

Die Atombombe, ihre Wirkungen auf Ortschaften und die Folgerungen für den Zivilschutz

Autor(en): **Gessner, Hermann**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Protar**

Band (Jahr): **23 (1957)**

Heft 1-2

PDF erstellt am: **17.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-363679>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

Die Atombombe, ihre Wirkungen auf Ortschaften und die Folgerungen für den Zivilschutz¹

Von Professor Dr. Hermann Gessner, Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt, Zürich

Vorbemerkung

Die Entwicklung der internationalen Lage zwingt heute leider wieder dazu, dass sowohl die Behörden wie jeder einzelne sich ernstlich mit den Vorbereitungen des Schutzes der Zivilbevölkerung im Kriegsfall befassen müssen. Es wäre gefährlich, wenn sich das Auf und Ab in der bald mehr pessimistischen, bald mehr optimistischen Beurteilung der allgemeinen Lage auf entsprechende Schwankungen in der Vorbereitung der Zivilschutzmassnahmen übertragen würde. Es bedarf noch gewaltiger, unermüdlicher Anstrengungen, die Vorbereitungen der Zivilschutzmassnahmen auf einen Stand zu bringen, welcher den sich stellenden Anforderungen auch nur einigermaßen genügen kann. Ueber die Zeit, die uns dazu noch zur Verfügung steht, lässt sich nichts aussagen; die Aufgaben sind dringlich.

Zu den Vorbereitungen der Abwehr gehört als erste, vordringliche Massnahme, eine Beurteilung der Lage vorzunehmen und zu versuchen, sich eine Vorstellung über die möglichen Wirkungen moderner Luftangriffe und der neuen Waffen beim Einsatz auf die Zivilbevölkerung zu machen. Die grauenhafteste Vorstellung wird dann im Kriege immer noch von der Wirklichkeit übertroffen werden.

Es ist mit grosser Wahrscheinlichkeit zu erwarten, dass ein neuer Weltkrieg durch den Einsatz von Atombomben gekennzeichnet sein wird.

Auch die Einsatzmöglichkeiten der übrigen, schon früher verwendeten Waffen haben durch die technische Entwicklung eine gewaltige Steigerung erfahren und es wird keinesfalls so sein, dass die Atombombe die anderen Waffen verdrängen wird.

Der vorliegende Aufsatz soll über die *Wirkungen der Atombombe* beim Einsatz auf Ortschaften orientieren; im Anschluss daran soll eine generelle Uebersicht über die möglichen und notwendigen Schutz- und Abwehrmassnahmen gegeben werden.

¹ Der Aufsatz ist eine Zusammenfassung des Inhaltes verschiedener Vorträge, welche der Verfasser im Rahmen einer Reihe von Kursen des Zivilschutzes der Kantone Zürich und Thurgau sowie im 91. Schweiz. Verwaltungskurs an der Handelshochschule in St. Gallen gehalten hat.

1. Die Energie der Atombombe

Bei der Atombombe handelt es sich um die Anwendung von *Atomkernreaktionen*, bei welchen — im Gegensatz zu gewöhnlichen chemischen Reaktionen — chemische Elemente sich in andere umwandeln. Entscheidend ist dabei die Tatsache, dass bei Kernreaktionen Energien in Freiheit gesetzt werden, welche, bezogen auf gleiche Massen, die an der Reaktion beteiligt sind, um das *Millionen-* bis *Zehnmillionenfache* grösser sind als die Energien, welche bei gewöhnlichen chemischen Reaktionen auftreten.

Die nachfolgende Tabelle 1 belegt die Aussage durch einige Zahlenbeispiele:

Tabelle 1:

Die freiwerdenden Energien betragen:

<i>A. Bei chemischen Reaktionen:</i>	<i>Energie</i>
Verbrennung von 1 kg Kohle	6 000—8 000 kcal ²
Verbrennung von 1 kg Benzin	ca. 10 000 kcal
Explosion von 1 kg Trotyl (Sprengstoff)	ca. 1 000 kcal ³
 <i>B. Atomkernreaktion:</i>	
Beim Zerfall von 1 kg Uran-235	21·10 ⁹ kcal ⁴

In den Atombomben, die 1945 in Japan (Hiroshima 6. August 1945 und Nagasaki 9. August 1945) eingesetzt worden sind, ist gerade ungefähr 1 kg Uran-235 (bzw. Plutonium, ein Element von gleichen Eigenschaften wie das Uran) zum Zerfall gekommen. Die in der Bombe vorhandene Uranmenge war allerdings beträchtlich grösser; sie konnte indessen nicht voll ausgenützt werden.

Mit dem Zerfall von 1 kg Uran würde also, wenn man die Zahlen in Tabelle 1 in Rechnung setzt, der

² Die angegebene Masszahl 1 kcal (Kilokalorie) ist der Energiebetrag in Form von Wärme, durch welchen 1 kg Wasser um 1 ° Celsius erwärmt wird.

