall II — Zylinder —

Variante b	Wanddicke 25 cm	
Erdarbeiten	825,—	DM
14 Ringelemente	2700,—	DM
Spannstahl einschließlich Einbau	1100,—	DM
Abschlußwände usw.	1025,—	DM
	5650,—	DM

Fall II — Zylinder —

Variante c	Wanddicke 30 cm	
Erdarbeiten	850,—	DM
17 Ringelemente	3200,—	DM
Spannstahl einschließlich Einbau	1100,—	DM
Abschlußwände usw.	1050,—	DM
	6200,—	DM

Die vorstehenden Preise berücksichtigen nur die reinen Baukosten ohne Drucktür, Einrichtung und Ausrüstungsgegenstände.

Veranschlagt man hierfür einen Preis von 1500,— DM pro Schutzraum für je 25 Personen, so erhält man

für Fall I, kastenförmiger Schutzraumbau, im Mittel der Varianten a und b, zuzüglich 1500,— DM für Einrichtung

einen Gesamtpreis von 12 240,— DM
oder pro zu schützende Person 490,— DM

Diese Kosten stimmen mit den in den Richtlinien für Schutzbau A berechneten Kosten von 500,— DM pro Person hinreichend überein.

Für Fall II, zylindrischer Außenbau, ergeben sich folgende Gesamtpreise:

Wanddicke 20 cm 6900,— DM
Wanddicke 25 cm 7150,— DM
Wanddicke 30 cm 7700,— DM

d. i. pro zu schützende Person 276,— bzw. 286,— bzw. 308,— DM.

Die Ersparnisse der zylinderförmigen Schutzbauten betragen demnach gegenüber dem beschriebenen kastenförmigen über ein Drittel der Gesamtkosten.

Die nachfolgende Tabelle zeigt noch einmal zusammenfassend die Überlegenheit der zylindrischen Bauform gegenüber der kastenförmigen.

Tabelle I

Form	Wanddicke	aufnehmbare gleichmäßig verteilte Ersatzlast	Kosten pro Person DM	Ersparnis gegen- über 60 cm ☐	
				in DM	in %
☐	60/15 cm	30 t/m ²	490,— *		
☐	20	120	276,—	214,—	44 ⁰ / ₀
☐	25	145	286,—	204,—	42 ⁰ / ₀
☐	30	167	308,—	182,—	37 ⁰ / ₀

* Mittlerer Preis gem. S. 343.

III. Belüftung

Die bisherigen Betrachtungen berücksichtigen lediglich die Gefahren der Druck- und Sogwirkung, der akuten γ-Strahlung und des Hitzeblitzes. Es muß aber darüber hinaus unter allen Umständen dafür gesorgt werden, daß die Personen, die im Schutzraum Schutz gesucht haben und dank seiner Widerstandsfähigkeit gerettet worden sind, nicht durch weitere, länger andauernde Gefahren, wie durch Luftmangel, atomare oder chemische Vergiftung oder durch eine Dauererhitzung der Außenluft, zu Schaden kommen.

Der Luftinhalt des beschriebenen zylindrischen Außenbaus mit 2,20 m lichtem Durchmesser und 6 m Länge für 25 Personen beträgt 22,8 m³; d. h. 0,91 m³ pro Person stehen zur Verfügung. Diese Luftmenge ist ausreichend, erfordert jedoch mit Rücksicht auf einen möglicherweise notwendigen stundenlangen Aufenthalt im Schutzraum außer der natürlichen Lüftung durch Zuluftkanal und Abluftschacht eine wirksame Schutzbelüftungsanlage, die nach den Richtlinien über die Belüftung von Schutzräumen mindestens 0,6 m³/min. für 10 m² Fläche leisten soll.

Die Schutzbelüftung hat angesichts der modernen Waffenentwicklung eine Vielzahl von Aufgaben zu erfüllen. Zu den Aufgaben aus dem zweiten Weltkrieg (Erhaltung erträglicher Luftverhältnisse in bezug auf

Sauerstoff- und Kohlensäurespiegel, Temperatur und Feuchtigkeit, Schutz gegen chemische Kampfstoffe) kommen heute die Maßnahmen gegen extrem hohe Außentemperaturen, die radioaktiven Stäube und die biologischen Kampfmittel hinzu. Das Filter der Schutzbelüftung soll ferner nicht nur die Luft von schädlichen Beimengungen freihalten, sondern darüber hinaus als Puffer dienen, der den Druckstoß aufnimmt und einen Hitze- und Feuchtigkeitsausgleich herbeiführt. Wegen ihrer entscheidenden Bedeutung für das Wohl der Insassen des Schutzraumes wurde der Frage der Belüftung besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Für die Zwecke der hier beschriebenen Schutz-Außenbauten hervorragend geeignet ist eine Grobsandfilteranlage.

Die wesentlichen Bestandteile dieser Schutzbelüftungsanlage sind das Grobsandhauptfilter, eine Belüftungseinrichtung und die Abluftführung mit Überdruckventil.

Das Grobsandhauptfilter enthält 1 m³ Grobsand von 1—3 mm Korngröße (nach DIN 1179 und DIN 4226) und hat infolge der großen Gesamtoberfläche der Sandkörner die Eigenschaft, Schwebstoffe sowie bestimmte Gase und Dämpfe zurückzuhalten. Unter der Sandmasse befindet sich ein Rost; mit ihm fest verbunden ist eine Sammelleitung. Die gefilterte Luft wird von hier durch eine Rohrleitung dem im Innern des Schutzraumes angebrachten Lüfter zugeführt. Die Entwässerung des Filterbehälters geschieht mittels eines Siphons. Die Sandmenge von 1 m³ soll für je 25 Benutzer annähernd eingehalten werden. Bei den vorgesehenen Durchströmungsmengen von etwa 0,6 m³ Luft/min beträgt der Durchströmungswiderstand höchstens 30 mm WS.

Die Zeichnungen 1 und 2 zeigen auf der rechten Seite die Anordnung des Grobsandfilters neben dem Notausstieg an der äußeren Stirnwand des zylindrischen Schutzraumes. Zwei Seiten des Behälters für das Filtermaterial werden durch die Stirnwand bzw. die Wand des Notausstiegschachtes gebildet, während die beiden anderen Seiten lediglich die Höhe des Filters haben.

Zeichnung 5 zeigt eine weitere Möglichkeit für die Ausbildung der Schutzbelüftung. In diesem Falle ist der Notausstieg mit dem Grobsandfilter kombiniert. Der Rost des Sandfilters befindet sich auf einer Klappe, die durch eine einfache Vorrichtung heruntergeklappt werden kann, wenn ein Verlassen des Schutzraumes durch den Notausstieg notwendig wird. Der Sand fällt in den unteren Teil des Ausstiegschachtes und wird ins Innere des Schutzraumes geschaufelt. Damit ist der Weg ins Freie offen. Diese Lösung hat den Vorteil, daß ein gesondertes Bauwerk für das Grobsandfilter fortfällt. Da das Sandfilter den Schutz gegen den Druckstoß übernimmt, wird auch auf den Einbau einer gassicheren Drucktür für den Notausstieg verzichtet werden können. Den nicht unerheblichen Kosteneinsparungen steht allerdings der Nachteil gegenüber, daß man sich in der Aufregung durch vorschnelles Freimachen des Rettungsweges für die nächste Zeit des Filterschutzes berauben kann.

IV. Anwendung

Wo Schutzräume nötig sind und der Raum es gestattet, sollten Außenanlagen gebaut werden. Einmal

wird dadurch der ohnehin beschränkte Kellerraum für friedliche Benutzung freigehalten und überdies noch zusätzlicher Abstellraum geschaffen, zum anderen können in Spannungszeiten die Hausbewohner den nicht durch Schutzraumbauten beanspruchten Keller als „Schutzschlafraum“ benutzen und haben nur wenige Schritte zum eigentlichen Schutzraum zurückzulegen. Da die Schutz-Außenanlage zugleich Rettungsweg ist, fallen die Kosten für einen Rettungsweg, die bei Innenanlagen nicht zu vermeiden sind, völlig fort.

Die Anwendungsmöglichkeiten sind sehr vielfältiger Art. Nicht nur im Selbstschutz (Wohnungsbau), sondern auch im erweiterten Selbstschutz (Behördenbauten) und Industrieluftschutz können Außenbauten der hier vorgeschlagenen Art, gegebenenfalls zusammengefaßt zu Gruppen oder Anlagen, Verwendung finden. Zu beachten sind bei ihrer Planung lediglich die Bestimmungen der „Richtlinien für Schutzbauten A“ über zulässige Größe, Fassungsvermögen, Abstand voneinander, Anordnung als Gruppe und als Schutzraumanlage.

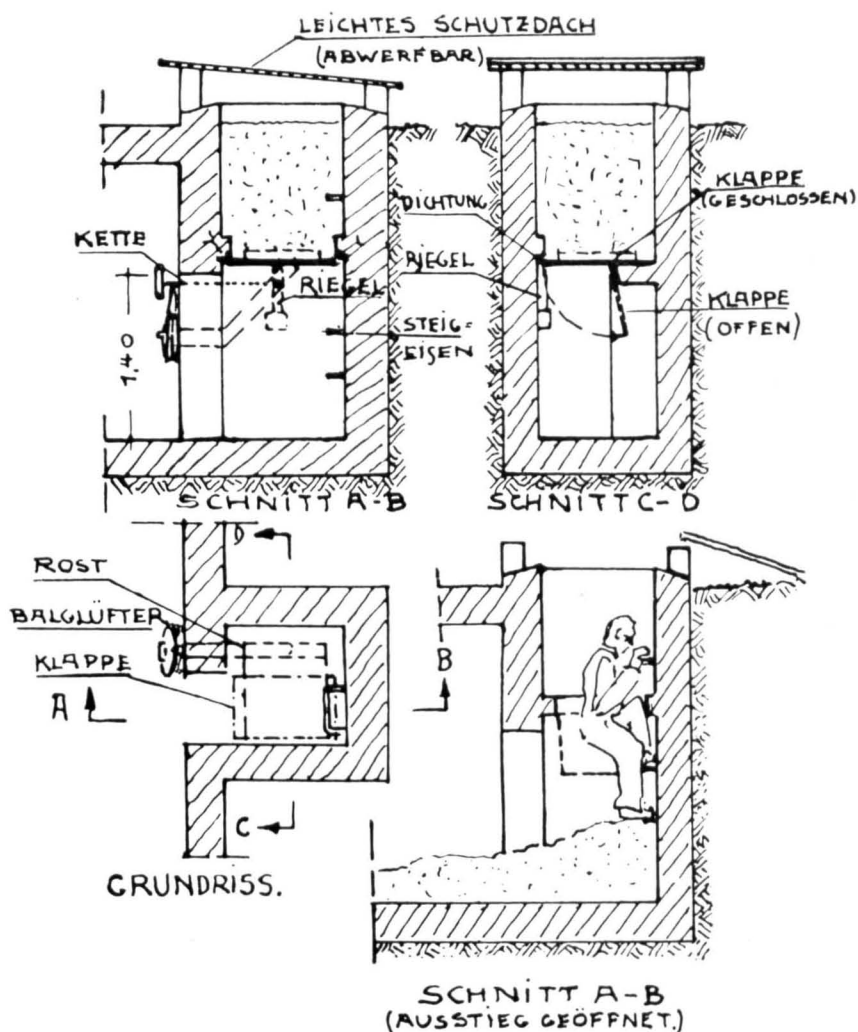
Zusammenfassung

Die Weiterentwicklung der Atomwaffen erfordert neue Gedanken im Schutzraumbau, um den verstärkten Gefahren zu begegnen. So kann die erhöhte Druckwirkung moderner Angriffsmittel bis zu einem gewissen Grade durch die Wahl günstiger Querschnittsformen im Schutzraumbau ausgeglichen werden.

