**Zeitschrift:** Schutz und Wehr : Zeitschrift der Gesamtverteidigung = revue pour les

problèmes relatifs à la défense intégrale = rivista della difesa integrale

Herausgeber: Schweizerische Luftschutz-Offiziersgesellschaft; Schweizerische

Gesellschaft der Offiziere des Territorialdienstes

**Band:** 35 (1969)

**Heft:** 5-6

**Artikel:** Schutzbauten für die Luftschutztruppen : ein Diskussionsbeitrag

Autor: [s.n.]

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-364409

# Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

# **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

# Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF: 23.10.2025** 

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

# Schutzbauten für die Luftschutztruppen (ein Diskussionsbeitrag)

#### I. Grundsätzliche Ueberlegungen

r/s- Die Schutzbauten in den Bereitstellungsräumen der Ls Trp bezwecken, Menschen und Material gegen die primären und sekundären Wirkungen der Waffen derart zu schützen, dass die Truppe ihren Auftrag erfüllen kann.

Der Schutz wird durch folgende Mittel erhöht:

- Geeignete Wahl der Standorte der Schutzanlagen
- Verteilung der einzelnen Schutzbauten
- Tarnung der Schutzbauten
- Schutzgrad der einzelnen Anlagen
- Verbindungssystem zwischen den Schutzbauten

Die Bedrohungen, gegen welche ein Schutz benötigt wird, sind:

- die primären Wirkungen der bekannten Waffen, wie direkter Beschuss mit molekularen und atomaren Waffen usw.;
- die sekundären Wirkungen, wie die Vertrümmerung oberirdischer Bauten, die Brände, die radioaktive Verstrahlung und chemische Verseuchung.

Die Stellung der Luftschutztruppen als stärkstes Element in der Hierarchie der Mittel zum Schutze der Bevölkerung bringt es mit sich, dass sie sich mit Behinderungen bei der Erfüllung ihres Auftrages selbst auseinandersetzen muss. Für die Hilfeleistungen sind keine weiteren Organisationen vorhanden, und mit dem Einsatz von andern Truppen, z. B. von Genieformationen, zum Entsatz von Ls Trp kann in den wenigsten Fällen gerechnet werden.

#### II. Allgemeine technische Gesichtspunkte

Die baulichen Schutzmassnahmen werden aus der Liste der möglichen Vorkehren zur Erhöhung der Ueberlebenschancen herausgegriffen, weil sie erstens sehr wirksam sind und zweitens unter Umständen Anforderungen an die Führungskräfte stellen, denen sie nicht unbedingt gewachsen sind. Unrichtige, d. h. unausgewogene Konstruktionen sind ein Verlust von Geld und Material. Ferner können sie in der akuten Phase zum vorzeitigen psychischen Zusammenbruch führen.

Bei der Ausführung von baulichen Schutzmassnahmen werden im allgemeinen folgende zwei Wege beschritten:

- Verstärkung von Kellerräumen in bestehenden Gebäuden oder bei Neubauten
- Erstellung von zweckgebundenen unterirdischen Schutzbauten ausserhalb der Gebäude.

In der Schweiz bestehen umfassende praktische und Versuchserfahrungen für beide Systeme.

# 1. Der Schutzgrad

Unter Schutzgrad versteht man die Grenzen, bei denen irgendeine primäre oder sekundäre Waffenwirkung die Insassen oder das Material im Schutzraum gefährdet. Die Beurteilung des zu fordernden Schutzgrades ist ein konzeptionelles Problem, das sich auf finanzielle und taktische Gesichtspunkte stützt. Das Verhältnis von Kosten zu Schutzgrad

ändert, je nachdem, welcher der oben angeführten Wege beschritten wird. Die Erhöhung des Schutzgrades bei ausgewogen durchgebildeten Schutzräumen wirkt sich in einer Reduktion der Wirkungsradien der Waffen aus. Bei nuklearen Explosionen werden beispielsweise die Wirkungsradien für 1 MT (Megatonne = Energieäquivalent von 1 Mio t Sprengstoff) mit Sprengpunkt, Lufttief durch verschiedene Schutzgrade wie folgt vermindert:

Schutzgrad	Wirkungsradius
1 atü	3 km
3 atü	1,8 km
10 atü	$0.8 \mathrm{\ km}$
20 atü	$0.2 \mathrm{~km}$

Diese Angaben beziehen sich auf die Wirkung der *Luftstösse*; für den Strahlenschutz gelten andere Gesetzmässigkeiten.

Für die Wahl des erforderlichen Schutzgrades bei den Schutzbauten der Ls Trp in den Bereitstellungsräumen spielt auch die Entfernung vom zugeordneten Einsatzort eine Rolle. Es ist weiter zu berücksichtigen, mit welchen maximalen Kalibern der Kernwaffen auf die zugeordneten Einsatzorte vernünftigerweise gerechnet werden muss. Schliesslich darf nicht ausser acht gelassen werden, dass ein zukünftiger Krieg nicht notgedrungen nur mit nuklearen Waffen geführt wird. Es spricht nichts dagegen, dass auch weiterhin konventionelle Waffen — möglicherweise sogar ausschliesslich — zum Einsatz kommen können. Dementsprechend muss der Schutzgrad der Schutzanlagen eines bestimmten Bereitstellungsraums auch vom allgemein taktischen Gesichtspunkt aus beurteilt werden.

Es wäre naheliegend, den Schutzgrad der Bereitstellungsräume derart abzustimmen, dass sie dann ausfallen, wenn der zugeordnete Einsatzraum in einem Grad zerstört ist, dass es dort nichts mehr zu retten gibt. Diese Ueberlegung ist aus zwei Gründen unzulässig. Erstens zeigt die Erfahrung bei Katastrophen, dass durch eine Unzahl von Zufälligkeiten auch bei sehr starken Zerstörungen noch relativ viele Menschenleben gerettet werden können. Zweitens ist die Erhaltung der Ls Trp auch deshalb geboten, weil dieses sehr starke Mittel zu Rettungsaufgaben nach der Zerstörung des primär vorgesehenen Einsatzortes auch anderweitig benötigt werden kann.

Eine spezielle Frage bildet der Schutz des Materials. Der Verlust namentlich des schweren Materials (Fahrzeuge, Baumaschinen usw.) ist für die Ls Trp gleichbedeutend mit dem Verlust der Geschütze für den Artilleristen. Die Empfindlichkeit der verschiedenen Materialkategorien gegen die Waffenwirkungen bildet das Kriterium für den erforderlichen Schutzgrad. Die Zahl sowie die Grösse der einzelnen Geräte ist massgebend für die räumliche Gestaltung und die Kosten der Bauten. Für den Schutz des Materials gibt es zwei Extremfälle, zwischen denen irgendwo ein Optimum liegt, nämlich:

- geringe bauliche Aufwendungen, dafür starke Dezentralisation der Geräte;
- Konzentration und entsprechend stärkeren baulichen Schutz.

Das Optimum muss durch Studien und Optimalisierungsuntersuchungen ermittelt werden. Die Beantwortung dieser Frage ist deshalb wichtig, weil sie unter Umständen für die Wahl des Standortes der Bereitstellungsräume massgebend sein kann.

# 2. Funktionelle Gesichtspunkte

Die Schutzräume der Ls Trp müssen — im Gegensatz zu denjenigen der zivilen Bevölkerung — nur während der akuten Phase der Bedrohungen belegt und verschlossen sein. Unmittelbar nachdem die akute Gefahr vorüber ist, muss die Truppe rasch und unbehindert für die Erfüllung der zugewiesenen Aufgaben einsatzbereit sein. Dies hat wichtige Konsequenzen bei der Standortswahl bezüglich Blockierung der Ein- und Ausgänge sowie der Einsatzachsen und der Gestaltung der Eingangsbauwerke und der Notausgänge.

Es ist kaum zu erwarten, dass in jedem Falle die Bereitstellungsräume nach erfolgtem Einsatz der Truppen verlassen bleiben. Die Einsätze können sich wiederholen oder während längerer Zeit andauern. Vorbereitete Unterkünfte in den Bereitstellungsräumen sind in diesen Fällen wichtige Stützpunkte für die Retablierung, Ruhe, administrativen Dienste usw. Bei dieser Verwendung der Schutzanlagen sind im Innern Zirkulationen in beiden Richtungen zu erwarten, was bei der Planung von «Vorräumen» entsprechend berücksichtigt werden muss.

#### 3. Beurteilung der Standorte

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich nicht auf die Standortswahl der Bereitstellungsräume, sondern auf diejenige der Schutzbauten im zugewiesenen Bereitstellungsraum. Durch die Umgebung der Schutzanlagen können die Schutzwirkungen positiv oder negativ beeinflusst werden. Sie wirkt sich aber auch auf die funkntionellen Bedürfnisse aus. Hohe Gebäude verbessern zwar den Strahlenschutz, führen aber zu vermehrter Trümmerbildung, wodurch die Beanspruchung der Schutzräume durch fallende Trümmer erhöht und die Selbstbefreiung erschwert oder gar verunmöglicht wird. Brennbares Material in den Gebäuden beeinflusst die Brandbelastung und damit die Gefahren in den Schutzräumen durch äussere Brände. Abflussrohre, Gas-, Wasserleitungen und Kanalisationsschächte sowie Lichtschächte oder Kamine, Heizöltanks usw. verursachen zusätzliche Gefahren für die Schutzrauminsassen. Auch die Beschaffenheit des Bodens, in dem sich die Schutzräume befinden, namentlich im Falle von Grundwasser oder benachbarten Wasserläufen, beeinflussen den Schutzwert der Anlagen. Bei der Festlegung der Standorte von Schutzanlagen sollten neben den organisatorischen und taktischen Gesichtspunkten auch die örtlichen Gegebenheiten bezüglich zusätzlicher Gefährdungen untersucht werden. Ohne diese Abklärungen besteht das Risiko, dass Aufwendungen für einen «Scheinschutz» gemacht werden, der, abgesehen von den Fehlinvestitionen, im Ernstfall katastrophale Folgen haben kann.

Im Hinblick auf die gemachten Ausführungen stellt sich die berechtigte Frage, ob es ausser in dringenden Notfällen im Sinne von Improvisationen verantwortet werden darf, Ls Trp bei der Bereitstellung in Schutzräumen unterzubringen, die sich in Kellern von Gebäuden befinden. Die damit verbundene Be-

hinderung durch Vertrümmerung und die Risiken für die Entstehung von Bränden sind allein in der Lage, den Einsatz der Ls Trp ganz oder für längere Zeit zu verunmöglichen.

#### 4. Die angreifenden Kräfte

#### 4.1 Allgemeines

Der Begriff «Kräfte» ist im vorliegenden Fall umfassend zu verstehen. Es sind damit alle von den bekannten Waffen ausgehenden primären und sekundären Wirkungen gemeint. Eine ausführliche Behandlung dieses Themas würde den Rahmen der vorliegenden Arbeit übersteigen.