³ Die Energie von Sprengstoffen (im oben angegebenen Beispiel Trotyl (Trinitrotoluol) ist durchaus nicht besonders gross; es ist vielmehr der rasche Ablauf der Reaktion bei der Explosion, durch welche die zerstörende Wirkung des Sprengstoffes erreicht wird.

⁴ Die Zahl 10⁹ bedeutet Milliarde, d. h. 1 000 000 000.

gleiche Energiebetrag frei wie bei der Explosion von 20 000 Tonnen Trotyl. 20 000 Tonnen Trotyl entsprechen der Ladung von 2000 Eisenbahnwagen, also 50 Eisenbahnzügen zu 40 Wagen, deren Aufstellung einen Güterbahnhof von rund einem Viertel Quadratkilometer erfordern würde.

Man kommt zu einer einigermaßen richtigen Vorstellung der ungeheuren Energie einer Atombombenexplosion, wenn man annimmt, dass die ganze Ladung der 2000 Eisenbahnwagen miteinander explodiert.

Es besteht aber ein grosser Unterschied bei der Atombombenexplosion im Vergleich zu unserem Bild darin, dass sich die Explosion des Urans in einem Raum von einigen Kubikdezimetern abspielt und dass der ganze ungeheure Energiebetrag unmittelbar nach der Explosion in diesem kleinen Raum geballt auftritt.

Es müssen unter diesen Bedingungen Zustände auftreten, wie sie im Laboratorium oder auf der Erde überhaupt nicht vorkommen, Zustände, wie sie nur im Innern von Fixsternen, also z. B. im Innern der Sonne vorhanden sind.

Der Zustand ist durch enorm hohe Temperaturen und Drucke gekennzeichnet; die amerikanischen Physiker sprechen von einer Temperatur von einer Million Grad Celsius und einem Druck von einer Million Atmosphären.

Es ist klar, dass dieser Zustand nicht bestehen bleiben kann, sondern dass es nun zu einem Energieabfluss in die Umgebung des Explosionsraumes kommen muss.

Es soll im folgenden versucht werden, die Vorgänge bei und unmittelbar nach der Explosion allgemeinverständlich zu schildern.

2. Die Vorgänge bei der Explosion einer Atombombe (vgl. auch Abb. 1)

Es werden die Bedingungen bei der Explosion einer Atombombe in der freien Atmosphäre betrachtet. Es entspricht dies den Verhältnissen bei den sogenannten hohen Explosionen, wie sie bei den Einsätzen in Japan gewählt worden sind, wo der Sprengpunkt 600 m über dem Boden lag.

Die Reaktion selber, d. h. der Zerfall der Atomkerne in der Uranmasse läuft nach amerikanischen

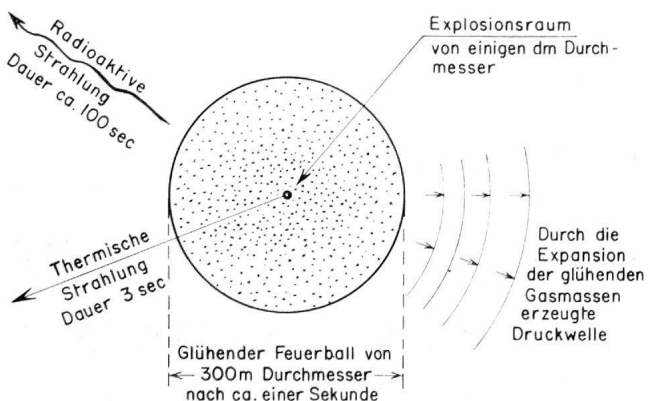


Abb. 1. Schematische Darstellung der Vorgänge bei einer Atombombenexplosion.

Angaben in der unglaublich kurzen Zeit von 10^{-8} Sekunden (d. h. in $1/100$ einer Millionstel Sekunde) ab.

Die sofort verdampfte und zunächst unter sehr hohem Druck stehende Metallmasse setzt sich mit der Umgebung ins Gleichgewicht, sie dehnt sich sehr rasch aus und erzeugt dabei in der umgebenden Luftmasse eine *Druckwelle*, die sich radial vom Mittelpunkt aus in den Raum hinaus fortpflanzt und dabei ungefähr die Hälfte der gesamten freigewordenen Energie in Form von mechanischer Energie abführt. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Druckwelle ist im Anfang einige Kilometer pro Sekunde, sie fällt aber auf ihrem Wege durch den Luftraum relativ rasch ab und nähert sich nach einigen hundert Metern der Schallgeschwindigkeit (d. h. 340 m/sec.).

Die glühende Gasmasse hat sich nach ungefähr einer Sekunde zu einem «Feuerball» von 300 m Durchmesser ausgedehnt (vgl. Abb. 2), von welchem aus während zirka 3 Sekunden eine intensive

Wärmestrahlung (Hitzestrahlung) ausgeht. Durch die Hitzestrahlung wird ungefähr $1/3$ der Gesamtenergie in Form von Wärme abgeführt.