Es ist bekannt, daß ein zylinderförmiger Baukörper die Forderung hoher Widerstandsfähigkeit gegen gleichmäßigen Außendruck weitgehend erfüllt. Schwierigkeiten bereitete aber zunächst die praktische Durchführung zylindrischer Bauten. Eine günstige und wirtschaftlich zweckmäßige Lösung dieses Problems ergab sich aus der Zusammenarbeit mit der Firma Wayss & Freytag AG., Frankfurt, die die neuzeitliche Forderung nach Biegesteifigkeit in der Längsrichtung durch die Verwendung des Vorspannverfahrens erfüllte und damit den Weg für die Zusammensetzung des Zylinders aus einzelnen bewehrten Ringelementen freimachte.

Hierbei muß mit besonderem Dank auch der Mitarbeit von Herrn Dr.-Ing. Meyer-Hoissen gedacht werden, der bei der Durchführung der hier beschriebenen Entwicklungsarbeiten mich in sehr wirksamer Weise unterstützt hat.

Darüber hinaus werden die Schwierigkeiten, die sich durch die Druckerhöhung und durch eine Erhöhung der Außentemperatur ergaben, durch Anordnung eines Grobsandhauptfilters gemeistert. Hierbei ist wiederum



Zeichnung 5

Grobsandfilter mit Notausstieg kombiniert

von besonderer Bedeutung, daß ein derartiges Filter einen hervorragenden Druck- und Wärmepuffer darstellt. Umfangreiche Untersuchungen darüber wurden auf Anregung von Herrn Oberregierungsrat Dipl.-Ing. Leutz vom Bundesministerium für Wohnungsbau, dem ich auch bezüglich der Konstruktion des zylindrischen Schutzraumes wertvolle Ratschläge verdanke, im Drägerwerk durchgeführt und bestätigten die Richtigkeit dieser Annahme.

Bei wiederholten Besprechungen beim Bundesministerium des Innern und beim Bundesministerium für Wohnungsbau wurden diese Vorschläge bezüglich zylindrischer Schutzbauten positiv aufgenommen, und im Einvernehmen mit den beiden Ministerien werden mit großzügiger Unterstützung des THW praktische Versuche in die Wege geleitet, die die erörterten Überlegungen nachprüfen sollen. Allen beteiligten Herren und Dienststellen bin ich für ihre Mitarbeit und die mir gegebenen Anregungen zu besonderem Dank verpflichtet.

Mit den vorstehenden Ausführungen ist vielleicht ein gangbarer Weg zu einer Bauweise im Schutzraumbau gezeigt, die etwa ein Drittel Ersparnis an Material, Geld und Arbeitszeit gegenüber bisher Bekanntem bedeutet bei Erzielung ähnlicher Leistungen in bezug auf Raum und Sicherheit für die zu Schützenden.

Baulicher Luftschutz in USA

Von Dipl.-Ing. H. Leutz, Bonn

Die bauliche Gesamtkonzeption der „Federal Civil Defense Administration“ ist auf Grund genauer Auswertung der praktischen LS-Erfahrungen, insbesondere in Deutschland und Japan, und unter Berücksichtigung der Weiterentwicklung von Atomwaffen entstanden. Sie entspricht im wesentlichen auch unserer deutschen Auffassung.

Die Bearbeitung der baulichen LS-Aufgaben und die Planung der unmittelbar nach einem Angriff durchzuführenden baulichen Maßnahmen werden in USA auf Bundesebene bei der Bundeszivilschutzverwaltung in drei Bauabteilungen, nämlich der technischen Abteilung, der Schutzabteilung und der Wiederaufbauabteilung, wahrgenommen. Ziel der Maßnahmen ist folgendes:

Durch bauliche Schutzmaßnahmen sollen im Ernstfall Verluste an Menschen sowie Schäden an Bauten und Einrichtungen möglichst weitgehend vermindert werden. Dieses Ziel ist nur dann zu erreichen, wenn bereits beim Städtebau die Forderungen des Luftschutzes auf Begrenzung der Ausnutzbarkeit der Bauungsfläche, Trennung und Ordnung von Wohn- und Arbeitsgebiet, Verbindung mit der Natur, großzügige Verkehrsplanung und die sonstigen Gegebenheiten eines guten neuzeitlichen Städtebaues volle Beachtung finden.

Methoden zur Erzielung einer größeren Widerstandsfähigkeit der Bauwerke in kritischen Zielgebieten müssen entwickelt und angewandt werden. Hochbauten sollen luftdruck- und luftsogunempfindlich konstruiert und nicht brennbar sein, um Gebäudeschäden bei einer Atomexplosion mit ihrer Luftstoß- und Strahlungswirkung auf ein Mindestmaß zu begrenzen.

Bei der Schutzraumplanung, die sowohl von Kostenfaktoren als auch von Baustoffeinsparungen maßgebend beeinflusst wird, ist die Forderung eines Vollschutzes bei der heutigen Waffenwirkung nicht möglich. Es muß jedoch der größtmögliche Schutz für die gesamte Bevölkerung im Rahmen des wirtschaftlich Tragbaren geschaffen werden.

Die technische Abteilung entwickelt und überprüft die grundlegenden technischen Angaben, die zur Berechnung und Konstruktion von Schutzmaßnahmen erforderlich sind. Sie stellt die Programme für die wissenschaftliche Forschung auf dem Gebiete des baulichen Luftschutzes auf und führt Untersuchungen an Versuchs- und Vergleichsbauten durch. Sie verfolgt die technische Literatur des In- und Auslandes und veröffentlicht eigene Richtlinien. Sie wertet ballistische Grundlagen für den baulichen Luftschutz aus.

Der Schutzabteilung obliegt die Verbreitung der von der technischen Abteilung aufgestellten Grundsätze, die in Form von Bauvorschriften bekanntgemacht werden. Bei der Planung von Industrie-, Handels- und öffentlichen Bauten und Anlagen wirkt die Schutzabteilung beratend auf Bundes- und zwischenstaatlicher Ebene mit.

Aufgabe der Wiederaufbauabteilung ist eine Auswertung von Schadensberichten, um notwendige erste Instandsetzungsmaßnahmen veranlassen zu können. Die benötigten Baumaterialien, Geräte und Arbeitskräfte werden ermittelt und bereitgestellt. Die Bereitstellung von Notunterkünften wird veranlaßt.

Von besonderer Bedeutung sind die in USA entwickelten bautechnischen Gesichtspunkte sowie Angaben über die Finanzierung der Luftschutzbaumaßnahmen, auf die im folgenden eingegangen wird.

Die bautechnischen Gesichtspunkte und Richtlinien bringen Mindestvorschriften für die Konstruktion von Schutzbaumaßnahmen, und zwar für wichtige, ungeschützte Bauten oder Teile davon Einrichtungen und Schutzräume in diesen Bauten.

Die Schutzkonstruktionen schließen solche Vorkehrungen ein, die eine Wiederherstellung der Gebäude in kurzer Zeit möglich machen; sie gelten auch für Bauten, die nicht entsprechend den staatlichen Maßnahmen für Industrieverlagerung anderweitig untergebracht werden können. Obwohl sie für Neubauten entwickelt worden sind, können sie doch auch für den Umbau vorhandener Anlagen verwendet werden, um hier den Schutz zu erhöhen. Bei Beachtung der Vorschriften werden Bauten, die etwa $\frac{1}{2}$ Meile (= 800 m) vom Bodennullpunkt entfernt sind, bei der Explosion einer 1-X-Atombombe, wo ein Überdruck von etwa 1,0 atü herrscht, im wesentlichen erhalten bleiben. Bei stärkeren Atombomben wird dieser Schutz erst bei größeren Entfernungen vom Bodennullpunkt erreicht.

Einstufung von Anlagen

Der Schutzgrad von Gebäuden sollte abgestuft werden nach ihrer Empfindlichkeit gegenüber den Wirkungen von Atomexplosionen und nach ihrer Bedeutung bzw. nach der Notwendigkeit einer ununterbrochenen Produktion. Die erforderlichen Schutzbaumaßnahmen können bei den einzelnen Bauten verschieden sein. Z. B. kann in einem Gebäude nur derjenige Raum besondere Schutzvorrichtungen erfordern, der als Personenschutzraum oder zur Aufbewahrung empfindlicher Einrichtungen verwendet werden soll. Es können also zwei Arten von Schutzbaumaßnahmen angewandt werden:

Bauklasse I für den Schutz von Personen und empfindlichen Gebäuden und Betriebseinrichtungen; hierbei sind Gerippebauten oder starre Scheibenbauten erforderlich mit Wänden, Decken und Dächern von hoher Festigkeit, die so konstruiert sind, daß sie bei einem Luftstoß stehenbleiben;

Bauklasse II, wenn weniger empfindliche Einrichtungen vorhanden sind, die bei einem Einsturz der Wände oder anderen Luftstoßwirkungen nicht ernsthaft beschädigt werden. Hierfür sind ebenfalls Gerippe- oder starre Scheibenkonstruktionen von hoher Festigkeit erforderlich, deren Decken und Dächer nach dem Luftstoß stehenbleiben. Wände und Zwischenwände

sind aus unbewehrtem Mauerwerk oder zerbrechlichem Material und nur für normale Beanspruchung konstruiert.

Allgemeine Empfehlungen für die Verringerung der Empfindlichkeit von Hochbauten

Falls das Gelände einen Schutz bieten kann, soll er für die Bauten voll nutzbar gemacht werden; ein- oder zweistöckige Bauten sollten mehrstöckigen vorgezogen werden; die Bebauungsdichte wichtiger Anlagen sollte nicht mehr als 20% der Gesamtfläche betragen; die Gebäude sollten durch einen Abstand voneinander getrennt sein, der mindestens so groß ist wie die Höhe der größeren der beiden benachbarten Mauern. Weiter sind die Maßnahmen des vorbeugenden baulichen Brandschutzes anzuwenden.

Konstruktionsempfehlungen für Hochbauten

Es sollte nach einem einfachen Bauplan gearbeitet werden, bei dem möglichst wenig Hofraum und einspringende Winkel an den Außenmauern vorgesehen sind; der Plan sollte in bezug auf die Höhe, Masse und Steifigkeit des Baues möglichst gleichmäßig sein; das Gebäude sollte so in das Gelände gestellt werden, daß die kleinere Fläche dem wahrscheinlichen Ziel zugewandt liegt; ausreichende Dehnungsfugen sollten vorhanden sein, damit die Bewegung eines Gebäudeteiles nicht zu große Überbelastungen auf andere Gebäudeteile ausübt.

Allgemeine Empfehlungen für den Schutz wichtiger Einrichtungen

In den Plänen soll die Unterbringung wichtiger Einrichtungen in möglichst unempfindlichen Räumen des Gebäudes, am besten unter Gelände, vorgesehen sein. Je größer die Entfernungen von den Außenmauern, um so geringer die Wahrscheinlichkeit eines Schadens.

Konstruktionsempfehlungen

Mindestforderungen für Luftstoßbelastungen auf Bauten	
Bauteil	Statische Ersatzlast
Bau als Ganzes (Gerippe, Versteifungen, starre Scheiben, Fundamente usw.)	135 psf = 660 kg/m² auf senkrechte Flächen; 105 psf = 515 kg/m² nach unten auf das Dach.
Bauklasse II mit Mauerwerkswänden	90 psf = 440 kg/m² auf senkrechte Flächen; 70 psf = 343 kg/m² nach unten auf das Dach.
Bauklasse II mit zerbrechlichen Wänden	70 psf = 343 kg/m² auf senkrechte Flächen; 55 psf = 270 kg/m² nach unten auf das Dach.
Dach und Decken: Bauklasse I	225 psf = 1100 kg/m² nach unten und nach oben;
Dach und Kellerdecke: Bauklasse II	100 psf = 490 kg/m² nach unten und nach oben.
Übrige Decken: Bauklasse II	70 psf = 343 kg/m² nach unten. Das gleiche nach oben.