Die Waffenwirkungen sind im Sinne einer Uebersicht in den drei Tabellen im Anhang zusammengefasst:

- a) Die *Tabelle 1* enthält eine «Analyse der Gefahren» mit den Angaben über Ursachen, die Wirkungsart, den Wirkungsbereich der Gefahren sowie die Dauer und die Toleranzgrenzen.
- b) Die *Tabelle 2* enthält die Ursachen, die Wirkungen auf Schutzbauten und die bautechnischen Reaktionen
- c) Die *Tabelle 3* gibt die quantitativen Werte wieder, welche der Dimensionierung von Schutzbauten verschiedener Schutzgrade gegen die von *Kernwaffen* ausgehenden Wirkungen zugrundegelegt werden sollten.

Erläuternd mögen noch folgende Hinweise dienen:

#### 4.2 Wirkung von Geschossplittern

Diese Wirkung wird im allgemeinen stark unterschätzt. Ihre Durchschlagskraft ist sehr gross und ihre Flugbahnen sind nur auf geringe Distanz einigermassen gerichtet. Im weitern weisen sie sehr scharfe Ecken und Kanten auf, die als Schneiden wirken und zu schweren Verletzungen führen.

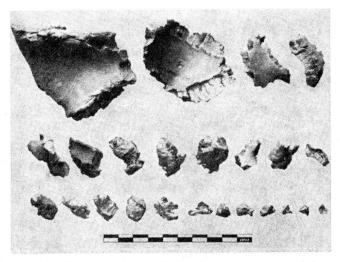


Abb. 1. Spektrum der Splittergrössen einer 50-kg-Fliegerbombe

Bei Geschossexplosionen über dem Boden und Distanzen von einigen Metern können die Splitter selbst in Eisenbeton ganze Zonen abtragen.

Wegen den unregelmässigen Flugbahnen können auch unterirdische Bauteile wie Türen und Ausstiegsöffnungen von Splittern getroffen werden, wenn sie nicht durch Abwinklungen der Gänge oder durch Wände genügend geschützt sind.



Abb. 2. Durch Bombensplitter erodierte Betonwände



Abb. 3. Durch die Wirkung von Bombensplittern auf die Scharnierrollen abgefallener Panzerbetondeckel

Die nachstehende Tabelle gibt einen Hinweis auf die erforderlichen Schutzdicken gegen Splitter von 500-kg-Bomben.

Material	Dicke in cm
Eisen — Stahl	etwa 7
Eisenbeton (hochwertig)	etwa 30— 40
Backsteinmauerwerk	etwa 50 80
Sandsäcke	etwa 60— 90
Tannenholz (fugenlos)	etwa 80—110

4.3 Wirkung von Explosionen nahe der Schutzraumhülle

Diese Explosionen oder frei fallende Trümmer, die auf Decken aufschlagen, erzeugen auf der Innenseite des Konstruktionsteils Abplatzungen, welche, ohne dass die Bauteile durchschlagen werden, mit grosser Wucht in die Räume fliegen und die Insassen gefährden. Als Schutz gegen fallende Trümmer im Innern von Gebäuden und bei normalen Stockwerkhöhen genügen armierte Betondecken von 15 bis 20 cm Dicke.

Bei Explosionen sind die erforderlichen Schutzdikken jedoch wesentlich grösser. Beispielsweise betragen sie bei 500-kg-Bomben etwa 2,4 m. Durch Verkleidung der Innenseite mit dehnbarem Material, z. B. Blech, welches das Abplatzen verhindert, können die Schutzdicken erheblich vermindert werden. Dies gilt auch für Decken bei grossen Fallgewichten und grosser Höhe, wie sie bei hallenartigen Gebäuden auftreten können. Die Abbildungen 4 bis 7 zeigen Abplatzeffekte bei Fallasten und bei der Explosion einer 50-kg-Bombe, die anliegend an einer 1,2 m dicken, sehr stark armierten Bunkerwand gesprengt wurde.

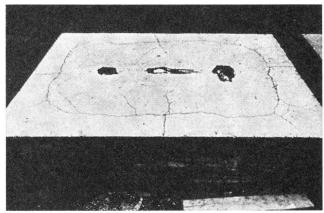


Abb. 4. Durch Fallasten erzeugte Zerstörungen auf der Oberseite einer Betondecke



Abb. 5. Durch Fallasten entstandene Absprengung auf der Unterseite einer Betondecke

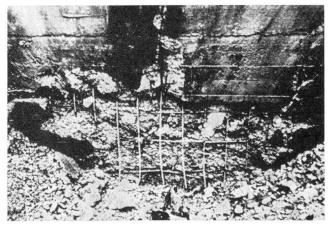


Abb. 6. Zerstörungen an der Aussenseite einer Betonwand nach der Explosion einer anliegenden 50-kg-Fliegerbombe

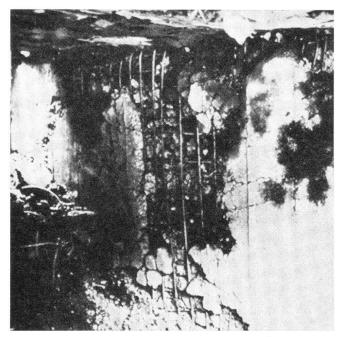


Abb. 7. Absprengungen auf der Innenseite einer Betonwand nach der Explosion einer an der Aussenseite anliegenden 50-kg-Fliegerbombe

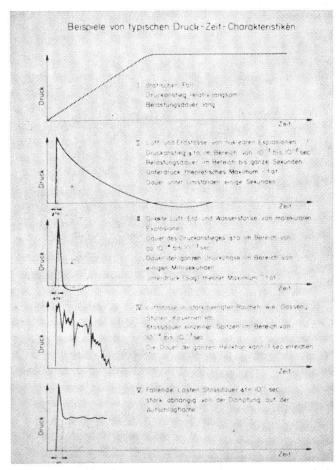


Abb. 8. Charakteristiken des zeitlichen Verlaufs verschiedener Belastungsarten

4.4 Wirkungen von Luft-, Erd- und Wasserstössen

Die Luft-, Erd- und Wasserstösse sowie Schläge von Fallasten sind dynamische Wirkungen. Sie unterscheiden sich im zeitlichen Verlauf gegenüber statischen Belastungen. Während bei einer Stossbelastung die wirkenden Kräfte plötzlich von 0 auf ein Maximum ansteigen und in kurzer Zeit wieder abfallen, sind statische Belastungen durch einen relativ langsamen Lastanstieg und eine anschliessende längere Belastungsdauer charakterisiert. Die Abbildung 8 zeigt die Charakterstiken verschiedener Belastungsvorgänge.

Bei Luftstössen treten beim Auftreffen auf Hindernisse oder beim Eindringen in begrenzte Räume komplizierte Reflexions- und Staueffekte auf, welche die Wirkungen der Luftstösse um ein Mehrfaches des ursprünglichen Druckes steigern können. Die Abbildung 9 zeigt eine Schlierenaufnahme an einem Modell, welche vom Ernst-Mach-Institut aufgenommen wurde. Die Druckfronten sind als schwarze Linien sichtbar.

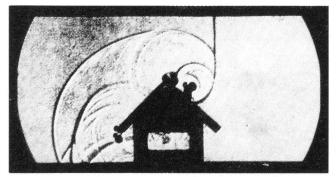


Abb. 9. Schlierenaufnahme des Ernst-Mach-Institutes eines Luftstosses nach dem Auftreffen und Eindringen in ein Modellhaus

Der chaotische Verlauf der Druckfronten sowohl durch die Reflexionen aussen am Modell wie auch des ins Innere eingedrungenen Luftstosses illustriert die Kompliziertheit solcher Vorgänge. Diesen Tatsachen muss bei der Dimensionierung von Abschlusstüren sowie luftberührten Wänden im Innern von Gebäuden Rechnung getragen werden.

Hinter den Verdichtungswellen bei Luftstössen läuft eine Verdünnungswelle nach. Diese Phase des Stossvorganges wird als «Sog» bezeichnet. Ueber die Wirkung des Soges wird viel Falsches geschrieben. Durch Reflexionen und Umlenkungen von Durchstössen, die in Strassen und Gebäude eingedrungen sind, treten vielfach Symptome auf, die im Endzustand auf Kraftwirkungen gegen die Druckstossrichtung hinweisen, welche irrtümlich als Sogwirkungen gedeutet werden. Bei allen bisher durchgeführten Erhebungen sowohl bei Versuchen als auch bei Explosionskatastrophen konnten alle scheinbaren Sogwirkungen auf Druckeffekte zurückgeführt werden. Die Abbildung 10 zeigt ein nach einer Explosion gegen die Explosionsstelle zu gebogenes Drahtglasfenster, welches eindeutig durch einen im Innern des Gebäudes umgelenkten Druckstoss im Endzustand entsprechend der Abbildung verformt wurde. Ursprünglich ist die neben dem Fenster liegende Türe aufgeschlagen worden, wie das abgeschlagene Schloss zeigt. Beim Rückprall der Druckfronten an den inneren Gebäudewänden wurde sowohl die Türe wieder zugeschlagen als auch das Fenster nach aussen gebogen.

Die Beanspruchungen unterirdischer Schutzanlagen durch Erdstösse sind dann besonders gross, wenn sie durch namhafte Bewegungen des umgebenden

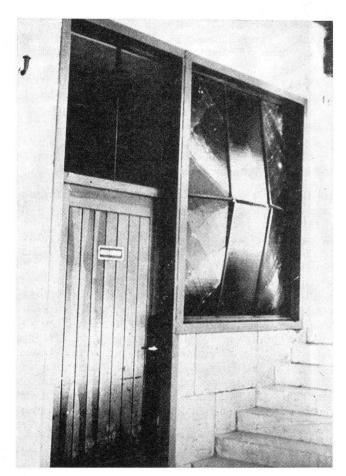


Abb. 10. Ein in Richtung gegen die Explosionsstelle gebogenes Drahtglasfenster, das durch einen gefangenen Druckstoss herausgedrückt wurde

Bodens und nicht nur durch «Vibrationen» hervorgerufen werden. Dieser Zustand tritt dann ein, wenn sich Schutzbauten im Gebiet des Kraters bei unterirdischen Explosionen befinden oder wenn die Bodenoberfläche auf grosse Gebiete durch erhöhte Luftstösse von Kernexplosionen belastet wird. Das Zusammenwirken der unterirdischen Bauwerke mit dem umgebenden Boden ist sehr kompliziert und im einzelnen noch nicht erschöpfend erforscht. Bisherige Untersuchungen haben immerhin gezeigt, dass nachgiebige Konstruktionen mit stark gebogenen Hüllen wie Kugeln oder Zylinder auch bei geringen Wandstärken in der Lage sind, wesentlich höhere Beanspruchungen durch Erdstösse zu ertragen als starre Konstruktionen mit geraden Flächen. Die Abbildungen 11 bis 13 zeigen die Zustände der Wände verschiedener unterirdischer Schutzbauten nach der Explosion einer 50-kg-Fliegerbombe in etwa 4 m Abstand auf der Tiefe der Sohle der Bauwerke.