Die Druckwelle und die Wärmestrahlung sind Erscheinungen, wie sie auch bei der Explosion von Sprengstoffen grundsätzlich in der genau gleichen Weise auftreten, nur sind die Intensität und die Wirkungsbereiche bei einer Atombombe entsprechend der um das Millionenfache grösseren Energie sehr viel grösser.

Es kommt nun aber eine ganz neue Erscheinung dazu, die bei der Explosion der klassischen Sprengstoffe nicht vorhanden ist,

die Radioaktivität.

Schon aus den vorher gemachten Angaben geht hervor, dass der auf Radioaktivität entfallende Anteil noch ungefähr ein Sechstel der Gesamtenergie betragen muss.

Man hat sich *die Erscheinungen der Radioaktivität* etwa folgendermassen vorzustellen:

Eine erste, sehr kurz dauernde Strahlung tritt beim Zerfall der Uranatomkerne auf, an die sofort anschliessend die Radioaktivität der bei der Reaktion angefallenen Spaltprodukte der Uranatome folgt.

Während bei der ersten Reaktionsstrahlung nur Gammastrahlen und Neutronen auftreten, handelt es sich bei der nachfolgenden Strahlung aus den Spaltprodukten, die aus ungefähr einem Kilogramm hochradioaktiver Isotopen von Elementen mittleren Atomgewichtes bestehen, um eine sehr komplexe Strahlung von Alpha-, Beta- und Gammastrahlen.

Für die Wirkung der Strahlung auf den Menschen fallen nur die Neutronen und die Gammastrahlen ins Gewicht, da die Alphastrahlen nach wenigen Zentimetern nicht mehr wirksam sind und die Betastrahlen nach einigen Metern Gang durch die Atmosphäre absorbiert (aufgeschluckt) werden.

Diese erste Reaktionsstrahlung, gefolgt von der von den Spaltprodukten ausgehenden Strahlung, dauert ungefähr 100 Sekunden an. Sie wird als *radioaktive Primärstrahlung* bezeichnet. Nach 100 Sekunden hat sie indessen durchaus nicht aufgehört, zu existieren, ihre Intensität hat nur soweit abgenommen, dass ihre Wir-

kung auf grössere Entfernungen vernachlässigt werden kann. Es ist aber immer noch 1 kg radioaktives Material in Form feinsten Rauch- oder Staubpartikel vorhanden (die verdampfte Metallmasse hat sich inzwischen so weit abgekühlt, dass ein feiner Staub entstanden ist) und es kommt nun ganz darauf an, wohin das radioaktive Material verfrachtet und schliesslich abgelagert wird.

Beim hohen Sprengpunkt wird die immer noch heisse Gasmasse von der kalten Luft der Umgebung wie ein Heissluftballon in die Höhe gedrückt, es bildet sich dabei der in Abb. 3 abgebildete und aus zahlreichen anderen Bildern bekannte Pilz einer Atombombe, welcher je nach den atmosphärischen Bedingungen in 5 bis 10 Minuten eine Höhe von 8 bis 12 Kilometern erreicht. In dieser Höhe (Stratosphäre) werden die Rauchpartikel der Bombe mit den Winden über Meere und Kontinente verfrachtet, um schliesslich mit den Niederschlägen irgendwo abgelagert zu werden. Auf seinem Wege ist der Rauchschwaden aber so weit verwirbelt und verdünnt worden, dass eine Gefährdung der Menschen durch diesen «radioaktiven Ausfall» nicht besteht. Auch in der unmittelbaren Umgebung einer hohen Atombombenexplosion ist der radioaktive Ausfall sehr gering und kann bei der Betrachtung der hohen Explosion vernachlässigt werden.

Anders liegen die Verhältnisse bei tiefen Sprengpunkten, d. h. in den Fällen, wo die Explosion in geringer Höhe über, direkt auf dem Boden, oder schliesslich im Boden oder unter Wasser erfolgt; in diesen Fällen wird ein beträchtlicher Anteil der angefallenen radioaktiven Stoffe in der Umgebung der Explosion auf der Erde abgelagert, so dass eine über längere Zeit wirksame *Geländeverseuchung* auftritt. Die Verhältnisse bei tiefen Explosionen werden unter Ziff. 6 behandelt.

3. Die Wirkung der Atombombe

Die Wirkung der Atombombenexplosion ist naturgemäss abhängig:

- von der *Grösse* oder dem «*Kaliber*» der Bombe, d. h. von der Energie, welche bei der Kernreaktion in Freiheit gesetzt wird,
- vom Abstand zwischen der Explosion und dem betroffenen Objekt (Mensch, Haus usw.),
- und schliesslich vom Medium, durch welches die Energie übertragen wird (Luft bei hohen Sprengpunkten, Erde bei Explosionen unter Grund oder Wasser bei Unterwasserexplosionen).

Es wird im nachfolgenden *die Wirkung der «Japanbombe» mit hohem Sprengpunkt* in der Weise behandelt, dass die Wirkung der einzelnen Energiearten (die mechanische Energie der Druckwelle, die Wärmestrahlung und radioaktive Strahlung) zunächst für sich besprochen werden.

