
Technische Weisungen für den Pflicht-Schutzraumbau



© by Bundesamt für Zivilschutz, Bern, 1984

Alle Urheber- und Verlagsrechte vorbehalten. Ohne Einwilligung des Bundesamtes für Zivilschutz ist das Reproduzieren durch Druck, Photokopie, Mikrofilm oder irgendein anderes Verfahren, auch auszugsweise, untersagt.

7.95 2000 28043

Technische Weisungen für den Pflicht-Schutzraumbau

(vom 1. Februar 1984)

Das Bundesamt für Zivilschutz, gestützt auf Art. 20, Abs. 2 des Bundesgesetzes vom 4. Oktober 1963¹⁾ über die baulichen Massnahmen im Zivilschutz sowie auf die Verordnung des Bundesrates betreffend Schutzzumfang und Schutzgrad der Zivilschutzbauten vom 11. August 1976²⁾, erlässt folgende

Weisungen

Art. 1

Die nachstehenden Technischen Weisungen vom 1. Februar 1984 für den Pflicht-Schutzraumbau treten am 1. April 1986 in Kraft.

Mit ihrem Inkrafttreten sind alle ihnen widersprechenden Vorschriften, Weisungen und Richtlinien aufgehoben, insbesondere:

- a) TWP 1966, Technische Weisungen für den privaten Schutzraumbau vom 15. November 1966³⁾.
- b) Kreisschreiben Nr. 230 des Bundesamtes für Zivilschutz betreffend die Technischen Weisungen für den privaten Schutzraumbau
 - minimale Grundrissabmessungen von Schutzräumen
 - Luftfassungen und Notausgänge
 - Brennstofftanks innerhalb des Gebäudegrundrisses
 - Armierungsnetze
 vom 8. Dezember 1971 mit Weisungen des Bundesamtes für Zivilschutz betreffend Änderungen der Technischen Weisungen für den privaten Schutzraumbau vom 11. November 1971⁴⁾.
- c) Kreisschreiben Nr. 7/76 des Bundesamtes für Zivilschutz betreffend Kommentar zum Vollzug der Technischen Weisungen für den privaten Schutzraumbau vom 22. Oktober 1976⁵⁾.

Art. 2

Ab 1. April 1986 dürfen nur noch Projekte nach den Technischen Weisungen vom 1. Februar 1984 für den Pflicht-Schutzraumbau erstellt werden.

Projekte, die in Anwendung der bisherigen Vorschriften genehmigt wurden, dürfen noch ausgeführt werden, wenn mit dem Bau vor dem 1. Januar 1987 begonnen wird. Bei späterem Baubeginn sind die Projekte den Technischen Weisungen vom 1. Februar 1984 für den Pflicht-Schutzraumbau anzupassen.

Art. 3

Folgende Arten von Schutzräumen sind nach den Technischen Weisungen vom 1. Februar 1984 für den Pflicht-Schutzraumbau zu erstellen:

- Pflichtschutzräume in privaten Gebäuden.
- Pflichtschutzräume in öffentlichen Gebäuden mit Ausnahme der Schutzräume in Kranken- und Altersheimen mit mehr als 30 Heimschutzplätzen.
- Öffentliche Schutzräume in öffentlichen und privaten Gebäuden mit Ausnahme der Schutzräume in Tiefgaragen.

Art. 4

Das Bundesamt für Zivilschutz, in Anwendung von Art. 9, Abs. 2 der Verordnung über die baulichen Massnahmen im Zivilschutz vom 27. November 1978⁶⁾ und

Art. 24, Abs. 2 der Verordnung über den Zivilschutz in den eidgenössischen Betrieben und konzessionierten Transportunternehmungen vom 22. Oktober 1965⁷⁾, tritt seine Befugnisse zur Genehmigung von Projekten für Schutzräume gemäss Art. 3 hievor, mit Ausnahme der öffentlichen Schutzräume, an die Kantone bzw. an die in Art. 24, Abs. 2 der Verordnung über den Zivilschutz in den eidgenössischen Betrieben und konzessionierten Transportunternehmungen genannten Stellen ab.

Bundesamt für Zivilschutz, Bern

Der Direktor:

Hans Mumenthaler

¹⁾ SR 520.2; MZS 29 28
²⁾ SR 520.23; MZS 24 24
³⁾ MZS 5 25
⁴⁾ MZS 16 52
⁵⁾ MZS 25 30
⁶⁾ MZS 31 43
⁷⁾ SR 521.1; MZS 3 19

Vorwort

Die erste Ausgabe der TWP erfolgte vor mehr als 15 Jahren. Damals existierten weder in der Schweiz noch im Ausland technische Weisungen zur Erstellung von Hauschutzräumen, welche konsequent auch auf den Schutz gegen nukleare Waffenwirkungen ausgerichtet waren. Es ist deshalb erfreulich festzustellen, dass diese an sich völlig neuen technischen Weisungen von der Mehrzahl der Benützer mit wenig Anfangsschwierigkeiten aufgenommen und angewendet worden sind. Im Verlaufe dieser Zeit sind in der Schweiz mehr als 150 000 Einzelschutzräume mit einigen wenigen bis mehreren hundert Schutzplätzen gemäss diesen Weisungen erstellt worden. Diese Personenschutzräume stellen heute das eigentliche Rückgrat des Schweizerischen Zivilschutzes dar.

Es versteht sich von selbst, dass die «TWP 66» im Rahmen des praktischen Vollzuges zahlreichen kritischen Prüfungen ausgesetzt waren. Wenn auch die meisten davon erfolgreich bewältigt werden konnten, so haben sich im Laufe der Jahre doch zahlreiche neue Erkenntnisse ergeben. Dies betrifft vor allem einzelne Waffenwirkungen wie beispielsweise die primäre Kernstrahlung, die einen differenzierteren Nachweis des Schutzes bedingen. Im gleichen Zusammenhang stehen auch die Probleme der Klimaverhältnisse in den Schutzräumen, der Einfluss von sekundären Brandwirkungen und gewisse statische Probleme der Schutzraumhülle. Schliesslich ging es ganz generell darum, erkannte Schwachstellen und Lücken zu beseitigen und die reichen praktischen Erfahrungen aller Beteiligten sinnvoll in die neue Fassung einzubauen.

Die vorliegende neue Fassung der TWP besteht aus vier Kapiteln und einem Anhang. Die Gliederung entspricht generell derjenigen der beiden anderen Weisungen, nämlich der TWO (Technische Weisungen für die Schutzanlagen der Organisation und des Sanitätsdienstes) und der TWS (Technische Weisungen für Spezielle Schutzräume):

- *Im ersten Kapitel wird der TWP-Schutzraum generell beschrieben. Anschliessend erfolgt eine eingehende Darstellung der Bedrohung und der Schutzwirkung des Schutzraumes, der Benützungsphasen und der Anforderungen eines längeren Schutzraum Aufenthaltes. Als Arbeitshilfe für die Benützer wird schliesslich der Planungs- und Bauablauf tabellarisch dargestellt. Hinweise über die Art und Anzahl der einzureichenden Projektunterlagen ergänzen diese administrativen Angaben.*
- *Das zweite Kapitel enthält eine Übersicht über den Planungsvorgang und vermittelt die grundlegenden Angaben zur Festsetzung der Grösse des Schutzraumes. Es folgen Angaben über die Anordnung und Gestaltung des Schutzraumes im Gebäudegrundriss sowie über Massnahmen bei speziellen Gefährdungen. Das Kapitel enthält im weiteren zahlreiche Grundrissbeispiele sowie die konstruktiven Bestimmungen für die Gestaltung der Eingänge, Notausstiege und Fluchtröhren. Im Zusammenhang mit der Gestaltung der Notausgänge werden praktisch erprobte Anordnungen der Belüftungseinrichtungen gezeigt. Angaben über die Anordnung und Gestaltung der Aborte bilden den Schluss des Kapitels.*
- *Das dritte Kapitel betrifft vor allem die Belüftung. Die Elemente des Belüftungssystems sind derart vereinfacht worden, dass die Projektierung in der Mehrzahl der Fälle direkt durch den Architekten erfolgen kann. Im weiteren enthält dieses Kapitel*

Bestimmungen betreffend allfällige Wasser- und Abwasserinstallationen, die elektrischen Installationen und die schutzraumfremden Leitungen und Apparate.

- *Das vierte Kapitel umfasst neben zahlreichen konstruktiven Bestimmungen die für die Bemessung gegen Kernstrahlung und Brand erforderlichen Angaben. Ein weiterer Abschnitt vermittelt die aus der dynamischen Druckstossbelastung abgeleiteten Ersatzlasten und Belastungen für die statische Bemessung. In einem besonderen Abschnitt wird der statische Bemessungsvorgang beschrieben, wobei auch einigen speziellen Belastungsproblemen der Schutzraumdecke Rechnung getragen wird. Für die Schleuse bzw. die Schutzraumwand mit Panzertüre ist eine normierte Armierung angegeben. Anhand von Beispielen wird die Bemessung aufgrund des Traglastverfahrens gezeigt.*

- *Der Anhang besteht aus einer Checkliste für die sachgemässe Abnahme des Schutzraumes. Sie vermittelt gleichzeitig dem Architekten und dem Bauherrn die erforderlichen Kriterien, um die Qualität und Betriebssicherheit des fertig erstellten Schutzraumes zu überprüfen.*

Eine Liste der verwendeten Abkürzungen und Bezeichnungen sowie eine Tabelle mit den gebräuchlichsten Grössen des verwendeten internationalen Einheitssystems SI vervollständigen den Anhang.

Die vorliegenden Weisungen können bei einzelnen Planungs- und Bemessungsvorgängen zu Ergebnissen führen, die von denjenigen der TWO und TWS abweichen. Dies gilt vor allem für die Bemessung auf Kernstrahlung und Brand, die Belastungen und die statische Bemessung sowie für einige weitere Bestimmungen.

Der Grund für diese Abweichungen besteht in erster Linie darin, dass die TWP wegen ihres ungleich grösseren und vielfältigeren Anwendungsbereiches sowie wegen der grossen Anzahl relativ kleiner Schutzräume wesentlich genereller gestaltet werden mussten. Zudem ist die Art der Benützung und die Bedeutung einzelner Anlageteile verschieden von derjenigen in Schutzanlagen gemäss TWO und TWS.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Grundlagen und Annahmen	11
1.1 Generelle Beschreibung des TWP-Schutzraumes	11
1.2 Gegen welche Waffenwirkungen schützt der Personenschutzraum?	13
1.21 Angenommene Bedrohung	13
1.22 Schutzzumfang und Schutzgrad	14
1.23 Schutz gegen Atomwaffen	14
1.24 Schutz gegen konventionelle Waffen	19
1.25 Schutz gegen chemische Waffen	20
1.26 Schutz gegen biologische Waffen	21
1.27 Schutz gegen sekundäre Waffenwirkungen	21
1.3 Benützung der Personenschutzräume	22
1.31 Aktionsphasen	22
1.32 Anforderungen für einen längeren Aufenthalt im Schutzraum	23
1.4 Administrative Hinweise zur Projektierung und zum Bau	25
1.41 Genereller zeitlicher Ablauf des Verfahrens und Aufgaben der Beteiligten	25
1.42 Anzahl der Schutzplätze	27
1.43 Verzeichnis der vom Projektverfasser bzw. vom Bauherrn bereitzustellenden Unterlagen	27
2. Planung des Schutzraumes	29
2.1 Planungsvorgang	29
2.2 Mindestanforderungen an Platzbedarf	30
2.3 Lage des Schutzraumes	32
2.31 Anordnung im Gebäude	32
2.32 Mehrstöckige Schutzräume	33
2.33 Anordnung bezüglich Grundwasser	33
2.34 Brennstofftanks	33
2.35 Massnahmen bei Gefährdung durch Wasser (Wasserschwall)	34
2.4 Gestaltung des Schutzraumes	35
2.41 Grundlagen für die Grundrissgestaltung	35
2.42 Grundrissbeispiele für Schutzräume mit 5 bis 50 Schutzplätzen	36

2.43	Grundrissbeispiel für Schutzräume mit 51 bis 100 Schutzplätzen	38
2.44	Grundrissbeispiele für Schutzräume mit 101 bis 200 Schutzplätzen	39
2.5	Festlegung der definitiven Konstruktionsstärken	41
2.6	Eingänge	42
2.61	Anordnung	42
2.62	Trümmerschutz beim Eingang	43
2.63	Schleusen	44
2.64	Panzertüren	45
2.7	Fluchtröhren, Notausstiege und Luftfassungen	48
2.71	Zweck und Anzahl	48
2.72	Anordnung	48
2.73	Gestaltung der Fluchtröhren	49
2.74	Gestaltung der Notausstiege	51
2.75	Gestaltung von Ausstiegen aus tiefliegenden Schutzräumen	52
2.76	Spezialfälle	54
2.77	Panzerdeckel	54
2.8	Aborte	56
2.81	Anzahl und Anordnung	56
2.82	Konstruktionsmöglichkeiten für Abortkabinen	57
2.83	Trockenklosettausrüstung	59
3.	Medienplanung	61
3.1	Belüftung	61
3.11	Übersicht	61
3.12	Betriebsarten	61
3.13	Komponenten der Belüftungseinrichtungen	62
3.14	Funktion und Anordnung der Komponenten	63
3.15	Bestimmung der Komponenten der Belüftungseinrichtungen	65
3.16	Konstruktive Angaben zum Einbau der Komponenten	69
3.17	Hinweise zur Gestaltung der Lüftung für die Friedensnutzung	70
3.2	Wasser- und Abwasserinstallationen	70
3.3	Elektrische Energieversorgung	71
3.4	Schutzraumfremde Leitungen und Apparate	71
4.	Bemessung und Konstruktion	73

Aufgehoben, siehe

- **TWK 1994**
Technische Weisungen für die Konstruktion und Bemessung von Schutzbauten
- **TWK 1997**
Konstruktion und Bemessung von Schutzräumen mit maximal 25 Schutzplätzen

4.2	Konstruktionsstärken infolge der primären Kernstrahlung	80
4.21	Bemessungsgrundlagen	80
4.22	Schutzraumdecke	80
4.23	Schutzraumaussenwände	82
4.3	Konstruktionsstärken infolge Brandbelastung	84
4.4	Belastung infolge mechanischer Wirkungen von A-Waffen	85
4.41	Dynamische Belastung und statische Ersatzlasten, Beanspruchung infolge mechanischer Wirkungen von A-Waffen	85
4.42	Belastung der Decke	85
4.43	Belastung der Bodenplatte	86
4.44	Belastung der Aussenwände	87
4.45	Belastung der Eingangspartie und der Schleuse	90
4.46	Belastung von Zwischenwänden und Zwischendecken	90
4.47	Belastung der Wand zwischen zwei Schutzräumen	90
4.5	Grundlagen für die statische Bemessung	90
4.51	Übersicht und Vorgehen bei der statischen Bemessung	90
4.52	Materialeigenschaften	91
4.53	Entfallende Nachweise	91
4.54	Nachweis der Biegetragfähigkeit	92
4.55	Nachweis der Schubtragfähigkeit	96
4.56	Bestimmung der normierten Armierung für die Eingangspartie und die Schleuse	98
4.57	Tragfähigkeitsnachweis bei Platten mit einspringender Ecke	105
4.58	Tragfähigkeitsnachweis bei Stützen- bzw. Wandlasten auf der Schutzraumdecke	107
4.6	Bemessungsbeispiele	110
4.61	Beispiel: Schutzraum mit 13 Schutzplätzen	110
4.62	Beispiel: Schutzraum mit 100 Schutzplätzen	113
4.63	Beispiel: Schutzraum mit Stütze auf Decke	121
Anhang		129
A1	Checkliste für die Schutzraumabnahme	129
A2	Liste der Abkürzungen und Bezeichnungen	134
A3	Gebräuchlichste Grössen des verwendeten internationalen Einheitssystems SI und Vergleich mit TS-System	135

1

Grundlagen und Annahmen

1.1 Generelle Beschreibung des TWP-Schutzraumes

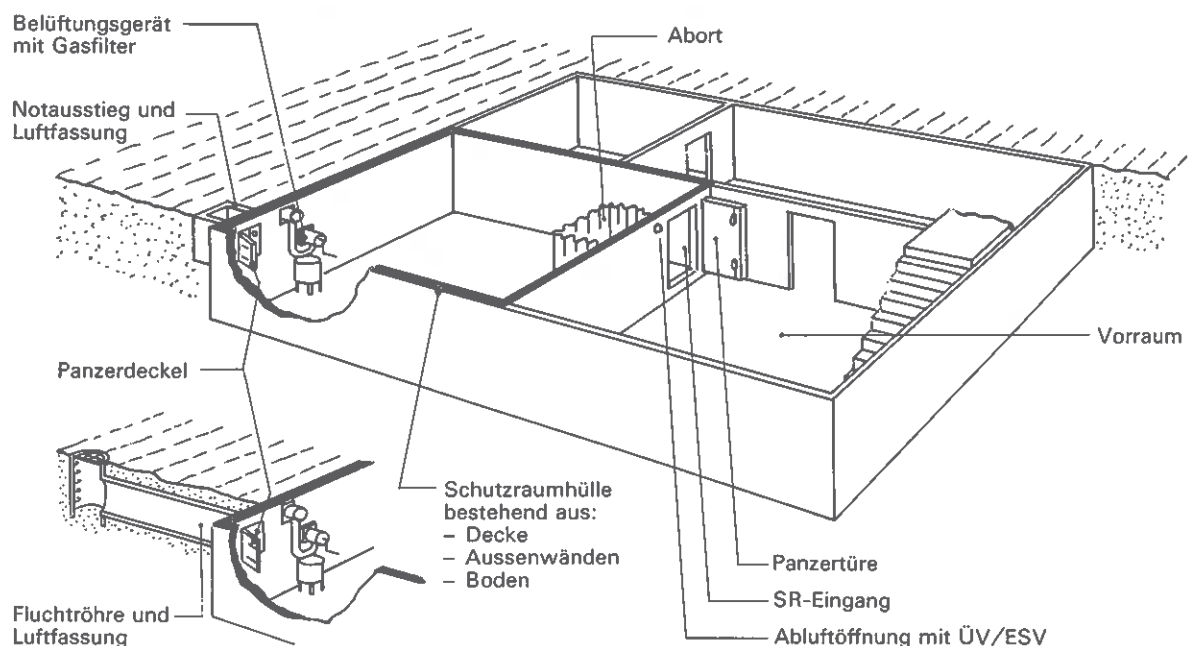
Schutzräume gemäss diesen Weisungen werden in der Regel zusammen mit dem Untergeschoss eines Neubaus erstellt. Sie bestehen im wesentlichen aus einer einfachen prismatischen Stahlbetonhülle in Ortsbeton. Die wenigen Öffnungen werden mit speziell starken Abschlüssen geschlossen.

Schutzräume werden normalerweise als Keller oder gewerbliche Lageräume verwendet. Im Falle der Verwendung als Schutzräume müssen diese Räume innert kürzester Frist und ohne spezielle Hilfsmittel bezugsbereit gemacht werden.

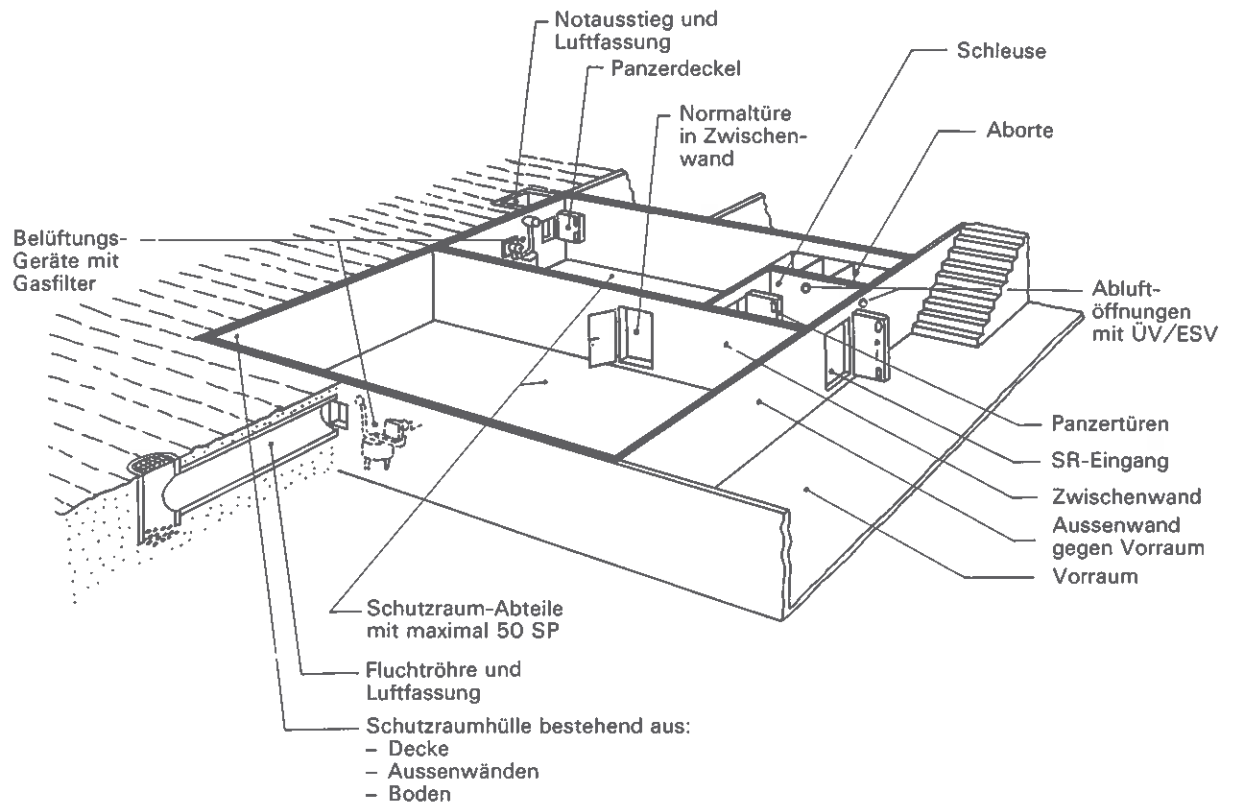
Die in den vorliegenden Weisungen behandelten Schutzräume haben ein Fassungsvermögen von 5 bis 200 Schutzplätzen. Im folgenden werden die drei typischen Schutzraumgrössen kurz beschrieben:

Schutzraum mit 5 bis 50 Schutzplätzen

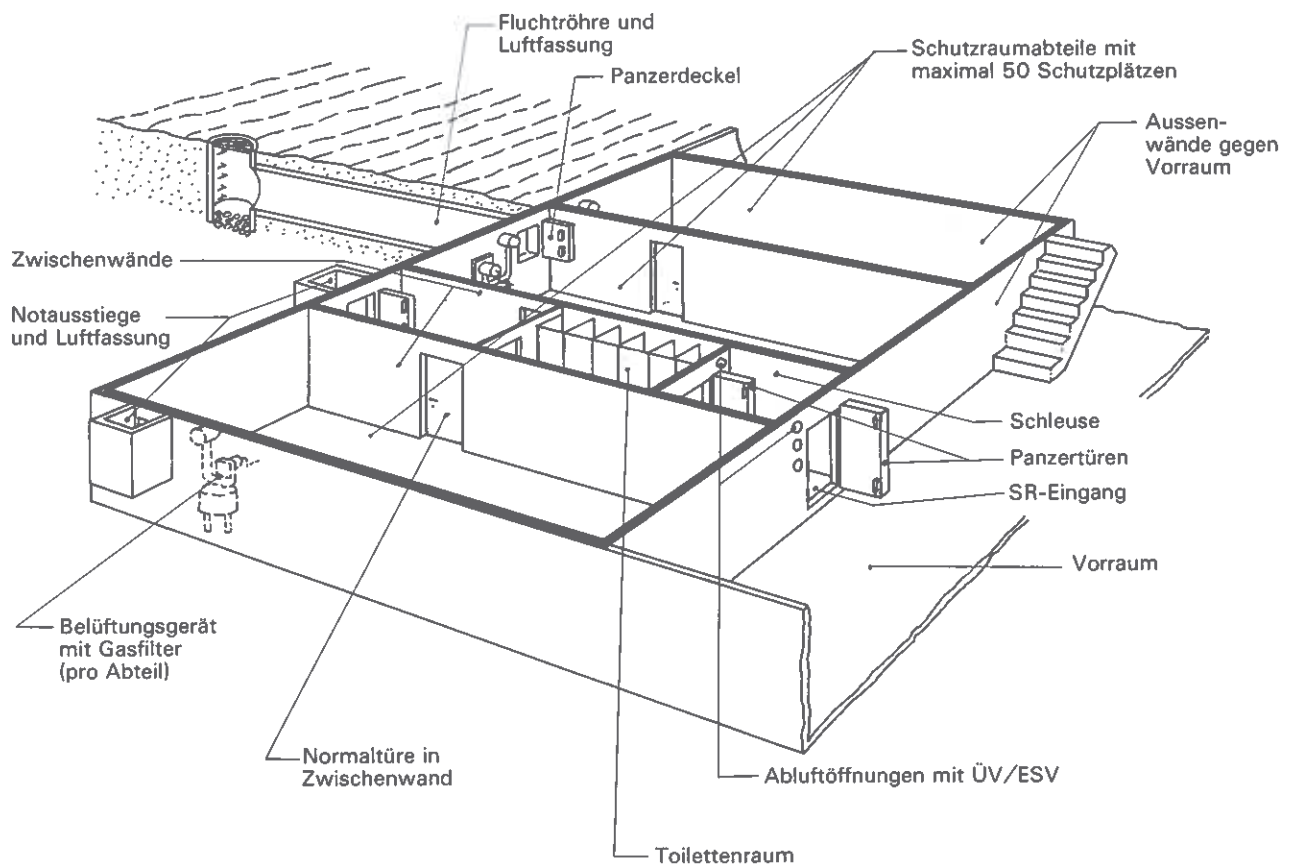
Der Schutzraum besteht aus einem Abteil mit maximal 50 Schutzplätzen und einem Eingang mit Panzertüre. Im weiteren ist der Schutzraum mit einer Fluchtröhre bzw. mit einem Notausstieg versehen. Die Fluchtröhre bzw. der Notausstieg dienen zugleich als Luftfassung für das im Schutzraum installierte Belüftungsgerät. Die Abluftöffnung und der Abort (in der Regel Trockenklosett) sind im Bereiche des Eingangs angeordnet.



Figur 1.1-1 Schutzraum mit maximal 50 Schutzplätzen



Figur 1.1-2 Schutzraum mit 51 bis 100 Schutzplätzen



Figur 1.1-3 Schutzraum mit 101 bis 200 Schutzplätzen

Schutzraum mit 51 bis 100 Schutzplätzen

Der Schutzraum besteht aus zwei Abteilen mit je maximal 50 Schutzplätzen und einem Eingang. Die Abteile sind untereinander mit einer Normaltüre verbunden. Unmittelbar nach dem Eingang ist eine Schleuse angeordnet. Eingang und Schleuse werden mit zwei Panzertüren abgeschlossen. Der Schutzraum besitzt eine Fluchtröhre und einen Notausstieg, welche gleichzeitig als Luftfassungen für die beiden Belüftungsgeräte (in jedem Abteil ein Belüftungsgerät) dienen. Die Aborte (in der Regel Trockenklosetts) sind im Schutzraum neben der Schleuse im Bereich der Abluftöffnungen angeordnet.

Schutzraum mit 101 bis 200 Schutzplätzen

Der Schutzraum besteht aus drei bis vier Abteilen mit je maximal 50 Schutzplätzen und einem Eingang. Die Abteile sind untereinander mit Normaltüren verbunden. Unmittelbar nach dem Eingang ist eine Schleuse angeordnet. Eingang und Schleuse werden mit zwei Panzertüren abgeschlossen. Der Schutzraum verfügt über zwei Fluchtröhren bzw. über eine Fluchtröhre und zwei Notausstiege, welche gleichzeitig als Luftfassungen für die Belüftungsgeräte (in jedem Abteil ein Belüftungsgerät) dienen. Die Aborte (in der Regel Trockenklosetts) sind in einem separaten Toilettenraum neben der Schleuse im Bereich der Abluftöffnungen angeordnet.

1.2 Gegen welche Waffenwirkungen schützt der Personenschutzraum?

In diesem Abschnitt werden die möglichen Beanspruchungen des Schutzraumes durch Waffenwirkungen sowie seine Schutzwirkung beschrieben.

1.21 Angenommene Bedrohung

Der Zivilschutz muss von der Annahme ausgehen, dass auch in Zukunft Kriege möglich sind und dass unser Land darin indirekt oder direkt verwickelt werden kann. Dabei kann es sich um Konflikte handeln, bei welchen moderne konventionelle Waffen, aber u. U. auch Massenvernichtungswaffen, insbesondere atomare, chemische und biologische Waffen, eingesetzt werden. Letztere zeichnen sich durch grossflächige und teilweise langanhaltende Wirkungen aus, welche vor allem auch die Zivilbevölkerung gefährden. Ihr Einsatz erfolgt voraussichtlich überraschend und die Warnzeiten werden deshalb wahrscheinlich sehr kurz sein. Die Schutzmassnahmen müssen aus diesem Grund vorsorglich getroffen werden.

Ein wirksamer Schutz ist auch gegen die Wirkungen moderner Massenvernichtungswaffen möglich. Die Geschichte zeigt, dass es nie Waffen gegeben hat, gegen die nicht sehr bald auch entsprechende Schutzmassnahmen gefunden wurden. Dabei muss man sich aber damit abfinden, dass es keinen absoluten Schutz gibt. Entscheidend ist, dass die Verluste durch geeignete Schutzmassnahmen so klein wie irgendwie möglich gehalten werden.

Die Personenschutzräume und deren rechtzeitiger Bezug sind die wirkungsvollste Schutzmassnahme für die Bevölkerung. Diese Schutzräume sind infolge ihrer einfachen robusten Bauweise relativ ausgewogen und dadurch wenig empfindlich gegen ein breites Band auch von zukünftig möglichen Waffenwirkungen.

1.22 Schutzzumfang und Schutzgrad

Der Schutzzumfang und Schutzgrad für die Personenschutzräume wird wie folgt definiert (Verordnung des Bundesrates betreffend Schutzzumfang und Schutzgrad der Zivilschutzbauten vom 11.8.1976):

Schutzzumfang

Der Schutz hat die Wirkungen moderner Waffen, insbesondere die Wirkungen von nuklearen, konventionellen, chemischen und biologischen Waffen zu umfassen.

Schutzgrad

Die Schutzräume haben zu gewährleisten, dass

- in einem Abstand vom Explosionszentrum einer Atomwaffe, in dem der Luftüberdruck auf 1 bar abgenommen hat, das Überleben der Insassen sichergestellt ist (Schutzgrad 1 bar),
- ein Nahtrefferschutz gegen konventionelle Waffen besteht,
- durch künstliche Belüftung und Filter das Eindringen von chemischen und biologischen Kampfstoffen verhindert wird.

Bei allen Waffenwirkungen ist deren Dauer angemessen zu berücksichtigen.

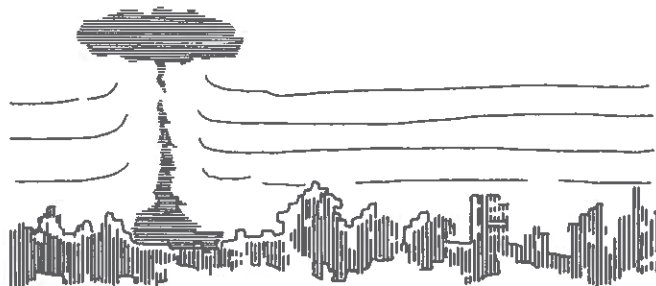
In den Abschnitten 1.23 bis 1.27 werden die einzelnen Waffenwirkungen und die entsprechenden Schutzwirkungen des Schutzraumes beschrieben.

1.23 Schutz gegen Atomwaffen

Verlauf der Explosion

Im Moment der Explosion einer Atomwaffe erfolgt eine starke sekundenlange Wärme- und Lichtstrahlung.

Gleichzeitig wirken die primäre Kernstrahlung und der elektromagnetische Impuls.



Die Druckwelle der Explosion erreicht den Schutzraum nach einigen Sekunden. Mit ihrem Eintreffen setzt ein Wind von der vielfachen Stärke eines Orkans ein. Er dauert gleich lang wie der allseitig wirkende Überdruck, also einige Zehntelsekunden, bei grossen Kalibern einige Sekunden.

Infolge dieser Wirkungen werden grosse Mengen von Trümmern durch die Luft geschleudert. Durch die Wärmestrahlung können entzündbare Materialien entzündet werden. Bei einer bodennahen Explosion beginnt der radioaktive Ausfall nach kurzer Zeit und seine gefährdende Wirkung kann Tage oder Wochen dauern.

Welches sind nun die massgebenden Waffenwirkungen und die Schutzmöglichkeiten?

Mechanische Waffenwirkungen

Die hauptsächlichste mechanische Waffenwirkung ist der Luftstoss der Druckwelle. Sein zeitlicher Verlauf und seine Stärke hängen von der Distanz vom Expo-

sionszentrum, vom Waffenkaliber, von der Art der Waffe und von der Explosionshöhe ab. An einem bestimmten Punkt auf der Erdoberfläche bewirkt der Luftstoss einen plötzlichen Anstieg des Luftdruckes auf einen maximalen Spitzendruck und anschliessend einen zunächst steilen, dann langsamen Abfall, der einige Zehntelsekunden dauert. Dieser Überdruckphase folgt eine längere Phase relativ leichten Unterdruckes.

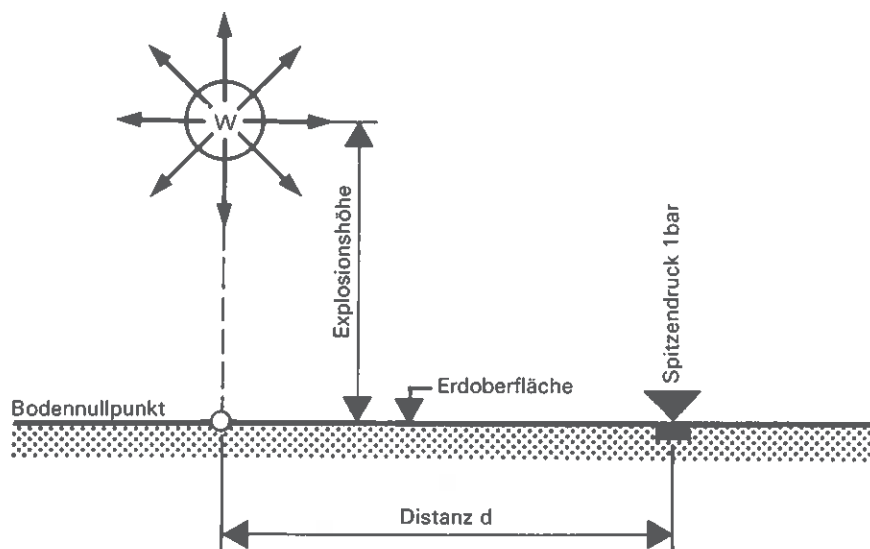
Die ungefähren Distanzen vom Bodennullpunkt, bei welchen für verschiedene Kaliber ein Spitzendruck von 1 bar (100 kN/m^2) auftritt, sind in der Tabelle 1.2-1 dargestellt.