Eine unarmierte 40 cm dicke und 5 m lange Betonwand eines Versuchsraumes ohne Betonboden mit aufgelegter Decke wurde auf die ganze Länge eingedrückt und an die Rückwand des Raumes geschoben. Eine andere Betonwand gleicher Grösse von 30 cm Dicke mit einem innern und äussern Armierungsnetz, das zudem mit dem Boden und der Decke verbunden war, wurde zwar stark verformt, aber stürzte nicht ein. Ein Zylinderschutzraum mit abgeflachtem Boden und 7 cm Betonwandung, der zudem aus einzelnen Elementen zusammengesetzt war (altes System Vobag) zeigte nach der Sprengung lediglich etwas geöffnete Fugen und feine Risse.

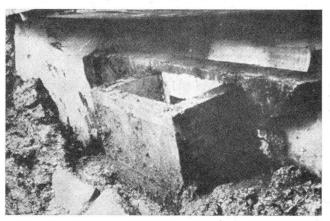


Abb. 11. Zustand einer 40 cm dicken unarmierten Betonwand nach der Explosion einer 50-kg-Bombe in 4 m Abstand auf der Tiefe der Sohle

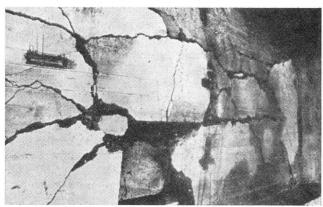


Abb. 12. Zustand einer 30 cm dicken kreuzweise armierten Betonwand nach der Sprengung einer 50kg-Bombe in 4 m Abstand auf der Tiefe der Sohle



Abb. 13. Zustand einer 7 cm dicken armierten und gebogenen Wand einer Betonschale nach der Explosion einer 50-kg-Bombe in 4 m Abstand auf der Tiefe der Sohle

Ein spezieller Fall der Untergrundverhältnisse im Zusammenhang mit den Erdstössen bildet das in der Schweiz verbreitete *Grundwasser*. Ohne auf Einzelheiten einzutreten, muss darauf hingewiesen werden, dass bei Druckstössen im Boden erhebliche Bewegungen des Grundwasserspiegels auftreten können. Bei Sprengversuchen in siltigem Boden sind Grundwasserhebungen auf grössere Zonen bis zu 1,5 m

Höhe beobachtet worden. Das Absinken solcher gehobener Grundwasserspiegel ist stark von der Durchlässigkeit des betreffenden Bodens abhängig und kann bis Tage dauern. Für unterirdische Schutzbauten, selbst wenn deren Sohlen über dem Grundwasserspiegel liegen, schliesst dies die Gefahr der Ueberflutung in sich, namentlich wenn man berücksichtigt, dass infolge der Stossbelastung die Hüllen unter Umständen klaffende Risse aufweisen.

Durch die Stösse werden Erschütterungen erzeugt, welche zu Beanspruchungen der Bauwerke, einzelner Bauteile und der Installationen durch Trägheitskräfte führen. Diese Kräfte sind um so grösser, je grösser die Beschleunigungen und die beschleunigten Massen sind. Es ist möglich, dass daraus Beanspruchungen resultieren, welche zur Zerstörung von Bauteilen oder zum Ab- oder Ausreissen von Befestigungen führen. Im wesentlichen kann zwischen zwei Arten von Erschütterungen unterschieden werden: a) solchen, welche auf einzelne Bauteile durch fallende Lasten oder nahe Explosion molekularer Sprengstoffe wirken;

b) solchen, die das ganze Bauwerk in Schwingungen versetzen wie Luft- und Erdstösse infolge von Kernexplosionen.

Die Beschleunigungen der ersten Art sind allgemein im Druckbereich, der praktisch in Frage kommt, viel grösser als die letzteren. Die Erschütterungswirkungen sind unbedingt bei Verstärkungseinbauten durch Spriessungen in bestehenden Kellern zu berücksichtigen, damit nicht der ganze Einbau einstürzt. Durch das «weiche» Befestigen von Installationen und Einrichtungen — z. B. mit Zwischenlagen aus einem allseitig elastisch wirkenden Material — können die Erschütterungswirkungen auf diese Befestigungseinrichtungen stark abgemindert werden. Auf Einzelheiten kann im Rahmen dieser Arbeit nicht eingegangen werden.

Neben den Erschütterungen sind bei grossflächigen Stossbelastungen, z.B. infolge Atomexplosionen, aber auch bei Geschossexplosionen im Boden, im Gebiet der Krater die Verschiebungen zwischen Bauwerk und umgebendem Boden zu berücksichtigen. Durch diese Verschiebungen werden hauptsächlich diejenigen Bauteile beansprucht, welche aus dem Bauwerk herausragen, wie Fluchtröhren, Leitungen, Luftfassungen usw. Bei starren Verbindungen mit den Bauwerken werden solche Glieder mit grosser Wahrscheinlichkeit abgerissen. Die konstruktive Lösung besteht in einer beweglichen Verbindung, welche ohne abzureissen Verschiebungen in allen Richtungen in der Grössenordnung von 10 bis 20 cm erträgt.

Schliesslich muss noch auf die Gefahren für Schutzrauminsassen aufmerksam gemacht werden, welche von unterirdischen Leitungen ausgehen. Luftstösse, die in Kanalisationen eingedrungen sind, können auf grosse Distanzen Schachtdeckel mit Wucht hochschleudern. Befinden sich solche in Schutzräumen, sind die Insassen primär durch die weggeschleuderten Schachtdeckel und sekundär durch die auf dem Weg über die Kanalisation eingedrungenen Gase gefährdet. Praktische Erfahrungen aus der Friedenszeit zeigen bereits, dass durch zahlreiche Kanäle wie Kanalisationen, Kabelkanäle usw. bei Leitungsbrüchen der Gasversorgung Leuchtgas in die Kellerräume von Gebäuden gelangen kann. Wenn auch vorausgesetzt wird, dass nur noch entgiftetes Leuchtgas (ohne CO) verwendet wird, besteht doch

weiterhin die Gefahr von Gasexplosionen. In Wasserleitungen, welche unter Druck stehen, können Druckstösse von Explosionen auf grosse Distanzen übertragen werden, wobei die Leitungsbrüche erst bei Abzweigungen oder Schiebern, namentlich wenn solche aus sprödem Material bestehen, eintreten. Da solche Brüche auch bei den Hauseinführungen entstehen können, bilden Wasserleitungen eine Ueberflutungsgefahr für unterirdische Räume.

#### 5. Zulässige Beanspruchungen

Im Bauwesen sind die Kräfte, welche auf ein Bauwerk wirken, normalerweise nach Art, Grösse und Richtung entweder bekannt oder sie können begrenzt werden. Bei Schutzbauten ist deren Zerstörung das Ziel des Angreifers. Er wird daher Waffen einsetzen, die zum Bruch der Bauwerke führen. Mit den modernen Atomwaffen ist, mit Ausnahme von Bauten tief im Fels, die Zerstörung aller Schutzbauten möglich. Da mit zunehmender Stärke der Bauwerke die Wirkungsbereiche der Angriffswaffen abnehmen, kann der Gegner gezwungen werden, die Anzahl und die Wirksamkeit der Waffen zu vermehren. Bei molekularen Waffen ist eine Erhöhung des Einsatzes nicht unbeschränkt möglich. Bei Kernwaffen kann die Erhöhung des Einsatzes wegen der damit verbundenen Erhöhung des radioaktiven Ausfalls auch zu einer zunehmenden Gefährdung des Angreifers führen.

Im üblichen Ingenieurwesen werden die Bauten nach den Gesichtspunkten der Statik dimensioniert. Die SIA-Normen enthalten die erforderlichen Vorschriften sowohl für die in Rechnung zu setzenden Kräfte als auch für die zulässigen Beanspruchungen der Baustoffe. Die Ausnützung der Baustoffe ist normalerweise auf deren elastischen Bereich beschränkt. Bei Stossbelastungen, wie sie durch Waffenwirkungen auftreten, müssen die Bauteile und das Baumaterial eine gewisse Arbeit leisten können. Die kurzfristigen Belastungen haben zudem zur Folge, dass gewisse Verformungs- und Festigkeitseigenschaften gegenüber dem statischen Fall erhöht werden. Angesichts dieser Tatsachen ist es möglich, bei Schutzbauten insbesondere die Baustoffe Stahl und Beton für höhere Beanspruchungen auszunützen, als die SIA-Normen normalerweise zulassen. Demzufolge wurden in Zusammenarbeit mit dem SIA Richtlinien für die Ausnützung von Stahl und Beton bei Schutzbauten ausgearbeitet, die vom Bundesamt für Zivilschutz erheblich erklärt wurden. Die wichtigsten Angaben aus diesen Richtlinien sind nachstehend auszugsweise wiedergegeben:

- «Auch für Zivilschutzbauten und deren Bauteile gelten grundsätzlich die einschlägigen SIA-Normen für Beton und Eisenbeton, soweit es sich um sogenannte Friedensbelastungen handelt.
  - Für die Belastungszustände, welche durch die Waffenwirkungen bedingt sind, sollen folgende Regeln beachtet werden:
- Unter der Bedingung, dass durch geeignete Anordnungen der Armierungen (biegesteife Verbindungen, kreuzweise Armierung auf jeder Seite usw.) auf ein möglichst zähes Bruchverhalten des Bauwerkes geachtet wird, darf im übrigen die Dimensionierung statisch erfolgen, und der Sicherheitsfaktor gegen Fliessen kann auf 1 angesetzt werden (Traglastverfahren).

- Bei der Bemessung dürfen für die Fliess-Spannungen folgende Zuschläge zu den statischen Werten gemacht werden:
  - Armierungsstähle I / II / III um 20  $^{0}/_{0}$  für  $\varnothing$  7—18 mm um 10  $^{0}/_{0}$  für  $\varnothing$  20—30 mm
  - keine Erhöhung für 🛭 über 30 mm
- Die Fliesspannungen dürfen gegenüber den statischen Werten wegen des schnellen Spannungsanstiegs bei der Belastung erhöht werden. Die durch diese Erhöhungen erhaltenen Fliesspannungen dürfen aber nicht über der Bruchspannung des Stahls liegen.