Wir erinnern uns daran, dass die «Japanbombe» ein Energieäquivalent von 20 000 Tonnen Trotyl aufweist und dass sie in einer Höhe von 600 m über Grund zur Explosion gebracht worden ist. Ueber die

Wirkung einer solchen Explosion sind wir durch die Berichte aus Japan und im besonderen durch das amerikanische, von der USA-Atomenergiekommission herausgegebene Standardwerk «The Effects of Atomic Weapons» recht genau orientiert.

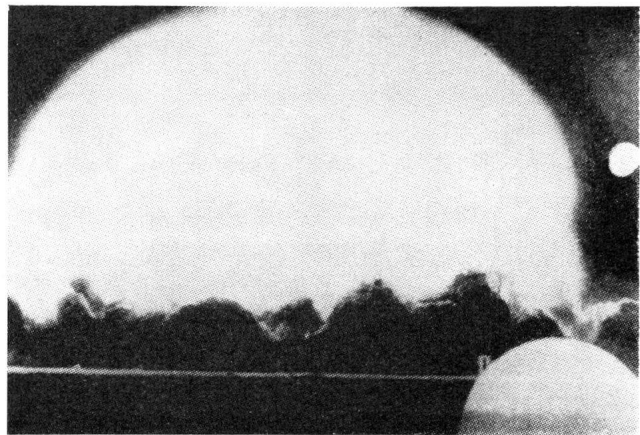


Abb. 2. Der glühende Feuerball von ca. 300 m Durchmesser; amerikanische Aufnahme von der ersten Versuchsbombe in der Wüste von Neu-Mexiko, wo die Bombe an einem Stahlurm in 30 m Höhe über dem Boden zur Explosion gebracht wurde.

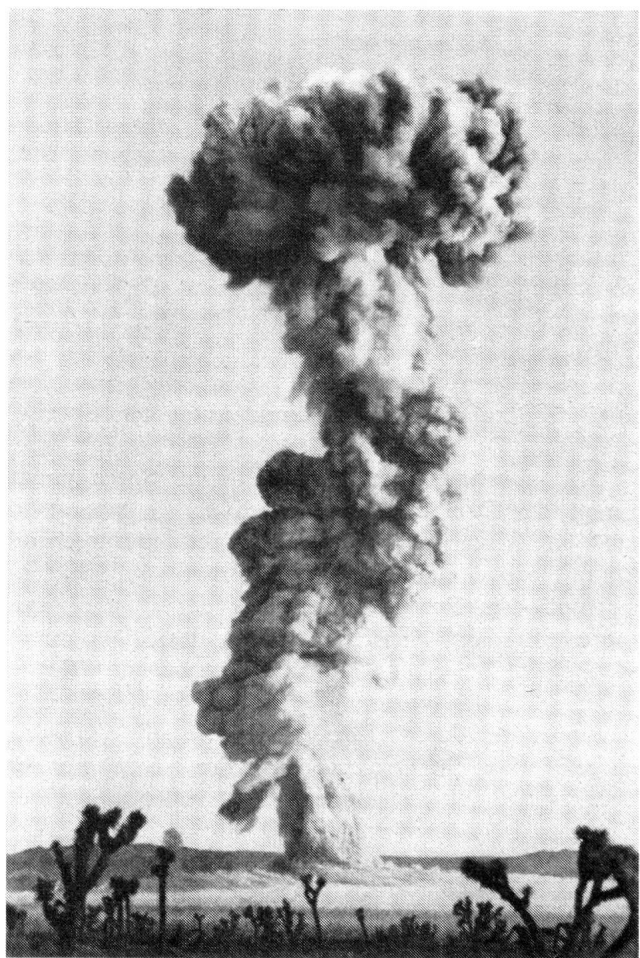


Abb. 3. Fünf Minuten nach der Explosion erreicht der Pilz eine Höhe von etwa 8 km. (Aufnahme des USA-Signalcorps anlässlich eines Atombombenversuches im April 1953.) (ATP-Bilderdienst)

3.1 Die Wirkung der Druckwelle

In Abb. 4 sind die Druckverhältnisse bei der Explosion einer 20-kt-Bombe⁵ mit einem Sprengpunkt von 600 m über Boden graphisch zur Darstellung