Tabelle 1.2-1 Ungefähre Distanzen vom Bodennullpunkt, in welchen ein Spitzendruck von 1 bar auftritt (Erdoberfläche als idealisierte Ebene angenommen)

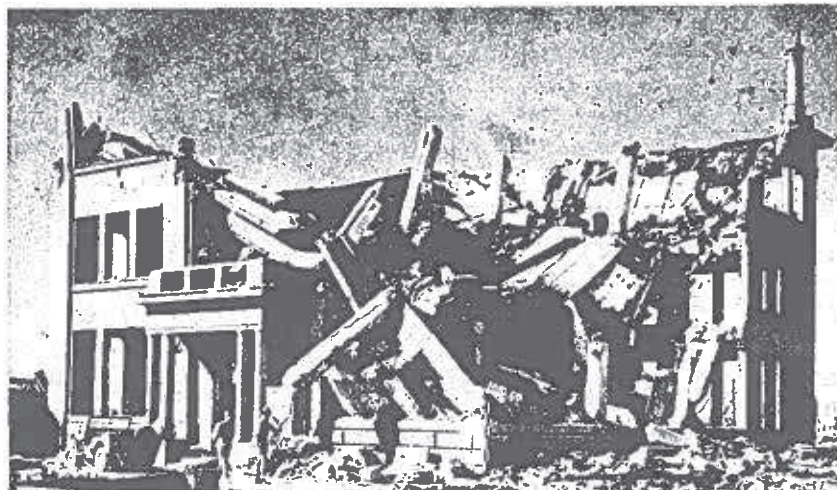
Kaliber der Atomwaffe	Distanzen d bei 1 bar Spitzendruck und bei Explosionshöhe:		
	Hoch	Tief	Null
1 kt	0,3 km	0,3 km	0,3 km
10 kt	0,7 km	0,7 km	0,6 km
100 kt	1,5 km	1,4 km	1,2 km
1 Mt	3,2 km	3,0 km	2,6 km
10 Mt	7,0 km	6,5 km	5,6 km
Zum Vergleich: – Hiroshima ca. 12 kt – Nagasaki ca. 22 kt	0,8 km 0,9 km		

1 kt = 1 Kilotonne = Energieäquivalent von 1000 t herkömmlichen Sprengstoffs.

1 Mt = 1 Megatonne = Energieäquivalent von 1 000 000 t herkömmlichen Sprengstoffs.



Der Luftstoss kann an oberirdischen Bauten und an freiliegenden Teilen des Schutzraumes «reflektiert» werden. Dadurch ist es möglich, dass an diesen Flächen der Maximalwert des Druckes auf ein Mehrfaches erhöht wird. Im Boden erzeugt die Druckwelle den sogenannten luftinduzierten Erdstoss. Dieser bewirkt die Druckbelastung der erdberührten Seitenwände sowie eine erdbebenartige Erschütterung des gesamten Schutzraumes. Die Intensität dieser Erschütterung hängt dabei stark von der Beschaffenheit des Bodens, aber auch von der Konstruktion und der Masse des Schutzraumes ab.

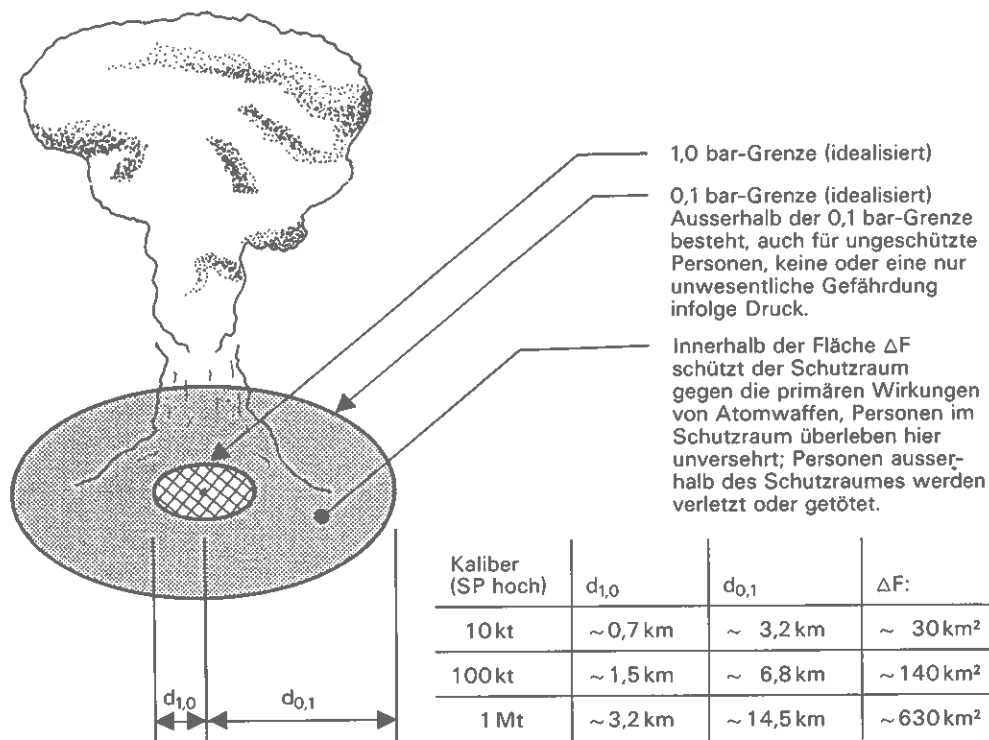


*Hiroshima (einige hundert Meter vom Nullpunkt).
Dreistöckiger Stahlbetonbau mit grossen Fensteröffnungen.
Hier hätten Personen in einem TWP-Schutzraum überlebt.*

Ein optimaler Schutz gegen die mechanischen Wirkungen der Atomwaffen wird erreicht durch

- eine möglichst vollständig unterirdische Anordnung des Schutzraumes,
- eine robuste, allseitig geschlossene Stahlbetonkonstruktion mit einfacher Gestaltung im Grund- und Aufriss,
- eine Beschränkung der Einrichtungen auf das für das Überleben Notwendige.

Die Schutzwirkung eines 1-bar-Schutzraumes (Schutzgraddefinition siehe Abschnitt 1.22) gegen die mechanischen Wirkungen von Atomwaffen ist in der Figur 1.2-2 schematisch dargestellt. Dabei wird die durch den 1-bar-Kreis begrenzte Fläche mit der durch den 0,1-bar-Kreis begrenzten Fläche (ungefähr kritischer Bereich für ungeschützte Personen) verglichen. Daraus ist ersichtlich, wie sehr viel mehr Personen ohne Schutzraum gefährdet werden als solche in einem Schutzraum.



Figur 1.2-2 Idealisierte Wirkungsflächen des Überdrucks von 10 kt-, 100 kt-, 1 Mt-Atomwaffen bei optimalen Explosionshöhen

Primäre Kernstrahlung

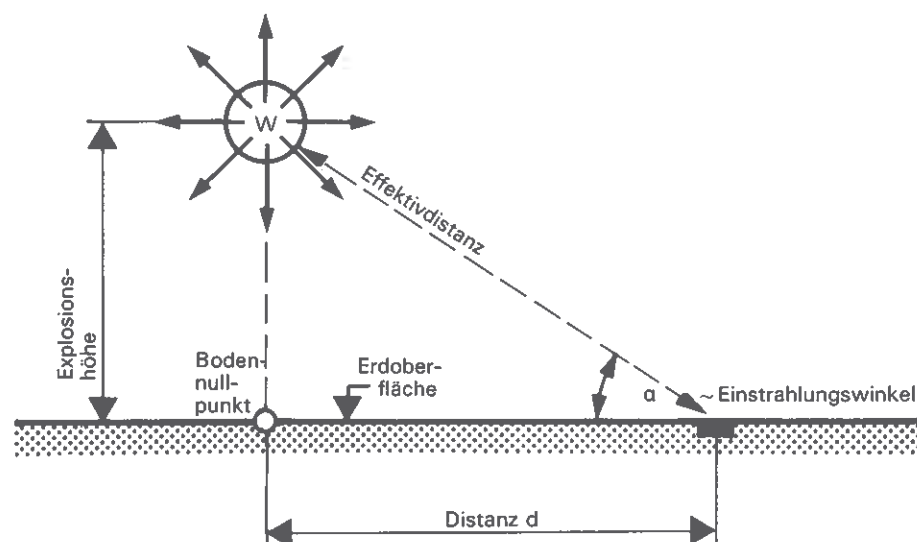
Die primäre Kernstrahlung breitet sich mit Lichtgeschwindigkeit – unsichtbar für den Menschen – vom rasch expandierenden Feuerball der Explosion aus. Unter dieser Strahlung versteht man die Gesamtheit aller direkt und indirekt ionisierenden Strahlen, welche innerhalb der ersten Minute vom Feuerball und der Atomwolke (Atompilz) ausgehen. Für die Gefährdung der Schutzräume bzw. von deren Insassen sind zwei Komponenten dieser Strahlung massgebend, nämlich die Gammastrahlung und die Neutronenstrahlung.

Die primäre Kernstrahlung pflanzt sich ähnlich wie Licht fort und trifft deshalb direkt oder indirekt auf den Schutzraum, je nach der Sichtverbindung zwischen dem rasch in die Höhe steigenden Feuerball und dem Schutzraum. Die Stärke der primären Kernstrahlung wird durch die sogenannte Dosis, d.h. die Menge der von einem Medium aufgenommenen Strahlungsenergie, dargestellt. Physikalisch handelt es sich dabei um die vom Medium absorbierte Strahlungsenergie pro Masseneinheit, gemessen in rad ($1 \text{ rad} = 100 \text{ erg/g}$).

Zur Ermittlung der schädigenden Strahlenwirkung im Gewebe des menschlichen Körpers wird eine sogenannte Äquivalent-Dosis verwendet, welche in rem gemessen wird. Diese Äquivalent-Dosis trägt der verschiedenen biologischen Wirkung der Gamma- und Neutronenstrahlen sowie weiteren Faktoren, welche unter anderem auch die Eindringtiefe in den Körper berücksichtigen, Rechnung. Der Mensch kann eine Dosis bis zu 100 rem ohne Schaden aufnehmen. Grössere Dosen können Strahlenerkrankung bewirken, viel grössere Dosen sind tödlich. Die folgende Tabelle 1.2-3 zeigt die maximale, nicht abgeschirmte biologische Gesamtstrahlendosis (Freifeldwert) für verschiedene Kaliber im 1 bar-Abstand von einer Atomexplosion.

Tabelle 1.2-3 Primäre Kernstrahlung, maximale Gesamtstrahlendosis D_0 für verschiedene Kaliber im 1 bar-Abstand

Kaliber der Atomwaffe	Maximaler Überdruck	Distanz d auf der Erdoberfläche	Ungefähre, maximale Gesamtstrahlendosis D_0 in der Distanz d (Freifeldwert)	Einstrahlungswinkel α
1 kt (Hoch)	1 bar	0,3 km	~ 7000 rem	~ 30°
10 kt (Tief)	1 bar	0,7 km	~ 6500 rem	~ 20°
100 kt (Tief)	1 bar	1,4 km	~ 1200 rem	~ 20°
1 Mt (Tief)	1 bar	3,0 km	~ 60 rem	~ 20°
Zum Vergleich: 1 kt-Neutronenwaffe (Einsatzhöhe 300 m)	~ 0,3 bar	~ 0,7 km	~ 6000 rem	~ 20°



Im Abstand von einer kleinkalibrigen Atomexplosion, in welcher ein Luftüberdruck von 1 bar wirkt, würde demnach ein ungeschützter Mensch eine maximale Gesamtstrahlendosis D_0 von einigen tausend rem erhalten. Dies ist eine weit über dem tödlichen Wert liegende Dosis.

Die Abminderung der primären Kernstrahlung bis zu der als noch zulässig erachteten Grenzdosis von 100 rem wird durch die unterirdische Anordnung des Schutzraumes, die Erdanschüttung und Erdüberdeckung bzw. durch das Gebäude über dem Schutzraum, den Beton der Schutzraumhülle sowie durch zweckmässige Anordnung der Eingänge erreicht.

Die sogenannte Neutronenwaffe ist eine kleinkalibrige nukleare Spezialwaffe. Sie wirkt vorwiegend durch die bei der Kernfusion entstehende Neutronen- und Gammastrahlung. Die Druck- und Hitzewirkungen sind, wegen der speziellen Konstruktion, stark reduziert. Es entsteht auch kaum radioaktiver Ausfall. Die aufgrund der «herkömmlichen» Atomwaffen festgelegten Schutzmassnahmen (massive Stahlbetonhülle, unterirdische Lage, Gebäude) schützen auch gegen die Wirkungen von Neutronenwaffen.

Sekundäre Kernstrahlung (Radioaktiver Ausfall)

Ein bedeutender radioaktiver Ausfall (Fallout) kann praktisch nur bei Explosionen entstehen, bei welchen der Feuerball den Boden berührt. Dabei wird Erdmaterial durch den aufsteigenden Atompilz aufgenommen und mit Teilchen hoher Radioaktivität vermischt. Die so entstandenen radioaktiven Partikel fallen in der näheren und weiteren Umgebung des Explosionsortes wieder zu Boden (lokaler radioaktiver Ausfall). Durch die Windverfrachtung der radioaktiven Partikelwolke kann eine relativ grosse Geländefläche (bis zu mehreren 100 km²) verstrahlt werden. Der für die Gefährdung massgebende Anteil des Ausfalles ist relativ grobkörnig und deshalb sichtbar. Die Intensität dieser sekundären Kernstrahlung ist schwächer als diejenige der primären Strahlung. Sie nimmt mit der Distanz vom Explosionsort sowie mit der Zeit nach der Explosion ab.

Die 1 bar-Schutzräume bieten durch ihre unterirdische Lage, durch die massive Schutzraumhülle und das umgebende Gebäude einen sehr guten Schutz gegen die Wirkungen des radioaktiven Ausfalles. Die im Schutzraum infolge dieser Strahlung empfangene Dosis kann deshalb bei der Bemessung der Schutzraumhülle vernachlässigt werden. Bei radioaktivem Ausfall muss jedoch mit einem Aufenthalt von Tagen bis Wochen im Schutzraum, zum Teil auch in unterirdischen Vorräumen des Schutzraumes, gerechnet werden. Dieser Aufenthalt dauert so lange, bis die Strahlung des abgelagerten radioaktiven Ausfalles soweit abgeklungen ist, dass zuerst kurze und dann längere Aufenthalte im Freien wieder möglich sind.

Infolge der speziellen Anordnung der Luftfassungen in der Fluchtröhre bzw. im Notausstieg – im Belegungsfall werden die Ausstiegsöffnungen mit einer leichten Abdeckung versehen – gelangt praktisch keine gefährliche Konzentration des relativ grobkörnigen radioaktiven Ausfalles bis zur Belüftungseinrichtung oder gar in den Schutzraum. Allfällige feinste Partikel, welche in den Frischluftstrom gelangen, werden durch den Vorfilter (Grobstaubfilter) zurückgehalten. Das Einschalten des Gasfilters ist bei radioaktivem Ausfall nicht notwendig.

Elektromagnetische Wirkungen

Nuklearexplosionen erzeugen sehr starke elektromagnetische Felder, die empfindliche elektrische und elektronische Installationen und Geräte stören oder zerstören können. Die elektromagnetischen Effekte haben in der Regel auf den Menschen keine direkten Wirkungen.

Einfache Personenschutzräume, in welchen die Belüftung und Beleuchtung im Notfall von Hand betrieben werden können, sind gegen diese Wirkungen praktisch unempfindlich.

Wärmestrahlung

Rund ein Drittel der Energie einer Atomexplosion wird in Form von Wärmestrahlung freigesetzt. Durch diese Wärmestrahlung können ungeschützte Personen

schwere Verbrennungen erleiden. Brennbare Materialien können auf grosse Distanzen entflammen, was zu Gebäudebränden führen kann. Für die Menschen in unterirdisch angeordneten Schutzräumen ist die Wärmestrahlung praktisch bedeutungslos. Durch den Brand eines direkt über oder in unmittelbarer Nähe des Schutzraumes stehenden Gebäudes können allerdings sekundäre Gefährdungen für den Schutzraum entstehen. Diese sind bei der Anordnung und Konstruktion des Schutzraumes zu berücksichtigen.

1.24 Schutz gegen konventionelle Waffen

Unter konventionellen Waffen werden hier die herkömmlichen, d.h. nichtnuklearen Spreng- und Brandwaffen sowie die modernen FAE-Waffen (Fuel Air Explosives d.h. explosive Gasgemische) verstanden.



Sprenggeschosse und -bomben

Geschosse konventioneller Waffen, welche Schutzräume gefährden können, sind in erster Linie Artilleriegranaten und Fliegerbomben mit herkömmlichen molekularen Sprengstoffen. Die Wirkung dieser Waffen besteht einerseits in einem gewissen Eindringungs- bzw. Durchschlagsvermögen, andererseits in einer Druck- und Splitterwirkung bei der Explosion ihres Sprengsatzes. Geschosse mit Momentanzünder (Aufschlagzünder), insbesondere aber solche mit Annäherungszünder, entwickeln ihre Wirkung praktisch nur über der Geländeoberfläche. Sie gefährden Schutzräume der üblichen Bauweise kaum. Verzögerungszünder werden in der Regel verwendet, um Geschosse und Bomben im Innern von Bauten zur Explosion zu bringen. Damit wird eine grössere Zerstörungswirkung erzielt. Solche Geschosse können grundsätzlich auch in Schutzräume eindringen.

Man kann davon ausgehen, dass Personenschutzräume, u.a. wegen ihrer grossen Anzahl, nicht ausgesuchtes Ziel eines Angriffs bilden. Schutzräume können allerdings zufällig getroffen werden. Eingehende Untersuchungen haben gezeigt, dass auch bei extremen Angriffsformen die Zahl der Volltreffer der in diesem Zusammenhang wichtigen Waffen bei normalen Schutzräumen gering sein wird. Flachbahnwaffen (Infanteriewaffen, Panzer- und Panzerabwehrwaffen) gefährden unterirdische Schutzräume nicht.

Der Schutz gegen Sprenggeschosse konventioneller Waffen ist wegen der Stahlbetonhülle der Schutzräume, dem umgebenden Erdreich und dem darüber befindlichen Gebäude relativ gross. Nur grössere Geschosse mit Verzögerungszündern, die den Schutzraum direkt oder in kleinem Abstand (Krateradius) treffen, können wesentliche Schäden anrichten. Schutzräume, welche gegen Atomwaffen einen erheblichen Schutz (Schutzgrad 1 bar) aufweisen, brauchen wegen der Gefährdung durch konventionelle Sprengwaffen nicht besonders verstärkt zu werden, da die Prinzipien des Schutzes ähnlich sind wie diejenigen für den Schutz gegen die mechanischen Wirkungen von Atomwaffen.

Brandwaffen

Bei der Gefährdung durch konventionelle Waffen ist auch die Möglichkeit des Einsatzes von Napalm- und Brandbomben zu nennen. Diese Bomben können, je

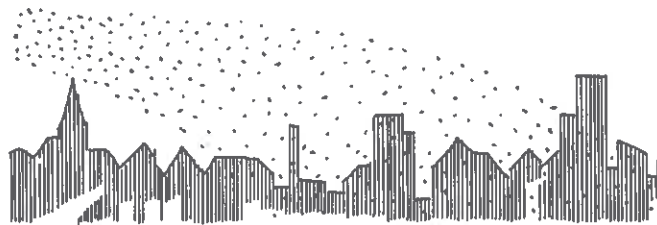
nach Grösse, eine bestimmte Wärmemenge freisetzen. Bei Napalmbomben erfolgt diese Energieabgabe innert kurzer Zeit und mit hohen Temperaturen, während Brandbomben eher langsam abbrennen. Napalmbomben werden deshalb vor allem zum raschen Verbrennen weicher Ziele, Brandbomben zum Anzünden von brennbaren Materialien eingesetzt. Die direkten Wirkungen von Brandwaffen gefährden die Insassen von Personenschutzräumen nicht. Hingegen sind auch hier die sekundären Brandwirkungen, wie sie bei Atomwaffen (Wärmestrahlung) auftreten können, von gewisser Bedeutung.

FAE-Waffen

FAE-Waffen erzeugen durch ihre spezielle Konstruktion eine Brennstoff-Luft-Wolke. Bei deren Zündung entsteht eine Druckwelle mit relativ grosser, gleichmässiger Intensität auf eine relativ grosse Fläche. Diese Waffen sind für zivile Schutzräume insgesamt nicht sehr bedeutend. Einen wesentlichen Bestandteil des Schutzes bilden auch hier die Stahlbetonhülle und die unterirdische Anordnung.

1.25 Schutz gegen chemische Waffen

Chemische Kampfstoffe sind Substanzen, die in kleinsten Mengen bei Lebewesen (und Pflanzen) eine Reiz- oder Giftwirkung ausüben. Gebäude, Materialien, Einrichtungen usw. werden durch chemische Kampfstoffe nicht beschädigt. Einsätze von C-Kampfstoffen sind vorwiegend im Rahmen von terrestrischen Angriffen auf spezielle militärische oder zivile Objekte zu erwarten. Die für den Zivilschutz wichtigsten chemischen Kampfstoffe sind die Nervengifte. Sie führen bei ungeschützten Menschen und Tieren schon bei kleinen Konzentrationen zum Tod. Es sind folgende Einsatzarten möglich:



Einsatz «flüchtig»

Beim Einsatz «flüchtig» werden in erster Linie aerosol- oder gasförmige Kampfstoffe verwendet. Solche Einsätze erfolgen im allgemeinen als Überraschungsangriff. Die Wirkung dauert nur kurze Zeit (maximal einige Stunden); das Gelände wird dabei nicht nachhaltig vergiftet. Das primäre Einsatzgebiet umfasst eine Grösse von höchstens 1 km². Die sich bildende Kampfstoffwolke kann jedoch vom Wind verfrachtet werden und ungeschützte Personen in Gebieten bis zu 100 km² gefährden. Der Mensch wird beim Einsatz «flüchtig» hauptsächlich durch das Einatmen von Kampfstoffen vergiftet.

Einsatz «sesshaft»

Beim Einsatz «sesshaft» werden vor allem flüssige oder feste Kampfstoffe auf relativ engbegrenzte Gebiete eingesetzt. Das Gelände wird vergiftet, wobei die Wirkung längere Zeit (Tage bis Wochen) dauert. Der Kampfstoff wird nur beschränkt vom Einsatzgebiet in andere Gebiete abgetrieben. Beim Einsatz «sesshaft» erfolgt die Vergiftung in erster Linie durch direkten Kontakt mit vergifteten Gegenständen sowie durch Einatmen von verdampftem flüssigem Kampfstoff.

Kombinierter Einsatz

Es sind auch kombinierte Einsätze (halbsesshaft) denkbar, bei welchen sich die Eigenschaften der beiden Einsatzarten «flüchtig» und «sesshaft» verbinden.

Zum Schutz gegen chemische Kampfstoffe muss verhindert werden, dass die Schutzraumsinsassen mit den gefährlichen Substanzen in Berührung kommen oder diese einatmen. Dies wird bei Schutzräumen durch die Belüftungseinrichtungen erreicht, welche die vergiftete Zuluft mittels dem Gasfilter reinigen und im Schutzraum selbst einen leichten Überdruck erzeugen. Dieser Überdruck verhindert das Eindringen von vergifteter Aussenluft durch allfällige Undichtheiten in der Schutzraumhülle.

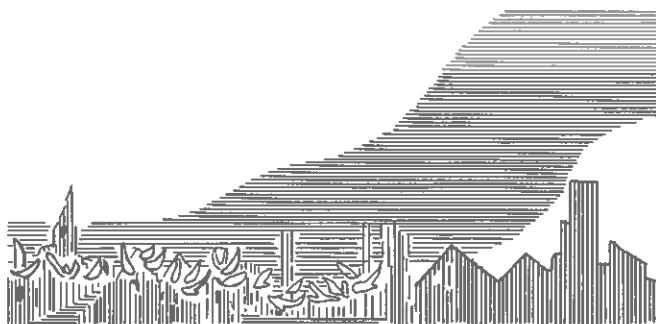
1.26 Schutz gegen biologische Waffen

Unter biologischen Kampfmitteln versteht man den Einsatz von Krankheitserregern (Bakterien und Viren), die Menschen, Tiere und eventuell Pflanzen gefährden. Es sind biologische Kampfmittel herstellbar, die z. B. Cholera, Ruhr, Pest, Typhus, Milzbrand, Grippe und andere Krankheiten hervorrufen. Die Krankheiten brechen vielfach erst Tage nach erfolgter Ansteckung aus. Der Einsatz dieser Kampfmittel kann wie bei chemischen Kampfstoffen oder sabotagemässig über die Wasserversorgung und die Lebensmittelversorgung erfolgen.

Der geschlossene Schutzraum vermindert das Risiko des Eindringens biologischer Kampfmittel durch die Luft. Diese können aber durch Nahrung, Wasser oder Ansteckung in die Schutzräume eingeschleppt werden.

1.27 Schutz gegen sekundäre Waffenwirkungen

Sekundäre Waffenwirkungen sind die möglichen Folgen der direkten Waffenwirkungen aus Einsätzen von Atomwaffen und konventionellen Waffen.



Trümmer

Beim Einsatz von Atomwaffen oder bei Angriffen mit konventionellen Waffen werden zahlreiche Gebäude ganz oder teilweise zerstört. Die dabei entstehenden Splitter und Trümmer werden wie Geschosse umhergeschleudert und gefährden ungeschützte Menschen in höchster Masse. Die Verteilung und Dichte der Trümmer ist von der Art und Dichte der Überbauung und vom Waffenkaliber abhängig.

Die Trümmerlast von eingestürzten Häusern kann von der Schutzraumkonstruktion ohne weiteres aufgenommen werden (vgl. auch Abschnitt 4.42, Belastung der Decke). Die Luftfassungen und Notausgänge werden im Hinblick auf die Trümmergefahr speziell angeordnet.

Es muss in diesem Zusammenhang betont werden, dass der Schutzraum nach einem Angriff nicht sofort verlassen werden muss bzw. darf – im grossen Unterschied zu vielen Luftschutzkellern des Zweiten Weltkrieges. Das Überleben ist auch in einem weitgehend verschütteten Schutzraum möglich. Es steht voraussichtlich viel Zeit für die Selbstbefreiung zur Verfügung. Luft kann auch durch relativ grosse Trümmermengen hindurch angesogen werden.

Brandgefährdung

Der Schutzraum kann durch den Brand eines direkt darüber oder in seiner unmittelbaren Nähe liegenden Gebäudes gefährdet werden. Brände von Gebäuden mit hoher Brandbelastung können die Schutzraumhülle so aufheizen, dass im Innern des Schutzraumes langfristig unerträgliche Temperaturen entstehen. Ferner können bei ungünstigen Verhältnissen durch die Ventilation und undichte Stellen giftige Brandgase (CO , CO_2) in den Schutzraum eindringen. Den normalerweise auftretenden Brandgefährdungen wird durch die Bauart der Schutzräume (massive dichte Schutzhülle, Luftansaugung ausserhalb Gebäudegrundriss), temporären Belüftungsunterbruch sowie durch spezielle vorsorgliche Brandschutzmassnahmen (Entfernen von brennbarem Material in den Räumen direkt über bzw. neben dem Schutzraum) in grossem Mass Rechnung getragen. Zudem werden in engen brandgefährdeten Altstadtgebieten keine Schutzräume erstellt (Generelle Zivilschutzplanung GZP).

Wassergefährdung

Die Wassergefährdung als Folge mechanischer Waffenwirkungen kann wie folgt aufgliedert werden:

- Überflutung infolge Talsperrenbruch; in den betroffenen Talgebieten können hohe Flutwellen entstehen,
- Überschwemmungen durch den Stau von Bächen, Flüssen und Kanälen durch Trümmer oder durch den Bruch von Kanalisationen und Wasserleitungen,
- Wasserschwall in Seen; durch Atomexplosionen in oder über Seen können ufernahe Gebiete durch Flutwellen von relativ kurzer Dauer überspült werden.

In extrem gefährdeten Gebieten wird diesen Gefahren mit speziellen Massnahmen, wie z.B. durch vorsorgliche teilweise Absenkung von Stauseen, begegnet. Für Wasserschwallgebiete sind in diesen Weisungen einfache bauliche Massnahmen angegeben (vgl. Abschnitt 2.35).

Rutschgefährdung

Erschütterungen und Luftstoss von Atomexplosionen können in bestimmten Gebieten Rutschungen (Erdrutsche, Steinschläge, Bergsturz) auslösen, welche Schutzräume zudecken oder verschieben können.

Gebiete, die aus erschütterungsempfindlichem Untergrund bestehen, können durch die Erschütterungen von Atomexplosionen einen sogenannten Strukturzusammenbruch erleiden (d.h. ein Teil des Materials verflüssigt sich). Als Folge davon können grössere Rutschungen entstehen.

In extrem rutschgefährdeten Gebieten werden keine Schutzräume erstellt (Generelle Zivilschutzplanung GZP).

1.3 Benützung der Personenschutzräume

1.31 Aktionsphasen

Bei den hier behandelten Schutzräumen sind die Aspekte der verschiedenen Aktionsphasen des Zivilschutzes, wie sie in der Konzeption 1971 definiert sind, berücksichtigt. Die nachstehenden Abschnitte zeigen die wichtigsten Kriterien dieser Phasen für die Schutzraumbenützung.

Friedensphase

In dieser Phase werden die Schutzräume – im vorliegenden Fall im Zusammenhang mit privaten und öffentlichen Neubauten – erstellt. Ein angemessener Unterhalt und eine periodische Schutzraumkontrolle gewährleisten die dauernde baulich-technische Bereitschaft der Schutzräume. Während der Friedensphase werden die Schutzräume meistens als Keller, Lagerraum, Hobbyraum usw. genutzt.

Vorangriffsphase

Während dieser Phase werden die Schutzräume für einen raschen Bezug vorbereitet und je nach Gefährdung vorsorglich – unter Umständen stufenweise – bezogen. Bis zum Angriff (oder bis zum Abklingen der Gefahr eines Angriffs) können Tage oder Wochen vergehen. Während dieser Zeit kann ein beschränkter, der jeweiligen Gefährdung angepasster Verkehr mit der Aussenwelt, mit einem zeitweisen Aufenthalt ausserhalb des Schutzraumes, stattfinden (sogenannte Rotation).

Angriffsphase

Die Angriffsphase ist die Zeitspanne der eigentlichen Waffenwirkungen auf den Schutzraum. Bei einem Atomwaffeneinsatz sind dies die Wärmestrahlung, die Kernstrahlung, der Luftstoss und die Erschütterung (vgl. auch Abschnitt 1.2).

Nachangriffsphase

Als Nachangriffsphase wird der Zeitraum bezeichnet, während welchem allfällig länger anhaltende Waffenwirkungen bzw. die Folgen von Waffenwirkungen wie Brände, Vertrümmerungen, Überschwemmungen, radioaktiver Ausfall usw. ein Verlassen des Schutzraumes nicht gestatten. Bezüglich der Dauer dieser Phase lassen sich aus der Sicht der Gefährdung deutlich zwei Bereiche unterscheiden:

Kurze Nachangriffsphase

Dieser Fall tritt voraussichtlich nach atomaren Angriffen mit Explosionspunkt in der Luft, nach Angriffen mit konventionellen Waffen oder nach Angriffen mit flüchtigen chemischen Kampfstoffen ein.

Längere Nachangriffsphase

Dieser Fall ist vor allem nach einer bodennahen Atomexplosion wahrscheinlich. Je nach der Intensität des dadurch bedingten radioaktiven Ausfalls ist dann ein Schutzraumaufenthalt von Tagen bis Wochen notwendig. Eine ähnliche Aufenthaltsdauer ist im betroffenen Gebiet auch nach dem Einsatz von sesshaften chemischen Kampfstoffen erforderlich. Der Schutzraum kann auch in diesen Fällen vielfach schon unmittelbar nach einem Angriff, anfänglich für kurze und später für längere Zeit, verlassen werden.

Instandstellungsphase

Der Übergang von der Nachangriffsphase zur Instandstellungsphase erfolgt in den meisten Fällen stufenweise. Der Abschluss der Nachangriffsphase ist vor allem dadurch charakterisiert, dass dann die Schutzräume ohne unmittelbare Gefährdung durch Waffenwirkungen verlassen werden können. Bei grossflächigen Zerstörungen der oberirdischen Bauten dient der Schutzraum in dieser Phase weiterhin als Unterkunft.

1.32 Anforderungen für einen längeren Aufenthalt im Schutzraum

Die hier behandelten Schutzräume sind bezüglich ihrer technischen Gestaltung so ausgelegt, dass sie auch einen längeren Schutzraumaufenthalt ermöglichen. Die folgenden Kriterien sind dabei von besonderer Bedeutung:

Schutz vor Verletzungen durch Waffenwirkungen und vor kalter, nasser Witterung

Dies sind die primären Funktionen des Schutzraumes bei und nach Angriffen. Das Vertrauen in den Schutz gegen Waffenwirkungen ist die wichtigste Grundlage für den Bezug der Schutzräume und für den Aufenthalt im Schutzraum bei Gefahr.

Genügend Atemluft im Schutzraum

Durch die Belüftungseinrichtungen wird der Schutzraum während allen Phasen so mit Luft versorgt, dass ein Kohlendioxidspiegel von 1 Vol.% CO₂ nicht überschritten wird und dass der Sauerstoffgehalt den Wert von 18 Vol.% O₂ nicht unterschreitet. Der vorhandene Rauminhalt von mindestens 2,5 m³ pro Person erlaubt zudem einen Belüftungsunterbruch bei geschlossenem Schutzraum während mehreren Stunden.