Im Sinne einer Vereinfachung können vorläufig die Fliesspannungen, einschliesslich dynamischem Zuschlag, der gebräuchlichsten Stahlsorten wie folgt eingesetzt werden:

Stahlsorte		Fliess- annung -18 mm	$(kg/cm^2)$ $\varnothing$ 20—30 mm
Armierungsstahl I Armierungsstahl II		3000	2600
nach SIA-Norm 162 (1956) Armierungsstahl III	٠	4200	3800
nach Normenentwurf SIA ( (z. B. Box-Ultra, Caron, Ro Tor 42, Tor 50)	oto,	4800*	4600
* Zugfestigkeit massgebend			

- Für die Betonqualität sind die Bedingungen der SIA-Normen 162, insbesondere Art. 8, massgebend
  - Als Mindestfestigkeit müssen die Bedingungen für Beton BH P 300 entsprechend Art. 8, Ziff. 5, gegebenenfalls unter Berücksichtigung von Ziff. 4, erfüllt werden.
- Bei dynamischer Beanspruchung darf die ausgewiesene Betonwürfeldruckfestigkeit um 100 kg/cm² erhöht in Rechnung gesetzt werden.
- Die Betonschubfestigkeit und die Haftfestigkeit zwischen Beton und Stahl dürfen nicht erhöht werden.»
- Beim Holz als Baumaterial für Schutzbauten sind diese Erhöhungen der Materialausnützung nicht zu empfehlen. Einflussfaktoren wie Faserverlauf, Aeste, Rissigkeit, Trockenheitsgrad usw. können namentlich die Biege-Zug-Festigkeit bei Schlagbeanspruchungen negativ beeinflussen. Es ist daher angezeigt, die in den SIA-Normen für die einzelnen Holzqualitäten festgelegten zulässigen Spannungen für statische Belastungen auch bei Schutzbauten nicht zu überschreiten.

# III. Bauliche Möglichkeiten

Für Schutzbauten der Ls Trp in den Bereitstellungsräumen gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

- Ausbau von Kellerräumen in bestehenden oder neuen Häusern
- Die Erstellung gesonderter Schutzbauten an geeigneten Standorten ausserhalb von Gebäuden

#### 1. Ausbau bestehender Kellerräume

#### 1.1 Rechtliche Grundlagen

Wenn für die Ls Trp Schutzräume in Kellern von Gebäuden erstellt werden, die nicht Eigentum der öffentlichen Hand sind, kann dies nur mit Zustimmung des Eigentümers im sogenannten «Baurecht» erfolgen. Weigert sich ein Eigentümer, dieses «Recht» zu erteilen, sind in Friedenszeiten keine Rechtsmittel vorhanden, um dieses «Baurecht» zu erzwingen.

Im Rahmen dieses «Baurechts» müssen klare Grundlagen über die Verfügungsrechte bei Handänderungen, Umbauten oder Abbruch der benützten Gebäude geschaffen werden. Ebenfalls sind die sich bei der gemeinsamen Benützung von gewissen Gebäudeteilen, wie Eingänge, Korridore, Treppen usw., ergebenden rechtlichen Probleme zu berücksichtigen. Die Entwicklung der Angriffswaffen lässt erwarten, dass auch für die Schutzräume mit der Zeit Anpassungen und Aenderungen notwendig werden, wofür ebenfalls die Zustimmung des Hauseigentümers erforderlich ist.

Diese Hinweise, welche keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, zeigen immerhin, mit welchen Schwierigkeiten rechtlicher Art und mit welchen Kosten für Abgeltungen gerechnet werden muss, wenn in den Bereitstellungsräumen vorhandene Gebäude für die Schutzanlagen der Ls Trp verwendet werden.

#### 1.2 Technische Möglichkeiten

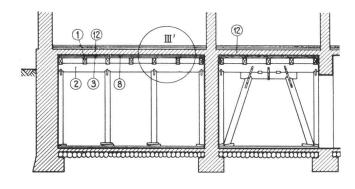
Die Verstärkung von bestehenden Kellern wird angestrebt, um unter Ausnützung der vorhandenen Gegebenheiten einen höheren Schutzgrad zu erreichen. Die Verstärkungen müssen nicht nur den Schutz gegen mechanische Wirkungen verbessern, sondern auch den Strahlenschutz erhöhen. Ferner muss die Verstärkung neben den Aufenthaltsräumen auch die Zugänge sichern. Schliesslich müssen die notwendigen Einrichtungen geschaffen werden, welche einen längeren Aufenthalt in den Schutzräumen ermöglichen, wie Luft, Wasserreserven, Beleuchtung, Liegestellen, Aborte usw. Die Erfüllung aller dieser Forderungen bei vorhandenen Kellerräumen ist teuer und zeitraubend, da die Verstärkungen in jedem Einzelfall an die vorhandenen Gegebenheiten angepasst werden müssen. Rationalisierung durch Serienproduktion ist praktisch unmöglich.

# a) Verstärkungen mit Holzeinbauten

Dieses System ist nur vollständigkeitshalber und weil es im Ueberraschungsfall als Notlösung zur Anwendung kommen kann, erwähnt. Für vorbereitete Massnahmen fällt es ausser Betracht.

Die Abb. 14 enthält ein Beispiel von Verstärkungen mit Holz, wie sie für Schutzräume am Anfang des letzten Krieges für sogenannte «nahtreffersichere Schutzräume» empfohlen wurden.

Der Schutz bezieht sich allein auf Trümmer, Geschossplitter und Kampfgase. Die Sicherung der Eingänge und Notausstiege ist nach den damaligen Kenntnissen konzipiert, wonach bei einem einzelnen Angriff noch keine flächenhaften Zerstörungen eintreten und nachbarliche Hilfeleistungen möglich sind. Da Kellerdecken vielfach mit Hohlstein ausgeführt sind, ist eine geschlossene Schalung zum Schutz gegen das Durchschlagen fallender Trümmer unerlässlich. Deckengewölbe aus Backstein oder



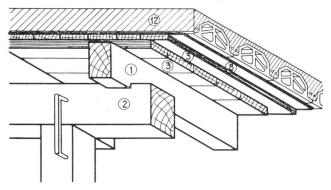


Abb. 14. Beispiel eines gewöhnlichen Schutzraumeinbaus mit Holzverstärkung

ähnlichen Baustoffen werden vielfach hinsichtlich Schutzwirkung überbewertet. Sie sind gegen das Durchschlagen kaum besser als andere Decken und schliessen zudem den Nachteil in sich, dass bei Verschiebung der Auflager das ganze Gewölbe einstürzen kann (Abb. 15).



Abb. 15. Absprengungen auf der Unterseite eines Kalksandsteingewölbes infolge einer Einzellast auf dem Scheitel

In Anbetracht der Erschütterungen, welche durch Kernwaffen erzeugt werden und die stark horizontale Bewegungen auslösen, müssen die Stützen gegen das Umkippen durch «Verschwenkungen» gesichert werden.

## b) Verstärkung mit Beton

Das Prinzip dieser Verstärkung besteht darin, dass in den bestehenden Kellerräumen ein weiterer «Kasten» aus Eisenbeton hineingestellt wird.

Es sind Verfahren bekannt, wo die Eisenbetondecken im betreffenden Keller auf dem Boden betoniert und anschliessend an die bestehende Decke gehoben werden. Nach dem Heben der Decke werden die Wände armiert, geschalt und ebenfalls betoniert. Diese Methode kann nur angewendet werden, wenn die bestehenden Räume einen möglichst einfachen Grundriss aufweisen und keine Leitungen vorhanden sind. Die Decken und Wände können für den gewünschten Schutzgrad berechnet werden. Dieses Verfahren eignet sich kaum für die Verstärkung von Korridoren, Treppen usw. Es ist zu erwarten, dass die Kosten für derartige Verstärkungen eher höher sein werden als bei der Erstellung gleichwertiger Schutzräume im Zusammenhang mit Neubauten. Die Dauer vom Zeitpunkt des Baubeginns bis zur Bezugsbereitschaft mit dem erwähnten Verfahren dürfte in der Grössenordnung von 4 bis 5 Wochen liegen.

Ein weiteres Verfahren besteht darin, dass vorerst Eisenbetonwände vor die bestehenden Wände vorbetoniert werden. Nach deren Erhärtung werden vorfabrizierte Betonträger auf die Mauerkronen aufgelegt. Diese Deckenträger dienen als verlorene Schalung und deren Zwischenräume werden vom Schutzraum her ausbetoniert. Durch entsprechende Anordnung herausragender Armierungseisen lassen sich zugfeste Verbindungen herstellen.

Bei andern Verfahren werden aus Fertigteilen (Beton oder Stahl) in den bestehenden Kellerräumen Rahmenkonstruktionen eingebaut, deren Felder entweder mit Ortsbeton oder vorfabrizierten Betonelementen ausgefüllt werden.

Eine weitere schalungslose Verstärkungsmethode ist das Auftragen von Spritzbeton auf die bestehenden Wände und Decken, welche vorgängig mit der erforderlichen Armierung versehen sind.

Vor etwa 10 Jahren wurde in der Schweiz ein Verstärkungssystem entwickelt, das neben der mechanischen Verstärkung auch einen erhöhten Strahlungsschutz gibt und zudem aus Fertigteilen besteht, die vom Innern der Kellerräume eingebaut werden können. Die maximalen Transportgewichte sind derart abgestimmt, dass auch die schwersten Elemente von zwei Personen getragen werden können. Das Bauprinzip besteht darin, dass gebogene Betonrippen zu Dreigelenksboden zusammengebaut werden. Die Felder zwischen den Rippen werden mit eingeschobenen Betonplatten verschlossen. Der Hohlraum zwischen den ursprünglichen Wänden und der Decke wird mit Sand oder Kies ausgefüllt. Der Arbeitsvorgang ist rasch, da ausser für eine Stirnwand, in welcher auch die Schutzraumtüre eingebaut werden muss, kein Ortsbeton benötigt wird (Abb. 16). Dieses System dürfte für die Verstärkung bestehender Keller im Ueberraschungsfall und im Hinblick auf die modernen Waffen von allen Bausystemen die meisten Vorteile bieten.

Alle diese erwähnten Systeme bringen lediglich Verstärkungen der Schutzräume. Die Verstärkung der Verbindungswege, das Problem der Abschlusstüren, die Notausgänge und alle andern Erfordernisse, welche bei Schutzräumen für die Ls Trp berücksichtigt werden müssen, sind für Einbauten in bestehende Keller noch nicht befriedigend gelöst. Allein die Massnahmen, welche wegen der Trümmerbildung und der Brandgefahr beim Einsturz der Gebäude über oder in der Nachbarschaft der Schutzräume erforderlich sind, damit die Ls Trp nach einem Schadenereignis sofort eingesetzt werden kann, verursachen ein Mehrfaches der Aufwendungen und Kosten der Verstärkung der Aufenthaltsräume. Die Frage ist sogar berechtigt, ob sich der Schutz gegen die Sekundärwirkungen wie Trümmer und Brände überhaupt befriedigend lösen lässt.

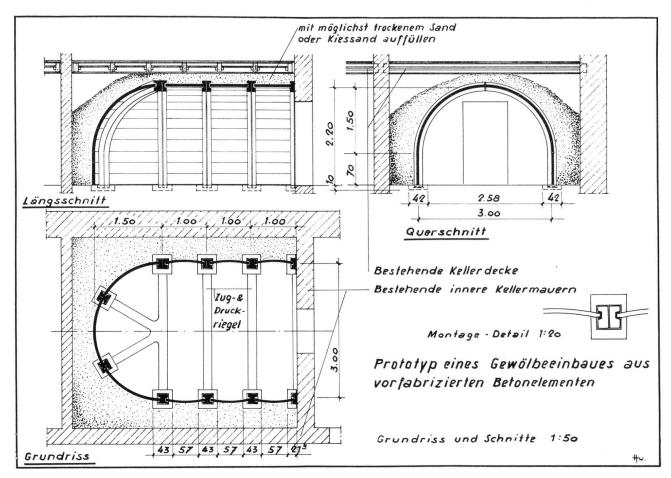


Abb. 16. Verstärkung bestehender Keller für Schutzräume mit vorfabrizierten Betonelementen

# c) Schutzräume in Neubauten

Bei dieser Lösung stellen sich die gleichen rechtlichen Probleme wie beim nachträglichen Einbau in bestehenden Kellern. Die Vorschriften zur Erstellung von Schutzräumen bei Neubauten sind auf den Schutz der Zivilbevölkerung, welche sich in den betreffenden Gebäuden aufhält, beschränkt.