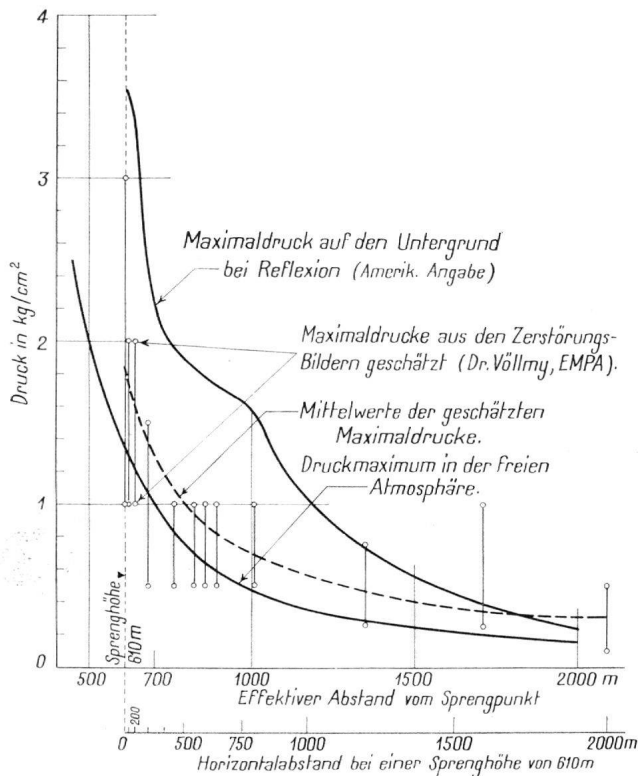


Abb. 4. Die Luftdruckwelle; die auftretenden Maximaldrucke in Funktion des Abstandes vom Sprengpunkt einer 20-kt-Bombe.

gebracht. Die untere Kurve in Abb. 4 zeigt den Maximaldruck in der Druckwelle im Abstand vom Sprengpunkt, solange sie sich in der freien Atmosphäre fortbewegt. Aus dem Diagramm ist ersichtlich, dass in 600 m Abstand, also unmittelbar vor dem Auftreffen auf dem Boden direkt unter dem Sprengpunkt, das Druckmaximum ca. $1,3 \text{ atü}^6$ beträgt.

Mit zunehmendem Abstand vom Sprengpunkt nimmt das Druckmaximum rasch ab, es beträgt in 1000 m Abstand vom Sprengpunkt, entsprechend 800 m Horizontalabstand, d. h. Abstand vom Schadenzentrum, dem Punkt direkt unter der Bombe (vgl. untere Skala auf der Horizontalen des Diagramms) ca. 0,5, in 1500 m 0,25 und in 2 km noch 0,2 atü.

Diese Zahlen gelten indessen nur für das Druckmaximum in der Luftdruckwelle, solange sie den Boden noch nicht erreicht hat. Beim Auftreffen der Druckwelle auf den Boden wird sie, ähnlich einer Wasserwelle, die gegen eine Quaimauer schlägt, reflektiert. Bei dieser Reflexion wird der Druck — in-

⁵ Die Bezeichnung 20-kt-Bombe bedeutet eine Bombe mit einem Energieäquivalent, das der Explosion von 20 Kilotonnen Trotyl entspricht.

⁶ 1 atü (Atmosphäre Ueberdruck) bedeutet den Druck von 1 kg auf dem Quadratcentimeter über dem bereits vorhandenen Luftdruck, welcher allein eine Atmosphäre (1 ata) beträgt.

folge der physikalisch ziemlich komplizierten Vorgänge, welche sich dabei abspielen — kräftig gesteigert, so dass der effektive, auf den Untergrund oder auf ein Gebäude *wirksame* Druck ein *Vielfaches* des Druckmaximums in der freien Atmosphäre erreichen kann.

Die obere Kurve in Abb. 4 zeigt die Druckmaxima, die bei der Reflexion der Druckwelle wirksam werden.

In Tabelle 3.1 sind die bei den Drucken in verschiedenen Abständen auftretenden Schäden zusammengestellt. Die photographischen Aufnahmen (Abb. 5 bis 10) illustrieren die in der Tabelle 3.1 gemachten Angaben.

Es ist hiezu zu bemerken, dass scharfe Grenzen zwischen den aufgeführten Schadenstufen (Zerstörung - Schwere Schäden - Leichte Schäden) nicht angegeben werden können, sondern dass vom Schadenzentrum weg ein fließender Uebergang von der schwersten Zerstörung bis zu den leichtesten Schäden zu beobachten ist. Die äusserste Grenze der leichten Schäden (eingedrückte Fensterscheiben) kann um mehrere Kilometer über die 4-km-Grenze hinausgehen.

Ergänzend kann angeführt werden, dass in Japan allgemein keine Schäden an *unterirdischen Rohrleitungen und Kabeln* festgestellt worden sind und dass *massive Stein- und Betonbrücken* auch nahe am Schadenzentrum standgehalten haben, während leichtere Brückenkonstruktionen bis etwa 600 m vom Schadenzentrum teilweise zerstört oder beschädigt worden sind.

Die Wirkung der Druckwelle auf den Menschen

Drucke über 2,5 atü führen zu schweren bis tödlich ablaufenden Schädigungen. Auch bei geringeren Drucken können noch Schäden (Trommelfellrisse) auftreten.

Die direkten Druckschäden auf den Menschen sind für die Beurteilung einer Atombombenexplosion insofern von geringerer Bedeutung, als im Bereich schwerer direkter Luftdruckschäden, also in Abständen unter etwa 500 m, die sekundären Wirkungen des Druckstosses (Einsturz von Häusern) sowie die Wirkung der thermischen Strahlung (vgl. folgende Ziff. 3.2) die Primärdruckschäden überdecken.