Erträgliches Schutzraumklima (Temperatur, Feuchtigkeit)

Die von den Personen im Schutzraum erzeugte Wärme und Feuchtigkeit wird durch den relativ hohen Anteil an wärmeableitenden Wand-, Boden- und Deckenflächen und durch die Belüftungseinrichtungen weitgehend abgeführt. Bei richtigem Verhalten der Personen im Schutzraum, insbesondere auch bei richtiger Bedienung der Belüftungseinrichtungen, sind sowohl im Sommer als auch im Winter keine speziellen Kühlungs- bzw. Heizungsinstallationen zur Regulierung des Schutzraumklimas notwendig.

Genügend Platz für die Schutzrauminsassen

Die vorgeschriebene Bodenfläche (mindestens 1 m² pro Person) ist zwar bescheiden, aber aufgrund zahlreicher Erfahrungen auch für einen längeren Schutzraumaufenthalt genügend. Wichtiger als die Grösse des Schutzplatzes ist die definitive Zuordnung eines Aufenthaltsplatzes für jeden Schutzrauminsassen. Dieser persönliche Platz dient als Aufenthaltsort und Schlafplatz sowie zur Ablage persönlicher Effekten. Diese Anforderung kann mit dreistöckigen Liegestellen (eine Liegestelle pro Person) gut erfüllt werden. Steht wenig Zeit für die Bereitstellung des Schutzraumes zur Verfügung, so ist ein Schutzraumaufenthalt anfangs auch ohne Liegestellen durchaus möglich.

Ver- und Entsorgung des Schutzraumes

Es ist einer der wesentlichen Vorteile des TWP-Schutzraumes, dass er weitgehend auf der Infrastruktur des den Schutzraum umgebenden Gebäudes basieren kann (Wohnungen, Betriebseinrichtungen). Aus diesem Grunde werden für die Erstellung des TWP-Schutzraumes keine besonderen Massnahmen wie Wasserinstallationen, eingebauter Wassertank und andere Versorgungs- und Entsorgungsausrüstungen vorgeschrieben.

Für einen tagelangen autarken Schutzraumaufenthalt sind einfache Aborte im Schutzraum aber unerlässlich. Diese Funktion wird in allen Phasen durch Trockenklosetts erfüllt.

1.4 Administrative Hinweise zur Projektierung und zum Bau

1.41 Genereller zeitlicher Ablauf des Verfahrens und Aufgaben der Beteiligten

Abweichungen vom beschriebenen Ablauf sind aufgrund der Kompetenz der Kantone und Gemeinden möglich.

Ablaufphase	Was ist zu tun?	Wo findet man Detailangaben?	Wer führt durch?
Festsetzung der Schutzraumbau-pflicht , Festlegung der definitiven Schutzplatzzahl .	Eingabe des Baugesuches an die Gemeinde mit den Unterlagen für die Beurteilung der Schutzraumbaupflicht und die Festlegung der definitiven Schutzplatzzahl.	TWP, Abschnitt 1.43	Bauherr bzw. Projektverfasser
	Beurteilung und Festsetzung der Schutzraumbaupflicht und der Anzahl der Schutzplätze.	Eidg./kantonale Gesetze und Verordnungen	Zivilschutzinstanzen der Gemeinde und des Kantons
	Berücksichtigung allfälliger GZP-Auflagen bezüglich Gefährdungen wie Brand, Trümmer, Wasserschwamm/Überschwemmung, Rutschgefahr.	Nachgeführte GZP der betreffenden Gemeinde	
	Regelung bei allfälligen Zusammenlegungen von Kleinschutzräumen (gemeinsame Schutzräume). Festlegung der Ersatzabgabe bei Nichterstellung des Schutzraumes bzw. bei Herabsetzung der Zahl der Schutzplätze.	Eidg./kantonale Gesetze und Verordnungen	
Schutzraumprojektierung	Erstellen des Schutzraumprojektes aufgrund des Entscheides der Zivilschutzinstanzen.	TWP, insbesondere Abschnitt 2.1 (Planungsvorgang)	Projektverfasser
	Eingabe des Schutzraumprojektes zur Genehmigung an die Gemeinde.	TWP, insbesondere Abschnitt 1.43 (Projektunterlagen)	
	Auskunfterteilung bzw. Vorbesprechung bei Schwierigkeiten während der Projektierungsphase.		Zivilschutzinstanzen der Gemeinde bzw. des Kantons

Ablaufphase	Was ist zu tun?	Wo findet man Detailangaben?	Wer führt durch?
Projektgenehmigung, Baufreigabe	Prüfung des Schutzraumprojektes. Erteilung der Projektgenehmigung und Bekanntgabe allfälliger Auflagen bezüglich der Baufreigabe des Schutzraumes.		Zivilschutzinstanzen der Gemeinde bzw. des Kantons
Bauausführung, Baukontrolle	Erstellung des Bauvorhabens mit Schutzraum entsprechend dem genehmigten Bauprojekt. Frühzeitige Meldung der Schutzraumbauetappen (Baugrubensohle, Betonieretappen, Einbau der Schutzraumbauteile) an die Zivilschutzinstanzen der Gemeinde bzw. des Kantons (mindestens 24 Stunden vor dem Betonieren). Überwachung und Koordinierung der Bauarbeiten.	Genehmigtes Bauprojekt TWP, diverse Ausführungs-, Versetz- und Einbauhinweise	Projektverfasser (Bauleitung) und ausführende Bau- und Installationsfirmen
	Kontrolle der – Baugrundverhältnisse (Übereinstimmung mit Annahme in Statik) – Schalung und Armierung der Betonierabschnitte – Schutzraumbauteile wie PT, PD, Ansaugleitung, Ventile, Belüftungsgeräte, Gasfilter und sämtliche Befestigungen.	Genehmigtes Projekt	Zivilschutzinstanzen der Gemeinde bzw. des Kantons
Vorbereitung der Schutzraumabnahme	Schriftliche Meldung auf dem vorgeschriebenen Formular der vorschriftsgemässen Montage und Funktionsbereitschaft der Belüftungseinrichtung an die Zivilschutzinstanzen. Bereitstellung der nachgeführten Pläne des Schutzraumes (1 kompletter Plansatz).	TWP, Anhang «Checkliste für Schutzraumabnahme»	Bauherr bzw. Projektverfasser (Bauleitung)
Schutzraumabnahme und Mängelbehebung	Durchführung der Schutzraumabnahme mit Erstellung eines Abnahmeprotokolls. (Die Abnahme muss spätestens ein Jahr nach Bezug des neu erstellten Gebäudes erfolgen.) Anbringen eines Schildes an gut sichtbarer Stelle im Schutzraum mit Angaben über Fassungsvermögen, Daten der Abnahme und der periodischen Schutzraumkontrollen. Kontrolle der Mängelbehebung.	TWP, Anhang «Checkliste für Schutzraumabnahme»	Zivilschutzinstanzen der Gemeinde bzw. des Kantons
	Behebung allfälliger Mängel aufgrund der Abnahme. Meldung der Mängelbehebung an Zivilschutzinstanzen gemäss Frist im Abnahmeprotokoll.	Abnahmeprotokoll	Bauherr bzw. Projektverfasser (Bauleitung)

Nach erfolgter Abnahme ist der Eigentümer des Schutzraumes verpflichtet, den Schutzraum so instandzuhalten und zu verwenden, dass er jederzeit innert kürzester Frist dem Zivilschutz dienstbar gemacht werden kann. Die Zivilschutzinstanzen können Schutzraumkontrollen zur Feststellung des Zustandes durchführen.

1.42 Anzahl der Schutzplätze

Die Anzahl der erforderlichen Schutzplätze ist in der Verordnung über die baulichen Massnahmen im Zivilschutz (BMV) vom 27. November 1978, Art. 3, Abs. 1, 2 und 3 festgelegt.

1.43 Verzeichnis der vom Projektverfasser bzw. vom Bauherrn bereitzustellenden Unterlagen

Unterlagen zur Beurteilung der Schutzraumbaupflicht und zur definitiven Festlegung der Schutzplatzzahl

Zusammen mit dem Baugesuch für den Neubau bzw. für Um-, An- und Aufbauten sind, vorgängig der eigentlichen Schutzraumprojektierung, die nachstehend genannten Unterlagen an die Gemeinde einzureichen (bilden zum Teil Bestandteil der normalen Baueingabe):

- Situation (Katasterplan) 1:500 oder 1:1000 mit farbig eingetragener Bauvorhaben.
- Grundriss und Schnitte 1:50, 1:100 oder 1:200 mit vollständiger Darstellung des Bauvorhabens (Unterscheidung neu/bestehend).
- Berechnung der Baukosten für das gesamte Bauvorhaben.
Als Baukosten gelten die Kosten des fertig erstellten Gebäudes mit den normalerweise für dessen Wohnbarkeit bzw. für die Durchführung des vorgesehenen Betriebes oder Gewerbes erforderlichen festen Einrichtungen (Installationen für Wasser und Abwasser, für Beleuchtung und Starkstromanschlüsse sowie fest eingebaute Haushaltapparate, Schränke und Gestelle in allen Räumen).
Bei Umbauten gehören alle baulichen Veränderungen, welche als wertvermehrende Investitionen zu betrachten sind (Nutzungsänderung, Komforterhöhung, Modernisierung), zu den Baukosten.
Die nachstehenden finanziellen Aufwendungen können bei der Berechnung der Baukosten in Abzug gebracht werden: Erwerb von Grund und Rechten, Entschädigung an Dritte, Bauzinsen und Gebühren, Umgebungsarbeiten, Ausstattung (mobile Einrichtungen), spezielle Betriebseinrichtungen, Renovationsarbeiten (werterhaltende Investitionen).
- Berechnung der voraussichtlich erforderlichen Anzahl von Schutzplätzen (gemäss BMV, Art. 3, Abs. 1, 2 und 3).

Unterlagen für die Projektgenehmigung

Zur Erteilung der Projektgenehmigung sind der Gemeinde die nachstehend beschriebenen Unterlagen einzureichen (die Anzahl der Exemplare wird von der jeweiligen Genehmigungsinstanz bestimmt):

- Formular zur Projektgenehmigung für Pflichtschutzräume (Formular kann bei der Gemeinde bezogen werden).
- Situation (Katasterplan) 1:500 oder 1:1000 mit Bauvorhaben und farbig eingetragener Lage des Schutzraumes mit den Fluchtröhren und Notausstiegen, Angabe des Trümmerbereichs (vgl. Abschnitt 2.72, Figur 2.7–2).
- Grundriss und Schnitte 1:50 oder 1:100 (Architektenplan mit vollständigen Massangaben) des Schutzraumes. Sämtliche Komponenten der Belüftungsein-

richtungen (Luftfassung, Belüftungsgerät, Abluft) sowie die Aborte, die Anordnung der Liegestellen und die Beleuchtung müssen daraus ersichtlich sein.

- Pläne des Gebäudes 1:100 oder 1:50.
- Statische Berechnung des Schutzraumes.
- Schalungs- und Armierungspläne (können je nach Absprache mit Genehmigungsinstanz nachgeliefert werden, jedoch spätestens vor Baubeginn).

Unterlagen für die Schutzraumabnahme

Anlässlich der Schutzraumabnahme sind folgende Unterlagen vorzulegen:

- Vollständige Pläne des genehmigten Schutzraumprojektes.
- Zwei vollständige Plansätze des ausgeführten Schutzraumes (ein Plansatz zuhause der Gemeinde).
- In speziellen Fällen:

Beschreibung allfälliger besonderer Massnahmen für die Umstellung des Schutzraumes von der normalen Nutzung auf den Schutzraumbetrieb. Dies ist dann erforderlich, wenn spezielle Einrichtungen, die der Friedensnutzung dienen, bei einer Bereitstellung des Schutzraumes stillzulegen bzw. auszubauen sind. Diese Massnahmen sind auf Schildern, welche im Schutzraum anzuschlagen sind, darzustellen.

2 Planung des Schutzraumes

2.1 Planungsvorgang

Ausgehend von der definitiven Festlegung der Baupflicht und der Anzahl Schutzplätze wird der Schutzraum wie folgt geplant:

	Was	Wo
1	Bestimmung des Platzbedarfs aufgrund der festgelegten Schutzplatzzahl	Abschnitt 2.2 Seite 30
2	Anordnung des Schutzraumes im Gebäude	Abschnitt 2.3 Seite 32
3	Anordnung der Fluchtröhren, Notausstiege und Luftfassungen	Abschnitt 2.7, Seite 48
4	Anordnung des Schutzraumeinganges	Abschnitt 2.6 Seite 42
5	Definitive Grundrissgestaltung mit Anordnung der Belüftungseinrichtungen, der Aborte und der Liegestellen	Abschnitt 2.4 Seite 35 Abschnitt 2.7 Seite 55 Abschnitt 2.8 Seite 56
6	Festlegung der definitiven Konstruktionsstärken	Abschnitt 2.5 Seite 41 Abschnitt 4.2 Seite 80 Abschnitt 4.3 Seite 84
7	Erstellung der Projektpläne (Grundriss, Schnitte sowie Situationen mit Trümmerflächen und Notausgängen)	Abschnitt 1.4 Seite 27 Abschnitt 2.7 Seite 49
8	Planung der Belüftung	Abschnitt 3.1 Seite 61
9	Planung der übrigen eventuell im Schutzraum vorhandenen Medien (Wasser/Abwasser, elektrische Energieversorgung, schutzraumfremde Leitungen und Apparate)	Abschnitt 3.2 Seite 70 Abschnitt 3.3 Seite 71 Abschnitt 3.4 Seite 71
10	Bemessung und Konstruktion des Schutzraumes. Erstellung der Schalungs- und Armierungspläne sowie der Eisenlisten	Abschnitt 4.1 Seite 73 Abschnitt 4.4 Seite 85 Abschnitt 4.5 Seite 90 Abschnitt 4.6 Seite 110
11	Eingabe der Projektunterlagen an die zuständige Instanz der Gemeinde oder des Kantons zwecks Projektgenehmigung und Baufreigabe	Abschnitt 1.4 Seite 27

2.2 Mindestanforderungen an Platzbedarf

Zur Gewährleistung des minimalen Platzbedarfes sind die folgenden Masse für Grundrissflächen und Rauminhalt (Lichtmasse) einzuhalten. Sie genügen den Anforderungen für einen längeren Aufenthalt im Schutzraum (vgl. Abschnitt 1.32).

Platzbedarf pro Schutzplatz:

– Grundrissfläche	1 m ²
Rauminhalt (inklusive Rauminhalt für VA und Aborte)	2,5 m ³

Zusätzlicher Platzbedarf:

Grundrissfläche pro VA	1 m ²
Grundrissfläche für Schleusen bei Schutzräumen mit 51 bis 100 Schutzplätzen (Raumhöhe in Schleuse maximal 3,0 m)	3,5 m ²
Grundrissfläche für Schleusen bei Schutzräumen mit 101 bis 200 Schutzplätzen (Raumhöhe in Schleuse maximal 3,0 m)	5 m ²
Grundrissfläche für Aborte bei Schutzräumen bis 30 Schutzplätzen	0 m ² (1 Abort)
bei Schutzräumen mit 31 bis 60 Schutzplätzen	2 m ² (2 Aborte)
bei Schutzräumen mit 61 bis 90 Schutzplätzen	3 m ² (3 Aborte)
bei Schutzräumen mit 91 bis 100 Schutzplätzen	4 m ² (4 Aborte)
Grundrissfläche für separaten Toilettenraum bei Schutzräumen mit 101 bis 120 Schutzplätzen	7 m ² (4 Aborte)
bei Schutzräumen mit 121 bis 150 Schutzplätzen	9 m ² (5 Aborte)
bei Schutzräumen mit 151 bis 180 Schutzplätzen	11 m ² (6 Aborte)
bei Schutzräumen mit 181 bis 200 Schutzplätzen	13 m ² (7 Aborte)

Mindestgrößen (Lichtmasse), die unabhängig von der Anzahl der Schutzplätze nicht unterschritten werden dürfen:

Grundrissfläche eines Schutzraumes (inklusive Fläche für VA)	8 m ²
Minimale Raumbreite	2 m
Minimale Raumhöhe	2 m

Für maximal 50 Schutzplätze ist jeweils ein Schutzraumabteil, abgegrenzt durch eine Stahlbetonzwischenwand, vorzusehen. Zur optimalen Gestaltung der Tragkonstruktion oder zur Anpassung an die Tragstruktur des Gebäudes über dem Schutzraum können auch kleinere Schutzraumabteile angeordnet werden. Die Anforderungen an Platzbedarf sind für die verschiedenen Schutzraumgrößen in Tabelle 2.21 zusammengestellt.

Tabelle 2.2-1 Minimaler Platzbedarf, Anzahl Belüftungsgeräte (VA), Aborte, Fluchtröhren (FR) und Notausstiege (NA)

SR-Grösse		Minimaler Platzbedarf (Lichtmasse)						Anzahl VA	Anzahl Aborte	Fluchtröhren bzw. Notausstiege ³⁾	
Anzahl Schutzplätze	Anzahl Schutzraumabteile (min.)	Totale Bodenfläche (BF) ¹⁾ (exklusive Schleuse)	Totaler min. Rauminhalt ^{1), 2)} (exklusive Schleuse)	BF für Liegestellen/ Aufenthalt ¹⁾	BF für VA	BF für Aborte	BF für Schleuse			Anzahl Fluchtröhren bzw. trümmerfreie Notausstiege	Anzahl Notausstiege
		m ²	m ³	m ²	m ²	m ²	m ²	Stk.	Stk.	Stk.	Stk.
5-7	1	8	16-17,5	7	1	-	-	1	1	-	1
8 13	1 1	9 14	20 32,5	8 13	1 1	- -	- -	1 1	1 1	- -	1 1
14 30	1 1	15 31	35 75	14 30	1 1	- -	- -	1 1	1 1	1 1	- -
31 50	1 1	34 53	77,5 125	31 50	1 1	2 2	- -	1 1	2 2	1 1	- -
51 60	2 2	55 64	127,5 150	51 60	2 2	2 2	3,5 3,5	2 2	2 2	1 1	1 1
61 90	2 2	66 95	152,5 225	61 90	2 2	3 3	3,5 3,5	2 2	3 3	1 1	1 1
91 100	2 2	97 106	227,5 250	91 100	2 2	4 4	3,5 3,5	2 2	4 4	1 1	1 1
101 120	3 3	111 130	252,5 300	101 120	3 3	7 7	5 5	3 3	4 4	2 (1) 2 (1)	(2) (2)
121 150	3 3	133 162	302,5 375	121 150	3 3	9 9	5 5	3 3	5 5	2 (1) 2 (1)	(2) (2)
151 180	4 4	166 195	377,5 450	151 180	4 4	11 11	5 5	4 4	6 6	2 (1) 2 (1)	(2) (2)
181 200	4 4	198 217	452,5 500	181 200	4 4	13 13	5 5	4 4	7 7	2 (1) 2 (1)	(2) (2)

¹⁾ Zwischenwerte linear interpolieren.

²⁾ Falls der minimale Rauminhalt wegen einer geringen Raumhöhe nicht erreicht wird, ist die Bodenfläche (BF) entsprechend zu vergrössern.

³⁾ Zahlen in Klammern sind eine Alternative (1 FR + 2 NA statt 2 FR bei Schutzräumen mit 101 bis 200 Schutzplätzen).

2.3 Lage des Schutzraumes

2.31 Anordnung im Gebäude

Der Schutzraum soll schutztechnisch und wirtschaftlich optimal in das vorgegebene Bauwerk integriert werden. Er kann als Keller, Lager, Bastelraum usw. genutzt werden. Bei der Anordnung des Schutzraumes im Gebäude müssen folgende schutzbautechnische Bedingungen beachtet werden:

Die als Schutzraum verwendeten Räume sollen

- weitgehend unter Terrain liegen,
- viele erdberührte Umfassungswände aufweisen (d.h. wenn möglich Anordnung in Gebäudeecke),
- immer im untersten Geschoss direkt auf dem Boden angeordnet sein (es sind keine Hohlräume oder Geschosse direkt unter dem Schutzraum zulässig),
- unter massiven Gebäudeteilen angeordnet sein,
- weit entfernt von Gebäudeteilen bzw. Räumen mit hoher Brandbelastung liegen,
- zusammen mit dem friedensmässigen Gebäude eine einfache Tragkonstruktion ergeben.

Liegt ein Schutzraum unter einem mehrstöckigen Gebäude, so besteht bei der Beanspruchung desselben durch den atomaren Luftstoss die Gefahr, dass der Schutzraum als Ganzes in Mitleidenschaft gezogen wird (z.B. unzulässig grosse Verkipfung).

Schutzräume gemäss diesen Weisungen dürfen deshalb nur unter Gebäuden erstellt werden, welche den folgenden Anforderungen bezüglich der Anzahl der maximal zulässigen Obergeschosse und der minimal erforderlichen Untergeschosse genügen:

Minimale Anzahl der vorhandenen Geschosse unter Terrain	1	2
Maximal zulässige Anzahl von Geschossen über Terrain	6	8

Bei Gebäuden, die diese Forderung nicht erfüllen, ist der Schutzraum – nach Absprache mit den Zivilschutzinstanzen – ausserhalb des kritischen Gebäudegrundrisses anzuordnen.

Die Fluchtröhren (FR) und Notausstiege (NA), welche gleichzeitig als Luftfassungen für den Schutzraum dienen, müssen mit minimalem Aufwand schutztechnisch günstig platziert werden können (FR in trümmerfreie Zonen ausmündend, FR und NA möglichst auf verschiedenen Gebäudeseiten angeordnet; vgl. Abschnitt 2.7).

Der Schutzraumeingang soll von einem weitgehend unter Terrain liegenden Gang bzw. Vorraum mit wenig Öffnungen ins Freie (Raum mit wenig Tageslicht) her erreicht werden können (vgl. auch Abschnitt 2.61).

Werden zwei Schutzräume aneinander gebaut, so sind sie über einen Panzerdeckel (PD) in der gemeinsamen Trennwand miteinander zu verbinden.

2.32 Mehrstöckige Schutzräume

In der Regel sollen auch grössere Schutzräume eingeschossig angeordnet werden. Eine zweigeschossige Anordnung, entweder mit interner Treppenverbindung oder mit höchstens zwei übereinander angeordneten Schutzräumen mit je einem SR-Eingang, ist nur in Ausnahmefällen zulässig.

Bei einer solchen Anordnung muss aus klimatischen Gründen, wegen der geringeren Wärmeableitungsfläche pro Schutzplatz, eine gegenüber der einstöckigen Anordnung um 50% erhöhte Luftmenge (vgl. Abschnitt 3.15) vorgesehen werden.

2.33 Anordnung bezüglich Grundwasser

Schutzräume im Grundwasser sind solche, bei denen der mittlere jährliche Grundwasserspiegel über der Oberkante des Schutzraumbodens liegt. Falls eine solche Anordnung nicht vermieden werden kann, müssen folgende Punkte beachtet werden:

Der Schutzraum soll grundsätzlich die gleiche Grundwasserisolation aufweisen wie das übrige Untergeschoss.

Die Bodenplatte und allenfalls die Wände sind entsprechend den Belastungsangaben für einen Grundwasserspiegel über OK Bodenplatte zu bemessen (vgl. Abschnitte 4.43 und 4.44).

Fluchtröhren und Notausstiege müssen über dem höchsten Grundwasserstand ausmünden. Sie sind in Ortsbeton auszuführen und mit der Schutzraumwand monolithisch zu verbinden. Sie sind, soweit erforderlich, abzudichten und mit einer genügenden Entwässerung (Verbindung mit Gebäudeentwässerung) zu versehen.

Bei Schutzräumen, bei welchen der Grundwasserspiegel höher als 5 m über dem Schutzraumboden liegt, ist die Lösung in Zusammenarbeit mit den Zivilschutzinstanzen zu suchen.

Bei Berücksichtigung dieser Punkte besteht praktisch keine Gefährdung der Insassen durch Grundwasser. Erfahrungsgemäss lassen Biegerisse in stark beanspruchten Schutzraum-Umfassungsbauteilen nur sehr wenig Wasser durchtreten, so dass im allgemeinen auch nach Waffenwirkungen der Wasserzufluss zum Schutzraum gering sein wird.

2.34 Brennstofftanks

Heizöltanks

Wenn ein Heizöltank innerhalb des Gebäudegrundrisses angeordnet werden muss, so sind neben den einschlägigen eidgenössischen und kantonalen Feuer- und Gewässerschutzbestimmungen folgende Punkte zu beachten:

- Heizöltanks sind ausserhalb der Schutzraumhülle anzuordnen.
- Wenn der Raum für den Heizöltank direkt neben dem Schutzraum angeordnet werden muss, so ist die entsprechende Schutzraumwand mit einer Mindestdicke von 0,40 m auszuführen. In dieser Wand dürfen weder Öffnungen noch Aussparungen angeordnet werden.
- Tankräume unmittelbar über dem Schutzraum sind nicht gestattet.
- Ausserhalb des Gebäudegrundrisses eingegrabene Heizöltanks haben keinen Einfluss auf die Gestaltung des Schutzraumes.

Bezüglich der Brandgefährdung von Schutzräumen durch Heizöltanks ist zu beachten, dass das Heizöl schwerentflammbar ist. Es lässt sich nur in Form eines

Tröpfchen/Luft-Gemisches oder bei relativ hohen Temperaturen entzünden. Im weiteren besitzen die gebräuchlichen Stahltanks eine grosse mechanische Widerstandsfähigkeit. Zudem ergeben die unverstärkten Tankräume mit der vorgeschriebenen Auffangwanne im Gebäudeuntergeschoss einen relativ hohen Schutz gegen mechanische Beanspruchungen (Druckstoss, Splitter, Trümmer). Alle diese Überlegungen führen zum Schlusse, dass die Gefährdung des Schutzraumes und dessen Insassen durch Entzündung von auslaufendem Heizöl als minim einzustufen ist.

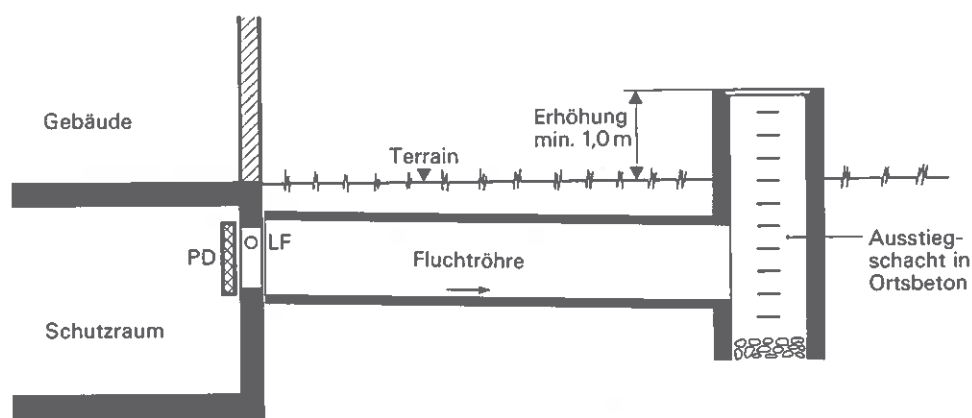
Benzintanks

Benzintanks und Tanks mit ähnlich leicht entflammaren Flüssigkeiten im gleichen Gebäude wie der Schutzraum sind verboten.

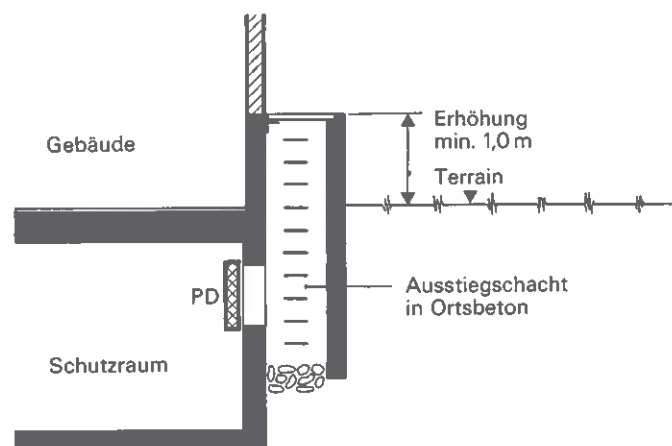
Bei erdverlegten Benzintanks und Tanks mit ähnlich leicht entflammaren Flüssigkeiten in unmittelbarer Nähe des Schutzraums ist darauf zu achten, dass keine Verbindungen vom Tankbereich über Kanalisationsleitungen und andere Werkleitungen, unterirdische Gänge usw. zum Schutzraum oder in dessen Nähe vorhanden sind. Damit soll verhindert werden, dass bei Zerstörung des Tanks Benzin in die Nähe des Schutzraumes oder seines Eingangs, seiner Fluchtröhren oder Notausstiege fließen kann.

2.35 Massnahmen bei Gefährdung durch Wasser (Wasserschwall)

Das durch Wasserschwall gefährdete Gebiet umfasst im allgemeinen den unmittelbaren Uferbereich grösserer Seen (Seeoberfläche $> 20 \text{ km}^2$). Als unmittelbarer Uferbereich gilt das Gebiet innerhalb einer 200 m breiten Uferzone, soweit es nicht mindestens 20 m über dem Seespiegel liegt.



Figur 2.3-1 Fluchtröhre mit erhöhtem Ausstiegsschacht



Figur 2.3-2 Notausstieg mit erhöhtem Ausstiegsschacht

Bei Schutzräumen, welche in einem solchen Gebiet erstellt werden, sind die folgenden baulichen Zusatzmassnahmen zu treffen:

Fluchtröhren (FR) und Notausstiege (NA) sind mit einer mindestens 1,0 m über das Terrain hinausragenden Erhöhung des Ausstiegsschachtes auszubilden. Dieser Ausstiegsschacht ist immer in armiertem Ortsbeton mit Minimalarmierung auszuführen (vgl. Figuren 2.3-1 und 2.3-2).

Mit dieser Massnahme wird erreicht, dass der erhöhte Ausstiegsschacht in vielen Fällen über die Ablagerungsschicht (kompakte Schlamm-, Sand- und Trümmerschicht) infolge des Wasserschalles (bzw. der Überschwemmung) hinausragt.

2.4 Gestaltung des Schutzraumes

2.41 Grundlagen für die Grundrissgestaltung

Bei gegebener Schutzraumgrösse (Abschnitt 2.2) und gewählter Anordnung des Schutzraumes im Gebäude (Abschnitt 2.3) kann die Grundrissgestaltung (Grundrissform) noch durch folgende Aspekte beeinflusst werden:

- Bedingungen, welche durch das Gebäude und dessen Nutzung, d.h. die Grundrisseinteilung und die Tragkonstruktion gegeben sind (Anordnung von Zwischenwänden; die Zwischenwand zwischen zwei Schutzraumabteilen soll keine grössere Durchgangsöffnung als eine solche von maximal 2 m² aufweisen),
- Äussere Anordnungsmöglichkeiten der Fluchtröhren und Notausstiege, und damit im Zusammenhang die Anordnung der Panzerdeckel und Belüftungseinrichtungen im Schutzraum (Abschnitt 2.7),
- Anordnungsmöglichkeiten des Schutzraumeinganges (Abschnitt 2.6) und der Aborte (Abschnitt 2.8),
- Anordnungsmöglichkeiten der Liegestellen.

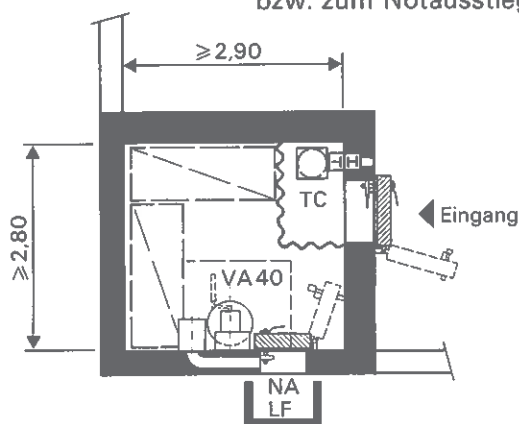
Die zweckmässige Anordnung der Liegestellen (dreistöckig) und der Aborte ist im Grundrissplan des Schutzraums nachzuweisen. Diese Darstellung ersetzt jedoch den Möblierungsplan des Schutzraumes gemäss SRHB nicht.

Für die Planung der Liegestellenanordnung gilt folgendes:

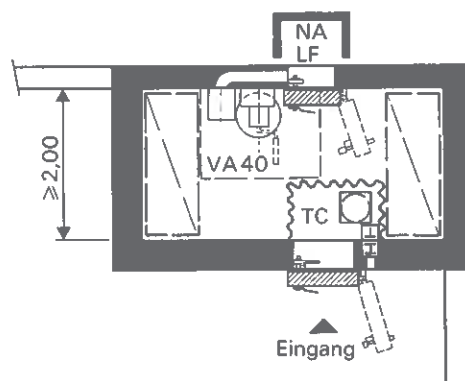
- Für die dreistöckigen Liegestelleneinheiten sind die äusseren Grundrissabmessungen mit 0,70 m × 1,90 m anzunehmen. Im Aufriss beanspruchen sie eine lichte Höhe von 2,0 m,
- Grundsätzlich ist eine Liegestelle pro Schutzplatz anzunehmen. Die Zahl der dreistöckigen Einheiten ergibt sich aus der Schutzplatzzahl. In Schutzräumen bis zu 10 Schutzplätzen kann ausnahmsweise eine Liegestelle weniger vorgeesehen werden,
- Die dreistöckigen Einheiten können längsseitig nebeneinander oder stirnseitig hintereinander angeordnet werden,
- Aus Gründen des Erschütterungsschutzes und der Luftzirkulation sind die Liegestellen nach Möglichkeit mit einem Wandabstand von 0,10 m, mindestens aber von 0,05 m, anzuordnen,
- Der Zugang zu den Liegestellen erfordert stirnseitig oder längsseitig einen mindestens 0,70 m breiten Gang.

2.42 Grundrissbeispiele für Schutzräume mit 5 bis 50 Schutzplätzen

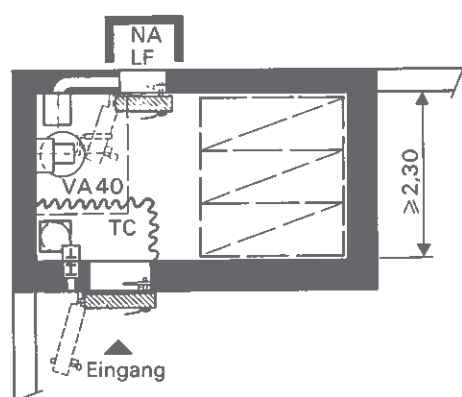
Die folgenden Beispiele von Schutzräumen sind als Hinweise für eine zweckmässige Grundrissgestaltung zu verstehen. Bei der Grundrissgestaltung muss die Anordnung der Liegestellen berücksichtigt werden. Dies hat vor allem bei kleinen Schutzräumen einen Einfluss auf die Grundrissabmessungen sowie auf die Anordnung des Einganges, des Belüftungsgerätes und der Öffnung (PD) zur Fluchtröhre bzw. zum Notausstieg.