Es werden selten Fälle vorliegen, wo in den Bereitstellungsräumen Schutzanlagen für Ls Trp mit andern Neubauten kombiniert werden können, jedoch ist dieser Fall nicht auszuschliessen. Gegenüber dem nachträglichen Einbau besteht der Vorteil einer zielstrebigen Planung und dementsprechend zweckdienlicheren und ökonomischeren Ausführung. Als Grundlage für die Dimensionierung und Gestaltung solcher Schutzanlagen dienen die «Richtwerte für die Dimensionierung von Schutzbauten» sowie die «Technischen Weisungen für den privaten Schutzraumbau» des BZS mit den erforderlichen Anpassungen für die Bedürfnisse des Ls Trp.

Auch solche Schutzbauten sind mit den Nachteilen behaftet, welche durch den Einsturz darüberstehender und benachbarter Gebäude entstehen.

# 2. Schutzräume ausserhalb der Gebäude in trümmerfreien Zonen

#### 2.1 Rechtliche Grundlagen

In rechtlicher Hinsicht werden die Verhältnisse wesentlich vereinfacht. Ausser für die Zu- und Eingänge ist das Eigentum Dritter nur während der Bauphase beeinträchtigt. Es liegen ähnliche Verhältnisse wie bei der Geländeverstärkung für die Kampftruppen vor. Die damit verbundene Erfahrung bei der Vertragsgestaltung kann zunutze gezogen werden. Nachträgliche Aenderungen im Sinne von Anpassungen an neue Waffen dürften kaum wesentliche Rechtsprobleme stellen.

# 2.2 Technische Möglichkeiten

# a) Unterirdische kastenförmige Betonbauten

Es sind die am Ort erstellten unterirdischen kastenfömigen Eisenbetonbauten zu erwähnen. Sie können bezüglich Raumeinteilung, Eingangsbauwerke und Einrichtungen nach der vorgesehenen Zweckbestimmung geplant, dimensioniert und ausgeführt werden. Bei genügender Entfernung von Gebäuden entfallen die Aufwendungen, welche zum Schutz gegen die Blockierung der Ein- und Ausgänge durch Trümmer und Brände notwendig sind. Auch ist die Tarnung derartiger unterirdischer Bauten sehr gut, und zudem bilden sie schlecht zu treffende Ziele.

Die Ausführung erfordert lange Bauzeiten; es sind auch keine nennenswerten Kosteneinsparungen durch Normierungen und Rationalisierungen möglich. Hüllen mit geraden Bauteilen verhalten sich bei Stossbelastungen ungünstig. Es sind daher materialintensive, relativ dicke Konstruktionen notwendig. Da die Rissbildung bei solchen Konstruktionen schon bei geringen Beanspruchungen und lange bevor die Tragfähigkeit erschöpft ist, eintritt, ist immer mit Wasserinfiltrationen zu rechnen, was die Anlagen vorzeitig unbenützbar machen kann.

# Analyse dem Gefahren.

								Schutzmassnahmen			
Art der Gefahren	Bedir	ngt durch:	Wirkung	gsart	Wirkun asbereich		Wirkungsdauer		Toleranzgrenze für	Schutzm	assnahmen
	primär	sekundär	primär	sekundär	primär	. sekundär	primär	sekundär	Menschen	primär	sekundär
			Geschossplitter Luftstoss	Trümmerwurf Sekundärbrände	Einige hundert Meter Für ungeschützte Menschen: bis\(\text{lie}\) Für Gebäude: bis 15 km	n In Nähe der Gebäude Bis ca. 15 km Horizontal: Im Bereich des Kraterrandes	Spontan Bis wenige Sekunden	Wenige Sekunden Einige Tage	Splitter: keine Luftstoss: ca. 0,5 atü Erdstoss: relativ unempfindlich,stark	Splitter : Baulicher Schutz Luftstoss : *	Ueberflutungen: Evakuation, Spezielle Schutzbauten Seuchen: prophylaktische Mass— nahmen, Impfungen, Hygiene Zerstörungen: von Strom-und Was- serversorgung, Verbindungen, Verkehrs
		Gewisse Lagerguter	Erdstoss	Minenwurf  Einsturz von Hoch-und Tiefbauten  Leitungsbrüche	Im Bereich der Minen∹einige 100 <sub>m</sub> einige 100 m	Vertikal: Entsp. Wurfhöhe ca. 150 m [m Bereich der Bauten	Bruchteile von Sekunden	Nachhaltig bis zur Entfernung	abhängig von Beschleunigung und Weg Wasserstoss: Wie Erdstoss	<u>Wasserstoss</u> : Spezielle bauliche Mass nahmen:	
Explosion	Brisanz-Waffen Kern – Waffen	Gasometer Benzinlager Milit. Magazine	-	Dammbrüche Leitungsbrüche Stauwehrbrüche	einige 100 m einige 100 m	Ueberflutungen auf grosse Distanzen		Aeusserst nachhaltig bis irreparabel	Trümmerwurf: keine Toleranz  Brand:  Ueberflutung: Im Prinzip keine.	Reservoirs sceziete Konstruktion der Slaudämme erhöhte Bereitschaft und Alarmier- ung Aufklärung auf breiter Basis Zerstörung von Strom- und Wasser- versorgung , Verbindungen Verkehrwege und Mittel-	
			Wasserstoss	Ueberflutungen Wassereinbrüche Unterbruch der Stromversorgung	unbekannt	einige km auf grosse Flächen	Bruchteile von Sekunden	Aeusserst nachhaltig bis irreparabel  Monate bis Jahre	Massgebend sind : Höhe, Strömungsgeschwindigkeit und Wassertemperatur Seuchen: Abhängig von Art der Infek-		
			Durch alle 4 Primärwirkungen:	Verbindungen, Verkehrsmittel, und Verkehrswege , Wasserversorgung Kanalisation	,	Das ganze Land grosse Gebiete		Tage bis Monate je nach Organisa – tion und Materialreserven	tion und persönlicher Immunität		men, Transporte durch die Luft, (Helikop ter)leistungsfähige Räumungsgeräle etc.
Feuer	Brandstiffende Wallen Kern-Walfen	Enge Bebauungen Grosse Brandbelastung Leicht entzündbare und leicht brenn- bare Lagergüter Reite Getredefelder, Wälder oder dichte Baumbestände	Verbrennungen durch Kontakt (Konvektion) Verbrennung durch Sfrahlung Entflammung von Gebäuden, Gütern, Wäldern und Kulturen	Brandausbreitung zu : Flächenbränden und Feuerstürmen Massiew Vernichtung von Wohn - und Arbeitsaum , lebenswichtigen Ein – richtungen und Güern Säuerstoffentzug Luttvergirtung Unterbruch der Stromversorgung der Verbindungen und der Verkehrs- wege im Brandgebiet	Bei Brandwatten in unmittelbare New Sei Kernwatten bis 30 km	Jenach Grösse der Gebiete mit ge- fährlicher Brandbelastung u. grosser Bebauungsdichtet einige km <sup>2</sup> Jaei Waldbränden: grosse Gebiete Slarke Verlikalausdehnungen. Grifsge Brandgase namentlich nach oben und in Talkessein	Einige Minuten Einige Sevunden	Bei Brandbekämpfung : einige Stunden Ohne Bekämpfung : einige Tage bis brennbares Material vernichtet ist	Bei Kontakt, Keine Bei Strahtung: ca. 3 Cal/cml Rauchgase: Je nach Konzentration und öftigkeit: Prömille bis Prozente während eini- gen Minuten	Slädtebauliche Massnahmen Reduktion der Brandbelastung in Ge- bäuden Entrümpelung baulicher Schutz Aufklärung auf breiter Basis Alarmierung	Brandbekömpfungsorgansationen und Mittel:  Gegen Enstehungs- und Lokalbrände Bei Flächenbrand und Feuersturm ; EVBAUGUIT ; EVBAUGUIT ; -baulicher Schulz , namentlich -unterlindsche Verbindungswege -individueller Feuer- und Gasschulz -sanifalsdeinstliche Massnahmen
Ionisierende Strahlen	Kern Waffen Sogenannte "Seuchenpakete" (Fakete mit pulverformigen radioaktiven Sub- stanzen) Kalastrophen in Reaktoranlagen Aklastrophen in Kerntorschungs-An- lagen Nuklear-Versuche	Radioaktiver Ausfall Induzierte Radioaktivität	Somalische und genetische Schädigung durch: Dreekt Bestrählung von Menschen und Teren mit Gamma- und Meutronenstrahlen Heine Zerstörung von Gebauden Einrich tungen und Geräten Gefahren subjektiv nicht feststellbar	Schädigungen von Menschen und Tierer durch Nähe oder Kontakt mit radioäkt. Ausfalls Der Kontakt mit radioäkt. Ausfalls Der Kinsteinung kontamierter Luft Durch Aufnahme kontamierter Nahrun Durch Tirinken kontamierter Nahrun Durch Tirinken kontamierter Nahrun Durch Tirinken kontamierter Nahrun Durch Tirinken kontamierter Nahrun Spätisch auf der Schäden Gartinome wahsdelmitich Keine Zerstörungen von Gebäuden , Einrichtungen und Geräten	9 Einige km	Einige 100 km bis global	Bruchteile von Sekunden	Monaté bis Jahre mit abnehmender Intensität	Für genetische Schäden: Gering Genaus Angaben fehlen Für somatische Schäden: Initialstrahlung ca 200 rem. Bei akkumülerter Strahlung ca 400 rem auf ca. 20 Jahre Bei inkorperierter Strahlung: Unbekannt stark abhängig von Retensonsdauer und Halbwertzeit, für Spälwirkungen unbekannt.	Abschimung, baulicher Schutz standige Ueberwachung von : Loft, Wasser, Nahrungs-und Futtermittel Aufkänung auf breiter Basis Nachrichtendienst Alarmierung	Baulicher Schutz mit Luftdekontomina ton sowie geschützte Verbindungswege, individueller Hauf- und Alemschutz, Schutz den Nahungs- und Flutteils sowie des Wassers vor Westaubung, Kontollei der Nahungsmittel, des Wassers und Geräte vor der Kontakinahme, Waschen der Hauf, der Klieder, der Gerätle und der Umgebung. Dekontaminiseren von Wasser und Nahungsmitteln Prochylatische therapheutische medikamentöse Behandlung bei In – korporation
Giftstoffe	Chemische Kampfsloffe	Brände (z.B.CO) Zerstörung gewisser Industrien und Anlagen Infiltration durch zerslörte Kanali – sationen Verwesungen	Vergiftungen von Menschen und Tieren durd Aufnahme bei der Afmung Aufnahme von Nahrung und Wasser Kontakt mit der Haut Zerstörung der Kulturen Gefahr nur zum Teil subjektiv feststellbar	Reizungen der Haut, Augen, Altmungs- organe Erkrankung sämtlicher Organe mit und ohne Erholung. Lähmung der Örgane mit und ohne Erholung. Psychotosische Wirkungen wie Wahn sinn Bewusstlosigkeit, Erblindung in und ohne Erholung. Keine Zerstorung von Gebäuden je- toch unter Umständen starke korro- sion metallischer Einrichtungen und Geräte.		Entsprechend dem primär betroffenen Gebiet	Slunden bis Tage je nach Wind und Wilterungsverhältnissen Bei sesshalten Kamplsloffen u. U Monate	Tage bis einige Wochen u.U. Dauer – schäden	Zum Teil Bruchteile von Promillen	Baulicher Schulz mit kollektivem A1- mungsschulz sowie geschülzte Verbin- dungswege. Individueller Haut-und Almungsschulz Geschützte Beoratung von Lebens - und Futtermitteln. Ueberwachung annentlich in Zeiten er- höhre Spannung von Luff, Wasser, Futter- und Nahrungsmittel Nachrichtendienst Aufklärung auf breiter Basis Alarmierung	Entgillung von Körper, Kleider, Ein – richtungen, Geräten, Lebensmittel, Wasser und Umgebung Therapeutische Behandlung der Be- troffenen
Epidemische Krankheiten	Krankheitserzeugende Klampfmittel sog, biologische Walfen	Zusammenbruch der üblichen Hygiene- massnahmen i Trinkwasserversorgung Lebensmittelkontrolle Kanalisation Kehricht- und Kadaververnichtung Schadlingsbekämfung (Ratten und Mäuse) mangelinde Resistenz infolge physi- scher und psychischer Ueberbelas – tung (Konzentration und Aufent – halt in Schutzräumen) Mangel an Aerzten und Pflegeperso- nd	Infektiöse bakterielle oder Wrenkrankheiten von Menschen und Tieran. Einzelheiten unbekannt Flamzenkrankheiten Meine Wirkungen auf Gebäude, Einrich— ungen und Geräte Gelähr subjektiv nicht feststellbar	Infektiose bakterielle oder Virenkrank- heiten aller Art aber auch toxische Erkrankungen von Menschen und Tieren	Nicht näher bekannt, jedoch gel	e Ausbreitung nicht auszuschliessen	Nicht näher bekannt abhängig von Wrulenz Inkubationszeit, Immunisierung, Art der Kranihelten, Art und Umfang der prochylalatischen und merapheu — Itschen Massnahmen, Instandstellung der Hygienemassnahmen		Unbekannt	Prophylakiische Immunisierung Sicherstellung der Hygienemassnah- men, Sicherstellung eine guten Sanitäts – dienstes, Meidepflicht bei einem vermehrten Auftreten von beslimmten Krankhel – ten bei Menschen, Tierben und Pflan- zen, Nachrichtendienst Aufklärung auf breiter Basis	Desinfektion Therabeutische Massnahmen, Instandstellung der Einrichtungen für die Hygiene
Panik	Angst vor Walfenwirkungen Mangendes Vertrauen in Schutz-und Abwehrnassnahmen Beeinflussung durch Zweckpropagan-da Beeinflussung durch subversive Ak- tionen wie Zweckgerüchte, Mangelndes Vertrauen in die Führung	Unbekannte oder unvertraute optische akustische - und Geruchswahrnenm- ungen. Vollständige Dunkelheit	Spontanes Auftreten wahnart	Erkrankungen	Einzelpersonen - pm	e Gruppen bis grosse Gebiete	Wenige Minuten bis	einige Tage	Unbestimmt, stark abhängig von psy- chischer Verfassung des Einzelnen und der Masse sowie äusserer Situa- tion	Weltsichtig geplante gul fundierte umlassende und Ver- trauen erweckende Schutzmassnahmen Gute sachliche und ehrliche Aufklärung. Strafte überlegte Fichrung. Be- schäftigung, Ablenkung "seelsorgerische Betreuung.	