Bauteil	Statische Ersatzlast
Mauern, die tragende und/oder Schutzfunktionen haben: Bauklasse I	225 psf = 1100 kg/m² in jeder Richtung.
Wände: Bauklasse II	keine Luftstoßbelastung.
Starre Scheiben, die Luftstößen unterworfen sind: Bauklasse II	150 psf = 735 kg/m² in jeder Richtung.
Platten, welche Treppenschächte oder Fahrstuhlschächte bedecken:	350 psf = 1715 kg/m² nach unten,
Bauklasse I	225 psf = 1100 kg/m² nach oben.
Bauklasse II	150 psf = 735 kg/m² nach unten, 70 psf = 343 kg/m² nach oben.

Schutzraumbau

Die allgemeinen Richtlinien für die Schaffung von Schutzraumanlagen, die in den Handbüchern der Bundeszivilschutzverwaltung enthalten sind, sollten beachtet werden. Die wichtigsten Handbücher sind:

- Die Wirkungen von Atomwaffen — 1950
- Stadtanalyse — 1952
- Bauen im Atomzeitalter — 1953
- Vorläufiges Merkblatt für die Konstruktion von Bauten, die Atomangriffen ausgesetzt sind, TM 5—3, 1952
- Fensterlose Bauten — Eine Untersuchung über luftstoßsichere Konstruktionen — 1952, TM 5—4
- Schutz vor Atomangriffen in vorhandenen Gebäuden Teil I — Methoden der Bestimmung der Schutzanfordernisse und Schutzräume — TM 5—1, 1952
- desgl. Teil II — Verbesserung von Schutzräumen TM 5—2, 1952

Allgemeine Empfehlungen

Schutzräume sollten nur dann für einen anderen Zweck benutzt werden, wenn diese anderweitige Verwendung die sofortige Benutzbarkeit der Anlagen nicht beeinträchtigt.

Größe und Anzahl der Schutzraumeingänge sollten ausreichend sein, damit die Menschen so schnell wie möglich hineingelangen können. Schutzraumeingänge sollten durch Luftstoßtüren geschützt sein, wenn nicht andere luftstoßsichere Einrichtungen vorgesehen sind. Es sollten ein oder mehrere Notausgänge geschaffen werden, die so konstruiert sind, daß sie durch Trümmer oder andere Schäden nicht versperrt werden können.

Für Schutzräume sollten folgende Einrichtungen vorgesehen werden: Notbeleuchtung, Lüftungsanlage (falls erforderlich), sanitäre Anlagen, Ausrüstung für Erste Hilfe, Feuerlöschkleingeräte, Rettungsgeräte (Schaufeln, Sägen, Hämmer, Äxte, Brecheisen, Zangen, Messer usw.), Wasser, Lebensmittelvorräte, Telefon- oder Radioanlagen.

Planungserfordernisse

Die Lage, das Fassungsvermögen und die schnelle Erreichbarkeit der Schutzräume sollten in der Ge-

samtplanung des Bauwerks mit enthalten sein. Die Größe der Schutzräume soll pro Person etwa 0,5 m² betragen. Die Schutzräume sollten so liegen, daß sie schnellstens erreichbar sind. Auf keinen Fall sollte eine Person mehr als 15 Minuten brauchen, um einen Luftschutzraum zu erreichen. Im Durchchnitt legt ein Mensch, wenn er sich in einen Schutzraum begibt, in der Sekunde 3,5 Fuß = 1,07 m in waagerechter Richtung und 1 Fuß = 0,30 m in senkrechter Richtung zurück. Schutzräume sollten nicht in der Nähe von explosiven oder Lagern leicht brennbarer Materialien eingerichtet werden, sofern nicht ausreichende Schutzmaßnahmen getroffen sind.

Konstruktionserfordernisse

Unterirdische Schutzräume außerhalb eines Gebäudes sollten eine Mindesterdschicht von 3 Fuß = 90 cm oder gleichwertigen Schutz aufweisen. Alle unterirdischen Schutzräume sollten für eine Belastung von mindestens 225 psf = 1100 kg/m² konstruiert werden, die zur sonstigen Auflast hinzugerechnet werden muß. Als horizontale Belastungen sollten

50% der senkrechten Belastungen angenommen werden. Der größtmögliche Schutz wird durch Ausbildung des Schutzraumbaus als allseitig geschlossener, biegesteifer Baukörper erreicht. Ein Schutz gegen Strahlung sollte geschaffen werden durch mindestens 12 Zoll = 30 cm dicke Betonumfassungen oder gleichwertige Masse anderen Materials. Schutzräume sollten so ausgerichtet liegen und die Aus- und Eingänge sollten so angebracht sein, daß die Benutzer den geringsten Gefahren durch Luftstoßwirkung, Trümmer und umherfliegende Bruchstücke ausgesetzt sind. Erforderlichenfalls sollten Sperr- oder Schutzwände geschaffen werden. Für jeden Schutzraum sollten zwei gesicherte Ausgänge geschaffen werden. Alle zum Schutzbau gehörenden Bauteile sollten 2 Stunden lang feuerbeständig bleiben. In den Schutzräumen dürfen keine Versorgungsleitungen vorhanden sein. Es sollten Maßnahmen getroffen werden, um ein Überfluten der Schutzräume oder Vergiftungen infolge atomarer, bakteriologischer oder chemischer Einwirkungen zu verhindern.

In den USA wurden unter Beachtung der oben angegebenen Erfordernisse verschiedene Schutzraumtypen entwickelt. Dabei wurde von der Voraussetzung ausgegangen, daß ausschließlich A-Bomben zum Einsatz gelangen.

Die einfachsten und billigsten Schutzräume sind der Schrägdachunterschlupf (Bild 1 und 2) und das Kellereckschutzgehäuse (Bild 3), beide aus Holz. Testversuche bei der „Operation Doorstep“ im März 1953 ergaben, daß in einer Entfernung von 1,07 km vom Bodennullpunkt, wo etwa 0,5 kg/cm², d. h. 5000 kg/m² Überdruck gemessen wurde, die beiden Schutzräume keine nennenswerten Beschädigungen erlitten. Diese primitiven Schutzräume bieten also bei der Detonation in optimaler Höhe einer X-Bombe noch ausreichenden Schutz in etwa 1,0 km Entfernung vom Bodennullpunkt.

Eine wesentlich stabilere Konstruktion stellt der Schutzraumtyp „gedeckte Grube“ (Bild 4 und 5) mit Umfassungswänden aus Schlackenzementblöcken und Stahlbetondecke dar. Er war in einer Entfernung von 442 m vom Bodennullpunkt einem Überdruck von 2,1 kg/cm², d. h. 21 000 kg/m² ausgesetzt und blieb unbeschädigt.

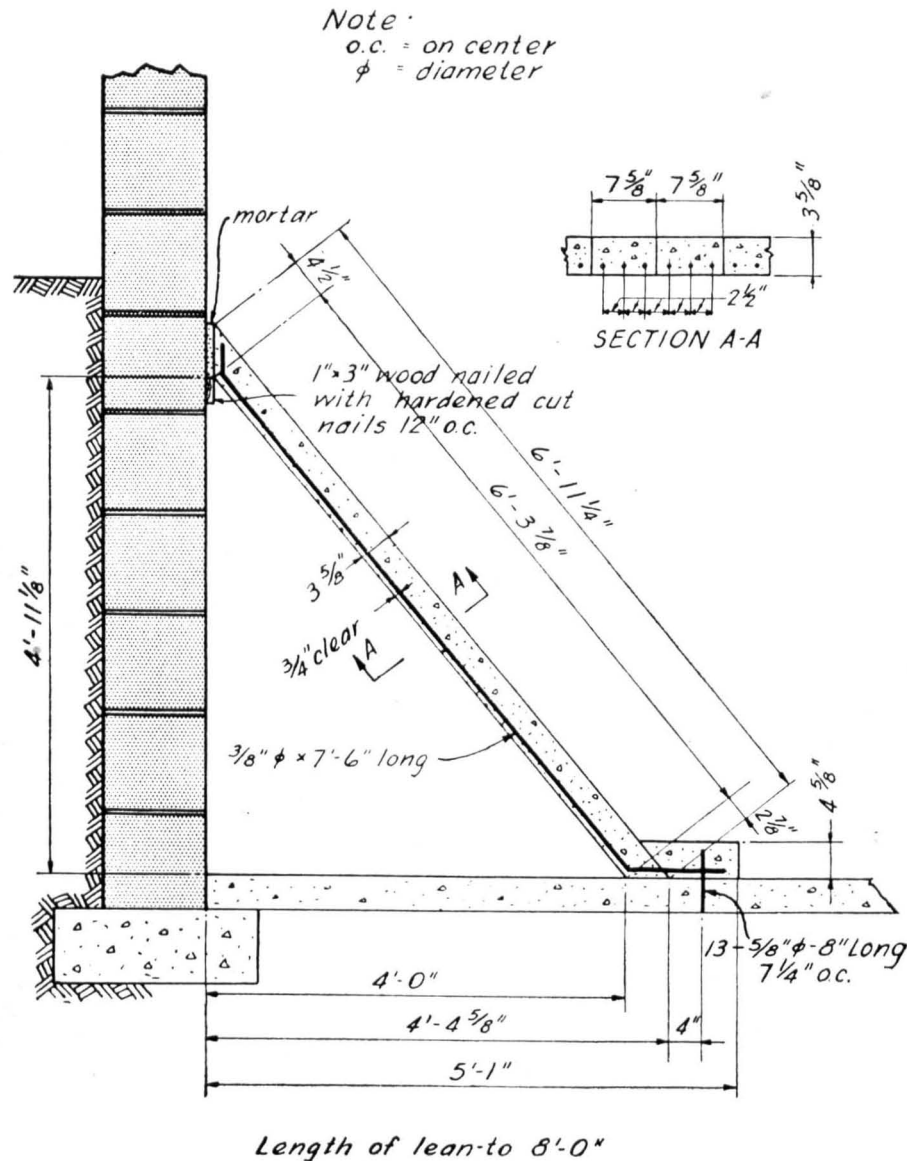


Bild 1



Bild 2

Die beste Lösung stellt der allseitig geschlossene biegesteife Schutzraumtyp (Bild 6 und 7) aus Stahlbeton dar. Bei den Testversuchen war er einem Überdruck von $3,15 \text{ kg/cm}^2$, d. h. $31\,500 \text{ kg/m}^2$, unterworfen, seine Entfernung vom Bodennullpunkt betrug 318 m. Er zeigte überhaupt keine Beschädigungen.

Möglichkeit einer steuerlichen Abschreibung

Nach den Einkommensteuerbestimmungen können Notwendigkeitsbescheinigungen ausgestellt werden, auf Grund derer eine erhöhte steuerliche Amortisation der Kosten für die Schutzbaumaßnahmen bei lebenswichtigen Anlagen möglich ist. Um den Zweck, die Notwendigkeit und die Eignung der Schutzbaumaßnahmen, für welche eine erhöhte steuerliche Amortisation beantragt wird, zu belegen, muß der Antragsteller eine Erklärung über die Übereinstimmung der Schutzbaumaßnahmen mit den örtlichen Erfordernissen des Zivilschutzes und den bautechnischen Mindestvorschriften beibringen. Derartige Bescheinigungen werden nach technischer Überprüfung durch zugelassene Ingenieure vom örtlichen Zivilschutzleiter ausgestellt.