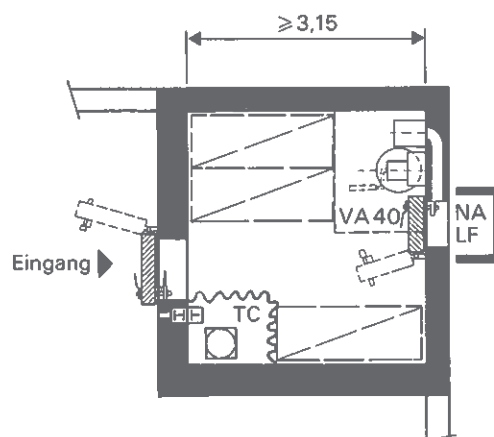
Figur 2.4-1 «Quadratische» Grundrissform für 5 bis 7 Schutzplätze (minimale Bodenfläche 8 m²)



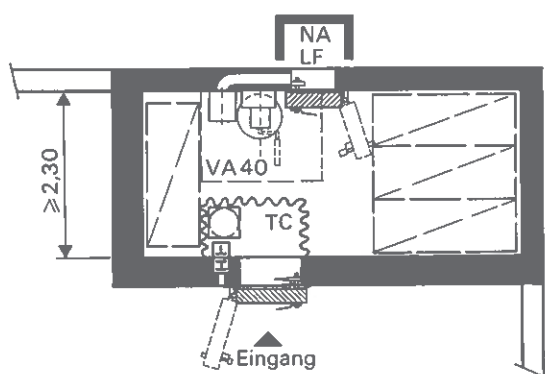
Figur 2.4-2 «Längliche» Grundrissform für 5 bis 7 Schutzplätze (minimale Bodenfläche 8 m²)



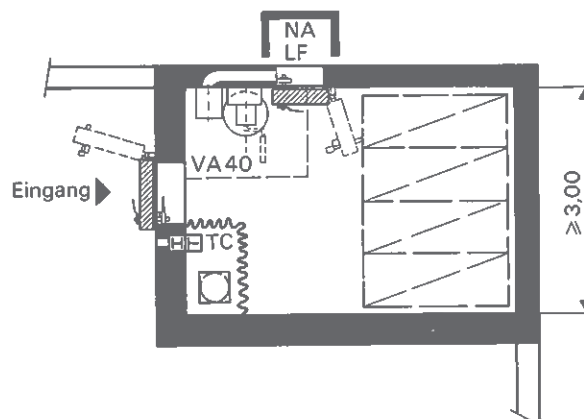
Figur 2.4-3 Grundrissform für 8 Schutzplätze (Bodenfläche ≥ 9 m²)



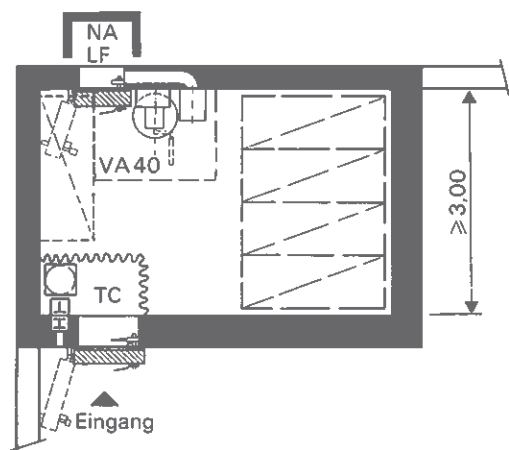
Figur 2.4-4 Grundrissform für 9 Schutzplätze (Bodenfläche ≥ 10 m²)



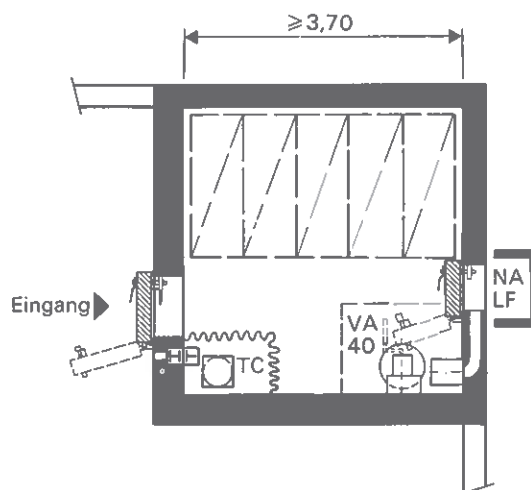
Figur 2.4-5 Grundrissform für 10 Schutzplätze (Bodenfläche ≥ 11 m²)



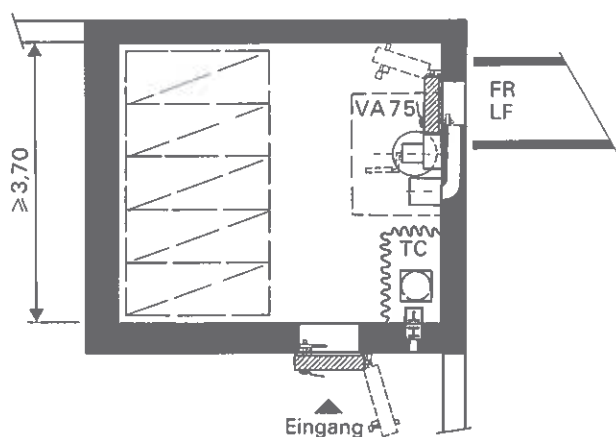
Figur 2.4-6 Grundrissform für 12 Schutzplätze (Bodenfläche ≥ 13 m²)



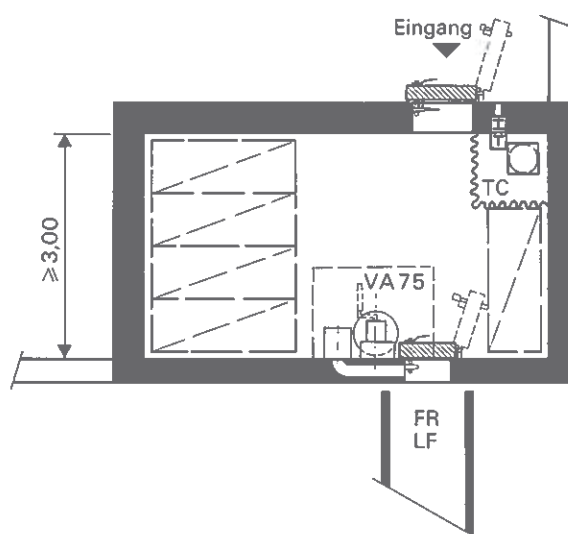
Figur 2.4-7a Grundrissform für
13 Schutzplätze
(Bodenfläche $\geq 14 \text{ m}^2$)



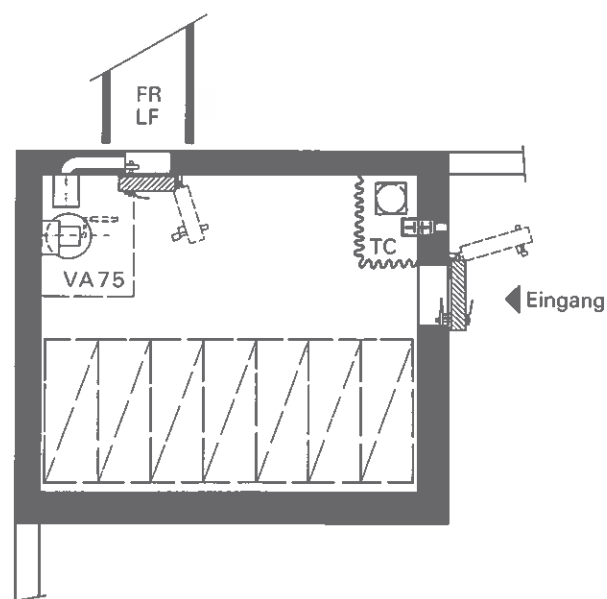
Figur 2.4-7b Grundrissform für
13 Schutzplätze
(Bodenfläche $\geq 14 \text{ m}^2$)



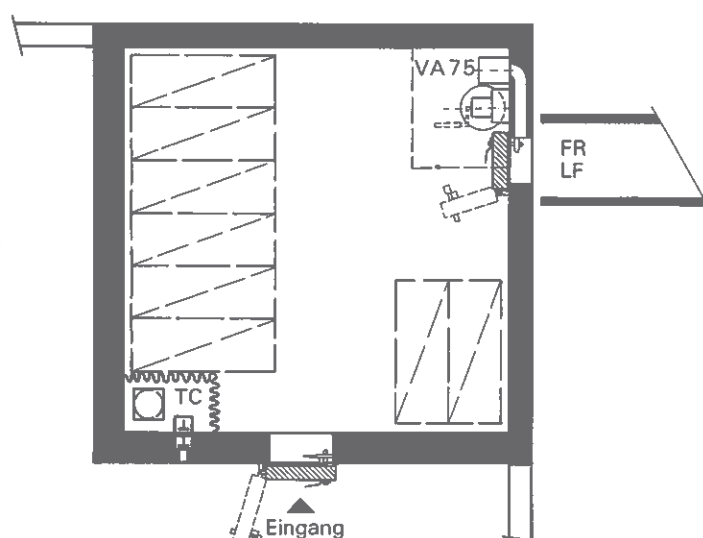
Figur 2.4-8a Grundrissform für
15 Schutzplätze
(Bodenfläche $\geq 16 \text{ m}^2$)



Figur 2.4-8b Grundrissform für
15 Schutzplätze
(Bodenfläche $\geq 16 \text{ m}^2$)



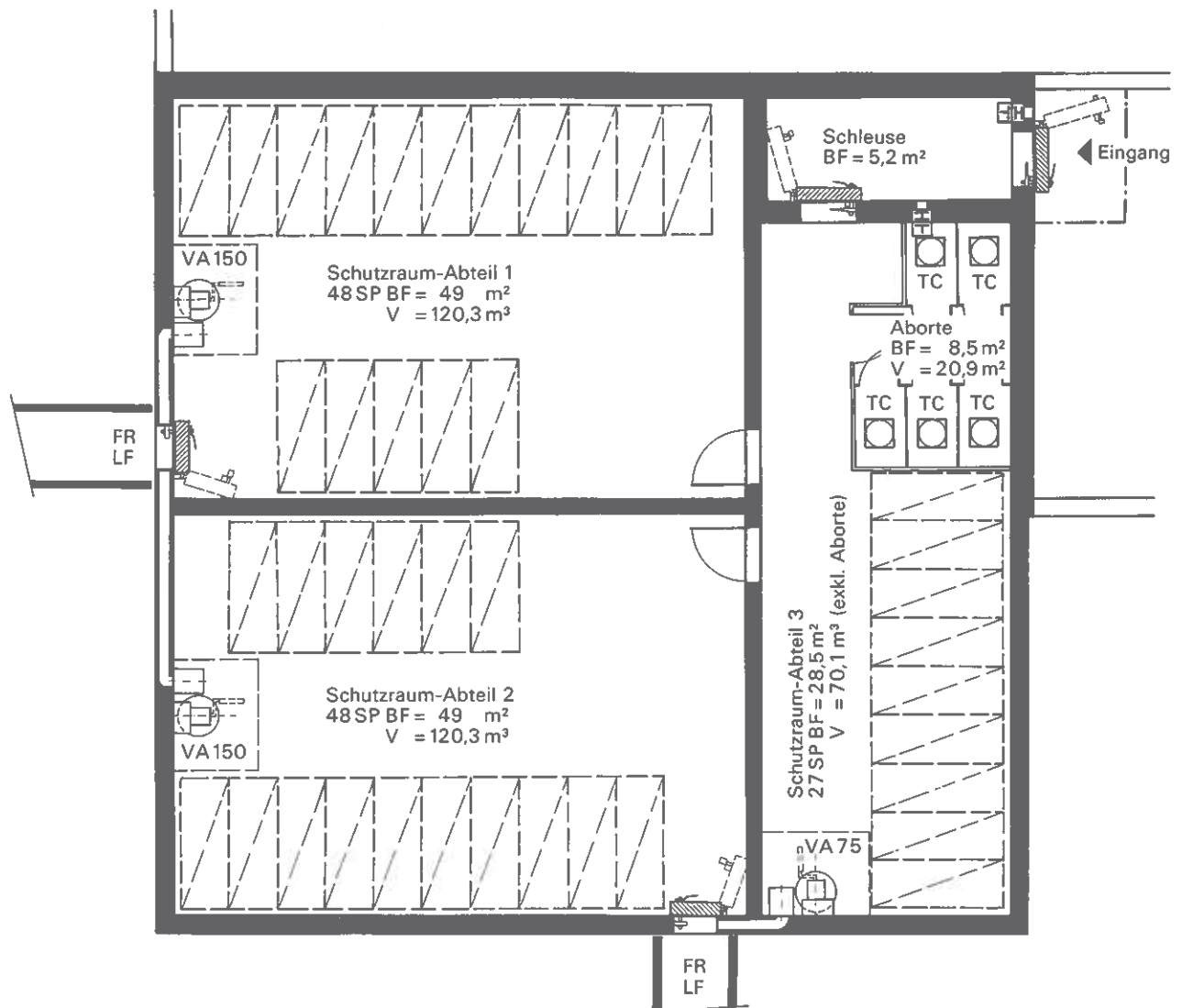
Figur 2.4-9 Grundrissform für
20 Schutzplätze
(Bodenfläche $\geq 21 \text{ m}^2$)



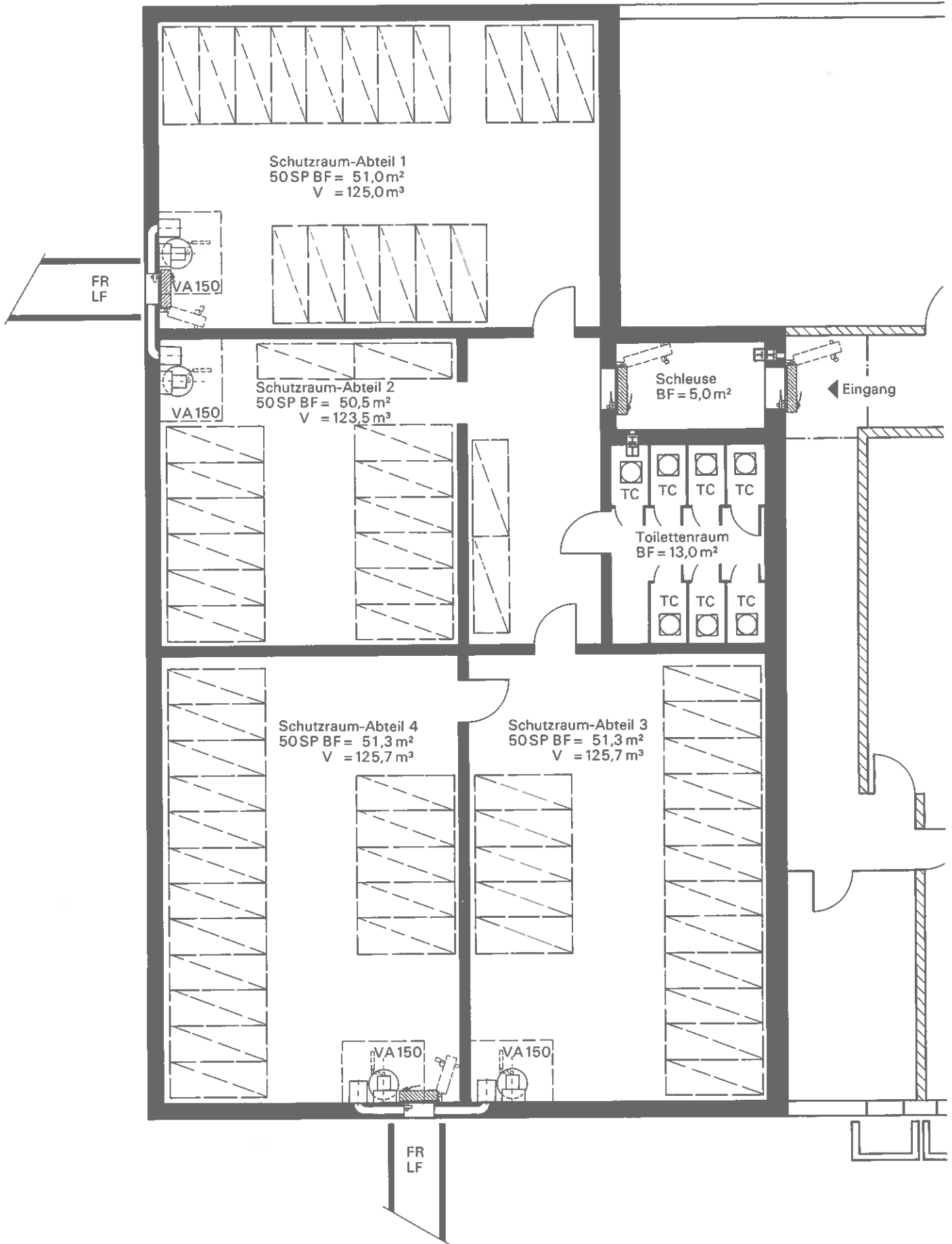
Figur 2.4-10 Grundrissform für
24 Schutzplätze
(Bodenfläche $\geq 25 \text{ m}^2$)

2.44 Grundrissbeispiele für Schutzräume mit 101 bis 200 Schutzplätzen

Bei dieser Schutzraumgrösse ist gemäss Abschnitt 2.2 immer eine Schleuse (Bodenfläche 5 m^2) vorzusehen und der Schutzraum ist in mehrere Schutzraumabteile mit festen Zwischenwänden (Stahlbeton) aufzuteilen. Die Aborte sind in einem separaten Toilettenraum im Bereich des Einganges anzuordnen.



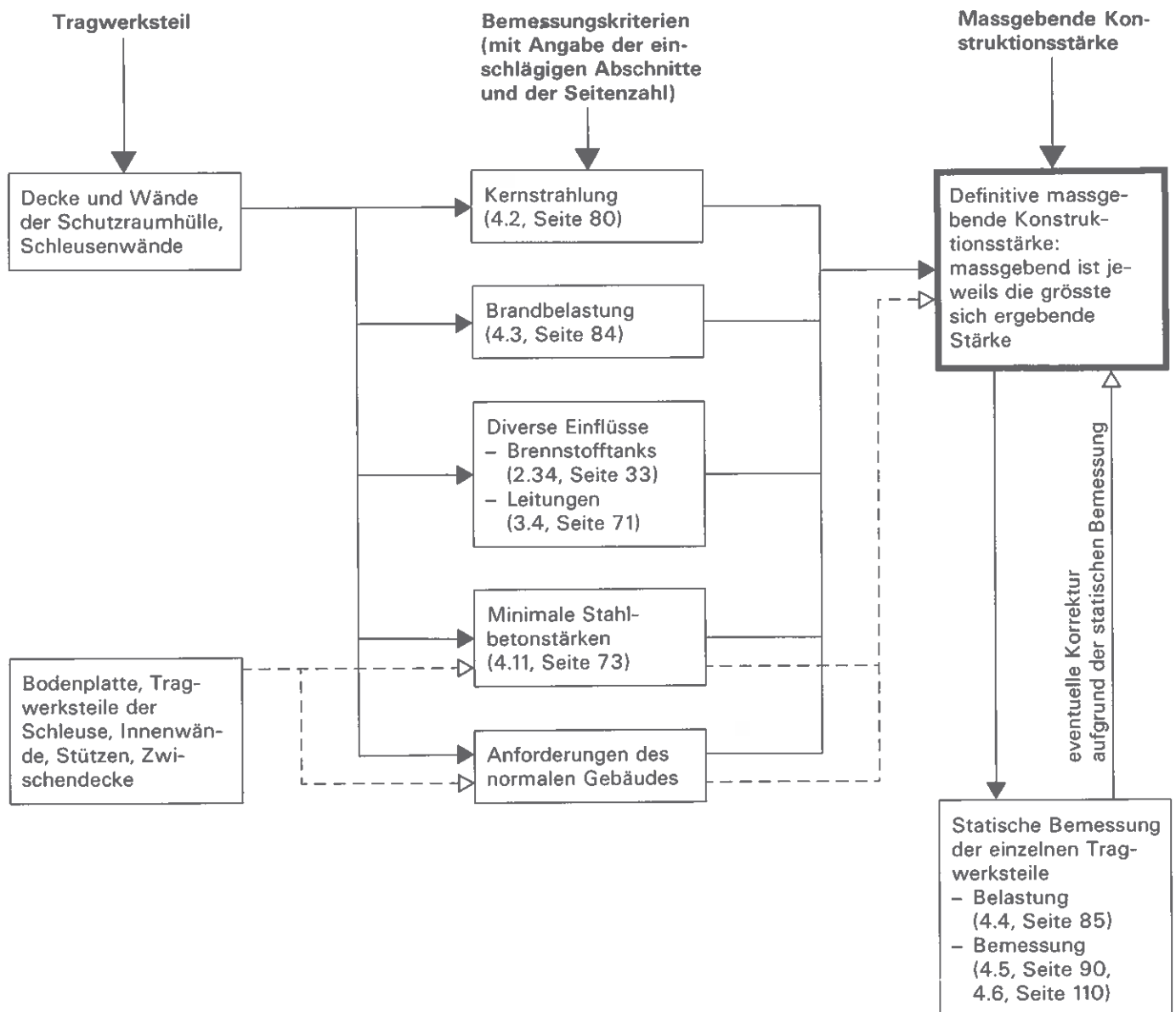
Figur 2.4-13 Schutzraum mit 123 Schutzplätzen (Bodenfläche $\geq 135\text{ m}^2 + 5\text{ m}^2$)



Figur 2.4-14 Schutzraum mit 200 Schutzplätzen (Bodenfläche $\geq 217 \text{ m}^2 + 5 \text{ m}^2$)

2.5 Festlegung der definitiven Konstruktionsstärken

Die definitiven Konstruktionsstärken der einzelnen Tragwerksteile des Schutzraumes sind aufgrund der massgebenden Bemessungskriterien zu bestimmen. Figur 2.5-1 zeigt, welche Bemessungskriterien dabei zu berücksichtigen sind. Die konkrete Bemessung erfolgt, entsprechend den einzelnen Einflüssen, gemäss den in der Figur angegebenen Abschnitten. Die definitive Festlegung der massgebenden Stärken der Tragwerksteile erfolgt in der Regel durch den Architekten bei der Projektierung. Der Statiker (Bauingenieur) hat dann mit den festgelegten Konstruktionsstärken noch die statische Bemessung (Armierungsannahme und Traglastnachweis) durchzuführen.



Figur 2.5-1 Bemessungskriterien für die Festlegung der Konstruktionsstärken der einzelnen Tragwerksteile

2.6 Eingänge

2.6.1 Anordnung

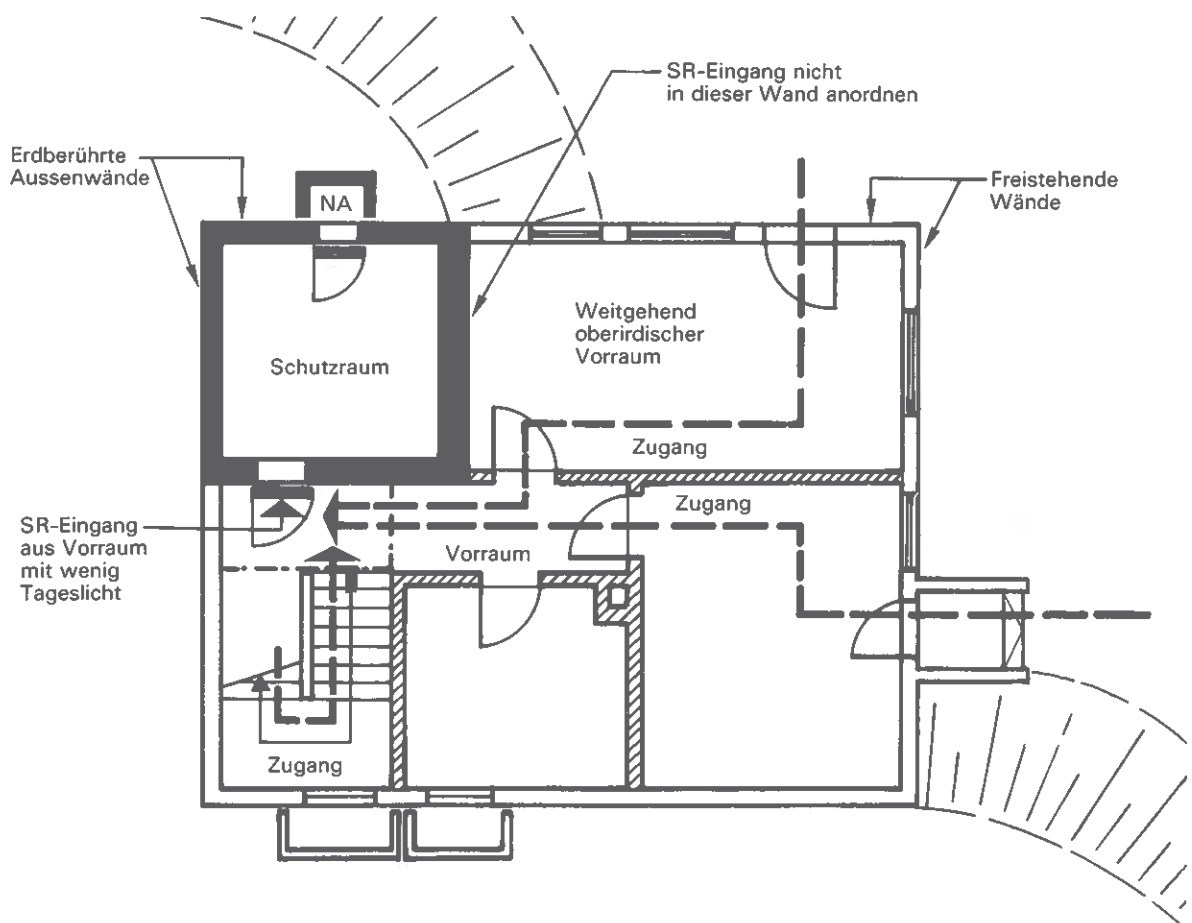
Der Eingang zum Schutzraum besteht aus folgenden Teilen:

- Zugang bis zur Schutzraumhülle,
- Vorraum mit Trümmerschutz über dem Schutzraumabschluss,
- Schutzraumabschluss (Panzertüre),
- Schleuse (bei Schutzräumen mit mehr als 50 Schutzplätzen).

Die hier beschriebenen Schutzräume mit maximal 200 Schutzplätzen besitzen immer nur einen Eingang. Bei der Grundrissgestaltung ist darauf zu achten, dass der Eingang, insbesondere derjenige von Schutzräumen ohne Schleuse, durch geeignete Anordnung genügend Schutz gegen Waffenwirkungen, vor allem gegen die primäre Kernstrahlung, gewährleistet. Eine relativ exponierte Panzertüre stellt bezüglich der primären Kernstrahlung eine gewisse Schwächung der Schutzraumhülle dar.

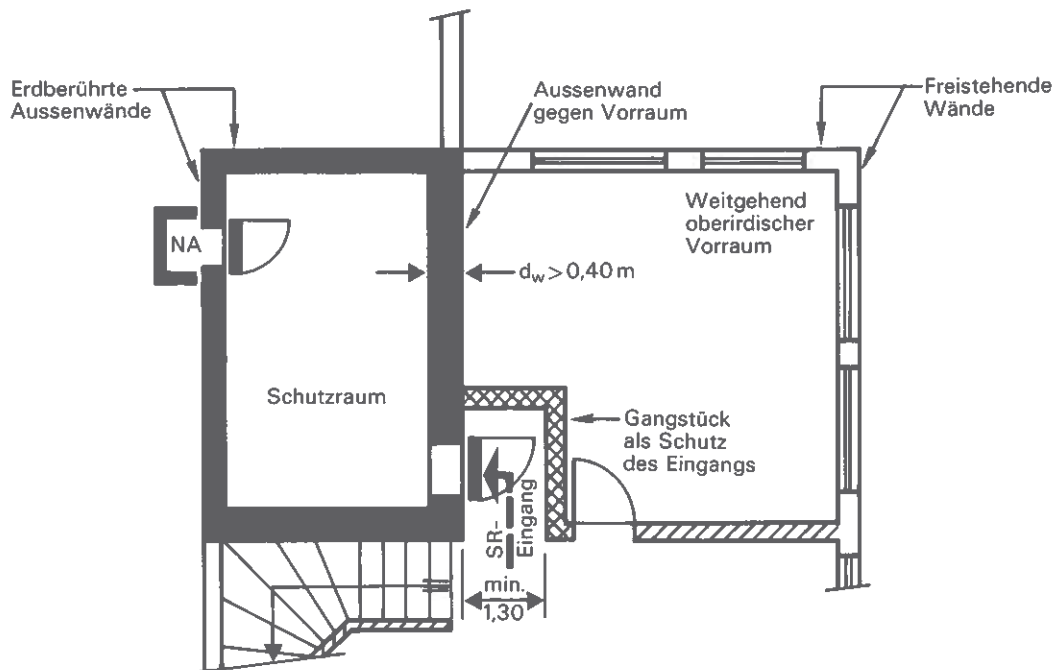
Bei der Anordnung des Einganges sind deshalb, neben der zweckmässigen Eingliederung in den Gebäudegrundriss, folgende Punkte zu beachten:

Der Schutzraumeingang muss in einem möglichst unterirdischen Vorraum mit wenig Öffnungen ins Freie (Raum mit wenig Tageslicht) liegen.



Figur 2.6-1 Anordnung des Schutzraumeinganges (Grundriss Gebäudeuntergeschoss)

Falls der Schutzraumeingang bei einem Schutzraum ohne Schleuse ausnahmsweise in einem weitgehend oberirdischen Vorraum (vgl. Abschnitt 4.23) liegt, so ist der Strahlenschutz in diesem Bereiche zu verbessern. Dies trifft dann zu, wenn der Schutzraumeingang in einer Wand angeordnet werden muss, welche infolge der Kernstrahlungsbemessung stärker als 0,40 m ist. Dieser zusätzliche Strahlenschutz kann beispielsweise durch den Einbau eines Gangstückes mit einer Massenabschirmung von $X_w = \rho \cdot d \geq 500 \text{ kg/m}^2$ (vgl. Abschnitt 4.22) gemäss Figur 2.6-2 erfolgen.

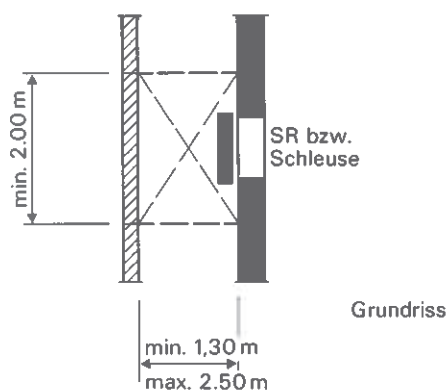


Figur 2.6-2 Gangstück als Schutz des Schutzraumeinganges bei weitgehend oberirdischen Vorräumen

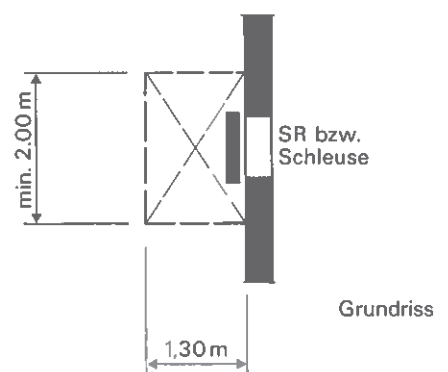
2.62 Trümmerschutz beim Eingang

Über dem Schutzraumabschluss (PT) wird die Decke des Gangstückes und bei grösseren Vorräumen ein Teil der Decke verstärkt. Dadurch wird in diesem Bereiche die Trümmerbildung vermindert und die Möglichkeit zur Selbstbefreiung verbessert. Die Figur 2.6-3 zeigt die Anordnung dieses Trümmerschutzes. Die konstruktive Gestaltung erfolgt gemäss Abschnitt 4.56.

Gangstück mit verstärkter Decke zum Trümmerschutz beim Eingang



Verstärkte Decke zum Trümmerschutz beim Eingang



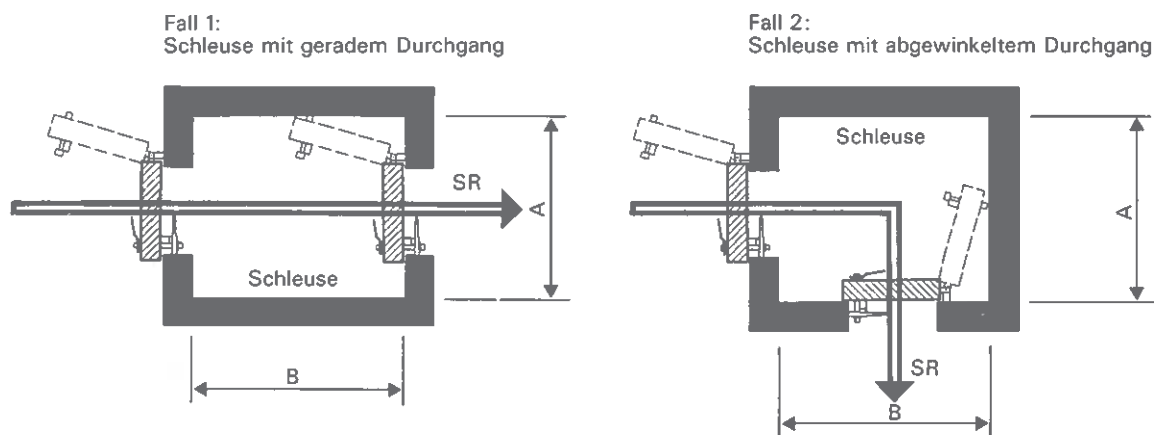
Figur 2.6-3 Trümmerschutz beim Eingang

2.63 Schleusen

Beim Eingang von Schutzräumen mit mehr als 50 Schutzplätzen ist eine Schleuse anzuordnen. Diese Schleuse hat den ständigen Druckschutz und den Schutz gegen das Eindringen von chemischen Kampfstoffen zu gewährleisten. Sie besitzt zwei aussen angeschlagene Panzertüren (PT1 bzw. PT2, vgl. Abschnitt 2.64). Die Bodenfläche der Schleuse ist für die vorliegenden Schutzräume normiert. Sie beträgt für Schutzräume mit 51 bis 100 Schutzplätzen $3,5 \text{ m}^2$ und für solche mit 101 bis 200 Schutzplätzen 5 m^2 . Diese Flächen dürfen im Maximum um 10% unter- oder überschritten werden.