# Tabelle 2 / Besonderheiten der Beanspruchung, Bauwerksreaktion und Materialeigenschaften

	durch ökonomische Faktoren	Ehrbhe Ausnützung der Fattgelissigen ehrlten bis in den plastischen Bereich ehreich erreichseitszunahme durch raschen durch raschen durch raschen durch kaschen durch kaschen durch kaschen durch kaschen durch kaschen durch kan füre und kan sie eine Dicken durch kan sie eine dicken sie eine der dicken der dicken der dicken sie eine der dicken der dicken sie eine sie eine sie eine der dicken sie eine	- Ausnützung der erdmechanischen Eigenschaften des Bargrundes zur Ent- lastung der Barwerke	- Ausnützung der naturinion Gegeben- netien wei Fils- oder Geröllüberdeckung	Quotient: Volumengewicht Preis möglichst gross	- Wre Primärstahlung	Mirimaler Preis bei Inbem Feuerwiderstand				Zürich, 5. Februar 1965 Re/Fr
. Reaktionen	durch Ausnützung der Materialeigenschaften	Duktiliät ug. Biege. Schlag., Zug. Biege., Scher und Duck- frestiger Duck- Pasifizierungsgrad Dzw. Bruchdehnung Verbundeigenschaften Verbundeigenschaften Materialen Flemingsbeständigkeit Alterungsbeständigkeit	- Duktilität Schlast, Zug., Biege-, Scher- und Druck- Fastigeit ingstad Law. Bruchdahung Law. Bruchdahung Verschiedener Materialen Dampfungster	– Dampfungsvermögen – Dampfungsvermögen	- Raum- oder spez. Gewicht mit freiem Vasser (Berton, Erde)	– Wie Primärstrahlung	- Unbennbarkeit - Schlechte Wärme- leitungen beständig- keit, insbesondere bei Dichtungen		Keine		Keine
Bautechnische	durch konstruktive Massnahmen	Zugfeste Varbindung aller Bunvellendung aller Bunvellendung aller Bunvellendung vor ereigen. Vermeiden von Kerb- effekten, z. B. bei der Kerben bergängen Grosses Verformungs- vermögen och ne zu prechen noch ansen gegen Eind knahn gegen Eind knahn gegen der Luft- stösse gen der Luft- stösse gen der Luft- stösse gen der Luft- stösse gen der Luft- effektibe Verbindung zweische nach aussen fagenden Bautellen Elestische, gedämpte Anstallationen und Abpstatzungen Abstatzungen Abstatzungen	Zugfeste Verbindung aller Bautelle Geeignere Formgebung Geeignere Formgebung Geeignere Formgebung Geeignere Geeigner	Ablenkungs- und Denkungs- und Denkungseinerne Wernehrschlichte Wernehrschlichte Wernehrschlichte Wernehrschlichte Wernehrschlicht werschliedener Felstade Elemente Fels and Elemente Werbund- Konstruk- vorbund- Konstruk- vorbund- Konstruk- vorbund- Konstruk- vorbund- Konstruk- vorbund- Konstruk- vorbund- Konstruk- zu Bedonkunge Unter- zull Redindige Outer- zull Redindige Ou	Abschimung u. mech. Widestand durch widestand durch sention v. 2. Essen-bendition. 2. E. Essen-bendition. 2. E. Essen-bendition. 2. E. Essen-bendition v. B. Essen-bendition and Eigenbendition and Eigenbendition. Abschimung von Abwahkelungen von Abwahkelungen von Gangen von G	Eingangsschleusen — mil Wassenfogliehkeit — Littifftierung einer Wassenfaselung oder geschlütze Was- serreserve oder Grund- wasserfassung	Bei Abschlissen: Schutz Rander und Dichtungen varieren Würmerufit und Schutz des Beton Schutz des Beton Schutz des Beton Schutz des Beton Gergen Wasserwerlust auf der Kaltesite Gergen in Keller Gergen in Keller Gergen in Keller Gergen in Keller Germendung der Uber- Hutung mit Hässigen Diemnbaren Stoffen	Wie thermische Strahlung	Erdung der Armierung zwischen Vertindung zwischen Armierung zwischen Armierung und metallischen Befestigungen Befestigungen Erdung anderer Fromstallischen Gestigungen Erdung anderer Erdung anderer Erdung anderer Fohr-Abschrümung erdürchter Geräte erdung anderer Fohr-Abschrümung erdürch Faradaykäfig	- Luffiltrierung (Staub-, Rauch-, Casfilten) - Eingangsschleusen und Waschräume	Evtl. wie Gasschutz
	durch Planung	Simvolle Standorts- vaeknässige Anord- zwecknässige Anord- nung der Öffungen und Abschlüsse und Abschlüsse	Gründung über Grundvasser Austrützung anderer Bauteile zur Abschlimtung	Ausnützung anderer Bautele. Z. B. Mässiv- decken zur Abschir- mang strauch sie decken zur Abschir- mender aus der	- Standortswahl der Schutzäture im Hin- Schutzäture im Hin- dick auf Abschimung dick auf Decige Wirnde and Decige sowie benachbarte Gebäude	Kein Einfluss	Standortswahl unter Berücksingun der Abschimmklang der Abschimmklang der Gerweidung fer Nach-Vermeidung der Nach-barschaft stark bandgändere Stoffen stark pandgändere Stoffen der Baung (Auflockeung) der Baunt (geinnge Brandbart belastung)	Wie thermische Strahlung	– Verkabelung elek- trischer Leitungen	Nicht beeinflussbar	Keine
r Schutzanlagen	sekundär	Decken: Schlag durch eitlerde Trümmer und eitlerde Trümmer und eitlerde Be- lestung durch Trümmer eiter der Ertungser: (Grundwasser, Grundwasser, Eitlungsbrüche usw.) Hitzenwirkung durch Sekundfrüsfande vermindere Gasdich- Vermindere Gasdich- Vermindere Gasdich- Varst aus eine Elekträtät, der Kanalisation und des Telefons	– Decken: Schlag durch Fallasten – Wassereinbrüche	- Bei Geschossen Exploson (Luft- oder Erstoss) in oder in mittelsblaren Nähe mittelsblaren Nähe etter Straten er	Keine	Keine	Langfristice themische Beltstung durch ausgebehrns Sakundis. Sakundis. Phinde dautch Warsentzug und Zer dautch Warsentzug und Zer dautch Warsentzug und Zer dautch Warsentzug und Erweichung der Betenstieft u. a. stark vom mechanischen Zerstörungsgrad abhängig	Praktisch gleich wie thermische Strahlung	Folgen elektrischer Kurzschlüsse (Detailierte Unterlagen stehen noch aus)	Keine	Keine
Beeinträchtigung der Schutzanlager	primär	a) Hülle:  Alle Wirkungen von  Alle Wirkungen von  Bassenbringen  (E Besteich wirgerestionen (±)  Druck, Zug u. Schrung  Erschlichtungen  Bewegungen und  Werschlebungen  Nerschlebungen  Gänge und Türe:  Wirkungen von aussen  und ninen gegenüber  aussen und füre:  Anfrügen von aussen  und ninen gegenüber  erhöhte Bisgekärle hei  rechöhte Bisgekärle hei  erhöhte Bisgekärle hei  Türvernikkräte bei  Eschlichtungen  erschlie untgen  erschleidungen  er	a) Am Baugrand, an ingenerating in spaning and inference Bautelie. Druck., Biege- und Scherbansprüchung, jedoch vorwiegend in der Spaning in	lokalo Starawikung lokalo Starawikung mit Abplatzeffekten — Bei parfielem Durch- schlag oder Auschlag Abplatzeffekte	Keine	Keine	Oberflächliche nicht sehr für eine Gebrade Ernitzung bis zum Schneld- zun der Gebrade Fritzung in Stollen und Gängen in Stollen und Gängen erntzung nicht gebraden der Fritzung in Stollen und Farbungen und Farbungen und Farbungsen unstrichen, namertlich bei Abschlüssen	Praktisch keine	Starke Erhitzung der Armierungen der Armierungen Absprengungen von Bernsteungen Erhitzen bis Schmeizen Von Verstreung elektricher Apparate (Detaillierte Unterlagen Apparate (Cetaillierte Unterlagen stehen noch aus)	Keine	Keine
den	Beeinflusst durch:	a) Durch den Angreifer manipulierbare faktoren: - Enlber (W/s) - Spriem und stachen: - Spriem stachen: - Die Gespenen Faktoren: - Topographie - Bodenberläten- beschaffenen - Baumbeschränkung	a) Durch den Angreifer manipulierbar Faktoren: - Kaliber – - Enfferundig - Sprengbunktlage D Gageber Faktoren: - Grundwasser	a) Durch den Angreifer manipuliebere Faktoren: - Aufreifenergie bei Gesenfossen - Deurschnitzbelastung der Gesenfosse Aufreifwachosse Aufreifwachosse - Treifrechteit B) Gegebene Faktoren: Eindringwiderstände der Bauten und des Bodens - Ableinkung des Eindringwyweges ein Aufreiche der Bauten und des Bodens - Ableinkung des Eindringwyweges ein Aufreiche	a) Durach den Angereiter manipulierber Faktoren: Kaitleer (Faktoren: Frinsteinung und Frinsteinung und Entsteinung und Abschimung durch Abschimung durch Topographie	Durch den Angerifer     manpulierbare Fäkroren:     Kalier     Beschaffenheit     der Waffen     Sprengpunktigge     (an stärksen in     Sodenbare Fakroen:     Manderikung und     Winderschinger     Minderschinger	a) Durch den Angreifer manipulierbare Faktoren: Kalbeiter – Spengquunkthöhe - Spengquene Faktoren: - Witterungsverhältnisse am Boden Bebaumgsart - Vegeration - Topographie	a) Durch den Angreifer manipulierbare Faktoren: "Ven der Mittel "Wen der Eliegbetes Dichte der Eliesbete Dichte de	a) Durch den Angreifer manipulierbare Faktoren: - Kaliber - Enferunden - Sprengpunkthöhe - Sprengpunkthöhe - Vorhanden Ealer wei - Vorhanden Leiter wei Angreiche Leitungen - Vorhanden Leiter wei Angreiche Leitungen - Kanalisationsleitungen - Kanalisationsleitungen	a) Durch den Angreifer manpulierbare Faktoren. Art, und Sesshaligkeit der Kampfischle Grosse der Konzen-Grosse der Konzen-Trainon Gegebene Faktoren: Windrichtung und Geschwindigkeit, Temperatur)	Praktisch wenig bekannt
Einwirkungen	Art	1. Mechanische Wirkungen a) Lufstoss	b) Erdstoss	c) Schlag (direkter Beschuss und Fallasten)	a) Radioakive Primäestrahlung	b) Radioakive Racksandstehlung (Fallout)	c) Thermische Stahlung und Nachlaufhitze	3. Brand (Durch konventionelle brandstiffende Waffen)	4. Elektromagne- tischer Impuls (Nuklearvaffen)	5. Chemische Waffen	6. Biologische Waffen