Nach dem Gesetz über Zivilschutz bleibt es den einzelnen Staaten überlassen, für die Durchführung von Schutzbaumaßnahmen, insbesondere für die Errichtung von Schutzraumbauten, zu sorgen. Die Aufgabe

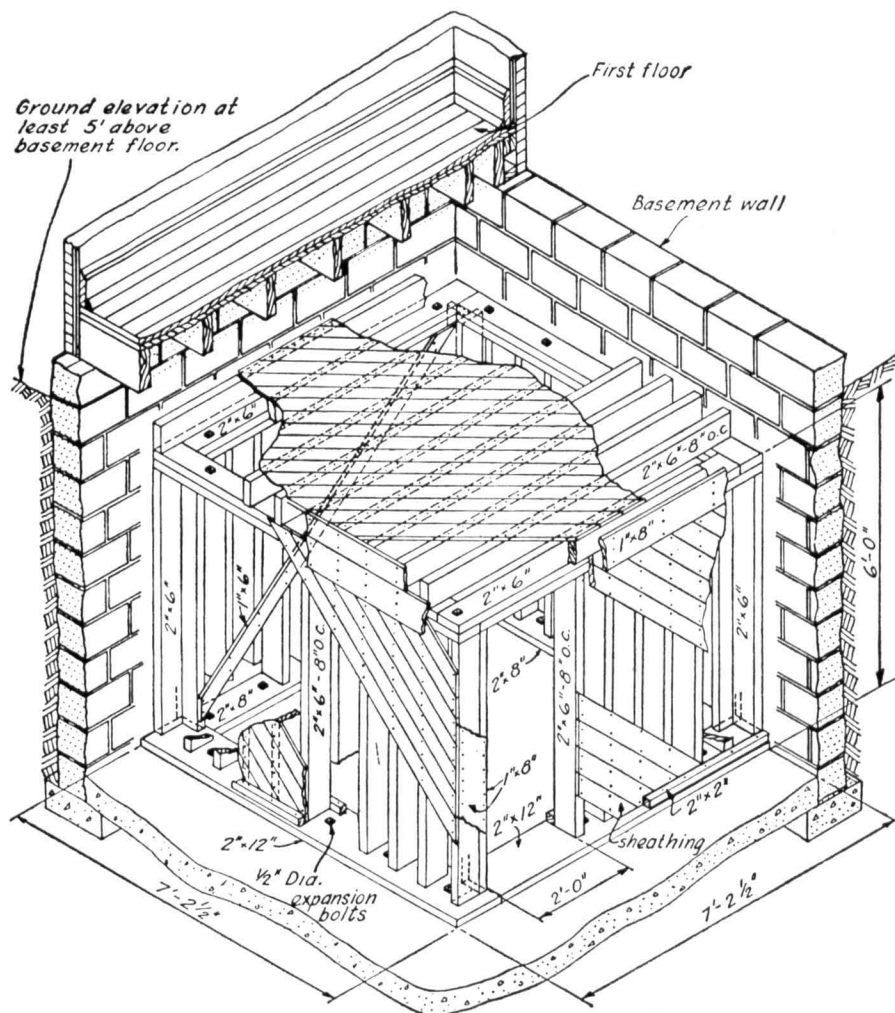


Bild 3

der Bundeszivilschutzverwaltung erstreckt sich im allgemeinen auf technische Richtlinien über ausreichende und angemessene Schutzeinrichtungen. Gegebenenfalls kann vom Bund ein finanzieller Zuschuß oder ein Darlehen gegeben werden.

Aus diesen Ausführungen ist ersichtlich, daß den baulichen Luftschutzvorkehrungen in USA große Bedeutung beigemessen wird, wenngleich sich die

baulichen Schutzmaßnahmen noch weitgehend im Stadium der Planung befinden. Auch in USA setzt sich die Erkenntnis durch, daß alle organisatorischen und verwaltungsmäßigen Maßnahmen sowie Rettungs- und Hilfsdienste nur dann ihren Zweck voll erfüllen können, wenn durch bauliche Vorkehrungen ein weitgehender Schutz gegen Luftangriffsmittel gewährleistet wird.

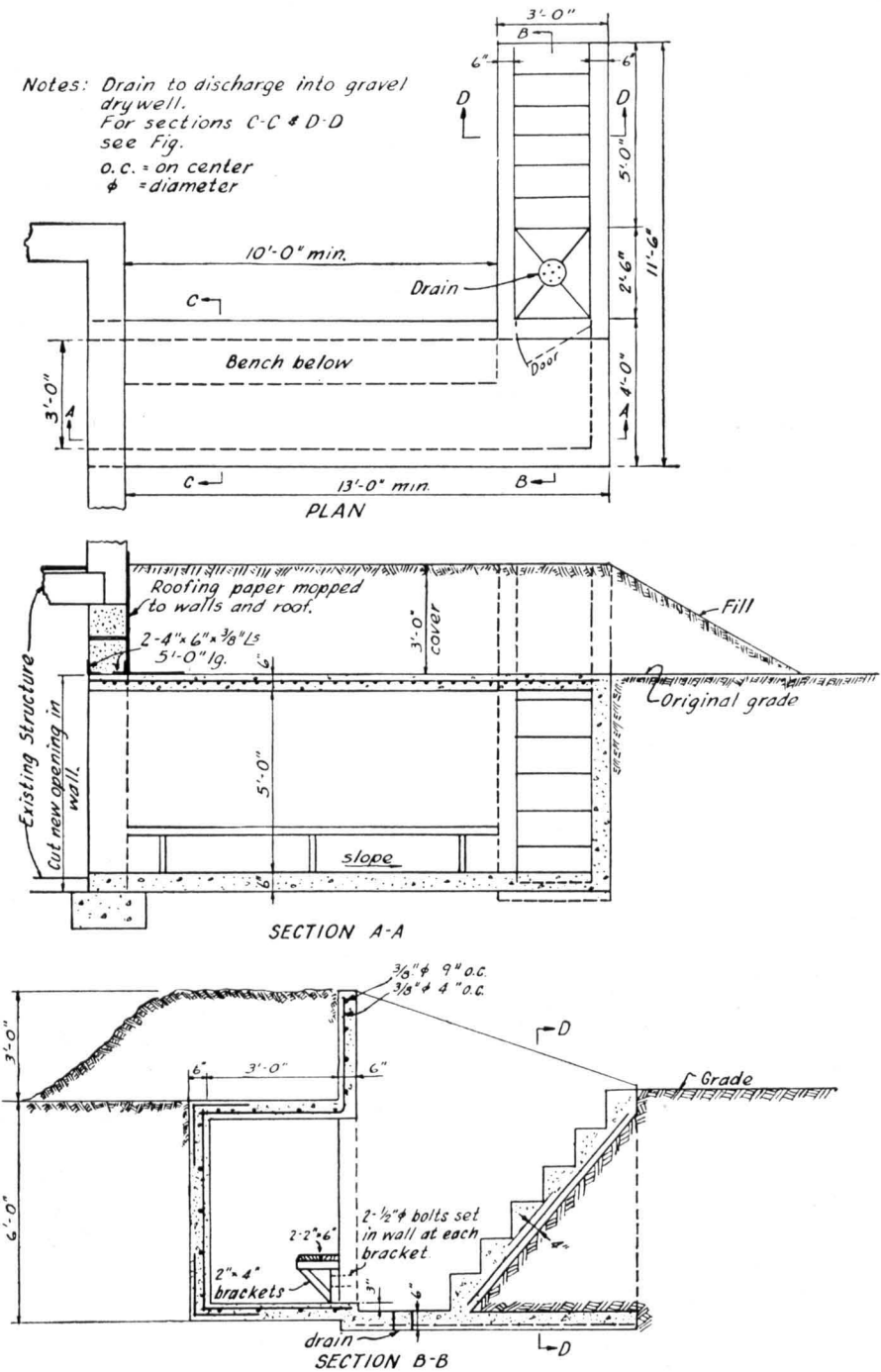
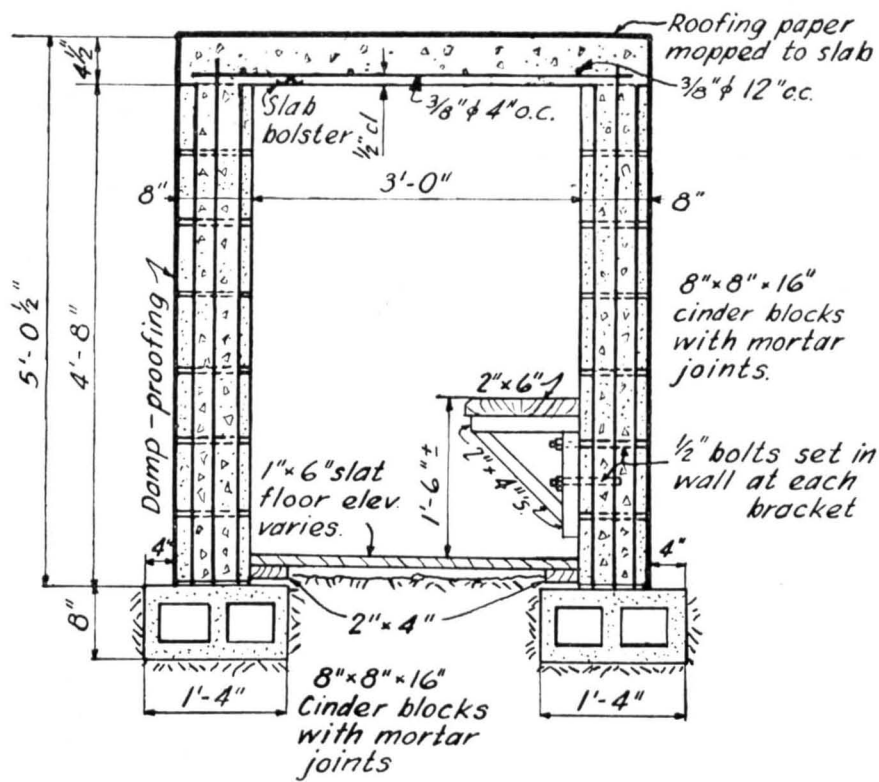