Die Spülung der Schleuse innert angemessener Zeit ist bei Einhaltung dieser Standardmasse und bei Anordnung der Belüftung gemäss Abschnitt 3.1 gewährleistet.

Im Abschnitt 4.56 ist die normierte Armierung für die Schleusenwände, die Decke über der Schleuse und die Bodenplatte in der Schleuse für praktisch alle vorkommenden Fälle angegeben.



Minimale bzw. maximale Lichtmasse A und B:

Schleusengrösse		BF = $3,5 \text{ m}^2$ und BF = 5 m^2		BF = $3,5 \text{ m}^2$ (max. $3,85 \text{ m}^2$)		BF = 5 m^2 (max. $5,5 \text{ m}^2$)	
Grösse der Panzertüre	Art des Durchganges	$A_{\min.}$	$B_{\min.}$	$B_{\max.}^{1)}$	$A_{\max.}^{1)}$	$B_{\max.}^{1)}$	$A_{\max.}^{1)}$
PT1 0,80/1,85	Fall 1 (gerade)	1,50 m	1,30 m	2,55 m	2,95 m	3,65 m	4,25 m
	Fall 2 (abgewinkelt)	1,50 m	1,50 m	2,55 m	2,55 m	3,65 m	3,65 m
PT2 1,00/1,85	Fall 1 (gerade)	1,70 m	1,50 m	2,25 m	2,55 m	3,25 m	3,65 m
	Fall 2 (abgewinkelt)	1,70 m	1,70 m	2,25 m	2,25 m	3,25 m	3,25 m

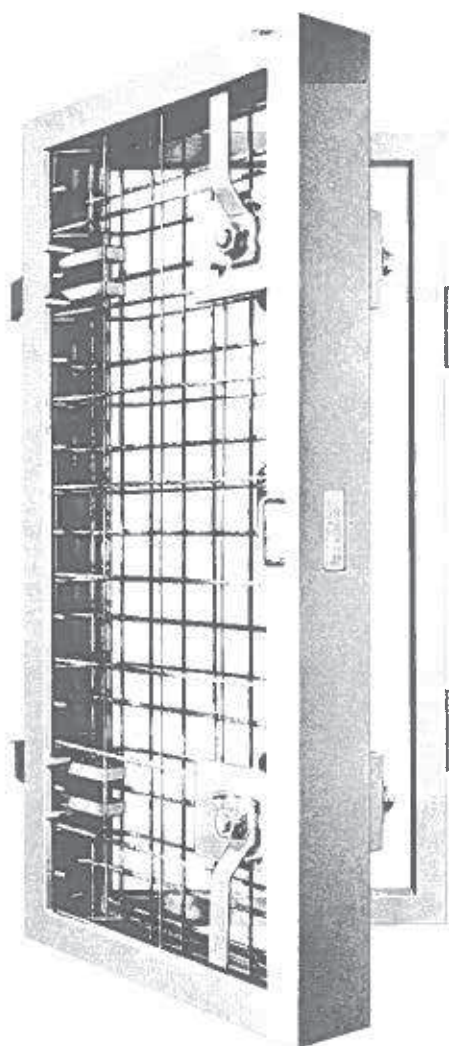
¹⁾ Die maximalen Lichtmasse B_{\max} bzw. A_{\max} beziehen sich auf die um 10% erhöhten Schleusenflächen bei jeweils minimalen Lichtmassen A_{\min} bzw. B_{\min} .

Figur 2.6-4 Grundrissabmessungen (Lichtmasse) der Schleusen von Schutzräumen mit 51 bis 100 Schutzplätzen (Bodenfläche $3,5 \text{ m}^2$) und von Schutzräumen mit 101 bis 200 Schutzplätzen (Bodenfläche 5 m^2).

2.64 Panzertüren (PT)

Panzertüren dienen als Abschlüsse für den Schutzraumeingang bzw. für die Schleuse. Es dürfen nur normierte Panzertüren, die den einschlägigen Vorschriften des BZS entsprechen und die mit der vorgeschriebenen Abschlussbezeichnung versehen sind, eingebaut werden. Diese Panzertüren sind so konstruiert, dass sie den geforderten Schutz gegen reflektierten Luftstoss, Kernstrahlung (normaler geometrischer Schutz vorausgesetzt), gasförmige Kampfstoffe sowie Brandhitze, Splitter und Staub bieten.

Die normierten Panzertüren werden für folgende Türlichtmasse hergestellt:



Abschlusstyp	Lichtmasse	
	Breite	Höhe
PT1	0,80 m	1,85 m
PT2	1,00 m	1,85 m
PT3*	1,40 m	2,20 m

* mit demontierbarer Schwelle

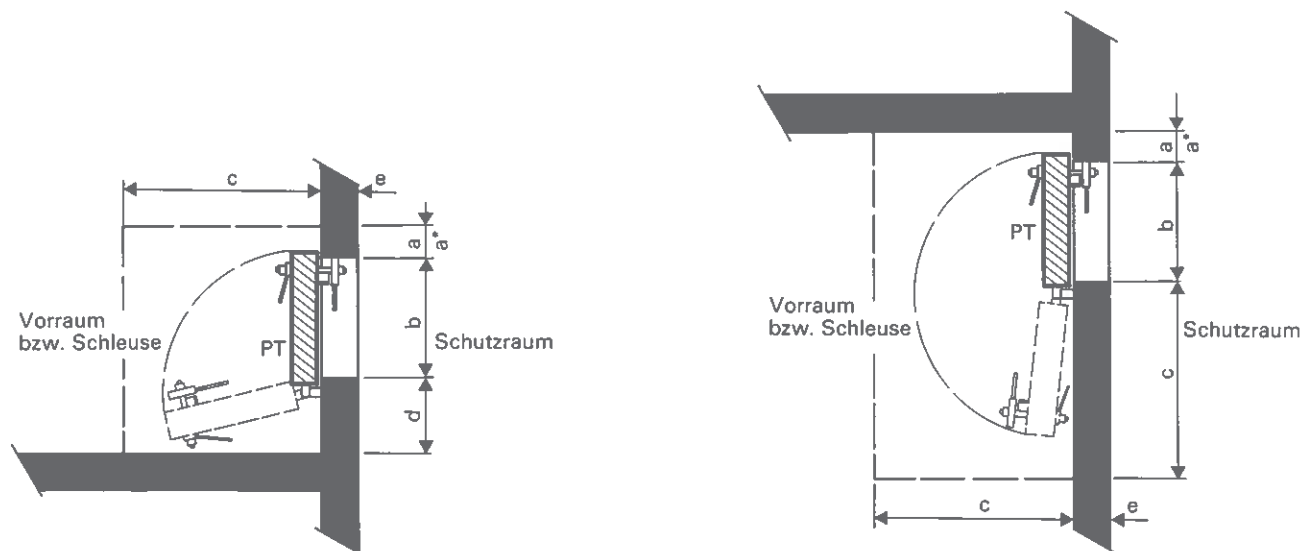
Figur 2.6-5 Panzertüre (noch nicht ausbetoniert)

Die Panzertüren können im Notfall mit einer einfachen, ebenfalls normierten Selbstbefreiungsvorrichtung teilweise geöffnet werden. Diese Selbstbefreiungsvorrichtung ist an einer speziellen Befestigungsplatte am Türblatt innerhalb des Schutzraumes zu befestigen und zu plombieren.

Für die einwandfreie Anordnung und den Einbau der Panzertüren müssen die folgenden Punkte beachtet werden:

Die Panzertüren sind immer auf der Schutzraumaußenseite (druckseitig) anzuschlagen.

Es sind die folgenden Einbaumasse der Panzertüren im Grundriss einzuhalten:



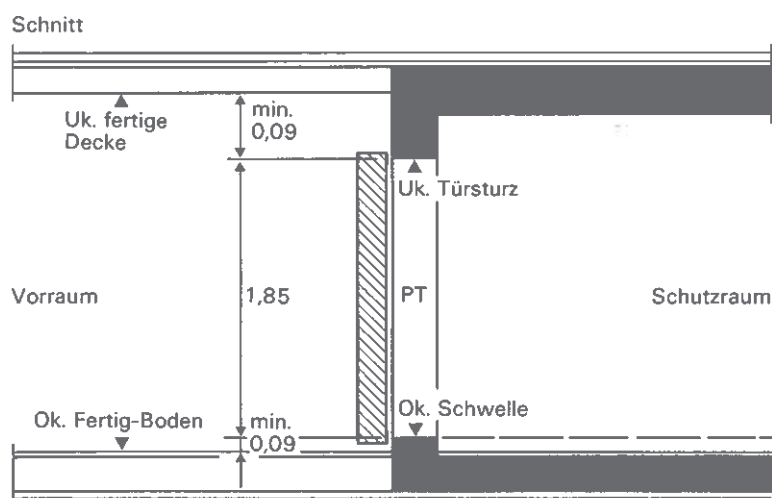
	a (m)	a* (m)	b (m)	c (m)	d (m)	e (m)
PT1	0,20	0,50	0,80	1,30	0,50	0,25
PT2	0,20	0,50	1,00	1,50	0,50	0,25
PT3	0,20	0,50	1,40	1,90	0,50	0,25

a Gilt für Schleuseninnenwand

a* Gilt für Schutzraumaußenwand ohne Schleuse und für Schleusenaußenwand (größerer Abstand für Selbstbefreiung)

Figur 2.6-6 Einbaumasse der Panzertüren im Grundriss (Minimalmasse)

Der lichte Zwischenraum zwischen dem Türkörper der PT und dem Fertigboden bzw. der Fertigdecke soll im ganzen Schwenkbereich der Panzertüre mindestens 0,04 m betragen. Die Höhe der fertigen Türschwelle bzw. des Türsturzes gegen den Vorraum bzw. gegen die Schleuse muss – da der Anschlag 0,05 m beträgt – demnach im Minimum 0,09 m betragen.



Figur 2.6-7 Einbaumasse der Panzertüren im Vertikalschnitt (Minimalmasse)

Zusätzliche Eingänge zum Schutzraum dürfen nur dann erstellt werden, wenn sie aus Gründen der normalen Nutzung nachweisbar notwendig sind, d.h. wenn der Zugang durch den normalen Schutzraumeingang unzumutbar erschwert ist. Zum Abschluss allfälliger zusätzlicher Eingänge sind normierte Schutzraumabschlüsse zu verwenden (PT1 und PT2, in speziellen Fällen PT3 [1,40 m × 2,20 m] mit demontierbarer Schwelle, sofern die Durchfahrt mit Hubstapler notwendig ist).

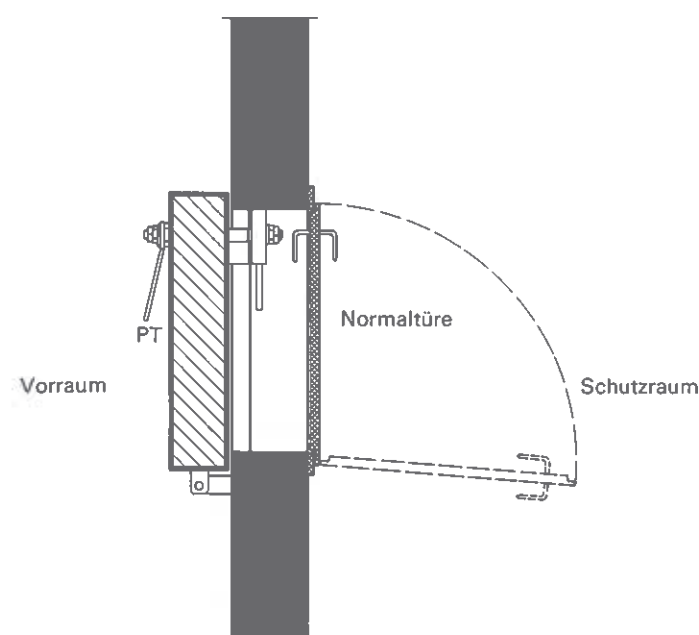
Diese zusätzlichen Eingänge (sogenannte «Rote Türen») sind auf der Schutzraumseite mit einer Schliessvorrichtung (Kette, Vorhängeschloss) zu versehen, da sie im Belegungsfall verschlossen bleiben müssen. Zu diesem Zweck ist der Abschluss beidseitig mit der Aufschrift «Im Belegungsfall geschlossen» dauerhaft zu kennzeichnen.

Bei der Bauausführung sind die folgenden Versetzvorschriften für die Schutzraumabschlüsse zu beachten:

- Der Türkörper muss zusammen mit dem Rahmen in geschlossenem Zustand, genau vertikal versetzt und unterkeilt, in der Wandschalung stehen,
- Der Betonvorgang muss so erfolgen, dass zuerst die Wand betoniert wird. Erst nachdem der Wandbeton genügend abgebunden hat, darf der Türkörper – in geschlossenem Zustand der Türe – ausbetoniert werden,
- Der Türkörper ist nach dem Ausschalen während mindestens 30 Tagen ständig unterkeilt zu lassen, damit sich der Abschluss nicht verziehen kann,
- Der Fertiganstrich muss gute Korrosionsschutzeigenschaften aufweisen. Der Dichtungsgummi darf weder beim Versetzen noch beim Streichen des Abschlusses entfernt werden,
- Abnehmbare Türschwellen (nur bei PT3) müssen samt ihren Befestigungselementen während der Friedensphase am Abschluss, oder in der Nähe desselben, auf der Schutzrauminnenseite befestigt werden.

Beim Schutzraumeingang kann für die friedensmässige Nutzung eine leichte Normaltüre (z.B. Holz- oder Metalltüre) zusätzlich zur Panzertüre angeordnet werden. In der Regel soll diese Normaltüre auf der Schutzrauminnenseite angeschlagen werden (vgl. Figur 2.6-8).

Bei der Anordnung einer Normaltüre in Kombination mit einer PT darf die Funktionsfähigkeit des Schutzraumes nicht beeinträchtigt werden.



Figur 2.6-8 Anordnung einer Normaltüre bei einer Panzertüre (Grundriss)

2.7 Fluchtröhren, Notausstiege und Luftfassungen

2.71 Zweck und Anzahl

Die Fluchtröhren (FR) und Notausstiege (NA) sind wichtige Elemente des Schutzraumes. Sie müssen

- das Verlassen des Schutzraumes dann ermöglichen, wenn der normale Schutzraumeingang infolge von Waffenwirkungen unbenutzbar ist
- als Luftfassungen für die Schutzraumbelüftung dienen.

Die erforderliche Anzahl von Fluchtröhren und Notausstiegen ist, abhängig von der Schutzraumgrösse, in der Tabelle 2.7-1 festgelegt (siehe auch Tabelle 2.2-1).

Tabelle 2.7-1 Anzahl Fluchtröhren und Notausstiege

Anzahl Schutzplätze	Fluchtröhren (bzw. trümmerfreie Notausstiege)	Notausstiege (im Trümmerbereich endend)
bis 13	–	1
14 bis 50	1	–
51 bis 100	1	1
101 bis 200	2	–
oder	1	2

Fluchtröhren müssen nur dann erstellt werden, wenn die Traufhöhe mehr als 4 m beträgt. Bei Gebäuden mit Traufhöhen von weniger als 4 m gelten die Notausstiege als trümmerfrei.

Der kostenmässige Aufwand für die Fluchtröhren und Notausstiege beträgt in normalen Fällen weniger als 10% der Schutzraummehrkosten. In speziellen Fällen (enges Stadtgebiet, tiefliegende Schutzräume, Fels, Grundwasser, Wasserschwallgebiet) können diese Kosten höher sein. Bei einem Kostenanteil von mehr als 20% ist zusammen mit den zuständigen Instanzen nach anderen Lösungen zu suchen.

An eine Fluchtröhre dürfen Luftfassungen für maximal 3 VA, an einen Notausstieg solche für maximal 2 VA angeschlossen werden.

2.72 Anordnung

Die nachstehenden Planungsgrundsätze für die Anordnung der Fluchtröhren und Notausstiege (und somit auch der Luftfassungen) sind einerseits durch schutztechnische Überlegungen (Trümmer- und Brandgefährdung) und andererseits durch die äusseren und inneren Gegebenheiten des friedensmässigen Baues bedingt:

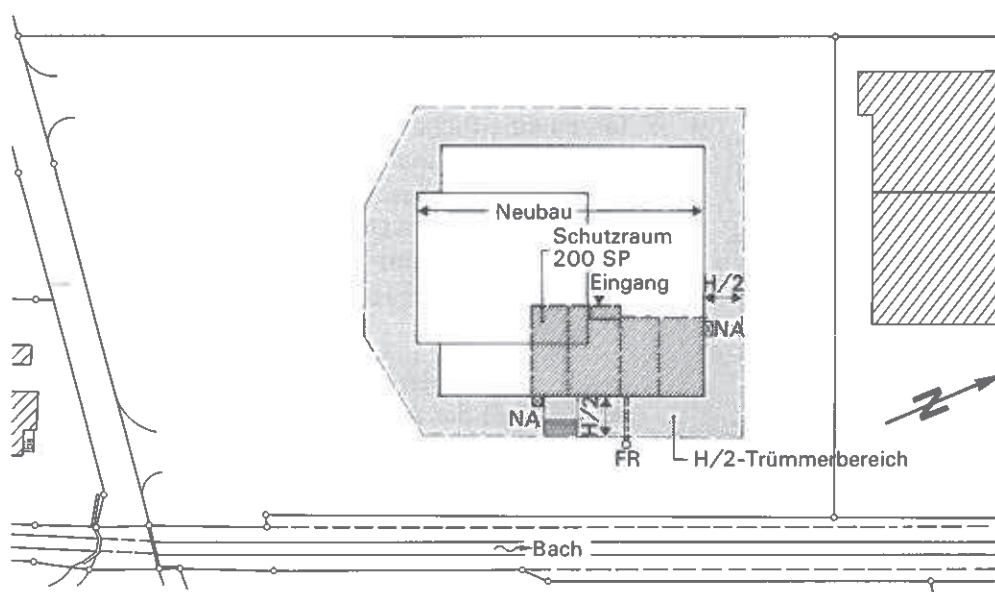
Es ist eine möglichst trümmerfreie Anordnung aller Fluchtröhren und Notausstiege und damit der Luftfassungen anzustreben. Dies wird am besten dadurch erreicht, dass die Ausstiegschächte der Fluchtröhren ausserhalb des angenommenen H/2-Trümmerbereiches gelegt werden.

Als Trümmerbereich wird diejenige Grundrissfläche bezeichnet, innerhalb welcher bei Zerstörung des Gebäudes mit einer massgebenden Trümmeranhäufung gerechnet werden muss. Dieser Trümmerbereich wird so definiert, dass er auf allen Gebäudeseiten bis zu einem Abstand von $H/2$ von der Hausfassade nach aussen reicht. Dabei bedeutet H die mittlere Traufhöhe der entsprechenden Fassade.

Wenn mehrere Fluchtröhren bzw. Notausstiege angeordnet werden müssen, so sind diese an verschiedenen Gebäudeseiten und möglichst weit voneinander entfernt zu plazieren.

Die Anordnung der Öffnungen im Schutzraum (insbesondere der Panzerdeckel und der VA, vgl. Abschnitt 2.77) muss eine sinnvolle Aufstellung und Benützung der Liegestellen ermöglichen.

Die Grösse der lichten Öffnungen in der Schutzraumwand für Fluchtröhren und Notausstiege hat $0,60 \times 0,80$ m zu betragen.



Figur 2.7-2 Situationsplan mit eingetragenem Schutzraum, Fluchtröhre, Notausstiegen und Trümmerbereich (vgl. Abschnitt 1.43, Unterlagen für die Projektgenehmigung)

2.73 Gestaltung der Fluchtröhren

Fluchtröhren dienen der Selbstbefreiung und als Luftfassung. Sie bestehen aus einer in leichtem Gefälle verlegten Röhre und einem vertikalen Ausstiegschacht. Die Fluchtröhren sind wo möglich immer bis ausserhalb des $H/2$ -Trümmerbereiches zu führen.

Bei der Gestaltung der Fluchtröhren ist folgendes zu beachten (vgl. Figur 2.7-3):

Als Abschluss beim Schutzraum ist ein Panzerdeckel PD (Lichtmass der Öffnung $0,60/0,80$ m) innen anzuschlagen (vgl. Abschnitt 2.77).

Die Fluchtröhren können aus Fertigelementen oder in Ortsbeton wie folgt ausgeführt werden:

- Unarmierte Betonrohre (Kreisprofil), NW 1000 mm bis zu einer Länge von 8,0 m. Längere Fluchtröhren sind mit armierten Betonrohren auszuführen.
- Unarmierte Betonrohre (Eiprofil), NW 800/1200 mm bis zu einer Länge von 8,0 m. Längere Fluchtröhren sind mit armierten Betonrohren (Kreisprofil) auszuführen.

- Asbestzementrohre (Kanalisationsrohre Klasse A), NW 1000 mm,
- Ortsbeton-Rechteckprofil, Lichtmasse $b_{\min} = 0,80 \text{ m}$, $h_{\min} = 1,00 \text{ m}$ (Mindeststärke 0,20 m, Minimalarmierung gemäss Abschnitt 4.12).

Die Länge der Fluchtröhre (vgl. Fig. 2.7-3) muss mindestens 2,0 m betragen.

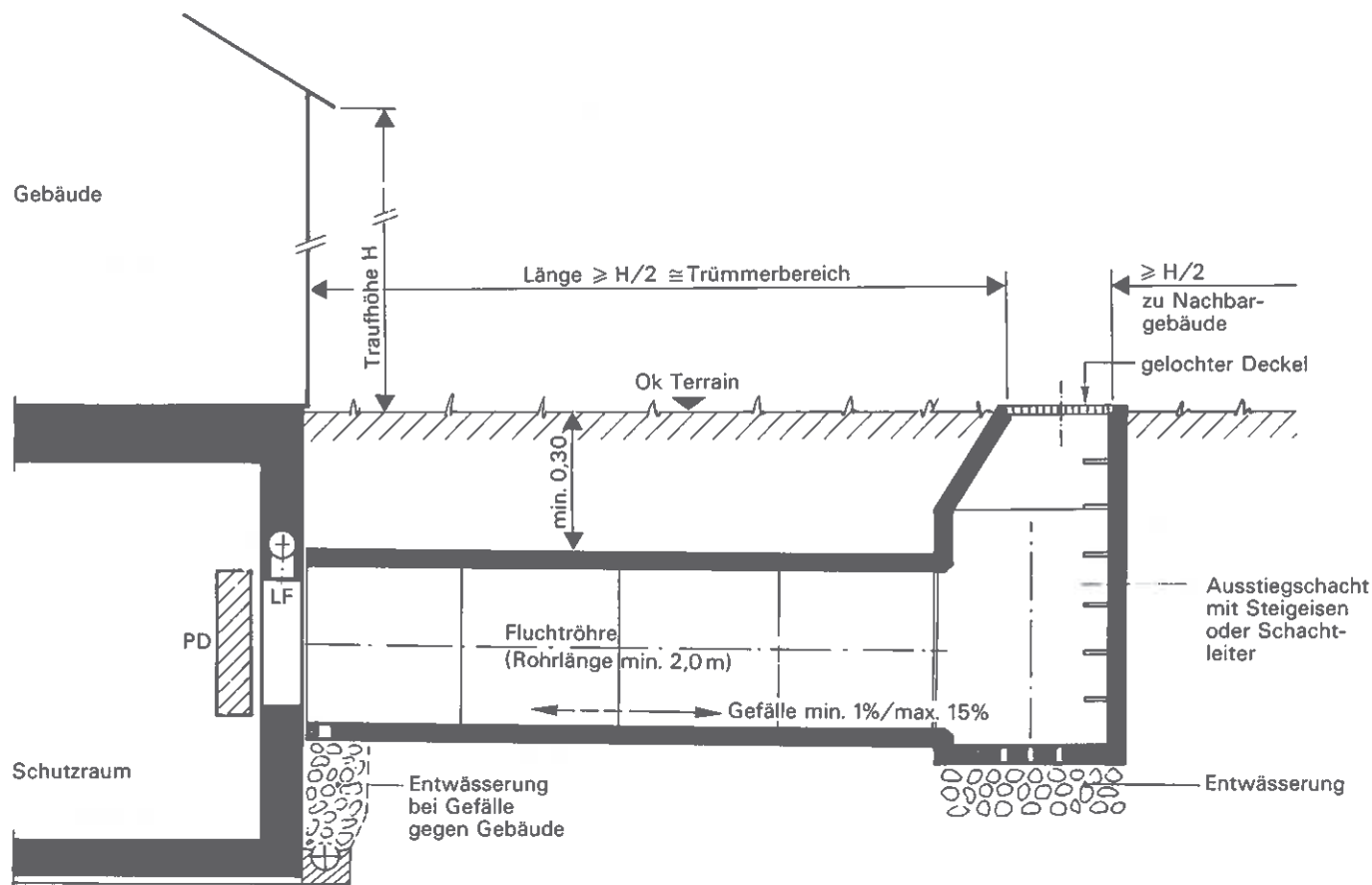
Die Fluchtröhren müssen mit einem Gefälle von mindestens 1% (maximal 15%) womöglich gegen den Ausstiegschacht hin entwässert werden. Die Überdeckung hat mindestens 0,30 m zu betragen.

Der Ausstiegschacht muss ein Lichtmass von mindestens NW 1000 mm (Kreisprofil) oder $b_{\min} = 0,80 \text{ m} / h_{\min} = 1,00 \text{ m}$ (Rechteckprofil) aufweisen. Beim Ausstieg darf er auf NW 600 mm bzw. 600/600 mm verjüngt werden (Konus). Die Schächte sind mit geeigneten handelsüblichen, festmontierten Schachtleitern oder Steigeisen (Sprossenabstand ca. 0,30 m) auszurüsten. Ausstiegschächte und Fluchtröhren mit Gefälle gegen das Gebäude hin sind mittels einer Sickerpackung oder, bei wenig durchlässigen Böden, durch Anschluss an eine Entwässerungsleitung zu entwässern.

Als Abdeckung für den Ausstiegschacht ist ein handelsüblicher gelochter Deckel bzw. Gitterrost anzuordnen (Luftöffnungen total mindestens 0,06 m²). Die Abdeckung muss den friedensmässigen Anforderungen (Begehbarkeit, eventuell Befahrbarkeit, Sicherung gegen Herabfallen) genügen.

In gewissen Ausnahmefällen muss ein geschlossener Deckel angeordnet werden (z.B. bei Ausstiegschächten in öffentlichem Gebiet). In solchen Fällen ist die Fluchtröhre für den Unterhaltsbetrieb der Belüftung an geeigneter Stelle mit einer zusätzlichen separaten Luftfassung zu versehen. Dies kann beispielsweise durch Anordnung eines zusätzlichen Schachtes Ø0,30 m mit Deckel, an der Gebäudefassade erfolgen.

In der Leibung der Panzerdeckelöffnung sind seitlich oder im Sturz die Luftfasungen (LF) der Ansaugleitungen der Belüftungseinrichtungen anzuordnen (vgl. auch Abschnitt 2.77).



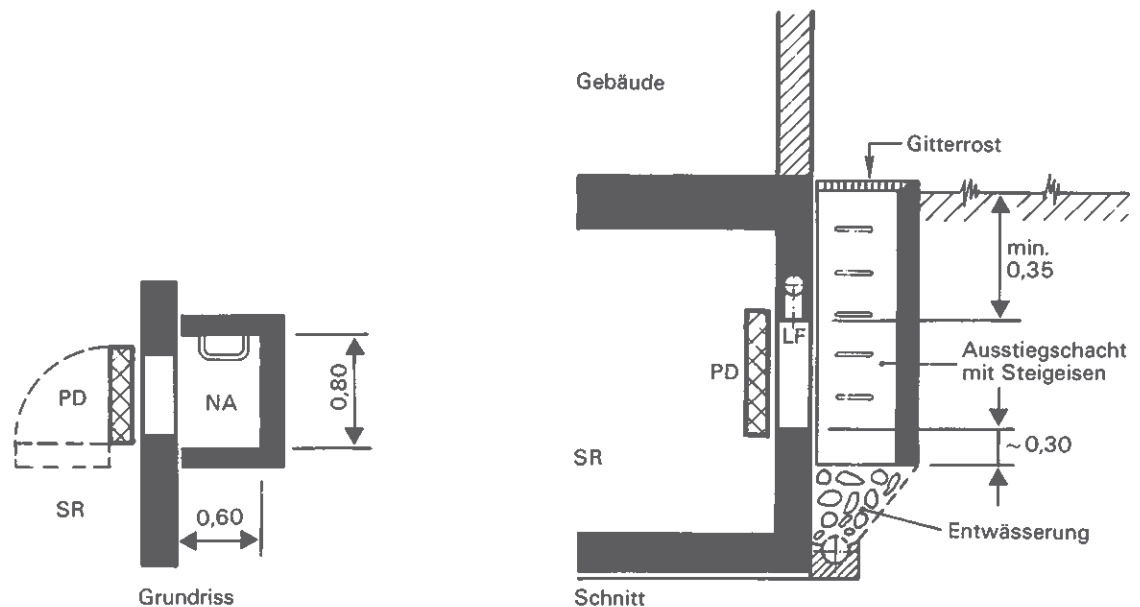
Figur 2.7-3: Gestaltung der Fluchtröhre, Längsschnitt

2.74 Gestaltung der Notausstiege

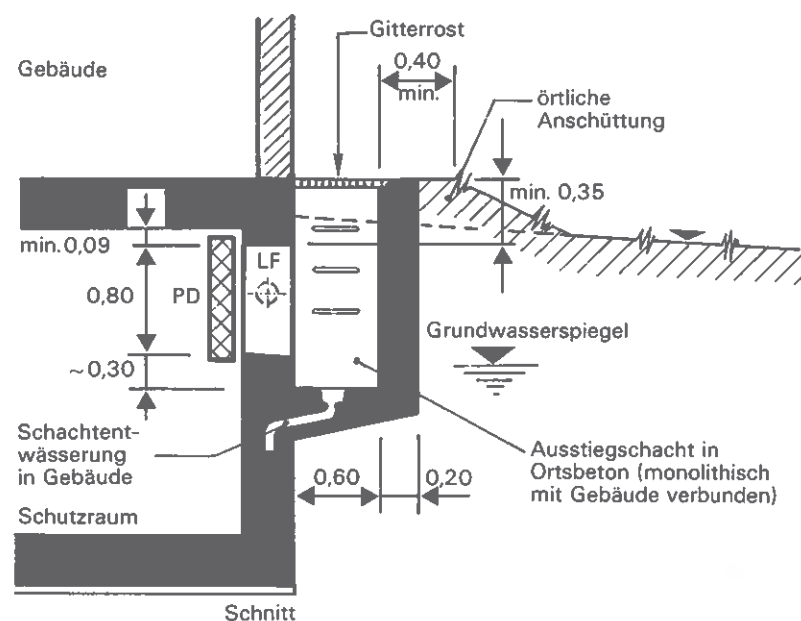
Notausstiege dienen ebenfalls der Selbstbefreiung und als Luftfassung. Sie führen direkt an der Gebäudefassade ins Freie. Sie sind deshalb weniger sicher als Fluchröhren. Der Notausstieg besteht in der Regel aus einem speziellen Lichtschacht mit Lichtmass 0,60/0,80 m im Grundriss.

Bei der Gestaltung der Notausstiege ist folgendes zu beachten (vgl. Figur 2.7-4):

Die Schachtwände müssen aus armierten Fertigelementen oder aus armiertem Ortsbeton ($d = 0,20$ m, Minimalarmierung: kreuzweise beidseitig 0,1%) bestehen. Eine monolithische Verbindung des Notausstiegschachtes mit der Schutzraumwand ist in der Regel nicht erforderlich (Ausnahmen vgl. Abschnitte 2.33 und 2.35).



Figur 2.7-4 Ausbildung des Notausstieges



Figur 2.7-5 Notausstieg bei hohem Grundwasserspiegel

Bei einer Schachthöhe von mehr als 1,50 m sind an der Schmalseite eine Schachtleiter oder Steigeisen (Sprossenabstand ca. 0,30 m) anzuordnen.

Bei Schachthöhen von mehr als 4,5 m ist der Notausstieg gemäss den Angaben in Abschnitt 2.75 zu gestalten.

Der Notausstiegsschacht muss an der Terrainoberfläche mit einem leicht wegnehmbaren Gitterrost oder einer ähnlichen Abdeckung versehen werden. Die Abdeckung muss den friedensmässigen Anforderungen (Begehbarkeit, eventuell Befahrbarkeit, Sicherung gegen Herabfallen) genügen.

Die Entwässerung des Notausstiegsschachtes ist durch eine Sickerpackung oder durch Anschluss an eine Entwässerungsleitung zu gewährleisten.

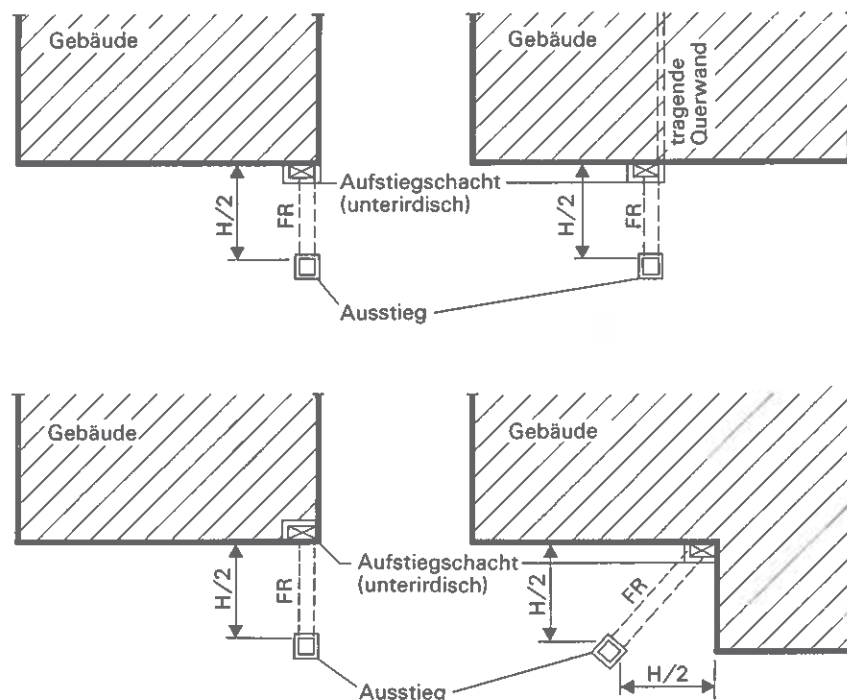
Der Sturz (UK) der Panzerdeckelöffnung in der Schutzraumwand muss mindestens 0,35 m unter Terrain liegen (Strahlen- und Splitterschutz vgl. Figur 2.7-4). Wo dies nicht möglich ist (z.B. hoher Grundwasserspiegel oder tiefe Terrainlage), muss der Notausstiegsschacht erhöht werden. Dabei ist das Terrain örtlich entsprechend anzupassen (vgl. Figur 2.7-5).