3.2 Die Wärmestrahlung

In Ziff. 2 (S. 4) ist ausgeführt worden, wie die im glühenden Gasball nach der Explosion vorhandene Wärme durch *Strahlung* (Hitzeabstrahlung, thermische Strahlung) in den Raum hinaus abgeführt wird.

Beim Auftreffen der Strahlung auf einen Körper wird ein Teil der Strahlung reflektiert (zurückgeworfen), an hellen und insbesondere an glänzenden Metalloberflächen mehr als an dunkeln Flächen; ein Teil der eingestrahelten Wärme wird von der betroffenen Oberfläche absorbiert (aufgenommen), wobei sich zunächst nur eine dünne Oberflächenschicht von einigen Zehntelsmillimetern auf sehr hohe Temperaturen erhitzt.

Tabelle 3.1

Wirkung der Druckwelle einer 20-kt-Bombe mit Sprengpunkt 600 m über Grund

Vom Sprengpunkt	Abstand		Maximaldruck bei Reflexion	Schäden
	Vom Schadenzentrum (Horizontalabstand)			
km	km		kg/cm ²	
0,6	0,0		3,5	Zerstörung aller nicht überdurchschnittlich stark konstruierten Bauten. Erdbebensicher gebaute armierte Betonkonstruktionen hielten stand. Gewöhnliche Eisenbetonkonstruktionen schwer beschädigt bis zerstört, Bunker halten stand.
0,8	0,5		2,0	Völlige Zerstörung von Backsteinbauten, schwere Schäden an Betonbauten.
1,0	0,8		1,6	Schwere Schäden bis völlige Zerstörung von Backsteinbauten.
1,15	1,0		1,0	Schwere Schäden an leichteren Bauten (leichte Backsteinbauten, Eisenkonstruktionen).
1,65	1,5		0,5	Strukturschäden an leichteren Bauten (Mauerrisse, Dächer werden eingedrückt); japanische Holzhäuser zerstört.
2,1	2,0		0,3	Dächer und Fenster eingedrückt, leichtere Strukturschäden.
3,05	3,0		0,15	Leichtere Druckschäden an Dächern, Ziegel werden heruntergeworfen, Fensterscheiben gehen in Trümmer.
4,05	4,0		0,1	

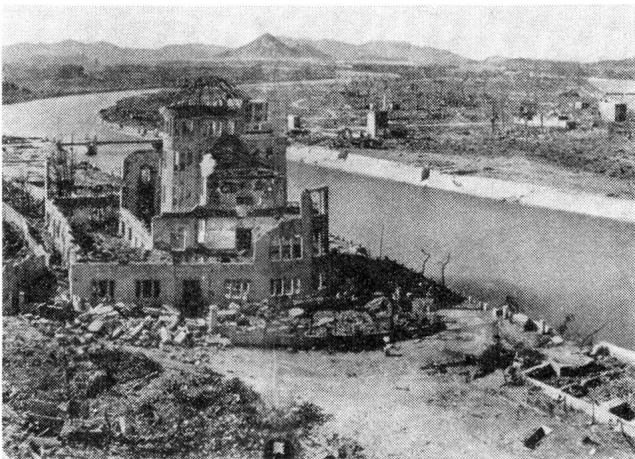


Abb. 5. Zerstörter Stadtteil in Hiroshima nahe am Zentrum (sog. Nullpunkt), welches sich in etwa 150 m Abstand links vom Bildrand befindet. (Japanische Aufnahme)



Abb. 7. Erdbebensichere Betonkonstruktion in etwa 300 m Abstand vom Zentrum in Hiroshima; erscheint äußerlich unbeschädigt, ist aber inwendig ausgebrannt.

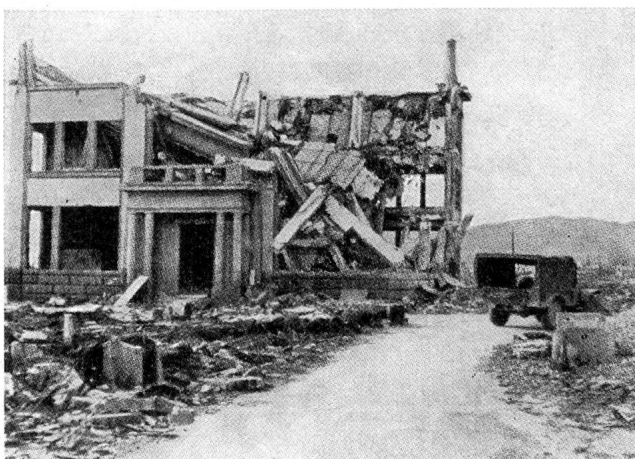


Abb. 6. Zerstörter Betonbau in rund 200 m Abstand vom Zentrum in Hiroshima.



Abb. 8. Eingestürzte Kirche in Nagasaki in 550 m Abstand vom Schadenzentrum.

Von der erhitzten Oberflächenschicht wird hierauf ein Teil der Wärme wieder nach aussen abgestrahlt und es geht nur ein relativ geringer Anteil der aufgenommenen Wärme durch Wärmeleitung in das Innere des Körpers über; die Wärmeleitung ist ein träger Vorgang.