Bild 4 und 5



SECTION C-C

Bild 6

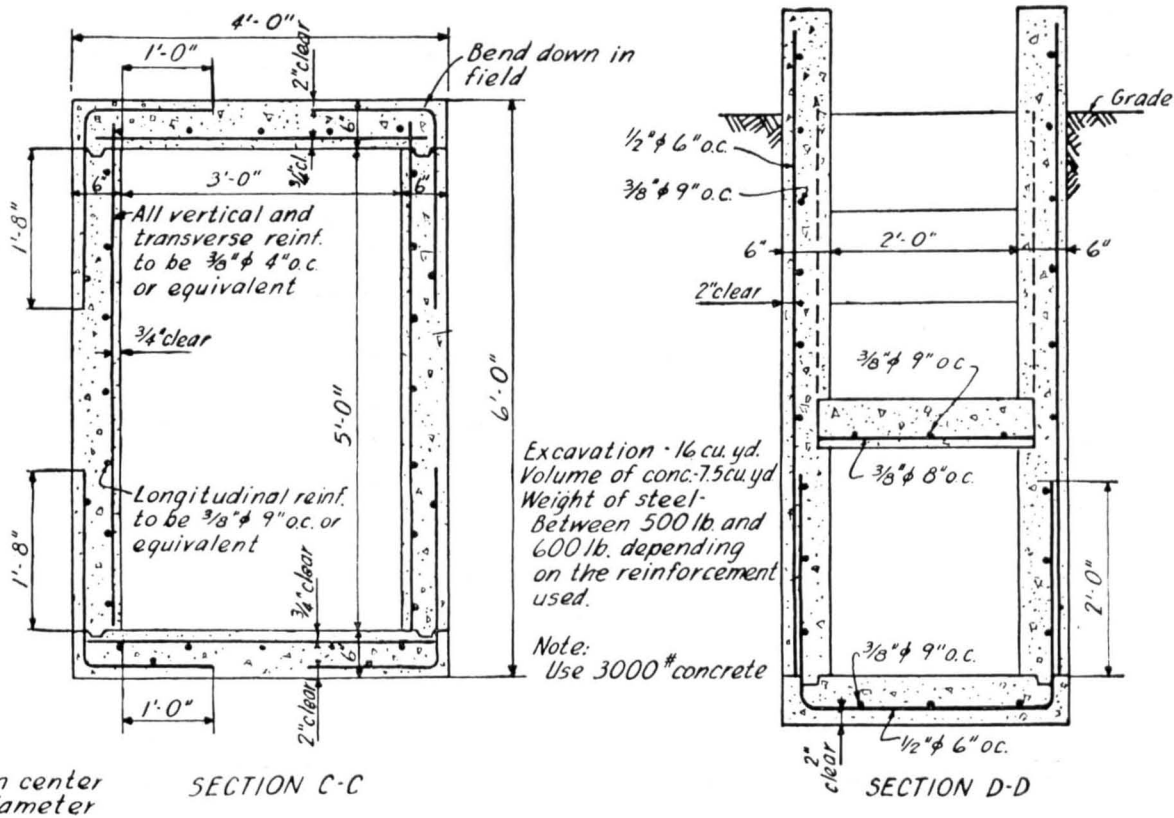
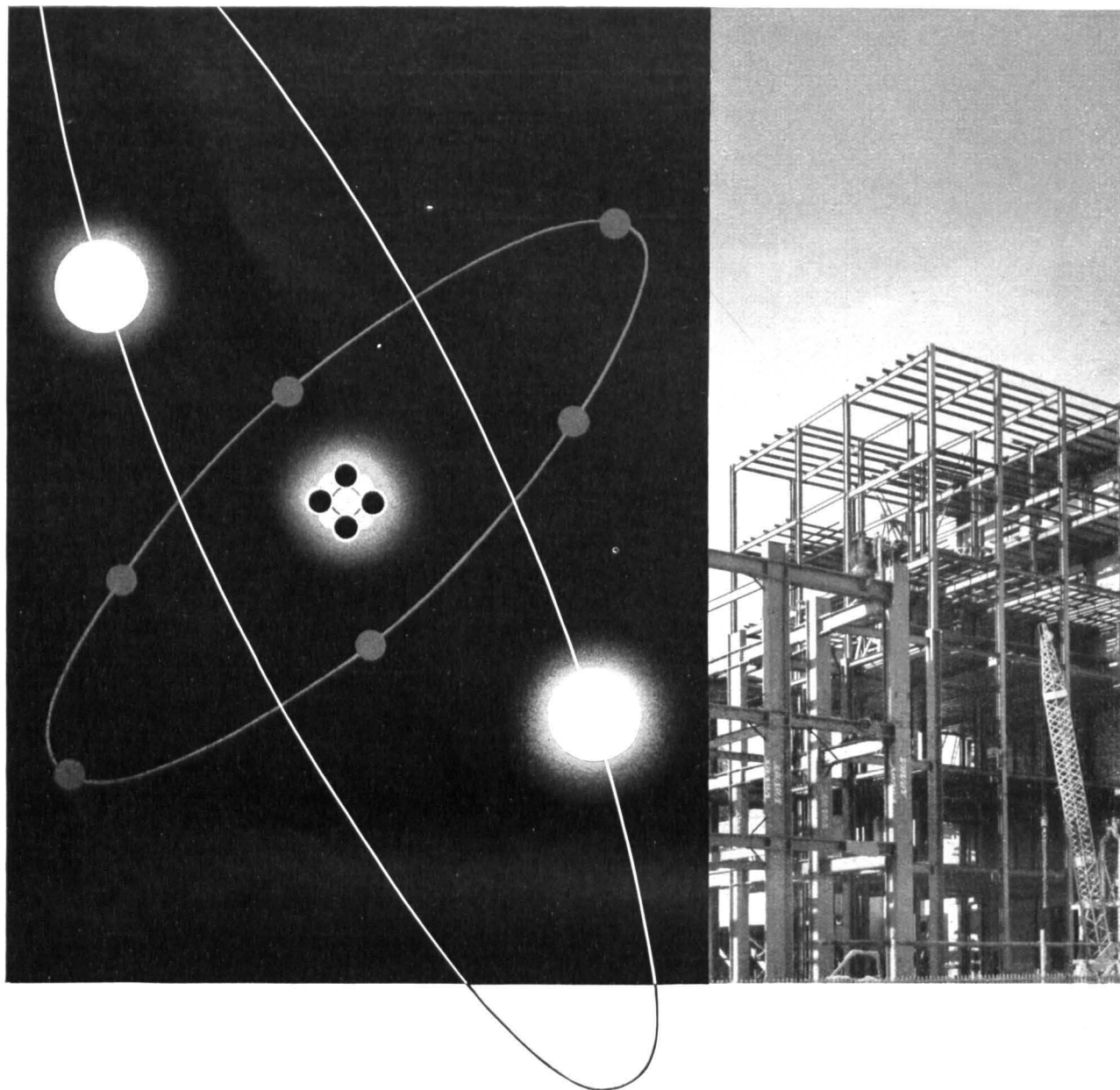


Bild 7



Sicherheit von Mensch und Arbeit

durch Verwendung von Stahl
im bautechnischen Luftschutz!

Wir haben die nachstehend genannten Schriften in Vorbereitung, die wir an Interessenten auf Wunsch kostenlos abgeben:

- *Dr. Ing. Schoszberger* Bautechnischer Atomschutz
- *Dipl.-Berging. Ruhe* Der Schutzstollen und sein Ausbau in Stahl



BERATUNGSSTELLE FÜR STAHLVERWENDUNG

DÜSSELDORF

KAPPELLSTRASSE 12

TELEFON 45312

Bauliche Maßnahmen im Rahmen des industriellen Luftschutzes

Von Dr.-Ing. Frießecke, Bonn

I. Die grundlegenden Anschauungen

1. Wirkungen der Angriffsmittel

Gegen Ende des zweiten Weltkrieges hatte die Luftschutztechnik in Deutschland einen hohen Stand erreicht. Namentlich im industriellen Luftschutz haben die getroffenen Maßnahmen ihre Wirksamkeit und ihre Wirtschaftlichkeit erwiesen. Die Erfahrungen fanden ihren Niederschlag in einschlägigen Vorschriften und in später niedergelegten Erfahrungsberichten¹⁾. Seitdem hat aber die Entwicklung der Zerstörungs- und Vernichtungswaffen entscheidende Neuerungen gebracht; unsere Anschauungen bedürfen daher einer entsprechenden Erweiterung und Ergänzung. Die Wirkungen, mit denen wir heute zu rechnen haben, sind in diesem Heft an anderer Stelle ausführlich dargelegt. Es genügen also hier einige kurze Hinweise.

2. Entwicklung der Angriffs- und Abwehrmittel

Jedes neue Angriffsmittel fordert ein neues Abwehrmittel heraus und umgekehrt, so daß eines das andere ständig zu neuen Entwicklungen treibt. Das galt besonders für die Endjahre des letzten Krieges, gilt aber auch für die seitdem verflossene Zeit und wird weiterhin gelten. Es dürfte daher zweckmäßig sein, im Zweifelsfalle die Schutzmaßnahmen lieber stärker zu machen, als es in den verschiedenen Richtlinien nahegelegt ist, und so der Entwicklung vorzugreifen.

3. Besondere Angriffsmittel

Insbesondere muß man damit rechnen, daß gegen industrielle Ziele auf diese abgestellte, besondere Angriffsmittel eingesetzt werden. Als Beispiel seien die von den Engländern mit Erfolg gegen Talsperren eingesetzten Rollminen genannt. Sie besaßen einen Durchmesser von 1,2 m und waren 1,6 m lang; ihr Gewicht betrug anfangs 3,5 t und wurde später auf 5 t gesteigert. Man hängte sie an der Unterseite der Flugzeuge in einem Gestell auf und versetzte sie kurz vor dem Angriff, der aus geringer Höhe auf der Wasserseite gerade auf die Mauer zu geflogen werden mußte, in schnelle Umdrehungen, die beim Auftreffen auf das Wasser die vom Flugzeug gegebene Bewegung abbremsen¹⁾. Es brauchen nicht immer Sprengmittel zu sein, die gegen industrielle Anlagen eingesetzt werden. Z. B. haben die Engländer Störballons verwendet, die selbsttätig eine vorbestimmte Höhe einhielten und Schleppdrähte hinter sich herzogen, um durch den Kurzschluß beim Gleiten des Schleppdrahtes über Hochspannungsleitungen diese elektrisch zu durchsägen. Auf demselben Gedanken beruhte die von uns entwickelte, aber nicht eingesetzte „Seilbombe“, nur daß statt des Drahtes ein Drahtseil und statt des Ballons ein Flugzeug benutzt werden sollte¹⁾.

II. Die „Richtlinien für Einzel- und Sachschutz“

Das Bundesministerium für Wohnungsbau hat bereits 1952 einen „Fachausschuß Bautechnischer

Luftschutz“ mit 15 Arbeitskreisen gebildet, deren einer der „Arbeitskreis Bautechnischer Luftschutz in der Industrie“ ist. An diesem ist das Bundesministerium für Wirtschaft in enger Zusammenarbeit mit dem Bundesverband der Deutschen Industrie führend beteiligt. Hier wurden in drei aufeinanderfolgenden, nicht veröffentlichten Entwürfen zunächst „Richtlinien für Einzel- und Sachschutz“ ausgearbeitet. Schon hierbei, noch stärker aber bei einer eingehenden Besichtigung großer Industriewerke, zeigte es sich deutlich, daß der bautechnische industrielle Luftschutz in dem großen Rahmen des Industrie-Luftschutzes überhaupt gesehen werden muß. Die Darlegungen dieses Aufsatzes beruhen größtenteils auf den weitgetriebenen Vorarbeiten des Arbeitskreises; sie versuchen aber, dem großen Zusammenhang gerecht zu werden.

III. Grundsätzliches zum industriellen Luftschutz

1. Verschiedenartigkeit der Betriebe

Die Industriebetriebe unterscheiden sich mindestens gruppenweise in hohem Maße sowohl durch die hergestellten Erzeugnisse und die jeweils angewandten Fertigungsverfahren als auch durch die Entstehungszeit, die Entwicklung, die sie genommen haben, und durch die besonderen Bedingungen, unter denen sie arbeiten. Demgemäß sind auch die Voraussetzungen, unter denen die möglichen Luftschutzmaßnahmen anzuwenden sind, keineswegs gleichartig. Dies bedingt, wenn der für ein bestimmtes Werk erforderliche Schutzgrad festliegt, bei jedem einzelnen Werk eine besondere Behandlung der jeweils in Betracht kommenden baulichen Schutzmaßnahmen.

2. Verbundwirtschaft und Luftschutz

Erschwerend wirkt hierbei noch die vielfach vorhandene enge, nicht allein sachliche, sondern auch zeitliche wechselseitige Abhängigkeit der Werkstätten eines bestimmten Betriebes und ganzer Gruppen von Betrieben. Die Verbundwirtschaft, die zwischen Kohle und Eisen, Kohle und Energie, Kohle und Chemie besteht, erfordert besondere Maßnahmen und Ordnungen, um den Ausfall von Werken, von Verteilungsanlagen und Leitungsstrecken innerhalb des Verbundes auszugleichen. Oft kam es vor, daß durch Bombentreffer z. B. ein ganzes Kraftwerk ausfiel, indem infolge von Relaisauslösungen durch Kurzschlüsse oder mechanische Erschütterungen oder infolge Dampfmangels bei Kesselhausschäden u. dgl. einzelne Maschinen selbsttätig abschalteten, hierdurch andere Maschinen überlastet wurden und infolgedessen gleichfalls ausfielen und auf diese Weise jede Folge zur Ursache wurde, so daß die ganze Anlage stromlos wurde¹⁾. Der Grund für eine solche Kette von Folgeerscheinungen liegt darin, daß man einerseits ein Kraftwerk aus betrieblichen Gründen nur allmählich innerhalb einer bestimmten Zeit und auch dann nicht vollständig stilllegen kann, und daß man es auch nicht stilllegen darf, weil die Folgen in den stromverbrauchenden Betrieben, Städten

und Wohnungen gerade im Alarmfalle sehr schwerwiegend sein könnten. Ähnliches gilt für viele andere Betriebe, z. B. für Zechen, insbesondere aber für die chemische Industrie, die meist mit Durchlaufverfahren arbeitet und in die sich abspielenden Vorgänge ruckartig nicht eingreifen kann, ohne u. U. erhebliche Gefahren für Betrieb und Belegschaft heraufzubeschwören.