In der Leibung der Panzerdeckelöffnung sind seitlich oder im Sturz die Luftfassungen (LF) der Ansaugleitungen der Belüftungseinrichtungen anzuordnen (vgl. auch Abschnitt 2.77).

2.75 Gestaltung von Ausstiegen aus tiefliegenden Schutzräumen

Fluchtröhren und Notausstiege aus tiefliegenden Schutzräumen, bei welchen die Panzerdeckelöffnungen (UK) mehr als 3 m unter Terrain liegen, können gemäss den Figuren 2.7-6 und 2.7-7 ausgebildet werden. Dabei ist folgendes zu beachten:

Aus schutztechnischen Gründen (Stabilität des Schachtes über OK Schutzraum) ist der Aufstiegschacht, wenn möglich, in der Nähe einer Gebäudeecke oder einer tragenden Querwand des Gebäudes anzuordnen (vgl. Figur 2.7-6).



Figur 2.7-6 Anordnung des Aufstiegschachtes bei tiefliegenden Schutzräumen (Grundriss)

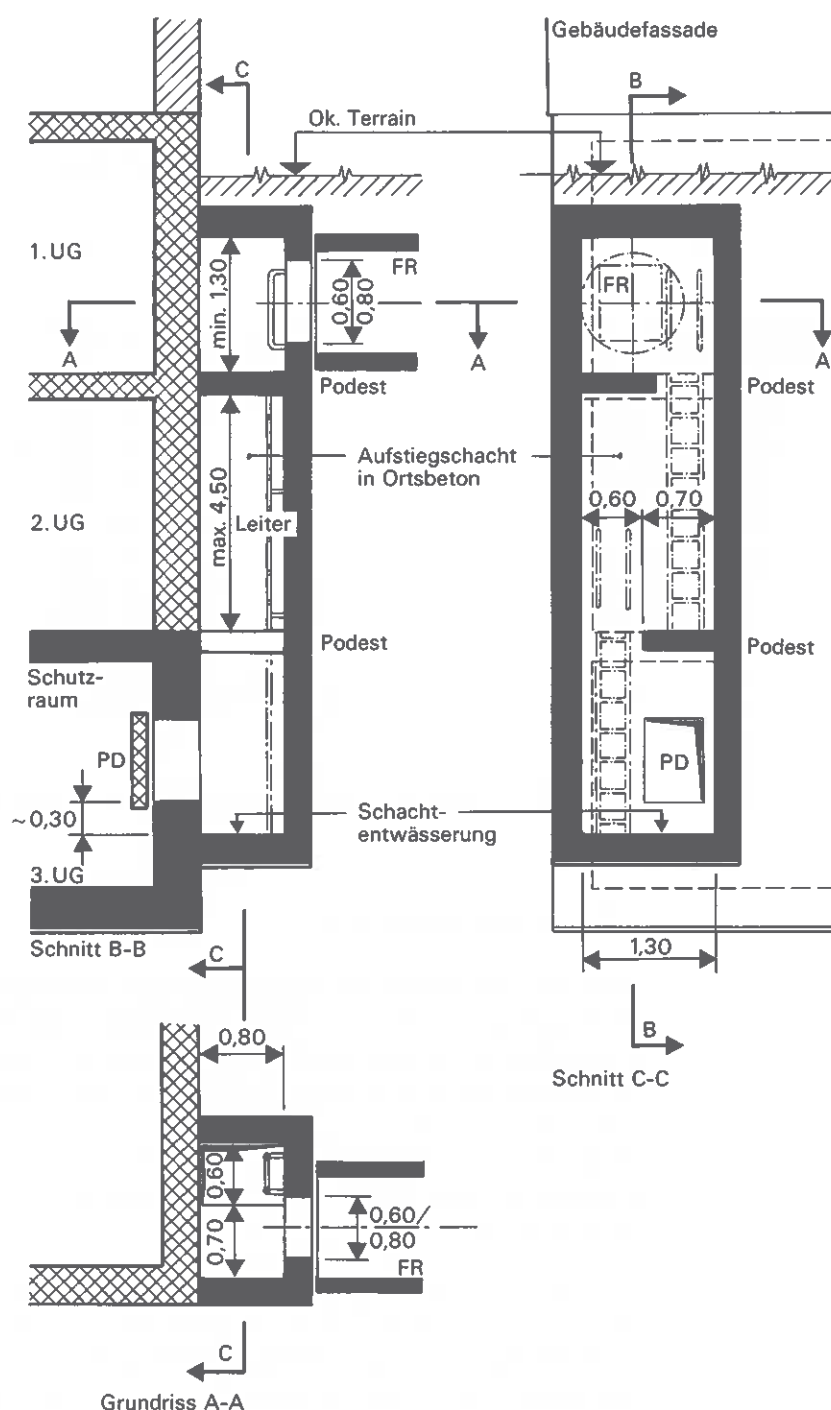
Der Aufstiegschacht ist mit Zwischenpodesten zu versehen. Diese sind pro Stockwerk, mindestens aber alle 4,5 m versetzt anzuordnen.

Der Schachtquerschnitt muss ein Lichtmass von mindestens 0,80 m/1,30 m aufweisen. Die Lichtweiten der Durchstiegsöffnungen bei den Podesten sollen mindestens 0,60/0,80 m betragen.

Der Schacht muss in Ortsbeton mit einer minimalen Konstruktionsstärke von 0,25 m (Zwischenpodeste 0,20 m) und einer Minimalarmierung (kreuzweise beidseitig 0,1%) ausgeführt sein. Er ist monolithisch mit dem Gebäude zu verbinden.

Der Schacht ist zu entwässern und mit fest montierten handelsüblichen Steigleitern zu versehen.

Die eigentliche Fluchtröhre am oberen Ende des Aufstiegschachtes ist nach den Kriterien gemäss Abschnitt 2.73 auszubilden.



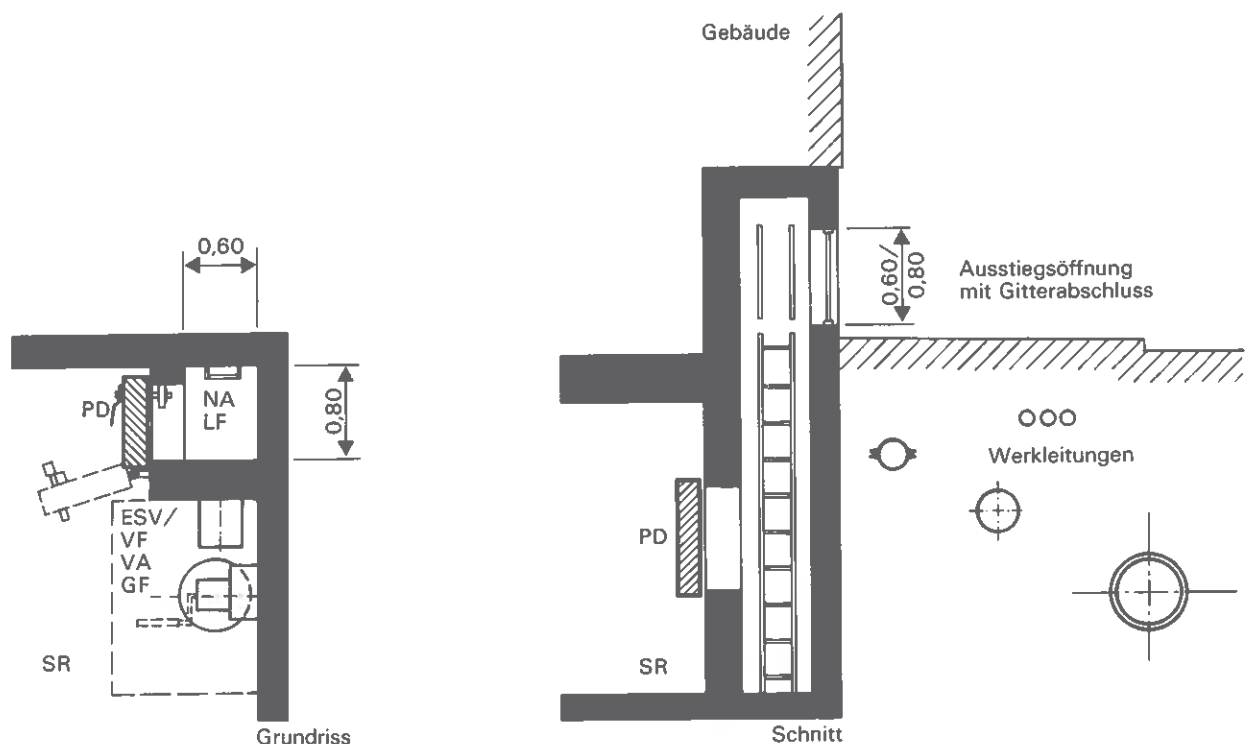
Figur 2.7-7 Gestaltung von Ausstiegen aus tiefliegenden Schutzräumen

2.76 Spezialfälle

In einzelnen Fällen kann es trotz optimaler Gesamtanordnung vorkommen, dass aus rechtlichen oder/und bautechnischen Gründen alle Notausgänge im Trümmerbereich ausmünden müssen (z. B. Stadtgebiet mit relativ hohen Bauten, kleinen Grenzabständen und vielen Werkleitungen).

Für solche Fälle ist, zusammen mit den zuständigen Instanzen, eine schutztechnisch und wirtschaftlich vernünftige Lösung zu suchen. Diese kann z. B. darin bestehen, dass auf verschiedenen Gebäudeseiten mehr Notausstiege bzw. im Trümmerbereich endende Fluchtröhren als gemäss Tabelle 2.7-1 vorgeschrieben sind, angeordnet werden.

In solchen speziellen Situationen kann ein Notausstieg auch gemäss der nachstehenden Figur 2.7-8 innerhalb des Gebäudegrundrisses angeordnet werden.



Figur 2.7-8 Notausstieg innerhalb des Gebäudegrundrisses

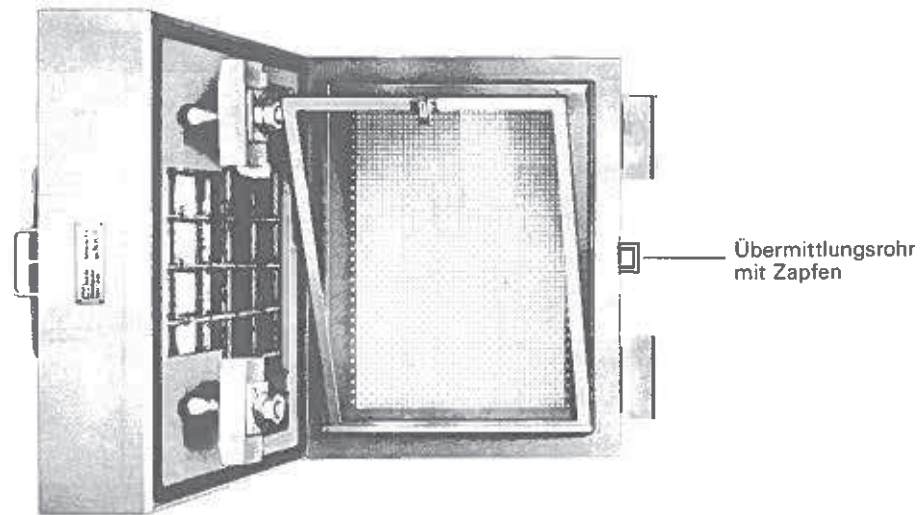
2.77 Panzerdeckel (PD)

Panzerdeckel dienen als Abschlüsse der Öffnungen zur Fluchtröhre bzw. zum Notausstieg (Lichtmass der Öffnungen 0,60/0,80 m). In speziellen Fällen werden Panzerdeckel auch als Abschlusselemente für friedensmässige Öffnungen in der Schutzraumhülle (z. B. als Abschluss einer Durchführung für die friedensmässige Lüftung) verwendet.

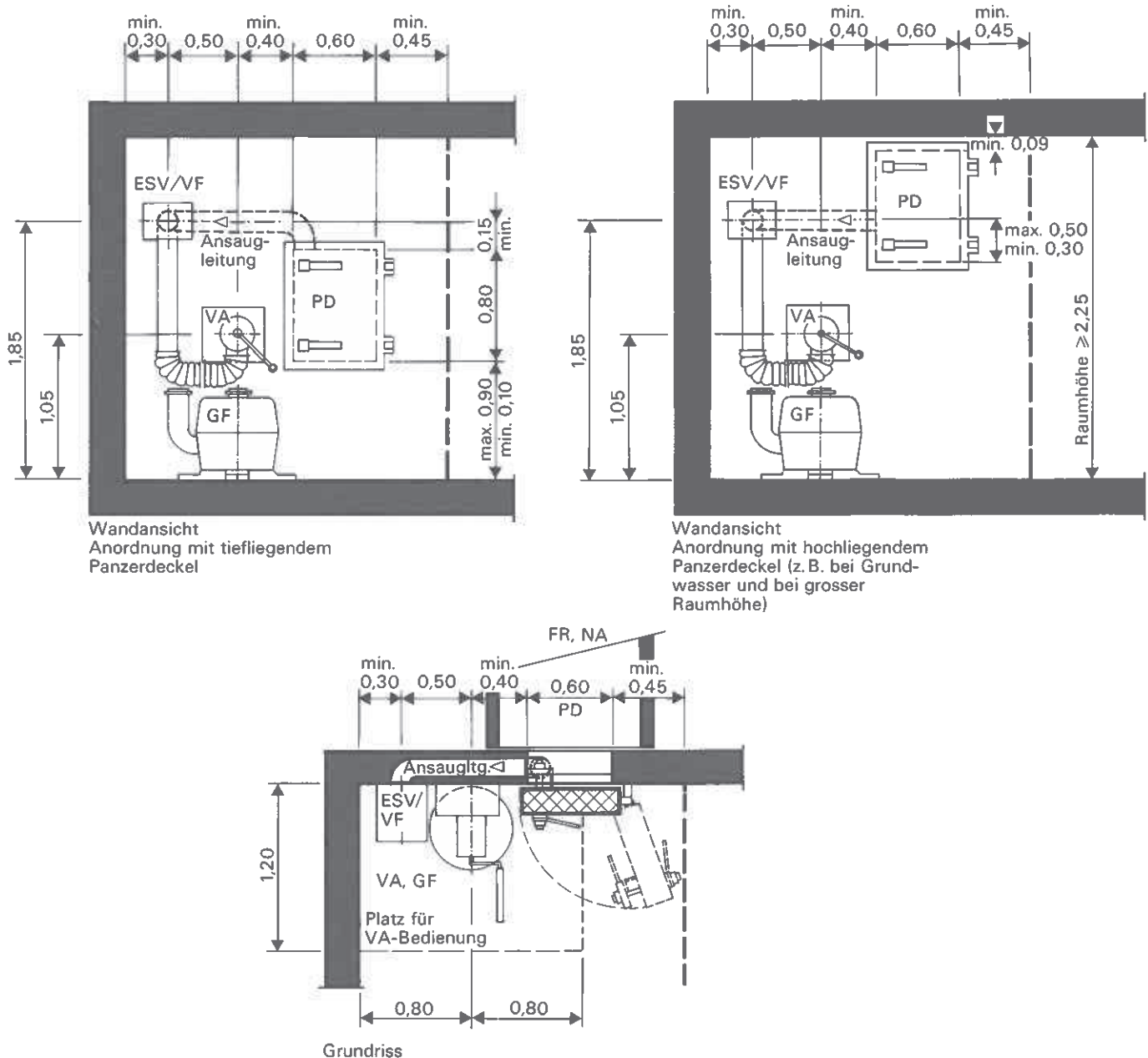
Es dürfen nur normierte Panzerdeckel, die den einschlägigen Weisungen des BZS entsprechen und die mit der vorgeschriebenen Abschlussbezeichnung versehen sind, eingebaut werden.

Der Panzerdeckel wird aus Gründen der Selbstbefreiung auf der Innenseite des Schutzraumes angeschlagen. Er ist so konstruiert, dass er bei richtiger Anordnung den geforderten Schutz gegen reflektierten Luftstoss, Kernstrahlung, gasförmige Kampfstoffe, Brandhitze, Splitter und Staub bietet.

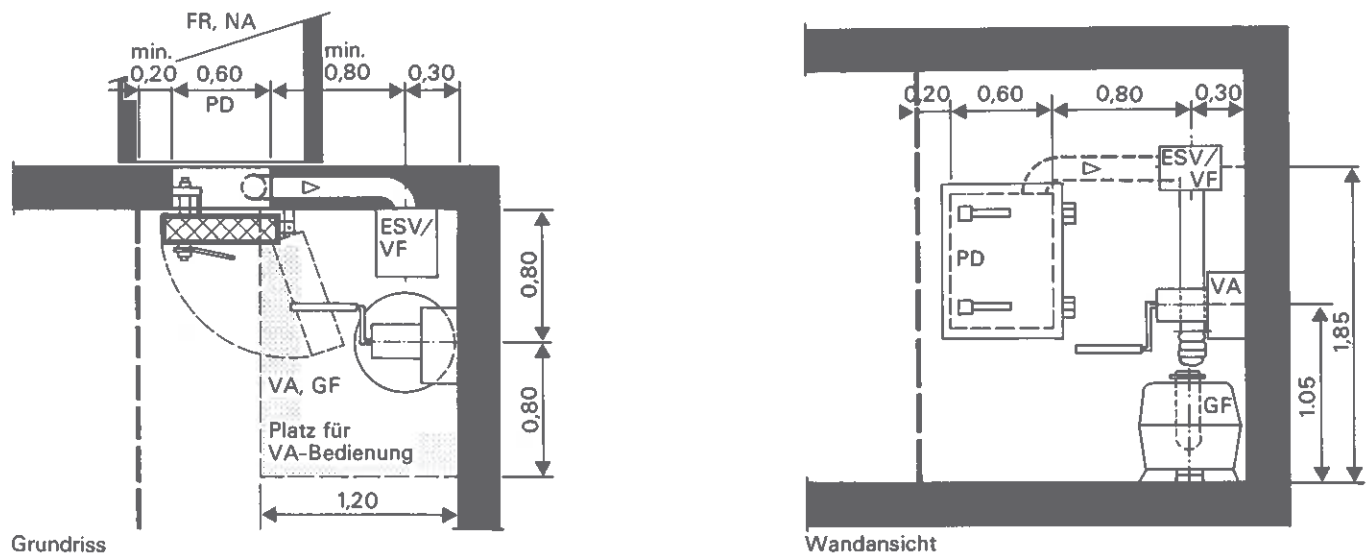
Am Mauerrahmen des Panzerdeckels ist ein normiertes Übermittlungsrohr mit Zapfen angeschweisst. Durch dieses Rohr können allfällige Kabel für den Anschluss einer Aussenantenne durch die Schutzraumhülle geführt werden.



Figur 2.7-9 Panzerdeckel (noch nicht ausbetoniert) mit eingesetztem Fenster/Gitterelement



Figur 2.7-10 Anordnung von VA und PD an einer Wand



Figur 2.7-11 Anordnung von VA und PD in einer Ecke

Für die einwandfreie Anordnung und den Einbau der Panzerdeckel müssen die folgenden Punkte beachtet werden:

Der Panzerdeckel bildet in der Regel zusammen mit der Luftfassung und dem Belüftungsgerät im Schutzraum eine Einheit. Die Figuren 2.7-10 und 2.7-11 zeigen die am meisten vorkommenden Anordnungen sowie die dabei einzuhaltenden Masse und Abstände.

Für das Versetzen der Panzerdeckel gelten sinngemäss die gleichen Vorschriften wie für die Panzertüren (vgl. Abschnitt 2.64).

Für die friedensmässige Nutzung des Schutzraumes kann ein passendes Fensterelement, kombiniert mit einem Gitter, in die Notausgangsöffnung eingebaut werden (vgl. Figur 2.7-9). Dieses Element muss so am Mauerrahmen des PD befestigt sein, dass es beim Bereitstellen des Schutzraumes oder bei Kontrollen rasch und ohne besondere Hilfsmittel vollständig entfernt werden kann.

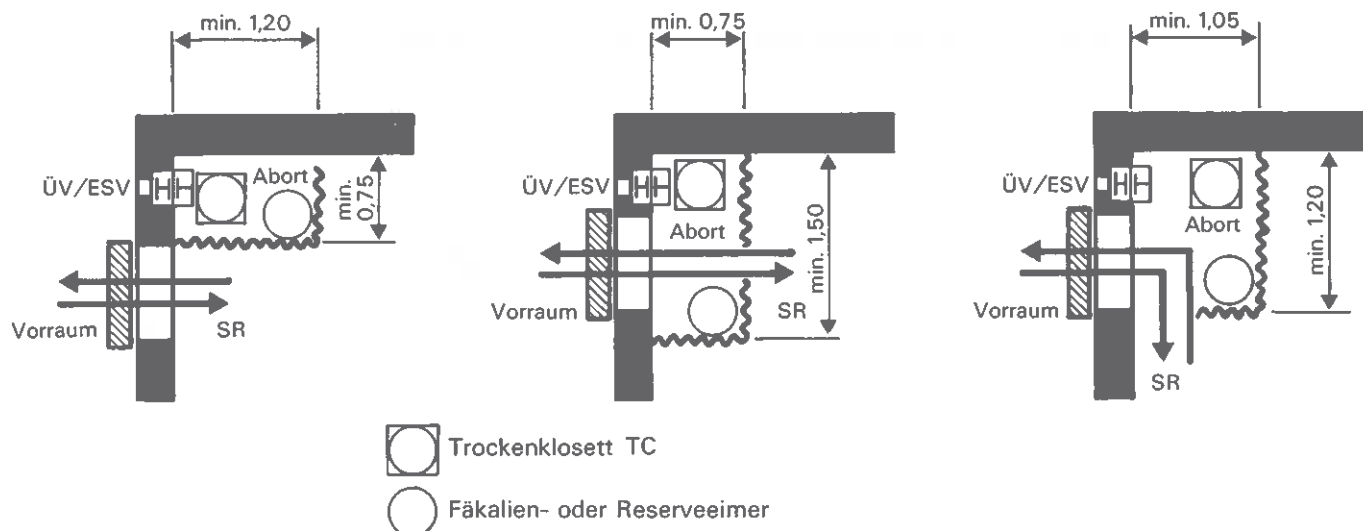
2.8 Aborte

2.81 Anzahl und Anordnung

Für je 30 Schutzplätze ist ein Abort vorzusehen. Die Zahl der erforderlichen Aborte kann, in Abhängigkeit von der Schutzraumgrösse, aus der Tabelle 2.2-1 entnommen werden. Es sind in der Regel alle Aborte als Trockenklosetts (TC) auszubilden (vgl. auch Abschnitt 1.32). Wenn dies aus Gründen der normalen Nutzung des Untergeschosses erforderlich ist, kann der Bauherr anstelle von Trockenklosetts Wasserklosetts mit zusätzlicher Trockenklosettausrüstung verwenden. Die Aborte sind in der Nähe des Schutzraumeingangs bei der Abluftöffnung anzuordnen.

Schutzräume bis zu 30 Schutzplätzen

In diesen Schutzräumen kann die Abortkabine mit behelfsmässigen Mitteln anlässlich des Einrichtens des Schutzraumes bereitgestellt werden. Bei der Erstellung dieser Schutzräume wird deshalb keine fest eingerichtete Abortkabine und auch keine zusätzliche Fläche für den Abort verlangt. Die TC-Ausrüstung ist jedoch mit dem Bau des Schutzraumes zu beschaffen. Mögliche Anordnungen für Aborte sind in der Figur 2.8-1 gezeigt.



Figur 2.8-1 Anordnung von Aborten bei kleinen Schutzräumen bis zu 30 Schutzplätzen

Schutzräume mit 31 bis 100 Schutzplätzen

Bei diesen Schutzräumen sind mindestens zwei fest montierte Abortkabinen, bestehend aus Leichttrennwänden und abschliessbarer Türe, einzubauen (vgl. Figur 2.8-2). Die weiteren Abortkabinen (bei 61 bis 100 Schutzplätzen) können demontierbar oder mit Vorhängen ausgeführt werden. Die fest montierten Kabinen dienen während der Friedensnutzung als abschliessbarer Stapelraum für die Trockenklosettausrüstungen. Die Mindestabmessungen der festen Abortkabinen müssen 0,75 m/1,20 m betragen.

Schutzräume mit mehr als 100 Schutzplätzen

In solchen Schutzräumen sind die Aborte in einem Toilettenraum in der Nähe des Schutzraumeingangs zusammenzufassen. Dieser Toilettenraum ist mit fest montierten Leichttrennwänden oder – wenn dies aus statischen Gründen sinnvoll ist – mit Stahlbetonwänden vom übrigen Schutzraum abzugrenzen. Der Platzbedarf für diesen Toilettenraum ist in Abschnitt 2.2 angegeben. Anordnungsbeispiele sind aus den Figuren 2.4-13 und 2.4-14 ersichtlich.

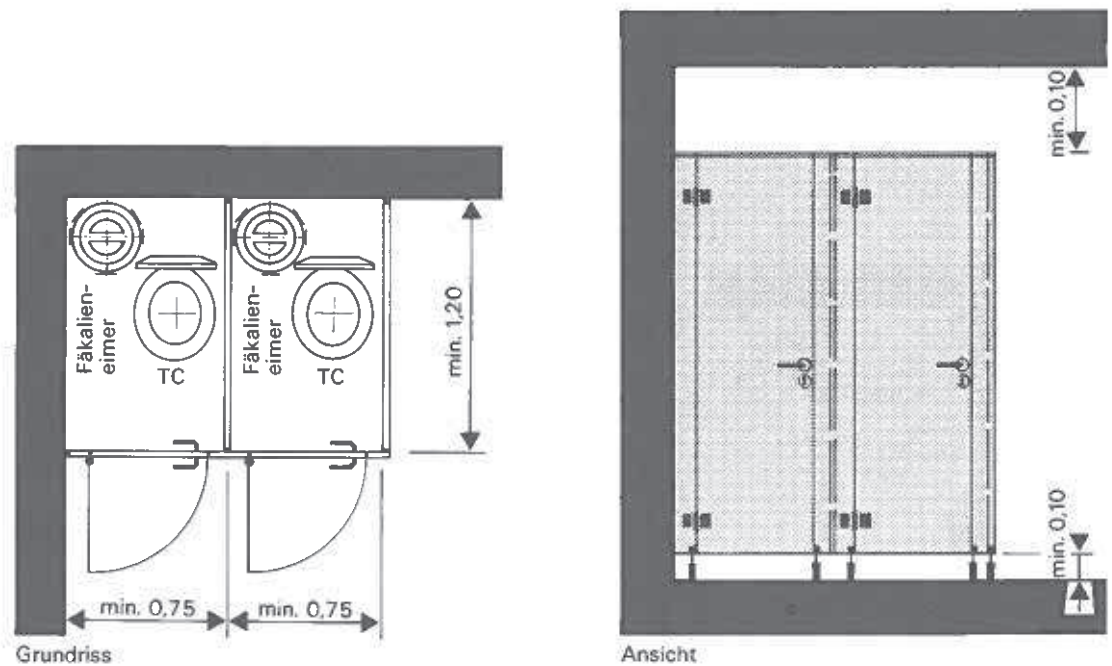
Falls es die Friedensnutzung erfordert (Platzverhältnisse), kann der Toilettenraum auch als vollständig demontierbare Einrichtung geplant werden (bei der Schutzraumabnahme montiert). Es müssen jedoch mindestens drei fest montierte und abschliessbare Abortkabinen als Stapelraum eingebaut werden.

2.82 Konstruktionsmöglichkeiten für Abortkabinen

Fest montierte Abortkabinen

Die Wände der fest montierten Abortkabinen sind aus Spanplatten mit Kunstharzanstrich oder in einer anderen gleichwertigen, erschütterungsunempfindlichen Ausführung herzustellen. Die Kabinentrennwände sollen so hoch sein, dass eine

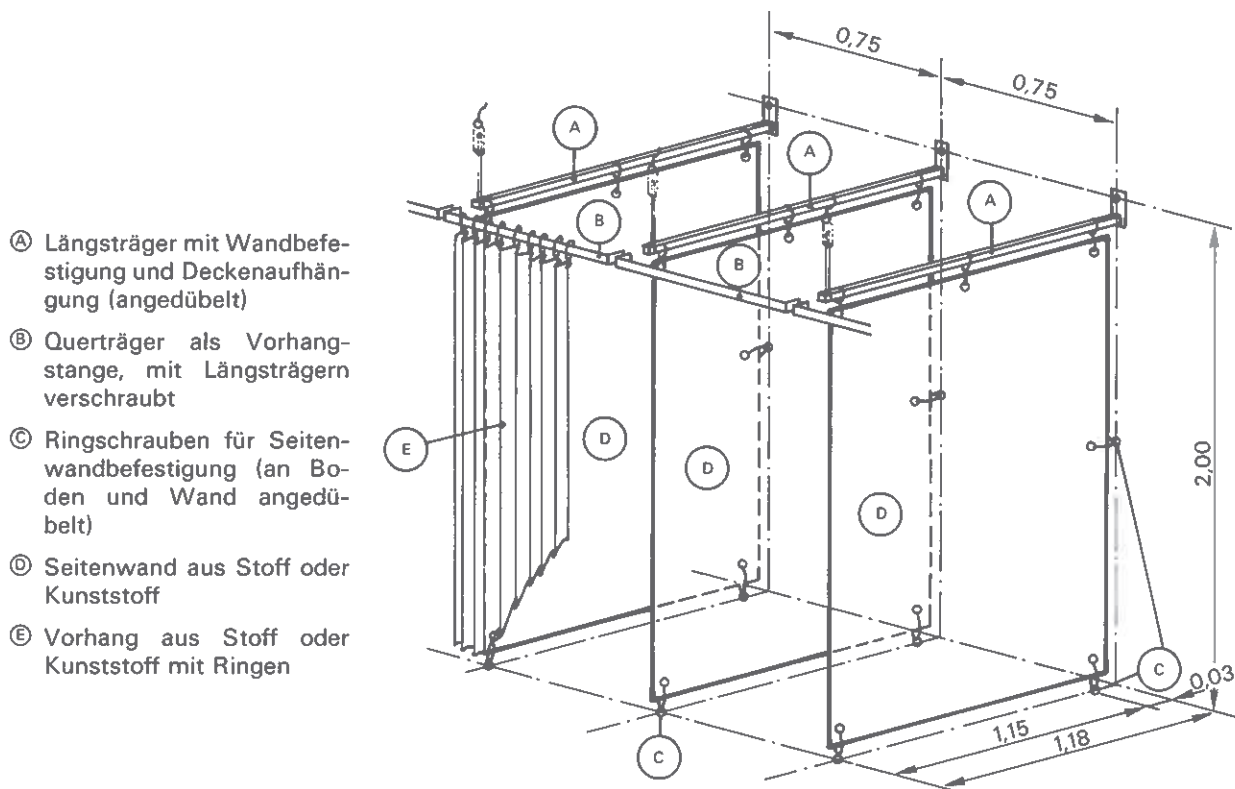
vollständige optische Trennung erreicht wird. Die Eingangstüre ist, bei den Mindestabmessungen der Kabine von 0,75 m/1,20 m, nach aussen öffnend anzuschlagen. In der Figur 2.8-2 ist eine mögliche Ausführungsart dargestellt.



Figur 2.8-2 Fest montierte Abortkabinen mit Leichttrennwänden

Demontierbare Abortkabinen

Im folgenden ist ein Ausführungsbeispiel (Figur 2.8-3) für einfache, demontierbare Abortkabinen gezeigt.



Figur 2.8-3 Konstruktionsvorschlag für demontierbare Abortkabinen

2.83 Trockenklosettausrüstung

Die Trockenklosettausrüstungen bestehen aus gebrauchsfertigen, vom BZS normierten Sortimenten für die verschiedenen Schutzraumgrössen. Die Anzahl der erforderlichen Sortimente ist in Tabelle 2.8-4 zusammengestellt.

Tabelle 2.8-4 Anzahl und Bezeichnung der TC-Sortimente pro Schutzraumgrösse

Grösse des Schutzraumes	Anzahl und Bezeichnung der TC-Sortimente
bis 10 SP	1 Sortiment «8 Personen»
11 bis 20 SP	1 Sortiment «15 Personen»
21 bis 30 SP	1 Sortiment «30 Personen»
31 bis 40 SP	1 Sortiment «30 Personen» + 1 Sortiment «8 Personen»
41 bis 50 SP	1 Sortiment «30 Personen» + 1 Sortiment «15 Personen»
51 bis 60 SP	2 Sortimente «30 Personen»
61 bis 70 SP	2 Sortimente «30 Personen» + 1 Sortiment «8 Personen»
71 bis 80 SP	2 Sortimente «30 Personen» + 1 Sortiment «15 Personen»
81 bis 90 SP	3 Sortimente «30 Personen»
91 bis 100 SP	3 Sortimente «30 Personen» + 1 Sortiment «8 Personen»
101 bis 110 SP	3 Sortimente «30 Personen» + 1 Sortiment «15 Personen»
111 bis 120 SP	4 Sortimente «30 Personen»
121 bis 130 SP	4 Sortimente «30 Personen» + 1 Sortiment «8 Personen»
131 bis 140 SP	4 Sortimente «30 Personen» + 1 Sortiment «15 Personen»
141 bis 150 SP	5 Sortimente «30 Personen»
151 bis 160 SP	5 Sortimente «30 Personen» + 1 Sortiment «8 Personen»
161 bis 170 SP	5 Sortimente «30 Personen» + 1 Sortiment «15 Personen»
171 bis 180 SP	6 Sortimente «30 Personen»
181 bis 190 SP	6 Sortimente «30 Personen» + 1 Sortiment «8 Personen»
191 bis 200 SP	6 Sortimente «30 Personen» + 1 Sortiment «15 Personen»

Aus der Tabelle 2.8-5 sind die einzelnen Bestandteile der TC-Sortimente ersichtlich. Bei der TC-Ausrüstung für das Wasserklosett werden jeweils der Sitz mit Deckel und der Aufsteckring nicht benötigt.