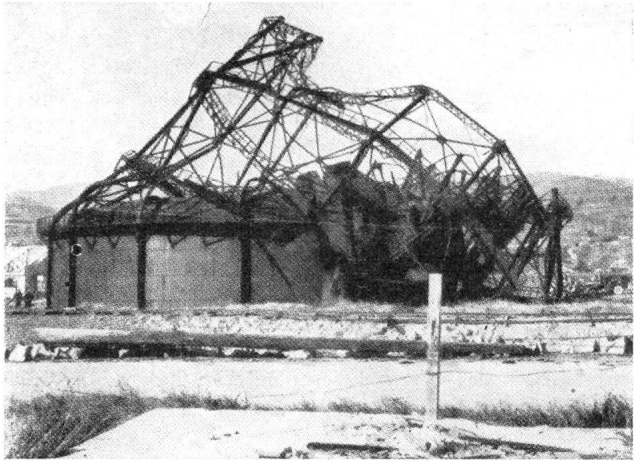


Abb. 9. Druckwirkung auf einen Gasometer in 1 km Abstand vom Schadenzentrum in Nagasaki.

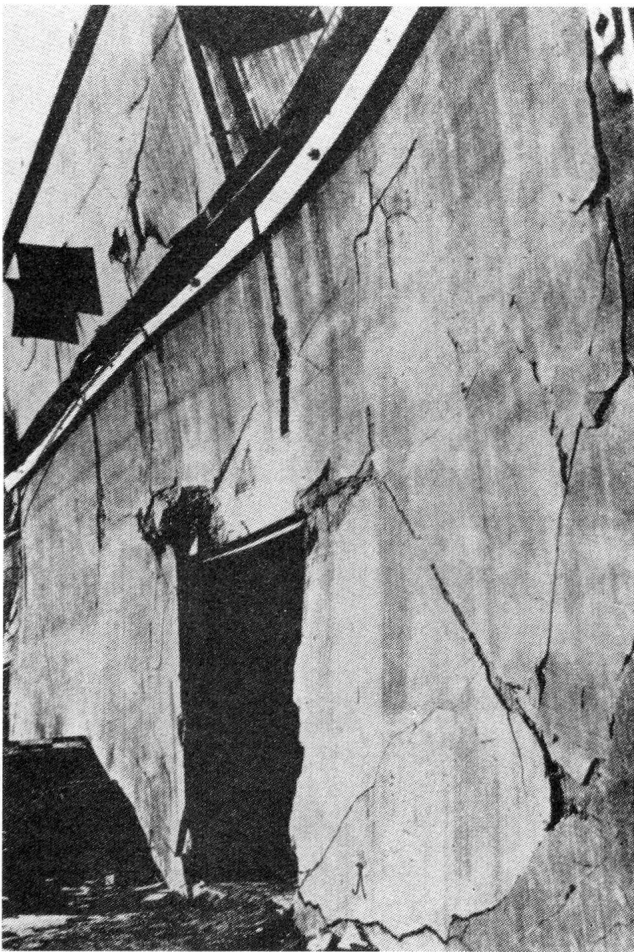


Abb. 10. Druckwirkung auf eine relativ leichte Aussenmauer in 1,8 km Abstand vom Zentrum; Druckstoss von links.

Die Kurve in Abb. 11 gibt den zeitlichen Verlauf der Intensität der Wärme-Einstrahlung direkt unter dem Sprengpunkt, also in 600 m Abstand von der Explosion einer 20-kt-Bombe an. Die angegebene Einheit der Wärmemenge, die Grammkalorie ist der tausendste Teil der in der Legende zu Tabelle 1 definierten Kilokalorie.

Die gesamte Wärmemenge, welche während der etwa 3 Sekunden dauernden Strahlung der Atombombe eingestrahlt wird, beträgt direkt unter der Bombe bei klarem Wetter ungefähr 150 gcal, bei trüber Atmosphäre infolge der Absorption der Wärmestrahlung in der Atmosphäre etwa 100 gcal.

Man erhält einen Begriff von der ausserordentlich hohen Strahlungsintensität, wenn man die eingestrahelte Wärme mit der Sonneneinstrahlung vergleicht; die Sonne strahlt *in der Minute* ungefähr 2 gcal auf den Quadratcentimeter Erdoberfläche ein, so dass die während nur 3 Sekunden eingestrahelte Wärme der Atombombe einer Sonneneinstrahlung während 50 bis 75 Minuten entspricht.

Mit zunehmendem Abstand vom Sprengpunkt nimmt dann die Strahlungsintensität sehr rasch ab.

Die nachfolgende Tabelle 3.2 gibt einen Ueberblick über die Abnahme der Strahlungsintensität.