3. Schutz der Notbelegschaften

Das hat die leider nicht abwendbare Folge, daß im Alarmfalle nicht die ganze Belegschaft die Schutzräume aufsuchen kann, sondern daß eine Notbelegschaft, vielleicht nur einige Männer, an den Maschinen, den Kesseln, den Öfen, den Schaltständen bleiben muß. Daß diese Notbelegschaft nach Möglichkeit am Ort einen Schutz erhält, der dem durch die Schutzräume gewährleisteten entspricht, ist selbstverständlich.

4. Blockbetrieb¹⁾ und Betriebsregelung im Alarmfalle

Diese Gedanken berühren einen ganzen weitgreifenden Zusammenhang von Luftschutzmaßnahmen im Betriebe, welche mit den baulichen Maßnahmen nur in lockerer Verbindung stehen, nämlich

die Aufspaltung einer etwa vorhandenen einzigen Kette von Betriebsabläufen in mindestens zwei parallel laufende und voneinander unabhängige Ketten (Blockbetrieb)¹⁾,

die besonderen Betriebsregelungen im Alarmfalle, die zeitlich geregelte, schrittweise Verlangsamung und Stilllegung der Betriebsabläufe, u. U. durch selbsttätige Steuermaschinen,

die Aufstellung und Ausrüstung der Einsatztrupps zur Behebung von Schäden und ihre Unterbringung in ausreichender Entfernung vom Betriebe und anderes mehr.

5. Das Prinzip der Unterteilung

Die eigentlichen baulichen Maßnahmen können gegen die Wirkungen der Angriffsmittel nur einen begrenzten Schutz gewähren. Man muß also mit Ausfällen rechnen. Um diese möglichst klein zu halten, ist es notwendig, das Prinzip der Unterteilung überall folgerichtig und unbeirrt durchzuführen. Soeben wurde es schon erwähnt: Bildung von unabhängig nebeneinander herlaufenden Ketten von Betriebsabläufen; es gilt aber genau so für den Bau der Schutzräume für die Belegschaft, für den Schutz der Maschinen und sonstigen Betriebsanlagen, für die Schaffung kleiner Brandabschnitte im Betriebe, für die Unterteilung von Lagern entzündlicher und feuergefährlicher Stoffe. Ebenso selbstverständlich, wie ein seegehendes Schiff durch Schotte „unsinkbar“ gemacht wird, sollte jeder Betrieb durch Unterteilung „unzerstörbar“ gemacht werden.

6. Verlagerung von Betrieben oder Betriebs teilen

Das beste Mittel, ein lebenswichtiges Werk oder unentbehrliche Betriebsteile zu sichern und der Gesamtwirtschaft zu erhalten, ist selbstverständlich, es in

weniger dicht besiedelte Gegenden zu verlagern und bei dieser Gelegenheit einzubunkern oder in Stollen unterzubringen. In den meisten Fällen werden dies aber die hohen Kosten oder die Abhängigkeit des Betriebes von der Verkehrslage usw. verbieten.

7. Luftschutzkosten in neuen und in bestehenden Betrieben

Die Pläne für Neuanlagen sollte man, auch wenn die Ausführung bevorsteht oder schon begonnen hat, luftschutztechnisch ergänzen, da dann die zusätzlichen Kosten verhältnismäßig niedrig bleiben und sich im Rahmen von etwa 10% der ursprünglich für die Bauten vorgesehenen Summe halten werden. Bauliche Luftschutzmaßnahmen in schon bestehenden und laufenden Betrieben sind kostenmäßig als Umbauten zu bewerten, zumal sie gewisse Betriebserschwernisse, besonders während der Bauzeit, unvermeidlich mit sich bringen. Diese möglichst klein zu halten, wird Sache einer eingehenden Vorplanung sein müssen.

8. Luftschutzplanung

Bei der Planung von Schutzmaßnahmen für Werke und Werkstätten überhaupt kann man nicht von Einzelheiten ausgehen, sondern muß man die Gesamtanlage ins Auge fassen, die nach Möglichkeit betriebsfähig zu erhalten ist. Der Schutz, den die Betriebsgebäude selbst bieten, kommt der gesamten darin befindlichen Anlage und der Wirtschaftlichkeit des Betriebes im Kriege zugute. Die Schutzmaßnahmen selbst sind mit den Betriebserfordernissen bis ins einzelne abzustimmen; ferner ist festzulegen, welche Schutzmaßnahmen in ruhiger Zeit durchgeführt werden können und müssen, und welche durch Bereitstellen von Werkstoffen und Fertigteilen vorzubereiten sind, um sie zu gegebener Zeit nachzuholen.

Bereitgestellte Fertigteile sind insofern vorteilhafter, als sie nicht wie Baustoffe zu irgendwelchen anderen Zwecken verarbeitet werden können und von der eigenen Belegschaft, wenn genau ausgearbeitete Einbauvorschriften vorhanden sind, eingebaut werden können.

Zweckmäßig ist, zunächst einen überschlägigen Gesamtplan aufzustellen und diesen schrittweise unter Berücksichtigung der jeweiligen Erkenntnisse durchzuplanen und nach Maßgabe der vorhandenen Mittel durchzuführen.

9. Herzstücke

Wenn auch die aufeinanderfolgenden Arbeitsvorgänge in jedem Betrieb eine Kette bilden, in der kein Glied, wenn man dem Betriebszweck voll gerecht werden will, entbehrlich ist, so nehmen doch häufig einzelne Maschinen und Anlagen eine Sonderstellung ein, sei es, daß sie besonders empfindlich, sei es, daß sie nur einmal vorhanden und im Ernstfalle nicht ersetzlich sind, sei es, daß ihre Instandsetzung nach Beschädigungen ausnehmend lange Zeit erfordern würde. Dies sind die sogenannten „Herzstücke“ des Betriebes, die aus den angeführten Gründen besonders zu schützen sein werden.

10. Schutz der Belegschaft

Der Schutz des Hauptteils der Belegschaft ist von dem Schutz der übrigen Bevölkerung nicht verschie-

den; für ihn gelten die bereits im BMWo erarbeiteten Richtlinien für Bunker, Stollenbauten, Schutzbauten A, B und C. Auf einen besonders wichtigen Gesichtspunkt ist aber auch hier hinzuweisen: Die Warnzeiten werden sehr kurz sein und einige wenige Minuten im Regelfall nicht übersteigen. Daher sollen die Wege zu den Eingängen der Schutzbauten nicht länger als allenfalls 100 m sein. Zu den Schutzbauten zählen auch die Zuführungen, sofern sie unter der Erde liegen und genügend fest sind. Es ist dringend erforderlich, daß die Angehörigen der Belegschaftsmitglieder bezüglich des Schutzes nicht schlechter oder besser gestellt sind als diese selbst, weil sonst erfahrungsgemäß damit zu rechnen ist, daß entweder die Angehörigen die Schutzräume des Betriebes aufsuchen und sogar dauernd belegen, oder umgekehrt die Belegschaftsmitglieder nur unregelmäßig zur Arbeit erscheinen. Auf alle Fälle ist zu empfehlen, die Schutzbauten in den Betrieben eher etwas zu reichlich zu bemessen, damit Überbelegungen nicht gleich zu Unzuträglichkeiten führen.

Es sind Fälle denkbar, in welchen dem Betriebe selbst daran gelegen sein kann, daß die Werksiedlungen wenigstens teilweise evakuiert werden.

IV. Grundlagen für Gestaltung und Berechnung

1. Die Richtlinien für den konstruktiven Hochbau

In dem Entwurf „Richtlinien für den konstruktiven Hochbau“ des BMWo sind die seither gewonnenen Antworten auf die Frage niedergelegt, wie man Häusern und Hallen mit wirtschaftlich vertretbaren Aufwendungen eine gesteigerte Widerstandsfähigkeit gegen den Luftstoß, insbesondere den der Atombombe, verleihen kann. Diese Richtlinien gelten auch für die Betriebsbauten. Die in ihnen enthaltene Grundanschauung läßt sich folgendermaßen ausdrücken:

2. Das Prinzip des durchgehenden baulichen Zusammenhangs

Die wirkenden Kräfte sind weniger statisch als dynamisch. Sie stellen überaus harte Stöße dar, die von den Seiten und von oben als Luftstoß, von unten wie bei einem Erdbeben als senkrechte und waagerechte Komponente der Bodenwelle auftreten, und die je nach ihrer Ursache — gewöhnliche Sprengbombe oder Atombombe — und je nach dem Grad ihrer Plötzlichkeit vorwiegend örtliche Zerstörungen hervorrufen oder vorwiegend den Bau als Ganzes erschüttern. Die dadurch hervorgerufenen Beanspruchungen sind kaum zu berechnen und nur schwer abzuschätzen. Die Erfahrung lehrt aber, daß ein ununterbrochener Zusammenhang aller Bauteile miteinander, der auch bei statischen Kräften die Feldmomente wesentlich herabsetzt, am ehesten den Bestand des Bauwerks gewährleistet. Daher ist als wesentlicher Konstruktionsgrundsatz festzuhalten, daß über die statisch gebotenen Erfordernisse hinaus überall, wo es nur angängig ist, für eine räumliche zuverlässige Verbindung aller Bauteile zu sorgen ist. Es sind zweckmäßigerweise erdbebensichere Bauarten mit Berücksichtigung eines von allen Seiten zur Wirkung kommenden erhöhten Windschutzes anzuwenden. Dies gilt auch und namentlich bei allen Verstärkungen vorhandener Bauteile. Sind vor bestehende Wände neue Schalen vorzublenzen oder sind Wand-

öffnungen zu schließen, so müssen die hinzukommenden Wandteile zug- und schubfest mit den bestehenden Wänden verbunden werden.

In USA sind bezüglich des durchgehenden baulichen Zusammenhangs 20 Regeln³⁾ aufgestellt worden; sie sind ein Ergebnis der bei den Detonationen von Atombomben gemachten Beobachtungen und der in Erdbengebieten, namentlich in Japan, gemachten Erfahrungen. Die wichtigsten Regeln seien hier angeführt:

- 2) Man konstruiere das Haupttragwerk durchlaufend und biegungssteif und vermeide einfach gestützte Glieder.

Mit dem gegenseitigen Abstand der Haupttragteile gehe man möglichst nicht über 6,10 m, keinesfalls über 7,60 m hinaus, um Zwischenbauteile noch unmittelbar auf der Hauptkonstruktion aufzulagern und mit ihr verbinden zu können.

- 5) Als Baustoff für die Hauptkonstruktion sollten nur Stahlbeton (als Ortbeton, Fertigteile oder Spannbeton) und Stahl, vorzugsweise geschweißt, verwendet werden.
- 6) Alle Verbindungsstellen des tragenden Gerippes sollten bieguings- und schubfest vorgesehen werden. Dies ist besonders wichtig beim Zusammenschluß von waagerechten Teilen am Gebäudeäußeren. Säulenanschlüsse an die Fundamente sollten für mindestens 50%ige Einspannung bemessen werden.
- 10) Die Knotenausbildungen von stählernen Fachwerkbindern und Bogenkonstruktionen sowie von den dazugehörigen Verstrebungen müssen der Tragfähigkeit der zu verbindenden Teile voll entsprechen.
- 13) Zwischendecken sind unmittelbar mit der Tragkonstruktion zu verbinden. Hängedecken und Decken aus nur schwach eingebundenen Deckensteinen werden tunlichst vermieden.
- 18) Fenster setzen die Wandsteifigkeit herab. Glasscheiben stellen bei Detonationen eine große Gefahr dar. Öffnungen sollten daher vermieden oder auf ein Mindestmaß beschränkt werden.
- 19) Außentüren gehören in die Längswände. Läßt sich das nicht durchführen, so sind die Fenster und Türen in das mittlere Drittel der Querwände zu legen.
- 20) Alle Umfassungswände und die zur Aufnahme von Schubkräften vorgesehenen Innenwände müssen hub- und kippstabil mit der Gründung verbunden sein. Sind die Wände auf Grundbalken oder Gewölbe gestellt, so sind diese Teile auf Biegung und Drillung zu bemessen.