Tabelle 3 / Richtwerte für die Dimensionierung von Schutzbauten gegen Kernwaffenwirkungen

Fall	Gleichzeitig wirkende Kräfte	Schutzraumtyp			
	(vereinfachende Festlegungen)		1 atü	3 atü	9 atü
1	Druck auf Schutzraumdecke nahe der Oberfläche	kg/m²	10 000	30 000	90 000
2	Druck auf Schutzraumwände bis UK-Decke erdberührt				
-	in trockenem Boden	kg/m²	7 000	20 000	60 000
3	Druck auf Schutzraumwände in einem Keller mit kleine Öffnungen in den umgebenden Kellerwänden und Kelle decken gegen aussen		10 000	30 000	90 000
4	Druck auf Schutzraumwände in einem Keller mit grosse Öffnungen in den umgebenden Kellerwänden und Kelle decken gegen aussen		17 000	60 000	210 000
5	Druck im Innern von Gängen, die ins Freie ausmünden und dort offen sind	kg/m²	24 000	90 000	330 000
6	Druck auf Schutzraumboden in trockenem Boden bei b steifem Übergang an die tragenden Wände	iege- kg/m²	5 000	15 000	45 000
7	Kurzzeitige Beschleunigungsspitzen beim Durchlaufen o Stosswelle oder bei Störschwingungen von Bauteilen	der g	20	60	150
8	Beschleunigung des Schutzraumes als Ganzes	g	2	6	15
9	Geschwindigkeit des Schutzraumes als Ganzes in Lockermaterial in hartem Baugrund	m/s m/s	0,5 0,05	1,5 0,15	4 0,4
10	Verschiebung des Schutzraumes zu seiner ursprüngliche in Lockermaterial in hartem Baugrund	en Lage cm cm	50 5	70 7	100
11	Verschiebung des Schutzraumes relativ zum umgebend	en			
	Boden in Lockermaterial in hartem Baugrund	cm cm	± 5 ± 2	± 7 ± 3	± 15 ± 5
12	Radioaktive Primärstrahlung	rem	20 000	70 000	350 000
13	Thermische Strahlung	cal/cm²	450	1 500	8 000
14	Lufttemperatur nach Eintreffen der Stosswelle während einiger Sekunden im Freien (Strahlung von Fall 13 nicht eingerechnet)		80	200	1 000
	in geschlossenen Gängen, gemäss Fall 5	°C	150	350	650
15	Magnetische Feldstärke	A/m	4 000	8 000	8 000
16	Elektrische Feldstärke	V/m	50 000	100 000	100 000

#### b) Schalenbauwerk aus Beton

Unter Schalenbauwerken versteht man dünnwandige Konstruktionen, bei denen durch geeignete Formgebung möglichst günstige Voraussetzungen für die Beanspruchungen geschaffen werden. Solche Systeme aus Beton in der Form von Zylindern mit gewölbten Stirnwänden oder Kugeln für Schutzbauten wurden in der Schweiz bereits in der Mitte der fünziger Jahre erprobt. Inzwischen sind weitere derartige Systeme entwickelt worden.

Der Strahlenschutz wird durch eine entsprechende Erdüberdeckung erreicht, wozu der Aushub verwendet wird. Die grosse Tragfähigkeit resultiert aus dem Zusammenwirken der Bauwerke mit dem umgebenden Boden. Im Prinzip wird das Bauwerk um so weniger beansprucht, je grösser seine Verformbarkeit im Verhältnis zu derjenigen des Bodens ist. Diesem physikalischen Verhalten ist es zu verdanken, dass bei geeigneten Konstruktionen der grösste Teil der wirkenden Kräfte von dem umgebenden Boden übernommen wird. Bei Versuchen ist festgestellt worden, dass selbst stark gerissene Schalenbauwerke dank dem Zusammenwirken mit dem Boden nicht einstürzten. Die Versuchs- und auch die praktischen Erfahrungen zeigten bei Schalen aus Beton gewisse Nachteile:

- Die Fugen bilden empfindliche Stellen für Undichtigkeiten gegen Wassereintritte.
- Die dünnen Betonwände von nur wenigen Zentimetern Dicke schliessen auch bei fabrikmässiger Herstellung die Gefahr in sich, dass Poren vorhanden sind, durch die Wasserinfiltrationen auftreten.
- Unsorgfältige Arbeitsweise und Schläge auf die Schale beim Eindecken können zu Rissen führen, die wiederum undichte Stellen verursachen.
- Das nachträgliche Befestigen von irgendwelchen Einrichtungen und Installationen an den Schalenwänden ist wegen der beim Bohren oder Spitzen möglichen Rissebildung zu vermeiden.
- Beim Vorhandensein von Grundwasser treten durch die harten Wasserstösse Zertrümmerungen auf, welche die Ueberflutung des Bauwerkes zur Folge haben können.

# c) Schalenbauwerke mit Blechfutter und Betonmantel

Auf Grund der obenerwähnten Erkenntnisse wurde nach einem neuen System gesucht. Als Grundlage diente folgendes Pflichtenheft:

- Das Bauwerk muss in allen Böden, auch solchen mit Grundwasser, ohne Wasserhaltung einbaubar sein.
- Das Bauwerk muss, ohne undicht zu werden, Druckstösse bis mindestens 10 atü ertragen.
- Das Bauwerk muss eine weitgehende Mechanisierung bei der Herstellung erlauben.
- Es sollen normierte Bauelemente geschaffen werden, mit welchen sowohl Einzelschutzräume mit Zugangsstollen und Vorräumen als auch ganze Schutzanlagen mit beliebigem Fassungsvermögen und beliebiger Länge gebaut werden können.
- Der Einbau soll keine besonderen Anforderungen stellen wie zum Beispiel aufwendige Sohlenbehandlung, spezielle Berechnungen und komplizierte Arbeitsvorgänge beim Eindecken.

- Das Bauwerk soll auch bei relativ geringen Erdüberdeckungen mit normalen Verkehrslasten befahrbar sein und daher unter irgendwelchen Plätzen eingebaut werden können.
- Das System muss die nachträgliche zugfeste Befestigung von Installationen und Einrichtungen an beliebigen Stellen im Innern des Bauwerkes erlauben.
- Das Bausystem soll ein Minimum an Bauteilen, welche mit Ortsbeton ausgeführt werden müssen, benötigen.
- Das Bausystem soll, wenn notwendig, ohne grossen Aufwand gemäss neuen Erkenntnissen modifiziert werden können.

Es ist gelungen, durch die Kombination eines Blechfutters von 5 mm Dicke mit einem Betonmantel von etwa 8 cm Dicke, alle diese Forderungen zu erfüllen. Das Blech dient unter anderem als formgebende Schalung. Durch Verschweissung an den Stössen der einzelnen Zylinderelemente entsteht eine wasserdichte, dehnbare innere Hülle, die auch bei starken Verformungen dicht bleibt. Am Blech können zudem alle erforderlichen Einrichtungen und Installationen zugfest angeschweisst werden.