Tabelle 2.8-5 Bestandteile der Trockenklosettsortimente

Bezeichnung der Bestandteile	Anzahl der Bestandteile			Abbildung der Bestandteile
	Sortiment für 8 Personen	Sortiment für 15 Personen	Sortiment für 30 Personen	
Fäkalieneimer Ø 332 x 400 mm mit Deckel	2	3	6	
Einsatz 390/330 x 150 mm	1	1	1	
Sitz mit Deckel	1	1	1	
Aufsteckring Ø 400/350 x 100 mm zu Fäkalieneimer	1	1	1	
Blöcke mit 50 Einlagebeuteln	8	15	30	
Blöcke mit 25 Einlegesäcken	1	2	3	

3 Medienplanung

3.1 Belüftung

3.11 Übersicht

Die Belüftungseinrichtungen dienen der Versorgung der Schutzrauminssassen mit Atemluft (Sauerstoffgehalt) sowie der Abfuhr der verbrauchten Luft (CO_2 -Gehalt). Im weiteren tragen die Belüftungseinrichtungen dazu bei, dass auch bei längerem Aufenthalt im Schutzraum die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse in erträglichen Grenzen gehalten werden.

Belüftungseinrichtungen entsprechend diesen Weisungen sind gegen die massgebenden Waffenwirkungen wie Luftstoss, Erschütterung, Trümmer und Splitter geschützt. Sie gewährleisten ausserdem, dass keine chemischen Kampfstoffe und kein Staub über die Belüftung in die Schutzräume eindringen können (Gasfilter, Vorfilter).

Mit den Belüftungseinrichtungen wird im Schutzraum ein Überdruck erzeugt, welcher bei Filterbetrieb mindestens 50 Pa erreicht. Durch diesen Überdruck wird verhindert, dass Gas, Staub und Rauch durch Undichtigkeiten in der Schutzraumhülle (Türritzen, undichte Verschlüsse, Risse im Beton usw.) eindringen können. Bei Frischluftbetrieb wird der Überdruck auf 250 Pa begrenzt, damit der Druckwechsel bei der Bedienung der Eingangstüre in erträglichen Grenzen bleibt.

Auf eine künstliche Erwärmung der Luft kann in Schutzräumen gemäss diesen Weisungen verzichtet werden. Die Wärmeabgabe der Schutzrauminssassen genügt, um den Schutzraum auch bei tiefen Aussentemperaturen genügend zu erwärmen und die Temperatur dann auf einem erträglichen Niveau zu halten. Um eine raschere Erwärmung zu erreichen, kann die Frischluftmenge bis zur Hälfte reduziert werden.

Die Belüftungseinrichtungen dürfen auch für Lüftungszwecke im Zusammenhang mit der normalen Nutzung des Untergeschosses verwendet werden. In einem solchen Fall sind die Hinweise von Abschnitt 3.17 zu beachten.

Mit den Angaben in Abschnitt 3.15 können die Komponenten der Belüftungseinrichtungen direkt entsprechend der Schutzraumgrösse bestimmt werden. Ein rechnerischer Nachweis ist nur dann zu erbringen, wenn aus besonderen Gründen von den in diesem Kapitel festgelegten Lösungen abgewichen werden muss.

3.12 Betriebsarten

Die Aktionsphasen des Zivilschutzes und damit die Verwendung und Benützung der Schutzräume stellen unterschiedliche Anforderungen an die Belüftung und führen zu folgenden Betriebsarten:

Unterhaltsbetrieb

Im Rahmen der normalen Nutzung (Friedensphase) muss der Schutzraum belüftet werden können. Die Anforderungen an diese Belüftung sind durch die Art der friedensmässigen Verwendung des Schutzraumes gegeben. In der Regel wird durch das Offenhalten von Panzertüre und Panzerdeckel eine genügende Luftumwälzung erreicht. Je nach Bedarf kann auch die Belüftungseinrichtung des Schutzraumes für diesen Zweck verwendet werden (siehe Abschnitt 3.17).

Um allfällige Stillstandsschäden zu vermeiden bzw. aufzudecken, muss das Belüftungsgerät periodisch in Betrieb genommen werden.

Frischluftbetrieb FRL

Der Schutzraum wird – ausgenommen im Falle der Gefahr des Einsatzes chemischer Kampfstoffe – mit Frischluft belüftet. Die den normierten Belüftungseinrichtungen zugrundegelegte Mindestlufrate beträgt bei Frischluftbetrieb $6 \text{ m}^3/\text{h}$ pro Schutzplatz. Die Frischluft wird im Frischluftbetrieb lediglich über den Vorfilter geführt. Dieser hält Staub, welcher z. B. von Gebäudezerstörungen oder von kleinen Partikeln des radioaktiven Ausfalles herrühren kann, zurück.

Filterbetrieb FIL

Bei Gefahr des Einsatzes bzw. beim Einsatz von C-Kampfstoffen muss die Aussenluft nach dem Vorfilter über den Gasfilter geführt werden. Durch den zusätzlichen Widerstand des Gasfilters wird die Lufrate bei Filterbetrieb auf die Hälfte, d. h. auf $3 \text{ m}^3/\text{h}$ pro Schutzplatz reduziert. Diese reduzierte Lufrate genügt jedoch, um den für das Atmen erforderlichen Sauerstoffgehalt und eine genügend niedrige CO_2 -Konzentration im belegten Schutzraum zu gewährleisten. Auch die Temperatur und die Feuchtigkeit lassen sich bei diesem Betrieb über eine längere Belegungsdauer im erträglichen Bereich halten. Ebenso reicht diese Lufrate immer für eine genügende Schleusenspülung.

Belüftungsunterbruch

Die Filter der Belüftungseinrichtungen schützen nicht vor Brandgasen wie CO und CO_2 . Die schutztechnisch gute Anordnung der Luftfassungen ausserhalb des Trümmerbereiches ist deshalb vor allem aus diesem Grunde von grosser Bedeutung. Trotzdem können in gewissen Fällen Bedingungen auftreten, welche einen Belüftungsunterbruch erforderlich machen. Die Zeit, während welcher bei Belüftungsunterbruch die noch zumutbare CO_2 -Konzentration von 2,5 Vol.% erreicht wird, beträgt bei einer Belegungsdichte von $2,5 \text{ m}^3$ pro Person ca. 3 Stunden. Eine gefährliche CO_2 -Konzentration von ca. 4,5 Vol.% wird erst nach etwa 5 Stunden erreicht.

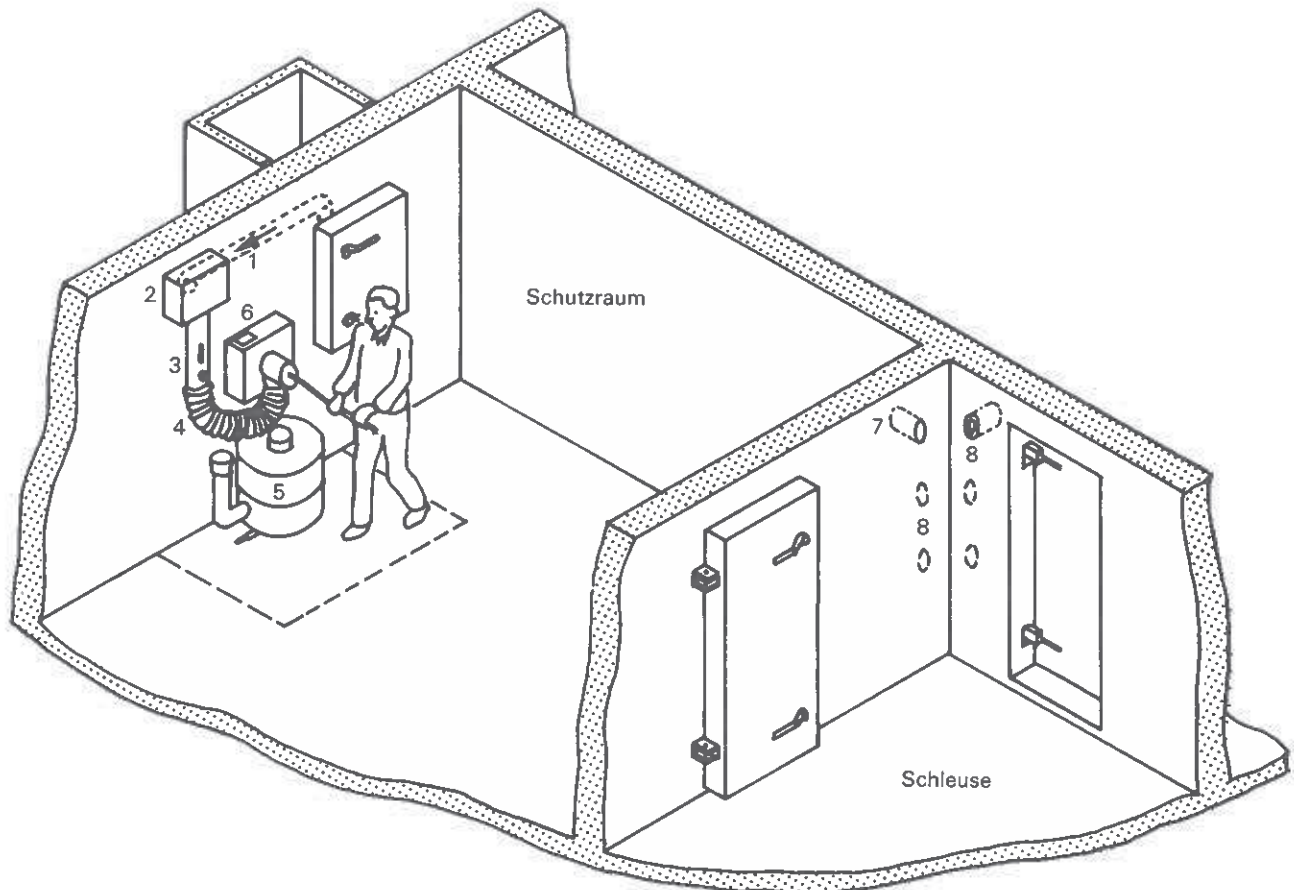
Stromloser Betrieb (Handbetrieb)

Der Betrieb der Belüftungsgeräte erfolgt normalerweise mit Strom aus dem Netz. Bei Ausfall des Netzes müssen die Geräte von Hand angetrieben werden. Dieser Handbetrieb muss jedoch – ausgenommen bei Filterbetrieb – nicht ständig aufrechterhalten werden.

3.13 Komponenten der Belüftungseinrichtungen

In den hier behandelten Schutzräumen werden Belüftungsgeräte mit der Bezeichnung VA 40, VA 75 und VA 150 verwendet. Dabei bedeutet die Zahl jeweils die Lufrate (m^3/h) bei Filterbetrieb.

Aus der Figur 3.1-1 sind die einzelnen Komponenten der Belüftungseinrichtungen ersichtlich. Detaillierte Massangaben über den Platzbedarf und die Anordnung der Komponenten mit Berücksichtigung der Lage des Panzerdeckels sind den Figuren 2.7-10 und 2.7-11 des Abschnittes 2.7 (Fluchtröhren, Notausstiege und Luftfassungen) zu entnehmen.



- 1 Luftfassung in der Leibung des PD und Ansaugleitung in der Aussenwand
- 2 Explosionsschutzventil und Vorfilter (ESV/VF) mit Kondenswassersammler
- 3 Zuleitung mit Luftmengenmesser und Drosselklappe
- 4 Flexible Leitungsstücke in der Zuleitung mit Kupplung
- 5 Gasfilter (GF)
- 6 Belüftungsgerät (VA) mit Notleuchte
- 7 Überdruckventil mit Explosionsschutzventil (ÜV/ESV) beim Schutzraumeingang
- 8 Weitere ÜV/ESV bei SR mit Schleuse

Figur 3.1-1 Komponenten der Belüftungseinrichtungen

3.14 Funktion und Anordnung der Komponenten

Funktion der Komponenten

Explosionsschutzventil/Vorfilter (ESV/VF)

Diese beiden Komponenten bilden in der Regel eine Einheit. Das ESV ist ein Abschlussorgan, welches normal immer offensteht. Beim Auftreffen des Luftstosses schliesst es sich innert Tausendstelsekunden selbsttätig und schützt dadurch die Belüftungseinrichtungen vor zu grossem Luftdruck. Der Vorfilter ist ein Faserfilter, welcher das Eindringen von Staub verhindert und bei Filterbetrieb den Gasfilter entlastet.

Belüftungsgerät (VA)

Das Belüftungsgerät besteht aus der Zuleitung mit Drosselklappe und Luftmengenmesser sowie einem Ventilator mit Elektromotor- und Handbetrieb zur Förderung der Frischluft bzw. der Filterluft. Flexible Leitungsstücke mit Kupplungen in

der Zuleitung dienen zur Umstellung vom Frischluft- auf den Filterbetrieb. Die VA sind mit einer Notleuchte zur Aufrechterhaltung einer minimalen Beleuchtung bei Handbetrieb ausgerüstet.

Gasfilter

Der Gasfilter besteht aus einem Schwebstofffilter und einem Aktivkohlefilter. Diese halten aerosol- und gasförmige chemische Kampfstoffe zurück.

Überdruckventil/Explosionsschutzventil (ÜV/ESV)

Diese beiden Komponenten bilden eine Einheit. Sie dienen zur Schliessung des Luftauslasses bei Belüftungsunterbruch (ÜV) bzw. zum selbsttätigen Schliessen der Öffnung beim Auftreffen des Luftstosses (ESV).

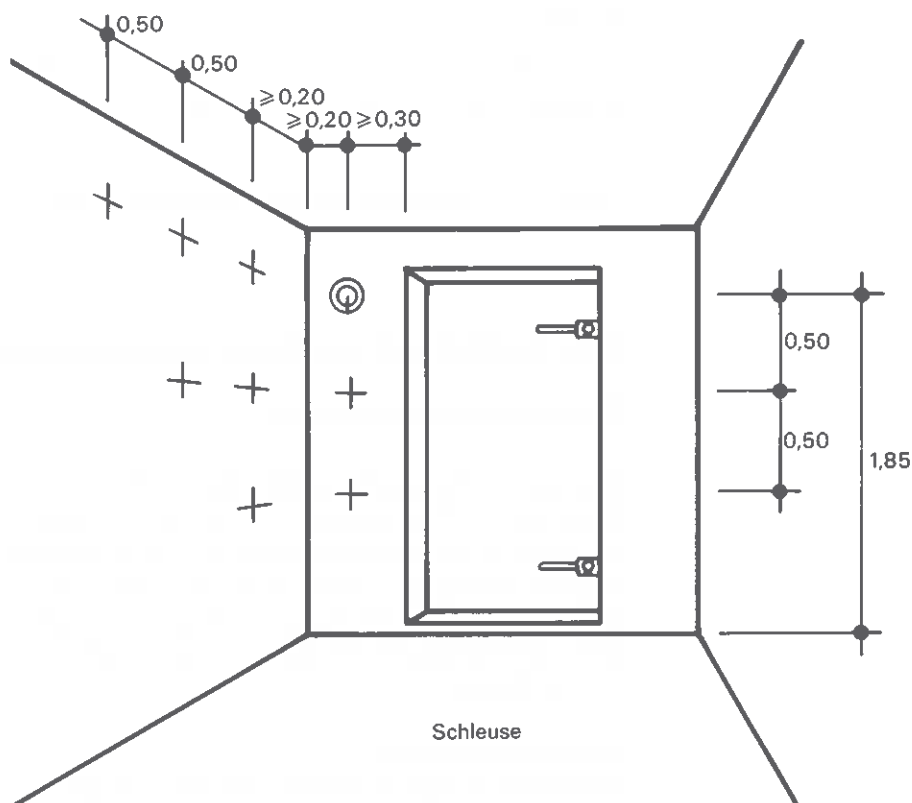
Anordnung der Komponenten

Die Komponenten der Belüftungseinrichtungen sind entsprechend den folgenden Anforderungen anzuordnen:

Die Luftfassung wird in der Regel in der Leibung der Öffnung zur Fluchtröhre bzw. zum Notausstieg angeordnet. Dabei dürfen pro Fluchtröhre maximal drei und pro Notausstieg maximal zwei Luftfassungen angeschlossen werden. Es ist darauf zu achten, dass weder die Abluft aus anderen Schutzräumen noch diejenige von Tank- oder Kanalisationsentlüftungen angesogen werden kann. Weitere Angaben über die Anordnung der Luftfassungen sind in Abschnitt 2.7 (Fluchtröhren, Notausstiege und Luftfassungen) enthalten.

In Schutzräumen mit zwei oder mehr Abteilen werden die Belüftungsgeräte direkt in den zu belüftenden Abteilen in unmittelbarer Nähe des Panzerdeckels angeordnet. Es sind keine Luftverteilungen erforderlich.

Bei der Platzierung der Belüftungsgeräte sind der minimale Platzbedarf gemäss den Figuren 2.7-10 und 2.7-11 im Abschnitt 2.7 (Fluchtröhren, Notausstiege und Luftfassungen) sowie die vorgesehene Anordnung der Liegestellen zu beachten. Die Belüftungsgeräte, Gasfilter und Vorfilter sollen nach Möglichkeit ausserhalb der Mieterabteile des Kellers platziert werden.



Figur 3.1-2 Anordnung von ÜV/ESV in Schleusenwänden

Wenn ein Belüftungsgerät ausnahmsweise nicht innerhalb des zu belüftenden Abteils angeordnet werden kann, so ist es bei der nächstliegenden Luftfassung zu plazieren. Als Verbindung zum Schutzraumabteil ist eine Zuluftleitung anzuordnen. Diese Leitung ist direkt unter der Decke den Wänden entlang zu führen.

Bei Schutzräumen mit Abteilen ist die Abluft über je eine freie Wand- oder Türöffnung von mindestens 0,05 m² Querschnitt aus den Abteilen heraus zu führen (gleichzeitig Spülung der Aborte bzw. des Toilettenraumes).

Explosionsschutzventile/Vorfilter sowie kombinierte Überdruck- und Explosionsschutzventile sind 1,85 m (Axmass) über dem Boden anzuordnen. Bei Schleusen sind die zusätzlich erforderlichen Ventile mit Rücksicht auf die Verankerungen der PT entsprechend Figur 3.1-2 anzuordnen. Diese Ventile dürfen auch in Seitenwänden eingebaut werden, wobei jedoch mindestens eines davon als Sprechverbindung in unmittelbarer Nähe der Panzertüre vorzusehen ist.

3.15 Bestimmung der Komponenten der Belüftungseinrichtungen

Vorgehen bei der Bestimmung der Komponenten

Für die Bestimmung der erforderlichen Luftmengen FRL/FIL ist das effektiv vorhandene Fassungsvermögen (Grundfläche bzw. Raumvolumen) des Schutzraumes massgebend. In jedem Abteil muss die gesamthaft zugeführte Luftrate mindestens dem in Tabelle 3.1-3 angegebenen Wert entsprechen.

Sind mehrere Abteile vorhanden, so ist jedes dieser Abteile derart zu belüften, dass mindestens $\frac{2}{3}$ der erforderlichen Luftrate direkt vom zugeteilten Belüftungsgerät geliefert wird. Für den restlichen Teil darf die allenfalls überschüssige Luftrate eines benachbarten Abteils angerechnet werden. Dabei wird vorausgesetzt, dass die gesamte Luftrate aus diesem benachbarten Abteil in das zu belüftende Abteil abströmt.

Tabelle 3.1-3 Zuordnung der Komponenten der Belüftungseinrichtungen und minimale Luftraten

Anzahl Schutzplätze	Belüftungsgerät mit Gasfilter	Explosionsschutzventil/Vorfilter	Überdruck- und Explosionsschutzventil	Minimale Luftraten	
				Frischluftbetrieb m ³ /h	Filterbetrieb m ³ /h
bis 13	VA 40+GF 40	ESV/VF 40	ÜV/ESV 40 ¹⁾	80	40
14 bis 25	VA 75+GF 75	ESV/VF 75	ÜV/ESV 75	150	75
26 bis 50	VA 150+GF 150	ESV/VF 150	ÜV/ESV 150	300	150

¹⁾ Das ÜV/ESV 40 darf bei Schleusen nicht angeordnet werden, da dieses Ventil bei FRL einen Druckverlust bis 250 Pa aufweisen kann. In solchen Fällen sind ÜV/ESV 75 (oder 150) zu verwenden, bei welchen der Druckverlust bei FRL auf 125 Pa begrenzt ist.

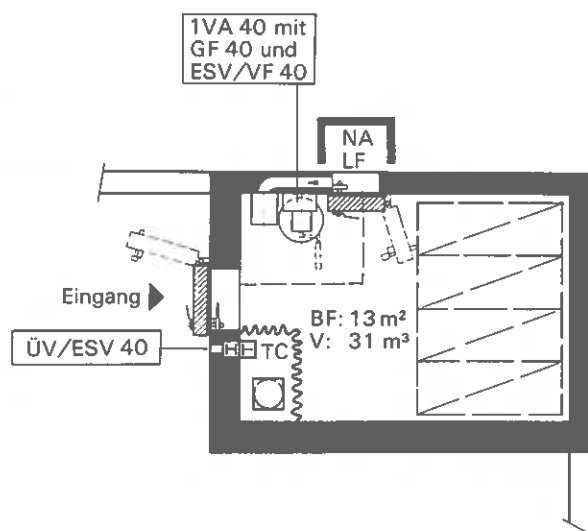
Bei Schutzräumen ohne Schleuse wird die Abluft im Bereiche des Eingangs (gleichzeitig Spülung der Abortkabinen) aus dem Schutzraum herausgeführt. Bei Schutzräumen mit Schleuse ist die gesamte Abluft durch die Schleuse herauszuführen (gleichzeitig Spülung der Abortkabinen bzw. des Toilettenraumes). Wenn mehr als ein Belüftungsgerät vom Typ VA 40 oder VA 75 vorhanden ist, so darf anstelle mehrerer ÜV/ESV 75 eine der gesamten verfügbaren Filterluftrate entsprechende Anzahl ÜV/ESV 150 angeordnet werden. So ersetzt beispielsweise ein ÜV/ESV 150 zwei am gleichen Ort anzuordnende ÜV/ESV 75.

Beispiele für die Bestimmung der Komponenten der Belüftungseinrichtungen

Das Vorgehen zur Bestimmung der Komponenten der Belüftungseinrichtungen wird anhand der folgenden Beispiele im einzelnen erläutert. In einem ersten Schritt ist stets die Zahl der pro Abteil effektiv vorhandenen Schutzplätze aufgrund von Abschnitt 2.2 bzw. Tabelle 2.2-1 zu ermitteln. Anschliessend sind die Komponenten gemäss den vorstehenden Angaben zu bestimmen.

Für die Platzierung und den Einbau der Komponenten sind die Angaben in den Abschnitten 2.77, 3.16 und 3.3 zu beachten (Anordnung von VA und PD, Ansaugleitung, Schutzgitter, Prallplatten, elektrischer Anschluss usw.).

Im folgenden ist die Bestimmung der Komponenten am Beispiel eines kleinen Schutzraumes mit 12 Schutzplätzen dargestellt (Figur 3.1-4):



Figur 3.1-4 Belüftungseinrichtungen für einen Schutzraum mit 12 Schutzplätzen

Zahl der effektiv vorhandenen Schutzplätze:

Bodenfläche des Schutzraumes	Bodenfläche für VA	Bodenfläche für Aufenthalt	Rauminhalt	effektiv vorhandene Schutzplätze
13 m ²	1 m ²	12 m ²	31 m ³	12 SP

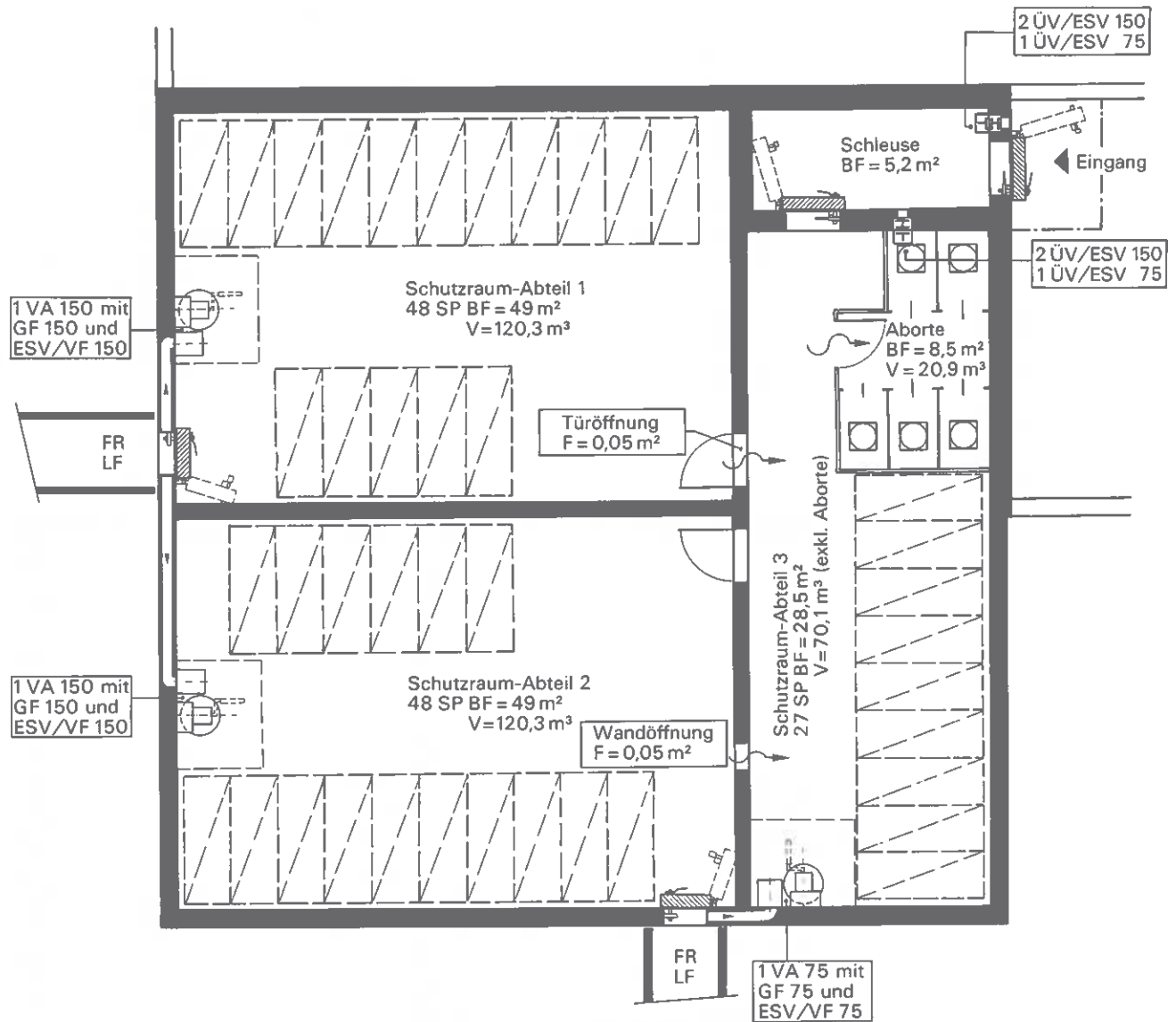
Bestimmung der Komponenten:

Für diesen Fall können die erforderlichen Komponenten direkt der Tabelle 3.1-3 entnommen werden.

Es sind folgende Komponenten erforderlich:

1 VA 40 + GF 40 + 1 ESV/VF 40, 1 ÜV/ESV 40.

Als weiteres Beispiel wird die Bestimmung der Komponenten der Belüftungseinrichtungen eines Schutzraumes mit drei Abteilen, einer Schleuse und einem separaten Toilettenraum (Figur 3.1-5) gezeigt. Die Abluft aus den Abteilen 1 und 2 wird in das Abteil 3 geleitet. Die rechnerische Überschusskapazität der in den ersten beiden Abteilen vorhandenen Belüftungsgeräte wird bei der Bestimmung des Belüftungsgerätes für das Abteil 3 berücksichtigt. Die gesamte Abluft wird dann zum Toilettenraum und von dort über die inneren und äusseren ÜV/ESV der Schleuse ins Freie geführt.



Figur 3.1-5 Belüftungseinrichtungen für einen Schutzraum mit 123 Schutzplätzen

Zahl der effektiv vorhandenen Schutzplätze:

	Bodenfläche des Abteils	Bodenfläche für VA	Bodenfläche für Aufenthalt	Rauminhalt	effektiv vorhandene Schutzplätze
SR Abteil 1	49 m ²	1 m ²	48 m ²	120,3 m ³	48 SP
SR Abteil 2	49 m ²	1 m ²	48 m ²	120,3 m ³	48 SP
SR Abteil 3	28,5 m ²	1 m ²	27,5 m ²	91,0 m ³	27 SP

Bestimmung der Komponenten:

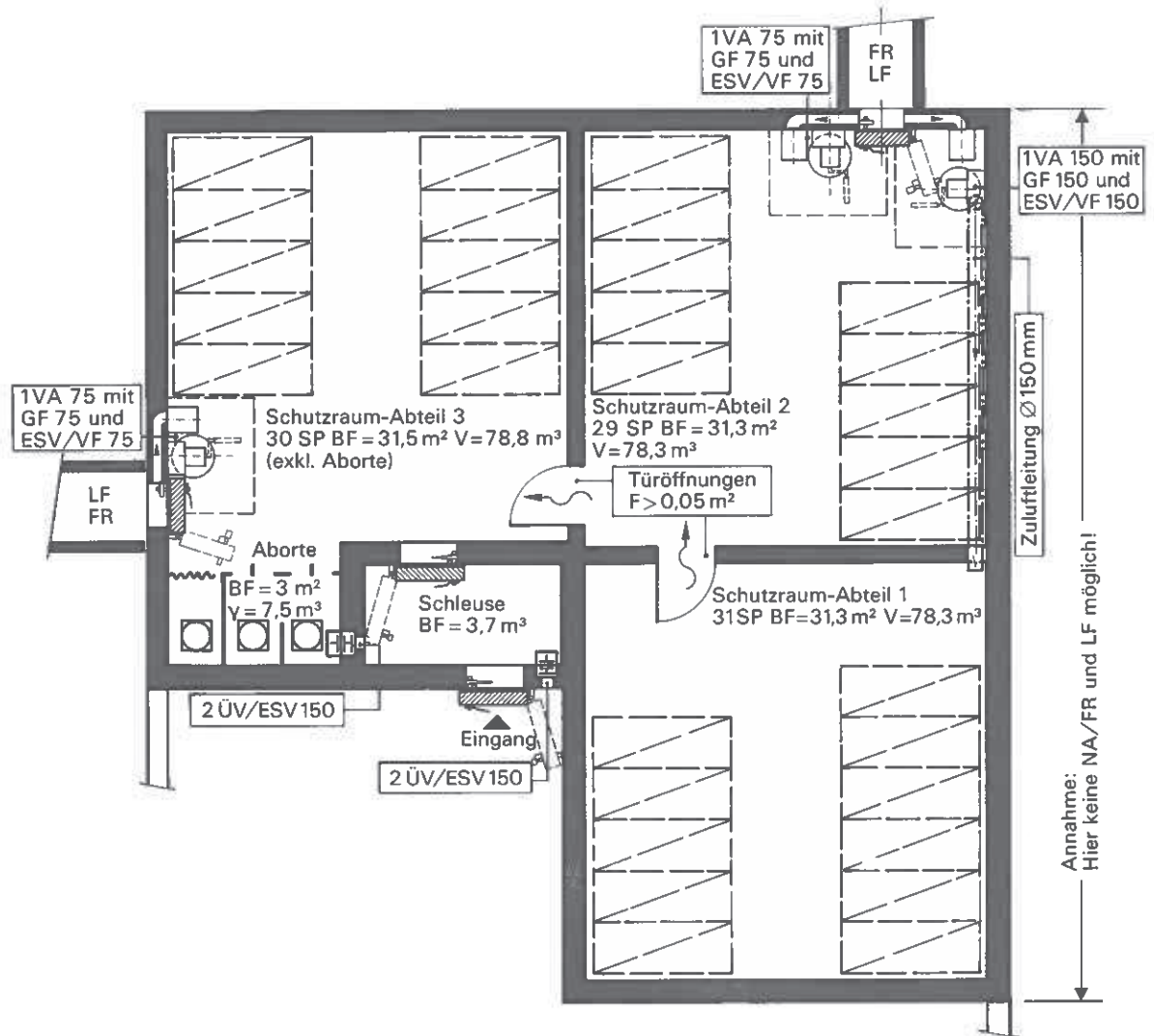
	effektiv vorhandene Schutzplätze	zugeführter Überschuss	direkt zu belüf- tende SP	erforderliches Belüftungs- gerät	insgesamt vor- handene Ka- pazität	→Über- schuss- kapazität
SR Abteil 1	48 SP →	0 →	48 SP →	VA 150 →	50 SP →	2 SP
SR Abteil 2	48 SP →	0 →	48 SP →	VA 150 →	50 SP →	2 SP
SR Abteil 3	27 SP	4 SP	23 SP	VA 75	4 + 25 SP	2 SP

Es sind folgende Komponenten erforderlich:

2 VA 150 + GF 150, 2 ESV/VF 150, 4 ÜV/ESV 150
1 VA 75 + GF 75, 1 ESV/VF 75, 2 ÜV/ESV 75

Das nachstehende Beispiel zeigt die zweckmässige Wahl der Komponenten der Belüftungseinrichtungen für einen Schutzraum, bei dem besondere Bedingungen zu berücksichtigen sind. Einerseits wird zugrunde gelegt, dass für eines der Abteile aus baulichen Gründen keine direkt zugängliche Luftfassung angeordnet werden kann. Andererseits wird angenommen, dass aus Gründen der Friedensnutzung eine Unterteilung des 90 Schutzplätze umfassenden Schutzraumes in drei, statt der minimal erforderlichen zwei Abteile, verlangt werde (Figur 3.1-6).

Das Belüftungsgerät für das Abteil 1 (Abteil ohne Luftfassung) wird im benachbarten Abteil 2 angeordnet. Die Luft wird daher ausnahmsweise über eine Zuluftleitung vom entsprechenden Belüftungsgerät in das zu belüftende Abteil geführt. Wegen der Aufteilung in drei statt der normalerweise erforderlichen zwei Abteile, ergibt sich die Notwendigkeit für ein drittes, d.h. im Vergleich zu den Angaben in Tabelle 2.2-1 zusätzliches Belüftungsgerät.