Aus den Erfahrungen mit gewöhnlichen Sprengbomben kommen noch zwei Einzelheiten hinzu, die man nicht unbeachtet lassen sollte. Mit Verzögerung zerknallende Bomben können tief in den Erdboden fahren, unter die Grundstreifen geraten und von hieraus das Gebäude sozusagen aus den Angeln heben. Es ist also günstig, die Baulichkeiten tief zu gründen, u. U. zwei Kellergeschosse anzuordnen oder außen herum tiefer reichende Stahlbetonschürzen vorzulegen.

Bei Stahlbetongerippebauten leiteten die steifen Längsurte die durch Volltreffer entstehenden Verschiebungen und Erschütterungen weithin fort und führten auch in Entfernungen von 30 m von der Einschlagstelle zu erheblichen Gebäudeschäden, die nur schwer zu beheben waren¹⁾. Hieraus folgt, daß die gewohnten durchgehenden Dehnungsfugen nicht fortgelassen werden dürfen, vielmehr in kürzeren Abständen anzuordnen sein werden.

3. Rechnerische Ersatzlasten

Unter allen diesen Gesichtspunkten sind die vorgeschriebenen Ersatzlasten zu betrachten. Als solche sind vorläufig ins Auge gefaßt:

für Umfassungswände und Schutzwände in Werkhallen	500 kg/m ²	als waage- rechte und senkrechte Wind- belastung
für Anlagen im Freien, insbesondere Rohrstränge auf Stützen und Frei- leitungen	1000 kg/m ²	
für Schutzzellen und -stän- de sowie für Überdeckungen von Herzstücken	2000 kg/m ²	
für Massivdecken (auch mit Rücksicht auf Einstürze)	2000 kg/m ²	

Die zulässigen Spannungen dürfen bei Berechnung nach diesen Lasten um 50% erhöht werden.

Außerdem sind, um einen hinreichenden Schutz gegen Splitter zu gewährleisten, bestimmte Wanddicken zwischen 4 cm (Stahl) und 80 cm (Erde zwischen brandgeschützten Bohlen) gefordert.

V. Baustoffe

1. Mauerwerk

Das Prinzip des durchgehenden baulichen Zusammenhanges gilt nicht allein bei Hallen und Gebäuden, sondern auch bei allen einzelnen, im folgenden noch näher zu besprechenden Schutzeinbauten. Auch bei diesen muß man sich darauf einstellen, daß die Wirkungen der Angriffsmittel, auch der Sprengbomben, nicht mehr örtlich begrenzt sein, sondern sich über einen größeren, bei Atombomben sogar sehr großen Bereich erstrecken werden, und daß dem Luftstoß und dem bis allenfalls 1 atü Unterdruck erreichenden Luftsog eine weitaus größere Bedeutung zukommen wird, als wir sie im Gedächtnis haben. Daher kommen Trockenmauerwerk, obwohl es sich im letzten Kriege gut bewährt hat, und gewöhnliches Mauerwerk für Schutzeinbauten nicht mehr in Betracht (vgl. hierzu Abschnitt VI. 9.). Stahlbeton und brandgeschützter Stahl werden vorzuziehen sein. Auch Mauerwerk aus Formsteinen mit kräftiger Längs- und Querbewehrung ist geeignet²⁾.

2. Holz

Solange das Holz mangels einer geeigneten Tränkung ein brennbarer und beim Brennen große Hitze entwickelnder Baustoff bleibt und die unabdingbare Forderung besteht, die „Brandladung“ in jedem „Brandabschnitt“ möglichst klein zu halten, ist Holz nicht nur zu vermeiden, sondern auch überall zu entfernen.

C. Koerfer sagt auf Grund der von ihm gesammelten Erfahrungen der Kraftwirtschaft³⁾ hierzu: „Einstürzende brennende Holzdächer glühten alle Maschinen und Anlageteile aus. Besonders gefährlich waren hölzerne Verschalungen unter Holzdächern, weil sich in den so geschlossenen Hohlräumen das Feuer durch Wärmestau und Stichflammenbildung rasch ausbreitet und hier nicht bekämpft werden kann.“ Er empfiehlt, „alle hölzernen Dachschalungen und untergehängten Staubdecken sowie alle hölzernen Teile, wie Treppen, Gerüste, Kisten, zu entfernen“.

VI. Verstärkungen und Einbauten

1. Schutzzellen und Schutzstände

Für die Notbelegschaft wurden schon im letzten Kriege Schutzzellen — als Fertigteile angelieferte „Körbe“ aus Stahlbeton für 1 bis 2 Mann — und Schutzstände — am Ort hergestellte Kästen, ebenfalls aus Stahlbeton und ein wenig größer als die Zellen — vielfach verwendet. Sie haben sich nach einstimmigem Urteil seinerzeit gut bewährt. Jetzt müssen wir indes mit den Wirkungen der überschweren Sprengbomben, die im Jahre 1945 bereits Gewichte von 6,5 t erreicht hatten, und vor allem der Atombomben rechnen. Das bedeutet, daß diese Zellen und Stände für den Einzelschutz mit dickeren Wandungen und mit Drucktüren für Überdrücke bis zu 9 atü, außerdem mit selbsttätig zufallenden Sechschlitzblenden aus Stahl versehen sein und nach dem Einbau eine zusätzliche Ummauerung oder Umbetonierung als Schutzmantel gegen die Kernstrahlung erhalten müssen.

Da sie häufig in der Nähe von Feuerungen, von Behältern und Rohren mit gefährlichen Flüssigkeiten und Gasen, von Starkstromleitungen und -schaltern eingebaut werden müssen, und da außerdem die hohen Überdrücke des Luftstoßes gegen die Zelle bzw. den Stand und die etwa folgenden Einstürze zu bedenken sind, so bedarf die Auswahl des Einbauplatzes besonders sorgfältiger Überlegung.

2. Verstärken von Bindern und Gerippen

Alle Ergänzungen an bestehenden Bauten müssen sich an die vorhandenen Konstruktionen anpassen und den laufenden Betrieb und seine Erfordernisse berücksichtigen. Insbesondere Krananlagen werden manche an sich möglichen Verstärkungen verboten. Der hier nicht erreichbare Gesamtschutzgrad muß dann durch die örtlichen Maßnahmen zum Schutze der Maschinen und Anlageteile erzielt werden.

3. Verstärken von Wänden

a) Verstärken der Wandflächen

Grundsätzlich kann man diese Aufgabe auf drei Weisen lösen:

Wenn es sich um ein Bauwerk mit standfestem Gerippe handelt und der Inhalt anderweitig hinreichend geschützt ist, verzichtet man ganz und gar auf eine Verstärkung der Wände und findet sich damit ab, daß sie ausgeblasen werden.

Wenn der Aufwand, die Wände hinreichend zu verstärken und die Fenster fest genug zu verwahren, unverhältnismäßig groß wird, so verstärkt man sie soweit tunlich und läßt oben ein Lichtband stehen, welches

mindestens 20% der Gesamtfläche ausmachen muß. Das Lichtband bildet nach Ausblasen der Verglasung eine Druckausgleichsöffnung, wodurch die Wand erhalten bleiben kann.

Bei Neubauten bildet man aus Wänden, Fußböden, Decken und Bindern nach den Grundsätzen des Schiffsbaus einen biegesteifen Kasten, der einer Druckbelastung von 1000 kg/m² aus beliebiger Richtung gewachsen und erdbebensicher ist. Anzustreben ist, ihn so zu gestalten, daß seine Eigenschwingungsdauer die Dauer der Luftstoßdruckwelle bzw. der Bodenwelle übertrifft.

b) Verwahren der Fensteröffnungen

Auf alle Fälle werden die Fensteröffnungen bis über die Höhe der Maschinen zu schließen sein. Die Verwahrungen müssen die gleiche Widerstandsfähigkeit wie die Mauer selbst besitzen. Man kann

- die Öffnungen zumauern,
- bewegliche oder feste Fensterblenden aus Stahl anbringen,
- festе Fensterblenden aus Stahlbetonfertigteilen einbauen.

4. Schutzwände

a) Maschinen und Einrichtungen

In den meisten Werkstätten und Werkhallen werden die Wände nicht auf eine Standfestigkeit zu bringen sein, die für den Schutz von Maschinen und Einrichtungen als ausreichend angesehen werden kann. Dann wird man die Maschinen einzeln oder gruppenweise nach Maßgabe des vorhandenen Raumes und wie es die laufende Fertigung gestattet, durch besondere Wände schützen. Diese sind am Boden standfest anzuschließen und können durch waagerechte Steifen, die geeignet sind, die Trümmerlast des Daches mit aufzufangen, untereinander verbunden sein.

Oft ist es möglich, die vorteilhafte Stellung quer zur Längsachse des Raumes anzuwenden. Stützteilungen können benutzt werden, um durch Aufbauen der Wände zwischen Stützen rechteckige Teilflächen in gut geschützte Räume zu verwandeln.

b) Türen und Tore

Durchgänge und Toröffnungen, soweit sie nicht entbehrlich sind und verwahrt werden können, müssen ebenfalls gegen das unmittelbare Durchfahren des Luftstoßes und gegen Splitter abgedeckt werden. Hierzu werden Schutzwände in dem verkehrsmäßig richtigen Abstand quer vor die Öffnungen gestellt, und zwar so, daß sie die Öffnungen beiderseits um mindestens das Maß dieses Abstandes überragen. Vorteilhaft ist es, wenn außerdem der Zwischenraum zwischen Schutzwand und Außenwand widerstandsfähig überdeckt wird. Den gleichen Zweck erfüllen Halbhauben nach Abschnitt VI. 7. Nur weniger benutzte Tore wird man in dieser Weise verbauen können. Lassen in geringer Entfernung vor dem Tor stehende Querbauten einen senkrecht auf das Tor andringenden Luftstoß als unwahrscheinlich annehmen, so kann man sich auch mit Schutzwänden, die das Tor flankieren, zufrieden geben. Ist eine solche Lage nicht gegeben, so werden entsprechend verstärkte Torflügel oder bewegliche Schutzwände vorzusehen sein.

c) Anlagen im Freien

Soweit Anlagen im Freien nicht an starke Mauern angelehnt sind, werden sie von allen Seiten zu schützen sein. Hierfür sind Schutzwände vornehmlich geeignet. Geschützte Zugänge und nötigenfalls Belüftungsöffnungen sind vorzusehen. Bei besonders feuergefährlichen Betriebseinrichtungen, wie Mineralöltanks, Öltransformatoren u. dgl., sind auf entgegengesetzten Seiten ausreichend bemessene Zugänge für die Löschmannschaften freizuhalten. Von den Öffnungen sollen Schutzwände soweit abgesetzt sein, daß die Löschgeräte ohne wesentliche Behinderung an den Brandherd herangebracht werden können.

d) Bauarten

Schon in ruhigen Zeiten fest einzubauende Schutzwände wird man, wenn irgend durchführbar, am Ort herstellen. Zur Wahl stehen zunächst folgende Bauarten:

- Stahlbeton,
- Stahlbeton in Verbindung mit brandgeschützt anzuordnenden Stahlprofilen,
- Mauerwerk aus Formsteinen mit kräftiger Längs- und Querbewehrung²⁾. Formsteine deshalb, weil die Mauerwerksverbände das Einlegen von Bewehrungsstäben nur in den Lagerfugen gestatten und man andererseits im Hinblick auf den Zusammenhalt der Mauer auf die wechselseitige Überdeckung der Stoßfugen nicht verzichten kann. Zudem kann die Lagerfuge nur dünne Stäbe aufnehmen. Woraus die Steine bestehen, ist unwichtig; sie müssen aber eine Festigkeit von mindestens 150 kg/cm² aufweisen, möglichst stoßfest sein und ein gutes und zuverlässiges Haften des Fugenmörtels ermöglichen. Die Steine sind unbedingt vollfugig zu vermauern.