Der Blechmantel gibt der Schale die erforderliche Stabilität bei der Montage, beim Eindecken und beim Verdichten des Einfüllmaterials. Er dient ferner zum Schutz gegen das Knicken (Beulen) des Bleches unter gewissen Belastungen sowie als äusserer Korrosionsschutz.

Bei der Herstellung der Ummantelung werden die Blechzylinder, an denen die erforderlichen Armierungen angeschweisst sind, auf einen Drehtisch gestellt. Der Beton wird bis zur gewünschten Dicke durch ein Spritzverfahren aufgetragen. Es ist mit diesem Vorgehen ohne weiteres möglich, Betonqualitäten von hochwertigem Beton im Sinne der SIA-Normen zu erreichen. Der geschilderte Herstellungsvorgang wurde an Prototypen im Masstab 1:1 erprobt. Die dadurch gesammelten Erfahrungen zeigten, dass keine grundsätzlichen Schwierigkeiten für eine weitergehende Mechanisierung oder gar Automatisierung des Herstellungsvorganges bestehen.

Die Abbildungen 17 bis 21 illustrieren den Transport, die Ummantelung sowie das Versetzen bei der Er-



Abb. 17. Transport der Blechzylinder für die Elemente eines 6 m langen Schutzraumes mit einem 7 m langen Vorraum und Abzweiger

probung eines Versuchsbauwerkes im natürlichen Masstab.

Neben der Ummantelung dürfte auch eine Rationalisierung durch Mechanisierung beim Verschweissen der Stösse der einzelnen Elemente möglich sein. Der Aufwand für die Mechanisierungen ist ein ökonomisches Problem und hängt stark vom Bedarf ab. Bei genügend grossen Serien wird durch Normierung und Mechanisierung eine empfindliche Preisreduktion möglich.

Praxisnahe Untersuchungen beim Eindecken solcher

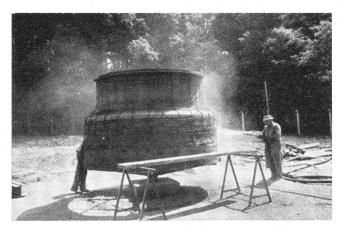


Abb. 18. Ummantelung eines Elementes mit Spritzbeton auf dem Drehtisch



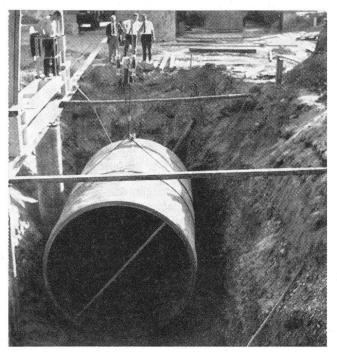


Abb. 20. Versenken eines Bauteils aus drei verschweissten Elementen von 3 m Durchmesser, 5 m Länge und etwa 12 t Gewicht

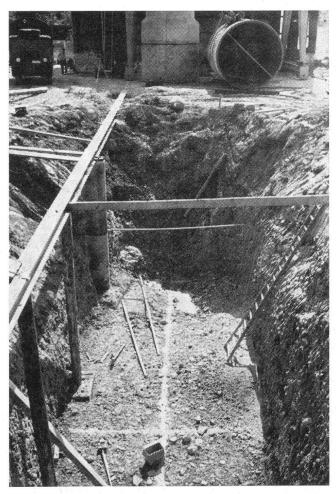


Abb. 19. Vorbereitete Baugrube von 4,5 m Tiefe für die Versenkung des Bauwerkes. Im Hintergrund verschweisste, zum Einbau bereitgestellte Elemente

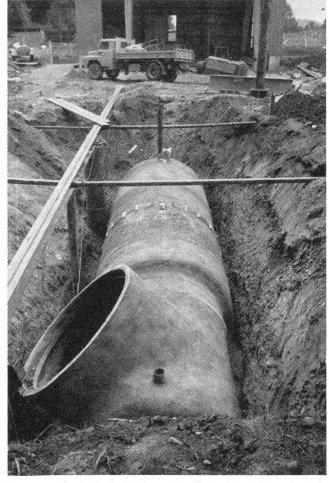


Abb. 21. Fertig verschweisstes und ausgefügtes Bauwerk in der Grube vor dem Eindecken

Gebiet des Kämpfers (Mantellinie auf etwa halber Höhe) genügt, um das Zusammenwirken von Bauwerk und Boden zu gewährleisten. Es konnte auch nachgewiesen werden, dass bereits nach dem Eindekken bis etwa 10 cm unter die Höhe des Scheitels die Schale in der Lage ist, ohne jeden Schaden das Gewicht eines beladenen Lastwagens, selbst an ungünstigen Stellen, dauernd zu tragen.

Um Anhaltspunkte über das Zusammenwirken des Bauwerkes mit dem Boden sowie des Verhaltens des Bauwerkes bei Stossbelastungen zu erhalten, wurde ein Prototyp dieses Schalenbauwerkes aus Blech mit Betonmantel mehrmals mit vertikalen Stössen von etwa 1800 t auf eine Bodenoberfläche von 9 m² belastet (20 atü).

Weitere Prüfungen über das Verhalten bei Luftstössen, welche in die Vorräume eingedrungen sind, sowie bei Erdstössen, welche durch Sprengungen im Boden auf der Seite des Modells erzeugt werden, sind vorgesehen. Diese Prüfungen an einem Bauwerk erlauben zuverlässige Aussagen über den Schutzgrad desselben und erübrigen weitere komplizierte Berechnungen bei der Projektierung.

Dank der grossen Fähigkeit des Systems wegen des Zusammenwirkens von Boden und Bauwerk sowie des Strahlenschutzes durch die Erdaufschüttung genügt für alle Belastungsbereiche von 1 bis 20 atü ein einziger Bauwerkstyp. Der Unterschied des erforderlichen Schutzgrades von 1 atü gegenüber demjenigen von 10 bzw. 20 atü liegt lediglich in der grösseren Erdüberdeckung. Ein weiterer beiläufiger Vorteil derartiger Konstruktionen besteht in der ausgezeichneten Abschirmung gegen elektromagnetische Effekte, welche bei Kernexplosionen entstehen und für elektronische Geräte sehr gefährlich sind.

Zum Schutz gegen Korrosionen müssen die Blechfutter bei deren Herstellung durch Sandstrahlen gereinigt und grundiert werden. Mit zusätzlichen Deckanstrichen nach erfolgter Montage ist der Rostschutz auf lange Sicht gewährleistet.

Es ist zu bemerken, dass mit den erwähnten Verbundschalen die Entwicklung und die Forschung für Schutzbauten nicht abgeschlossen sind. Bereits heute schon werden fabrikmässig Schalen aus mit Glasfaser verstärkten Polyestern hergestellt, die sich möglicherweise für Schalenbauwerke zu Schutzzwecken im Boden eignen können und zudem den Vorteil sehr kleiner Gewichte aufweisen.

#### IV. Zusammenfassung

- Der Auftrag an die Ls Trp erfordert, dass diese samt ihrem Material ein Schadenereignis ohne nennenswerte Verluste überleben und der Aufbruch für die Verschiebung an den zugewiesenen Einsatzort nicht durch die Sekundärwirkungen aufgehalten wird.
- Vorbereitete Schutzbauten in den Bereitstellungsräumen sind die wirksamsten Massnahmen zur Erhaltung der Kampfkraft; sie bilden aber auch notwendige Stützpunkte während des Einsatzes
- Der zu fordernde Schutzgrad für die Bauten zum Schutz der Menschen und der Geräte ist eine Er-

- messensfrage. Das Optimum hängt von zahlreichen Faktoren ab, die eingehend geprüft werden müssen.
- 4. Für die Dimensionierung der Schutzbauten müssen alle primären und sekundären Wirkungen der bekannten und der übersehbaren zukünftigen Waffen berücksichtigt werden. Auch sind «ausgewogene» Konstruktionen anzustreben. Es wäre beispielsweise sinnlos, starke Hüllen zu bauen, wenn die Eingänge entweder zu schwach sind oder durch Trümmer und Brände derart blockiert werden, dass die Insassen immobilisiert oder sogar gefährdet sind.
- 5. Die oberirdischen Gebäude sind gegen Druckstösse wesentlich weniger widerstandsfähig als unterirdische Bauten. Bei leichteren Bauweisen treten bereits bei etwa 0,1 atü erhebliche Störungen und Trümmerbildungen ein; bei 0,5 ist der grösste Teil auch solid gebauter Häuser zerstört.
- 6. Schutzbauten in den Kellerräumen bestehender Häuser weisen zahlreiche schwerwiegende Nachteile auf wie: rechtliche Probleme, Behinderung in der Raumgestaltung, grosse und kostspielige Aufwendungen für die Eingangsbauwerke, Abschlüsse, Fluchtwege usw. Beim Einbau in bestehende Keller ist immer mit der Vertrümmerung mindestens durch das darüberliegende Haus und je nach Bauabständen auch mit derjenigen benachbarter Häuser zu rechnen.
  - Mit der Vertrümmerung steigt auch die Gefahr für Brände, was sowohl zur Behinderung beim Einsatz nach dem Ereignis als auch zu Gefährdungen für die Menschen und die Geräte führt. Derartige Risiken dürfen für eine Rettungsorganisation wie die Ls Trp, welche zur Hilfeleistung den örtlichen Zivilschutzorganisationen zugewiesen sind, nicht eingegangen werden.
- 7. Die Summe aller Nachteile und die Gefahr der Behinderung oder gar Verunmöglichung bei der Erfüllung des Auftrages der Ls Trp nach einem Schadenereignis *verbietet* die Anordnung von Schutzanlagen in Kellern von bestehenden Häusern. Eine Ausnahme ist allerdings zu berücksichtigen, nämlich der Ueberraschungsfall.
  - Bei vorbereiteten Schutzanlagen sollten Zonen gewählt werden, die frei von Trümmern und Bränden sind.
- 8. Es bestehen zahlreiche technische Möglichkeiten für den Bau von Schutzanlagen ausserhalb des Gebäudegrundrisses. Die Schalenkonstruktionen bilden dabei die billigsten und zweckmässigsten Bausysteme. In der Schweiz hat die Forschung auf diesem Gebiet bereits kurz nach dem letzten Krieg eingesetzt. Auf Grund dieser Forschung konnte ein Konstruktionsprinzip, bestehend aus einem Blechfutter mit einem Betonmantel entwickelt werden, das sich für die mechanische Herstellung eignet und dessen eingehende Erprobung ergab, dass damit auch auf lange Sicht ein Maximum an Vorteilen erreicht wird.
- Bei der Standortwahl für Schutzanlagen ausserhalb bestehender Häuser muss den sekundären Gefährdungen durch die Umgebung, wie Tankanlagen, Gasometer, Wasser- und Gasleitungen usw., ebenfalls gebührend Rechnung getragen werden.