Figur 3.1-6 Belüftungseinrichtungen für einen Schutzraum mit 90 Schutzplätzen mit Berücksichtigung besonderer Bedingungen

Zahl der effektiv vorhandenen Schutzplätze:

	Bodenfläche des Abteils	Bodenfläche für VA	Bodenfläche für Aufenthalt	Rauminhalt	effektiv vorhandene Schutzplätze
SR Abteil 1	31,3 m ²	0	31,3 m ²	78,3 m ³	31 SP
SR Abteil 2	31,3 m ²	2 m ²	29,3 m ²	78,3 m ³	29 SP
SR Abteil 3	31,5 m ²	1 m ²	30,5 m ²	86,3 m ³	30 SP

Bestimmung der Komponenten:

	effektiv vorhandene Schutzplätze	zugeführter Überschuss	direkt zu belüftende SP	erforderliches Belüftungsgerät	insgesamt vorhandene Kapazität	→ Überschusskapazität
SR Abteil 1	31 SP→	0 →	31 SP →	VA 150→	50 SP→	19 SP
SR Abteil 2	29 SP→	19 SP	20 SP ¹⁾ →	VA 75→	19 + 25 SP→	15 SP
SR Abteil 3	30 SP→	15 SP	20 SP ¹⁾ →	VA 75	15 + 25 SP	10 SP

¹⁾ Die Zahl der direkt zu belüftenden Schutzplätze wird hier durch die Forderung bestimmt, dass $\frac{2}{3}$ der im Abteil vorhandenen Schutzplätze direkt mit Luft vom zugeteilten Belüftungsgerät versorgt werden müssen.

Es sind folgende Komponenten erforderlich:

1 VA 150 + GF 150, 1 ESV/VF 150, 4 ÜV/ESV 150
2 VA 75 + GF 75, 2 ESV/VF 75

Hinweis:

Anstelle von 2 x 2 ÜV/ESV 75 werden 2 x 1 ÜV/ESV 150 verwendet.

3.16 Konstruktive Angaben zum Einbau der Komponenten

Für den Einbau der Komponenten der Belüftungseinrichtungen gelten folgende Hinweise:

Die Explosionsschutzventile/Vorfilter, die Belüftungsgeräte mit Zuleitungen, Luftmengenmesser, Drosselklappe, flexiblen Verbindungsleitungen und Kupplungen sowie die kombinierten Überdruckventile/Explosionsschutzventile, der Gasfilter und die Prallplatten haben den einschlägigen Weisungen des BZS zu entsprechen. Es dürfen nur Komponenten eingebaut werden, die über eine gültige Zulassung des BZS verfügen.

Der Einbau dieser Komponenten hat grundsätzlich gemäss den vom BZS genehmigten Einbauvorschriften der Hersteller zu erfolgen.

Beim Einbau der Gasfilter ist darauf zu achten, dass die flexiblen Verbindungsleitungen ohne Knicken oder Beulen an den Gasfilter angeschlossen werden können. Es dürfen nur Gasfilter eingebaut werden, deren Öffnungen mit plombierten Dekkeln abgeschlossen sind.

Die Ansaugleitung wird in der Regel in die Aussenwand einbetoniert. Sie muss einen Innendurchmesser von 125 mm aufweisen (bei Kunststoffrohren genügt Nennweite 125 mm). Es sollen nicht mehr als drei Bogen angeordnet werden, wobei Formstücke zu verwenden sind. Für diese Leitungen dürfen alle Materialien verwendet werden, bei welchen das Erhalten der Form und Dichtheit während des Betonvorganges bis zur Erhärtung des Betons gewährleistet ist. Ausserdem müssen diese Materialien bis mindestens 60° gegen Hitze beständig sein. Es eignen sich beispielsweise handelsübliche schlagfeste Ablaufrohre aus Kunststoff mit einer Wandstärke von mindestens 3 mm, wie sie für die Hausentwässerung verwendet werden.

Für Zuluftleitungen, die ausnahmsweise durch das Innere des Schutzraumes geführt werden müssen, sind spiralgefaltete Rohre aus verzinktem Stahlblech mit einem Innendurchmesser von 150 mm zu verwenden. Es dürfen höchstens sechs Bogenstücke angeordnet werden. Die Rohrbefestigungen an Decken und Wänden sind mit handelsüblichem Material handwerklich solide auszuführen.

Die Luftfassungsöffnung der Ansaugleitung sowie die äussere Seite von Abluftöffnungen in der Gebäudeaussenwand sind mit wegnehmbaren Gittern abzudecken, um das Eindringen von Kleintieren zu verhindern.

Abluftöffnungen, die in der Gebäudeaussenwand angeordnet werden, sind zum Schutze der ÜV/ESV vor mechanischen Einwirkungen zudem mit Prallplatten zu versehen.

Bei Abluftöffnungen, die in das Innere des Gebäudes führen, sind keine besonderen Vorkehrungen zum Schutz der Ventile zu treffen. Hingegen ist sicherzustellen, dass das Abströmen der Luft auf einfache Weise erfolgen kann.

3.17 Hinweise zur Gestaltung der Lüftung für die Friedensnutzung

Normalerweise wird der Schutzraum durch Offenhalten von Panzertüre und Panzerdeckel natürlich durchlüftet.

Die Belüftungseinrichtung darf für die Zwecke der friedensmässigen Nutzung des Schutzraumes (Garderobe usw.) verwendet werden. Falls für die friedensmässige Nutzung der Einbau einer Schaltuhr für einen alternierenden Betrieb erforderlich ist, so muss diese Uhr durch einen Schalter einfach überbrückt werden können. Allfällige Schallschutzeinrichtungen zur Dämpfung des Geräusches der Belüftungsgeräte sind zulässig, sofern sie leicht entfernbar sind und die Funktionsicherheit der Belüftungseinrichtungen nicht beeinträchtigen.

Der Einbau zusätzlicher Lüftungseinrichtungen für die friedensmässige Nutzung ist erlaubt. Diese dürfen aber die Funktion des Schutzraumes nicht beeinträchtigen.

Lüftungsleitungen für die friedensmässige Nutzung dürfen nur durch Wände der Schutzraumhülle geführt werden, welche weniger als 0,40 m stark sind. Leitungsdurchtritte sind so zu konzipieren, dass die Öffnung mit einem normierten Panzerdeckel innert kurzer Zeit drucksicher und dicht abgeschlossen werden kann. Die dazu notwendigen Werkzeuge und Anleitungen sind im Schutzraum anzubringen. Installationen innerhalb des Schutzraumes, die nicht demontiert werden können, müssen handwerklich solide befestigt sein.

Allfällige bauliche und konstruktive Massnahmen für die friedensmässige Nutzung sind zusammen mit dem Schutzraumprojekt zur Genehmigung vorzulegen. Bei nachträglichen Einbauten ist vorgängig eine entsprechende Genehmigung einzuholen.

3.2 Wasser- und Abwasserinstallationen

Der TWP-Schutzraum kann weitgehend auf der Infrastruktur (Wohnungen/Betriebseinrichtungen) des den Schutzraum umgebenden Gebäudes basieren. Aus diesem Grunde werden keine Wasseranschlüsse und kein fest eingebauter Betonwassertank sowie keine Installationen zur Ableitung von Abwasser im Schutzraum verlangt. Sofern die friedensmässige Nutzung dies erfordert, können Wasser- und Abwasserinstallationen im Schutzraum vorgenommen werden. Diese sind jedoch auf einfache Einrichtungen wie Lavabos und WCs zu beschränken. Sofern Wasser- und Abwasserinstallationen im Schutzraum vorgenommen werden, haben diese den nachstehenden Anforderungen bezüglich Material, Anordnung und Befestigung zu genügen:

Wasserleitungen

Die Dimensionierung und die Materialspezifikation der Wasserleitungen und Apparate hat nach den einschlägigen Richtlinien des Schweizerischen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern zu erfolgen.

Druckwasserleitungen (Kalt- und Warmwasser) sind «auf Putz» zu montieren und mit der normalen Installationspraxis entsprechenden Rohrschellen zu befestigen. Die Grundplatten sind mit vom BZS zugelassenen Dübeln (erforderliche Dübellast $\geq 2,8$ kN pro Rohrschelle) und dem vorgeschriebenen Dübelachsabstand zu verankern.

Kanalisation

Für die Dimensionierung und Anordnung der Entwässerungsanlage gelten grundsätzlich die einschlägigen Normen der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für Abwasserinstallationen (SAAI) und die VSA-Richtlinien. Es kann handelsübliches Leitungsmaterial verwendet werden.

Eventuell im Schutzraum angeordnete Schächte sind mit verschraubbaren, geruch- und wasserdichten Deckeln zu versehen.

Rückstauklappen und Absperrschieber sind bei diesen Schutzräumen aus schutztechnischen Gründen nicht erforderlich.

Bei einer eventuell erforderlichen Entlüftungsleitung der Kanalisation aus dem Schutzraum ist kein Explosionsschutzventil vorzusehen.

Die Siphons von Apparaten und Bodenabläufen im Schutzraum müssen einen Luftüberdruck von mindestens 300 Pa aufnehmen können.

3.3 Elektrische Energieversorgung

Die elektrische Energieversorgung umfasst pro Schutzraumabteil den Anschluss für das Belüftungsgerät und die normale Raumbelichtung.

Es ist auf eine möglichst einfache Installation zu achten, wobei die Hausinstallationsvorschriften des SEV für trockene Räume einzuhalten sind. Demgemäss kann genormtes, handelsübliches Material verwendet werden.

Das Belüftungsgerät wird in der Regel an die normale Hausinstallation mit einer Spannung von 380 V angeschlossen, wobei der Anschluss über eine Steckdose empfohlen wird. Belüftungsgeräte, welche für den Anschluss an 220 V mit einem Kondensator ausgerüstet sind, sind ebenfalls erhältlich.

Eine separate Sicherung ist aus schutztechnischer Sicht nicht erforderlich.

Die Anordnung der Beleuchtungskörper soll mit Rücksicht auf die vorgesehene Liegestellenanordnung erfolgen.

3.4 Schutzraumfremde Leitungen und Apparate

Sofern nachweisbar keine andere Möglichkeit für die Leitungsführung besteht, ist die Durchführung von Druckwasserleitungen (Kalt- und Warmwasserleitungen), von Heizwasserleitungen und von Abwasserleitungen durch den Schutzraum gestattet. Die Durchführung von Dampfleitungen, Gasleitungen und andern Lei-

tungen mit gefährdenden Medien ist hingegen nicht zulässig. Ebenso ist die Anordnung der Wasserverteilmutter und der Elektroverteilung im Schutzraum nicht zulässig.

Schutzraumfremde Leitungen und Apparate im Innern und in unmittelbarer Nähe des Schutzraumes dürfen die Schutzraumeinrichtungen wie Belüftung, Abschlüsse, Liegestellenanordnung, nicht behindern.

Druckwasserleitungen (Kalt- und Warmwasserleitungen) sowie Heizwasserleitungen dürfen den Durchmesser von 2" nicht überschreiten. Es sind auf Putz montierte Stahlrohre mit Schraubverbindungen und Befestigungen gemäss Abschnitt 3.2 zu verwenden. Alle unter Druck stehenden Leitungen müssen auf der Zuflussseite ausserhalb des Schutzraumes (in der Regel bei der Verteilmutter) einen von Hand bedienbaren Abstellschieber aufweisen.

Fallstränge von Abwasserleitungen sind in der Regel einzubetonieren und wenn möglich nur in Zwischenwänden anzuordnen. Verlaufen sie in den Wänden der Schutzraumhülle, so sind diese lokal um die Nennweite der Rohre zu verstärken. Wenn duktile Gussrohre oder Stahlrohre (Nenndruck mindestens 6 bar) verwendet werden, kann auf das Einbetonieren verzichtet werden.

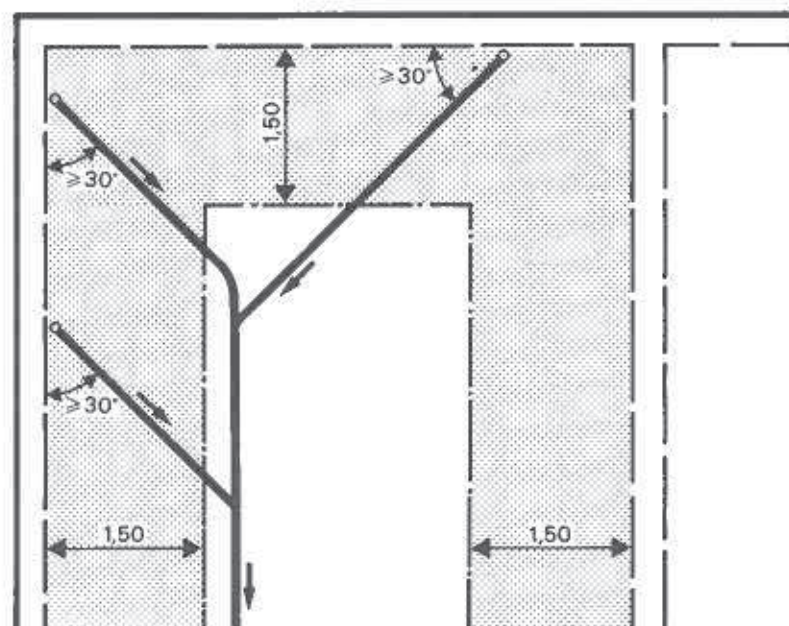
Ablaufleitungen von direkt über dem Schutzraum liegenden sanitären Einrichtungen dürfen, unter Beachtung der folgenden Einschränkungen, in die Schutzraumdecke eingelegt werden:

Der Aussendurchmesser der Leitung inklusive allfälliger Isolation darf $\frac{1}{3}$ der Deckenstärke nicht übersteigen. Muss die Schutzraumdecke wegen Kanalisationsleitungen verstärkt werden, so gilt dies für das gesamte Deckenfeld.

Die Ablaufleitungen sind zwischen die obere und untere Armierung einzulegen, wobei die Überdeckung beidseitig mindestens 0,05 m betragen muss.

Im Randbereich des Deckenfeldes bis 1,5 m vom Auflager dürfen Ablaufleitungen nicht parallel zum Auflager, sondern nur in einem Winkel von mindestens 30° zu diesem angeordnet werden (vgl. Figur 3.4-1).

Zwischen nebeneinanderliegenden Leitungen ist ein Abstand von mindestens 0,3 m einzuhalten.



Figur 3.4-1 Anordnung von Ablaufleitungen in der Schutzraumdecke

4 Bemessung und Konstruktion

4.1 Konstruktionsregeln und bauliche Hinweise

Kapitel 4 aufgehoben, siehe

4.11 IV

Die Trag-
Stahlbe-
konstru-
geringer
In Tabel-
werkste
Steifigke-
gen zum
gen beri-

TWK 1994 **Technische Weisungen für** **die Konstruktion und** **Bemessung von** **Schutzbauten**

und

TWK 1997 **Konstruktion und** **Bemessung von** **Schutzräumen mit maximal** **25 Schutzplätzen**

Tabelle

Tragwe

Decke

Aussen
- erdbe
- gege

Wand zwischen zwei Schutzräumen

Schleusenwände

Bodenplatte

Zwischenwände, Zwischendecke

Einzelstützen aus Stahlbeton
(in beiden Richtungen)

0,25 m

0,25 m

0,20 m

0,20 m

0,30 m bzw.
lichte Höhe²⁾
10

und Bodenplatte) sind aus-
struktionen, Stahlverbund-
ler andern Baustoffen mit
ibau nicht zugelassen.
n der massgebenden Trag-
iesichtspunkte (Dichtigkeit,
usw.) als auch Überlegun-
sekundäre Beanspruchun-

¹⁾ Erforderliche Konstruktionsstärken infolge Kernstrahlung und Brandbelastung vgl. Ab-
schnitte 4.2 und 4.3.

²⁾ Der grössere Wert ist als minimale Stahlbetonstärke einzusetzen.

Anhang

A1 Checkliste für die Schutzraumabnahme

Die Checkliste gibt Hinweise auf diejenigen Punkte, welche bei der Abnahme des Schutzraumes kontrolliert werden müssen. Aufgrund dieser Abnahme ist ein Abnahmeprotokoll mit Angaben über allfällige Mängel und Anweisungen zu deren Behebung zu erstellen.

Was kontrollieren?	Wie kontrollieren?
1. Ausführungsprojekt des SR	<p>1.1 Die Abnahme ist anhand der genehmigten Projektunterlagen und der Pläne des ausgeführten SR durchzuführen.</p> <p>1.2 Liegt insbesondere ein nachgeführter Grundrissplan des SR mit eingetragenen technischen SR-Einrichtungen (Belüftungseinrichtung, Abschlüsse usw.) und der Liegestellenanordnung vor?</p>
2. Lage des SR, Umgebung	<p>2.1 Entspricht die Lage des SR im Gebäude den im Projekt angenommenen Voraussetzungen?</p> <p>2.2 Entspricht die Erdberührung der SR-Aussenwände den Projektannahmen?</p>
3. SR-Grösse	<p>3.1 Entsprechen die vorhandene Grundrissfläche und der vorhandene Rauminhalt der festgelegten Schutzplatzzahl? (Masse am Objekt verifizieren und mit Ausführungsplan vergleichen.)</p>
4. SR-Hülle, Tragkonstruktion	<p>4.1 Sind in der SR-Hülle offene Aussparungen, Durchführungen von Installationsleitungen und Schalungsröhrchen, Risse, Fugen, grobe Kiesnester usw. vorhanden, welche die Dichtigkeit oder die Tragfähigkeit beeinträchtigen können? (Optische Kontrolle, eventuell Kontrolle der Betondruckfestigkeit mit Betonprüfhammer).</p> <p>4.2 Entsprechen die Konstruktionsstärken den genehmigten Abmessungen? (Stichproben).</p> <p>4.3 Hat die SR-Wand gegen einen eventuell unmittelbar neben dem SR angeordneten Heizöltank die erforderliche Stärke von 0,40 m? Weist sie Öffnungen auf?</p>

Was kontrollieren?

Wie kontrollieren?

**4. SR-Hülle,
Tragkonstruktion**

- 4.4 Sind im SR fest angebrachte Wand- und Deckenbeläge vorhanden, welche die Wärmeableitfähigkeit durch die SR-Hülle beeinträchtigen und/oder bei Erschütterungen die SR-Insassen gefährden können? (Es sind nur leicht entfernbare Verkleidungen gestattet.)
- 4.5 Sind im SR Wände aus Mauerwerk vorhanden? (Kalksandstein- und Backsteinwände sind nicht gestattet.)

**5. Fluchtröhren,
Notausstiege**

- 5.1 Sind die FR und NA gemäss dem genehmigten Projekt ausgeführt? (Anzahl, Anordnung, Länge der FR).
- 5.2 Funktioniert die Entwässerung der FR und NA?
- 5.3 Ist in den FR und NA Bauschutt oder sonstiges Material abgelagert?
- 5.4 Sind die Steigleitern bzw. Steigleisen bei den Ausstiegschächten betriebssicher montiert?
- 5.5 Ist die Ausstiegschachtabdeckung (gelochter Deckel oder Gitterrost) vorhanden und standortgerecht ausgewählt? (Begehbar, befahrbar, gegen Herabfallen gesichert).

6. SR-Abschlüsse

- Panzertüren PT
- Panzerdeckel PD
- Selbstbefreiungsvorrichtung
- «Rote» Türen in der SR-Hülle und eventuell Abschlüsse für friedensmässige Lüftungen
- Abschlüsselemente beim Panzerdeckel
- Normaltüren in der SR-Hülle

- 6.1 Sind die PT aussen, die PD innen angeschlagen?
- 6.2 Können sämtliche SR-Anschlüsse von einer Person allein, ohne Gewaltanwendung und ohne spezielle Hilfsmittel, vollständig geschlossen und geöffnet werden? (Öffnungswinkel der Abschlüsse > 90°).
- 6.3 Sind SR-Abschlüsse für eventuelle zusätzliche Eingangsöffnungen sowie für allfällige Durchführungen von friedensmässigen Lüftungsleitungen vorhanden? Sind diese Öffnungen entsprechend bezeichnet und können sie einwandfrei geschlossen werden?
- 6.4 Sind allfällige Kellerfensterelemente beim PD (Fenster und Gitter) leicht demontierbar? Sie sind zwecks Kontrolle des PD (Öffnen und Schliessen) zu demontieren.
- 6.5 Sind allfällige Normaltüren beim SR-Eingang leicht demontierbar/aushängbar?
- 6.6 Türkörper von PT und PD:
- 6.61 Sind die Türkörper vollständig mit Beton gefüllt und frei von Kiesnestern? (Eventuell Kontrolle mit Betonprüfhammer.)
 - 6.62 Sind sämtliche Metallteile gestrichen und rostfrei?
 - 6.63 Sind die offenstehenden Türkörper zur Verminderung der Unfallgefahr unterteilt?
- 6.7 Ist der Dichtungsgummi der PT und PD vollständig in die Nut eingeklebt? Ist er auf dem ganzen Umfang unbeschädigt und sauber?
- 6.8 Zeigt die Dichtigkeitsprüfung bei geschlossenen Abschlüssen (Lichttest) Luftspalten (verzogene Abschlüsse)?

Was kontrollieren?**Wie kontrollieren?****6. SR-Abschlüsse**

- Panzertüren PT
- Panzerdeckel PD
- Selbstbefreiungsvorrichtung
- «Rote» Türen in der SR-Hülle und eventuell Abschlüsse für friedensmässige Lüftungen
- Abschlüsselemente beim Panzerdeckel
- Normaltüren in der SR-Hülle

6.9 Verschlüsse und Scharniere von PT und PD:

- 6.91 Sind die Verschlüsse vollständig montiert, die Muttern angezogen, der Verschlussmechanismus eingefettet und leicht gängig?
- 6.92 Beträgt der Abstand zwischen dem Verschlusskloben und seiner Abstützung nicht mehr als 2,5 mm? Ist das Bewegungsspiel zwischen dem äusseren und inneren Verschlusshebel am Umfang gemessen kleiner als 25 mm?
- 6.93 Können die Verschluss-Sicherungen leicht betätigt werden?
- 6.94 Sind die Scharnierbolzen mit je einer Schweissnaht oben und unten gesichert?
- 6.95 Sind die Scharniere geschmiert?

6.10 Sind die SR-Abschlüsse mit der vorgeschriebenen Abschlussbezeichnung, enthaltend Türhersteller, Fabrikationsnummer, Zulassungsnummer des BZS sowie Angaben über den Verkäufer, versehen?

6.11 Ist pro Schutzraum eine Selbstbefreiungsvorrichtung an der Innenseite der PT beim SR-Eingang montiert? Kann das Vierkantrohr der Selbstbefreiungsvorrichtung leicht und vollständig in die zugehörige Öffnung eingesetzt werden?

6.12 Ist der Zapfen des Uem-Rohres beim PD vorhanden und leicht wegnehmbar?

6.13 Wenn «Rote Türen», oder andere zusätzliche Öffnungen in der SR-Hülle, vorhanden sind: Sind diese vorschriftsgemäss gekennzeichnet und abschliessbar?

6.14 Sind bei ausnahmsweise vorhandener PT3 mit wegnehmbarer Türschwelle die Befestigungselemente und die Türschwelle in Türnähe innerhalb des SR befestigt?

7. Aborte

7.1 Ist die vorgeschriebene Anzahl von Trockenklosettausrüstungen vorhanden und sind die Sortimente vollständig?

7.2 Sind bei SR mit 31 bis 100 SP mindestens zwei, bei SR über 100 SP mindestens drei Abortkabinen im SR fest montiert? Sind die TC-Ausrüstungen in diesen Kabinen gelagert und die Kabinen verschliessbar?

8. Belüftung

8.1 Ist die Ansaugleitung der Luftfassung vollständig frei und sauber? Ist das Gitter bei der Leibung wegnehmbar?

8.2 Sind die Explosionsschutzventil/Vorfilter-Einheiten (ESV/VF) bezüglich der nachstehenden Kriterien in Ordnung?

- BZS-Zulassungsnummer und richtiger Typ
- Dichtigkeit zwischen Gehäuse und Wand
- Gehäusebefestigung mit den vorgeschriebenen Dübeln und Schrauben
- Vorfiltereinsatz vorhanden und sauber
- ESV vorhanden und frei
- Kondenswassersammler vorhanden und leer

8. Belüftung

- 8.3** Sind die Belüftungsgeräte (VA) und die Zuleitungen bezüglich der nachstehenden Kriterien in Ordnung?
- BZS-Zulassungsnummer und richtiger Typ
 - Mindestabstände, Bedienbarkeit
 - Befestigung der VA mit den vorgeschriebenen Dübeln und Schrauben
 - Vorhandensein des Luftmengenmessers mit Soll-Luftmarken Rot-Blau und Drosselkappe
 - Vorhandensein der Notbeleuchtung, plombiert
 - Richtiger elektrischer Anschluss des Belüftungsgerätes
 - Genügender Ölstand/Schmierung
 - Vorhandensein und Einsetzbarkeit der Handkurbel
 - Vorhandensein und Zustand der flexiblen Leitungsstücke und der Kupplung
 - Vorhandensein der Schutzhülle (Plastikabdeckung)
- 8.4** Ist der Gasfilter (GF) bezüglich der nachstehenden Kriterien in Ordnung?
- BZS-Zulassungsnummer und richtiger Typ
 - Zustand des Filtergehäuses (Beulen, Beschädigungen, Lackierung)
 - Beide Anschlussstutzen geschlossen und plombiert
 - Anschluss der flexiblen Leitungsstücke ohne Beulen und Knicken möglich (Ausprobieren ohne Entfernen der Plombierung der Anschlussstutzen)
 - Bodenbefestigung des GF mit den vorgeschriebenen Dübeln und Schrauben
- 8.5** Sind die Überdruckventile/Explosionsschutzventile (ÜV/ESV) bezüglich der nachstehenden Kriterien in Ordnung?
- BZS-Zulassungsnummer und richtiger Typ
 - Räumliche Anordnung, Grösse und Anzahl
 - Gängigkeit, Sauberkeit (ÜV, Rohrstück und ESV)
 - Befestigung mit den vorgeschriebenen Dübeln und Schrauben
 - Dichtigkeit zwischen Gehäuse und Wand
 - Gitter auf Wandaussenseite wegnehmbar
 - Vorhandensein und richtige Montage der Prallplatte bei direkt ins Freie mündenden ÜV/ESV
- 8.6** Ist die Betriebsanleitung für die Belüftung bezüglich der nachstehenden Kriterien in Ordnung?
- Übereinstimmung mit der eingebauten Belüftungseinrichtung
 - Betriebsanleitung auf feuchtigkeitsbeständigem Material unmittelbar beim VA, mit Angabe von Hersteller/Verkäufer und Zulassungsnummer des BZS
- 8.7** Vorbereitungsmaßnahmen zur Durchführung der Belüftungskontrolle:
Alle Abschlüsse vollständig schliessen, eventuell vorhandene Abwassersiphons füllen, Plastikhüllen entfernen, Handkurbel einsetzen (Gasfilter bleibt plombiert).
- 8.8** Kontrolle der Luftförderung und des Kraftbedarfes bei Handbetrieb:
Bei Frischluftbetrieb (blaue Marke) soll die Kurbeldrehzahl zwischen 30 und 45 U/min. liegen. Der Handbetrieb soll von der gleichen Person während ca. 10 Minuten ohne besondere Ermüdung durchgeführt werden können (Drosselklappe ganz offen).

Was kontrollieren?**Wie kontrollieren?****8. Belüftung**

- 8.9 Kontrolle des Raumüberdruckes:
Bei Betrieb mit Anzeige des Luftmengenmessers sowohl bei blauer Marke als auch bei roter Marke muss sich das ÜV öffnen. Bei Belüftungsunterbruch muss es sich vollständig schliessen.
- 8.10 Kontrolle des elektrischen Antriebes des Belüftungsgerätes:
Beim Einschalten des Elektromotors muss der Ventilator in der angegebenen Pfeilrichtung drehen. Der Luftmengenmesser muss sich ruhig auf die Soll-Marken einspielen lassen (Die Luftmenge kann mittels der Drosselklappe reguliert werden).
- 8.11 Durch den Lüftungsbetrieb dürfen keine zu grossen Geräusche im SR entstehen. (Bei Lärmmessung: maximal 65 dBa).

9. Elektrische Energieversorgung

- 9.1 Ist die Beleuchtung im Schutzraum bezüglich der nachstehenden Kriterien in Ordnung?
- Elektrisches Licht ungefähr auf die geplante Liegestellenanordnung abgestimmt
 - Lichtschalter im SR auch bei geplanter Liegestellenanordnung zugänglich

10. Wasser- und Abwasserinstallationen (sofern im SR vorhanden)

- 10.1 Sind die Kanalisationsinstallationen im Schutzraum bezüglich der nachstehenden Kriterien in Ordnung?
- Ableitungen durchgespült und frei von Bauschutt
 - Lage und Funktion der Boden- und Apparateabläufe zweckentsprechend (Kontrolle mit Wasser)
 - Sämtliche Abläufe mit Siphons versehen
 - Kontrollschächte im SR mit dichten verschraubbaren Deckeln abgeschlossen
- 10.2 Sind die Sanitärinstallationen (Wasser) im Schutzraum bezüglich der nachstehenden Kriterien in Ordnung?
- Nur WCs und Lavabos vorhanden
 - Handwerklich solide Befestigung der Apparate und Leitungen
 - Abstellmöglichkeit der Leitungen ausserhalb des SR

11. Schutzraumfremde Leitungen und Apparate (sofern vorhanden)

- 11.1 Sind die Leitungen und Apparate bezüglich Material und Medien im SR zulässig (vgl. Abschnitt 3.4)?
- 11.2 Sind die Leitungen handwerklich solide befestigt?
- 11.3 Sind allfällige Leitungsdurchführungen durch die SR-Hülle dicht ausgeführt?

12. Friedensverwendung des SR

- 12.1 Kann der SR innerhalb 24 Stunden ohne spezielle Hilfsmittel geräumt werden?
- 12.2 Sind im SR Anleitungen, welche allfällige spezielle Umstellungen von der Friedensnutzung zur Bereitstellung beschreiben, angebracht (z.B. Demontage von Verkleidungen, Entfernen von Normaltüren beim Eingang, Schliessen von zusätzlichen Lüftungsöffnungen, Abstellen von Leitungen usw.)?

A2 Liste der Abkürzungen und Bezeichnungen

Abkürzung	Bezeichnung
AL	Abluft
BF	Bodenfläche
BMG	Bundesgesetz über die baulichen Massnahmen im Zivilschutz
BMV	Verordnung über die baulichen Massnahmen im Zivilschutz
BZS	Bundesamt für Zivilschutz, Bern
ESV	Explosionsschutzventil
FIL	Filterbetrieb (Gasfilter eingeschaltet)
FRL	Frischlufbetrieb
FR	Fluchtröhre
GF	Gasfilter
GZP	Weisungen für die Generelle Zivilschutzplanung in der Gemeinde
H, H/2	Traufhöhe bzw. halbe Traufhöhe des Gebäudes
LF	Luftfassung
List	Liegestelle
MZS	Mitteilungsblatt des Zivilschutzes
NA	Notausstieg
NW	Nennweite
OK	Oberkant
PD	Panzerdeckel
PSR	Personenschutzraum
PT	Panzertüre
S	Schleuse
SP	Schutzplatz
SR	Schutzraum
SRHB	Schutzraumhandbuch
TA BSR	Technische Anleitung für die Herrichtung von Behelfsschutzräumen
TC	Trockenklosett
TWO	Technische Weisungen für die Schutzanlagen der Organisation und des Sanitätsdienstes
TWP	Technische Weisungen für den Pflicht-Schutzraumbau
TWS	Technische Weisungen für Spezielle Schutzräume
UK	Unterkant
ÜV	Überdruckventil
VA	Belüftungsgerät (Ventilationsaggregat)
VF	Vorfilter
WC	Wasserklosett
ZS	Zivilschutz

Die Abkürzungen und Bezeichnungen im Abschnitt «Bemessung und Konstruktion» sind jeweils im entsprechenden Abschnitt erklärt.

A3 Gebräuchlichste Grössen des verwendeten internationalen Einheitssystems SI und Vergleich mit TS-System¹⁾

Begriff	SI-Einheiten	entsprechende TS-Einheiten
Längen (Flächen, Volumen)	$1\text{ m} = 10^3\text{ mm} = 10^{-3}\text{ km}$ (m^2 , m^3 , mm^2 , mm^3)	$1\text{ m} = 1000\text{ mm} =$ $100\text{ cm} = 0,001\text{ km}$
Masse	$1\text{ kg} = 10^3\text{ g} = 10^{-3}\text{ t}$ ($1\text{ kt} = 10^3\text{ t}$, $1\text{ Mt} = 10^6\text{ t}$)	$1\text{ kg} = \text{Masse}$
Kraft	$1\text{ N} = 10^{-3}\text{ kN} = 10^{-6}\text{ MN}$ ($1\text{ N} = 1\text{ kg} \cdot 1\text{ m s}^{-2}$)	$0,1\text{ kp} = 0,0001\text{ Mp}$ $= 100\text{ p}$
Moment	$1\text{ Nm} = 10^{-3}\text{ kNm} = 10^{-6}\text{ MNm}$	$0,1\text{ kpm} = 0,0001\text{ Mpm}$
Mechanische Spannung (Festigkeiten, Spannungen, Bodenpressungen usw.) Druck (skalare Grössen, das heisst allseitig drückend)	$1\text{ N/m}^2 = 10^{-3}\text{ kN/m}^2$ $= 10^{-6}\text{ MN/m}^2$ $= 10^{-6}\text{ N/mm}^2$ $1\text{ N/m}^2 = 1\text{ Pa} = 10^{-5}\text{ bar}$	$0,1\text{ kp/m}^2 = 10^{-5}\text{ kp/cm}^2$ $= 10^{-7}\text{ kp/mm}^2$ $= 10^{-4}\text{ Mp/m}^2$ $= 10^{-8}\text{ Mp/cm}^2$ $= 0,1\text{ mm WS} = 10^{-5}\text{ at}$ $= 750 \cdot 10^{-5}\text{ Torr}$ (mm Hg)
Arbeit, Energie, Wärmemenge	$1\text{ J} = 1\text{ Nm} = 1\text{Ws} = 10^{-3}\text{ kJ}$ $= 0,278 \cdot 10^{-6}\text{ kWh}$	$0,1\text{ kpm}$ $= 0,378 \cdot 10^{-6}\text{ PSh}$ $= 0,239 \cdot 10^{-3}\text{ kcal}$
Leistung, Energiestrom, Wärmestrom	$1\text{ W} = 1\text{ Nm/s}$ $= 1\text{ J/s} = 10^{-3}\text{ kW}$	$0,1\text{ kp m/s}$ $= 1,36 \cdot 10^{-3}\text{ PS}$ $= 0,239 \cdot 10^{-3}\text{ kcal/s}$ $= 0,860\text{ kcal/h}$
Dichte ($= \frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}}$) (spezifisches Gewicht, Raumgewicht)	$1\text{ kg/m}^3 = 10^{-3}\text{ t/m}^3 = 10^3\text{ g/m}^3$	wie SI-Einheiten

¹⁾ TS-System = Technisches System; wird in diesen Weisungen nicht mehr verwendet.