Sprechen wichtige betriebliche Gründe dafür, die Schutzwände erst zu gegebener Zeit einzubauen, so wird man gut tun, sie in Gestalt von Fertigteilen zu beschaffen und zunächst nur bereitzustellen und zu lagern, seien es durchweg Stahlbetonfertigteile, seien es Verbindungen von Stahl- und Stahlbetonfertigteilen. Bei allen derartigen Konstruktionen ist es unumgänglich, daß die Teile kraftschlüssig aneinander angeschlossen werden, d. h., daß an den Verbindungsstellen die vollen Kräfte, die der angeschlossene Teil aufzunehmen vermag, auch übertragen werden können.

5. Energieverzehrende Vorhänge

Energieverzehrende Vorhänge bestehen aus reihenweise nebeneinander aufgehängten Ketten aus beiderseits mit Ösen versehenen Rundstahlenden, die in etwa 6 cm dicke Zylinder aus hochfestem Beton eingebettet sind. Sie kamen in der letzten Zeit des Krieges auf und wurden mit bestem Erfolg in Munitionshallen zum Schutze von Öffnungen verwendet, wo sie zu zweien hintereinander angebracht wurden.

6. Dachdeckungen

Wie bereits erwähnt, kann der Luftstoß auch schräg von oben hereinbrechen und die Dachdeckung mitsamt Sparren und Pfetten auf die Maschinen schleudern. Damit die Dachbinder nicht zugleich abstürzen und die

fallenden Trümmer nicht zu stark auf die Maschinen aufschlagen, soll die Dachhaut leicht sein. Damit die Dachhaut nicht zu sehr zersplittert und als Schutt herunterkommt, soll sie in sich einen guten Zusammenhang besitzen. In Hallen, in denen Hitze entwickelt wird, z. B. in Gießereien, kann die Dachhaut leicht und wärmedurchlässig sein. Hier ist Asbestzement brauchbar. Wo ein gewisser Wärmeschutz vonnöten ist, kommen leichte Stegzementdielen, die aber miteinander gut verbunden sein müssen, und am Ort hergestellte, bewehrte dünne Schalen aus Bimsbeton in Betracht.

7. Schutzhauben

Einzelne Maschinen, namentlich Herzstücke, können weitgehend durch vollständige Schutzhauben, in der Regel aus Stahlbeton, geschützt werden. Die mit diesen im letzten Kriege gemachten Erfahrungen sind recht gute. Man stellte Halbbögen von geringer Breite her, die mittels Kran versetzt und paarweise gegeneinandergelehnt wurden; sie bildeten auf diese Weise ein fortlaufendes Gewölbe. Der Horizontalschub wurde durch U-förmige Rinnen oder starke in den Boden gesetzte Winkeleisen, in welche man die Bogenfüße hineinsetzte, aufgenommen. Um den Gewölberaum zu entlüften und um sich etwa wechselnden Durchmessern der Maschine anzupassen, verwendete man Bögen verschiedenen Durchmessers und schob das weitere Gewölbe über das engere ein Stück hinüber. Wo es notwendig war, z. B. bei der Regler- und Erregerseite eines Turbosatzes, deckte man auch die Stirnseiten ab¹⁾. Schutzhauben dieser Art überstanden auch Einstürze von Dächern und bildeten, nachdem sie mit Dachpappe überdeckt worden waren, noch jahrelang nach Kriegsende eine brauchbare „Unterkuft“ für die Maschinen.

Den jetzt zu erwartenden Beanspruchungen entsprechen Schutzhauben dieser Art nicht mehr; sie müssen einen ausreichenden Längsverband erhalten, wesentlich verstärkt und im Boden gegen einen seitlichen Luftdruck von 2 t/m² verankert werden.

8. Abspannungen mittels Drahtseilen

In vielen Fällen wird es eine schwierige Aufgabe sein, Hallenbinder, Gerippe von Gebäuden, Fördergerüste, Bandbrücken, Rohrleitungsständer, Wassertürme usw. durch konstruktive Veränderungen für einen seitlichen Winddruck von 500 oder 1000 kg/m² genügend standfest zu machen. Wo es dann der Platz erlaubt, kann man sich mit Stahlseilabspannungen helfen, welche die Einspannungsmomente von Pfosten und Pfeilern stark abmindern, und, wenn sie in zwei oder mehr Stockwerken übereinander angebracht werden, auch die Knicklängen entsprechend herabsetzen. Sind für einzelne Halteseile die Längen durch Baulichkeiten oder irgendwelche Betriebseinrichtungen beschränkt, so kann man sie über Stützgabeln, z. B. aus zwei Stahlrohren, kurz herunterführen.

Die Abspannungen dürfen nur schwach gespannt sein, weil

die senkrechte Belastung der Stützglieder nicht übermäßig gesteigert werden darf, das Bauwerk dem Luftstoß nachgeben und ausschlagen muß, und

ein straff gespanntes Stahlseil für Beschädigung und Durchschlag durch Splitter wesentlich empfindlicher ist als ein nur eben angespanntes.

9. Trockenmauerwerk

Trockenmauerwerk neigt in hohem Maße zu Splitter-, Schutt- und Staubbildung. Daher ist es für alle Werkstätten, die Maschinen, maschinelle Einrichtungen, Meß- und Schaltgeräte oder Rohr- und Kabelleitungen bergen, abzulehnen (vgl. Abschnitt V. 1.). Anders ist es bei Anlagen im Freien, weil diese ohnehin wenig empfindlich und meist auch in sich standfest sind oder durch Abspannungen auf verhältnismäßig einfache Weise standfest gemacht werden können. Als solche kommen in Betracht: auf niedrigen Ständern verlegte Rohrleitungen, die unteren Abschnitte von Bandbrückenpfeilern, Blöcke von Kesseln und Rohren in chemischen Betrieben. Mindestens 60 cm dicke Pakungen bieten hier einen guten Schutz, wenn die Steine fest und maßhaltig sind, wenn sie im Verband dicht an dicht gelegt werden und wenn die seitlichen und oberen Randstreifen mit feinem Mörtel und dünner Fuge vermauert werden.

10. Brandschutzmaßnahmen

a) Kleine Brandabschnitte schaffen!

Das Prinzip der Unterteilung ist, wie bereits erwähnt, auch für alle Brandschutzmaßnahmen grundlegend. Es gilt, kleine Brandabschnitte mit möglichst verringerten Brandladungen zu schaffen.

Hierzu gehört auch die Unterteilung von Kohlenlagern durch Doppelwände, zwischen denen sich Brandgassen befinden¹⁾. Feuergefährliche Stoffe sind entweder einzubunkern oder in Teillagern, die durch Schutzwände getrennt sein müssen, unterzubringen. Bei feuergefährlichen Flüssigkeiten muß man damit rechnen, daß die Behälter beschädigt werden und das Öl, oder was es sei, ausläuft. Damit es sich nicht ausbreitet, empfiehlt es sich, die Auslaufumgebung durch flache Wälle einzugrenzen.

b) Kanäle und Deckenöffnungen beachten!

Der Betriebsablauf bringt es mit sich, daß Werkstätten und Maschinenräume oft durch Kanäle oder Öffnungen in den Decken untereinander verbunden sind. Z. B. führen Kabelkanäle vom Kraftwerk zur Schaltwarte und zur Verteilungsstelle. In diesen können sich brennende Flüssigkeiten ausbreiten oder die Kabel selbst fortschreitend in Brand geraten. Man schütze sie daher mit trockenem Sand zu¹⁾. Bedenklich sind auch lange Förderbänder aus brennbaren Stoffen, z. B. aus Gummi; denn sie sind geeignet, einen Brand über lange Strecken fortzuleiten¹⁾. Die vorhandenen Deckenöffnungen sind meist nicht unmittelbar erforderlich oder können verkleinert werden; beides geschieht z. B. mittels fest anzuschließender, genügend dicker Stahlblenden, die bei Bedarf geöffnet werden können.

c) Behälter und Leitungen

In vielen Fällen wird es erforderlich werden, Behälter und Leitungen, besonders wenn es sich um solche handelt, die feuergefährliche, explosive oder giftige Flüssig-

keiten oder Gase enthalten, mit einer größeren Zahl von u. U. ferngesteuerten Absperrvorrichtungen zu versehen. Da es wesentlich ist, daß diese erhalten bleiben, sind sie besonders sorgfältig zu schützen.

d) Unterbringung der Löschgerätschaften

Angemerkt sei, daß alle Löschgeräte mehrfach vorhanden sein und, sofern sie für die Löschtruppe bestimmt sind, außerhalb des Betriebes an verschiedenen sicheren Stellen satzweise untergebracht werden sollten.

11. Tarnung

Die bekannten Tarnmaßnahmen werden auch jetzt nicht entbehrt werden können. Sie sind zu ergänzen durch Maßnahmen gegen Radar und Infrarotbeleuchtung.

VII. Schutzgrad

Die Erfahrungen des letzten Krieges sind nicht allein von uns, sondern in vielleicht noch höherem Maße von den anderen beteiligten Staaten ausgewertet worden. Wir müssen uns daher klar sein, daß die Methoden des Luftkrieges von Anfang an erheblich genauer auf das Endziel ausgerichtet sein werden, nämlich auf die

rasche und gründliche Lahmlegung des Gegners. Es ist nicht anzunehmen, daß man wichtige Industrien ein zweites Mal schonen oder überhaupt unbehelligt lassen wird. Dem kann nicht anders als durch einen rechtzeitig eingerichteten Schutz begegnet werden.

Werke, die in Großstädten oder an ihrem Rande gelegen sind, werden sich auf Atombombenangriffe gefaßt machen müssen; ebenso in engen Räumen zusammengeballte Industrien. Nach ihrer Wichtigkeit wird hier kaum eine Auslese getroffen werden können. Anders ist es mit besonders kriegswichtigen Betrieben, z. B. Großkraftwerken. Es ist denkbar, daß sie in bestimmten Kriegslagen des Einsatzes einer Atombombe für wert erachtet werden. Die hier angedeuteten Überlegungen sind es, welche für den Schutzgrad bestimmend sein dürften.

Schrifttum:

1) Dr.-Ing. C. Koerfer: „Der Schutz von Anlagen der Elektrizitätsversorgung gegen Luftangriffe.“ Herausgegeben 1952 von der Vereinigung Industrieller Kraftwirtschaft (VIK), Essen.

2) Brt. Dr.-Ing. H. Vogt: „Bewehrtes Mauerwerk.“ Die Bauwirtschaft 1954, Heft 23.

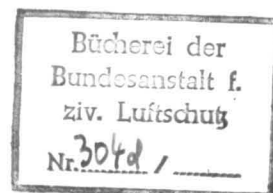
3) „20 Konstruktionsgrundsätze für Bauten im Zerstörungsbereich von Atombomben.“ Herausgegeben vom Chefkonstrukteur des „Bureau of Yards and Docks“ der US-Marine.

AlfaDruck

GRAPHISCHE WERKSTÄTTEN UND VERLAG



GESCHÄFTSKARTEN
BRIEFBOGEN / RECHNUNGEN
PROSPEKTE
PREISLISTEN / KATALOGE
ZEITSCHRIFTEN
BÜCHER



BERLIN W 35 · GENTHINER STRASSE 38 · FERNSPRECHER 24 64 84

Stahltüren

FÜR **LUFTSCHUTZ** u. **BRANDSCHUTZ**
(FEUERHEMMENDE UND FEUERBESTÄNDIGE
TÜREN · SCHUTZRAUMABSCHLÜSSE USW.)



Seit
75
Jahren

STAHLTÜREN UND STAHLTORE
IN ALLEN GRÖSSEN UND BAUARTEN

DEUTSCHE METALLTÜREN-WERKE

AUG. SCHWARZE A-G.

BRACKWEDE (WESTF.) · BERLIN-CHARL. 9