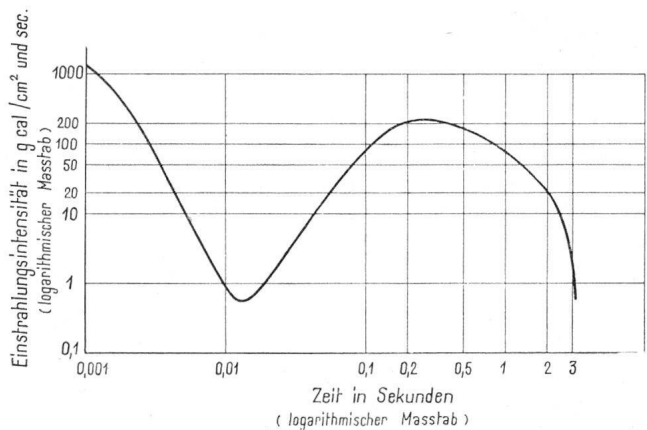


Abb. 11. Der zeitliche Ablauf der Wärmestrahlung in 610 m Abstand vom Sprengpunkt einer 20-kt-Bombe.

3.2 Gesamtwärmeeinstrahlung während der 3 Sekunden dauernden Strahlung des Feuerballes

Abstand vom Sprengpunkt km	Schadenzentrum (Horizontalabstand) km	Klares Wetter (Sicht 40 km) gcal/cm ²	Trübes Wetter (Sicht 10 km) gcal/cm ²	Wirkung auf der Haut
0,6	0	150	100	Schwere Verbrennungen
0,8	0,5	90	70	
1,15	1,0	40	30	
2,1	2,0	11	7	Mässige bis leichte Verbrennungen
3,05	3,0	5	2	
4,05	4,0	2,5	0,7	Keine Schäden

Ueber die *Wirkung* der in Tabelle 3.2 zusammengestellten Wärmeeinstrahlungen ist folgendes anzuführen:

Wärmeeinstrahlungen von 10 gcal und mehr in 3 Sekunden führen auf der Hautoberfläche zu sehr schweren Verbrennungen, indem die Haut oberflächlich verkohlt; die meisten Kleiderstoffe beginnen zu brennen, so dass auch Kleider keinen Schutz mehr bieten können.

Holzoberflächen verkohlen und können, je nach der Holzart und dem Feuchtigkeitszustand, zu brennen beginnen.

Einstrahlungen von 3 gcal/cm² führen noch zu mässigen, 2 gcal/cm² zu leichten Verbrennungen auf der unbedeckten Haut.

Die Tabelle 3.2 zeigt, dass bei klarem Wetter die Wirkung der Wärmestrahlung bis zu Abständen über 2 km für den von der Strahlung direkt betroffenen

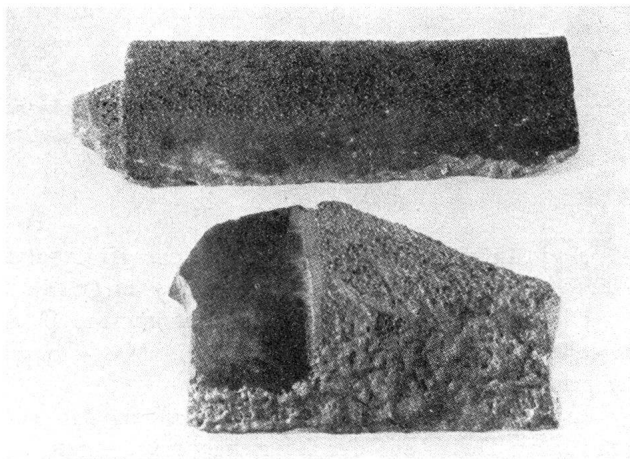


Abb. 12. Wirkung der kurzdauernden intensiven Wärmestrahlung auf die Oberfläche eines Ziegels im Zentrum von Nagasaki. Eine dünne Oberflächenschicht ist über die Schmelztemperatur erhitzt worden.

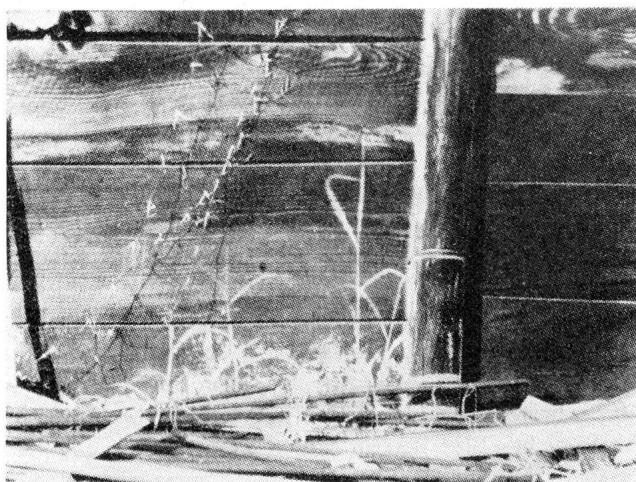


Abb. 13. Wirkung der Wärmestrahlung auf die Oberfläche einer Holzwand (Abstand unbekannt, es kann sich um 1—2 km handeln); Grashalme und Blätter genügen, um die Wärmestrahlung abzuschirmen.



Abb. 14. Schwere Verbrennungen auf der Haut; die nackten Beine des Mannes sind von links hinten angestrahlt worden.

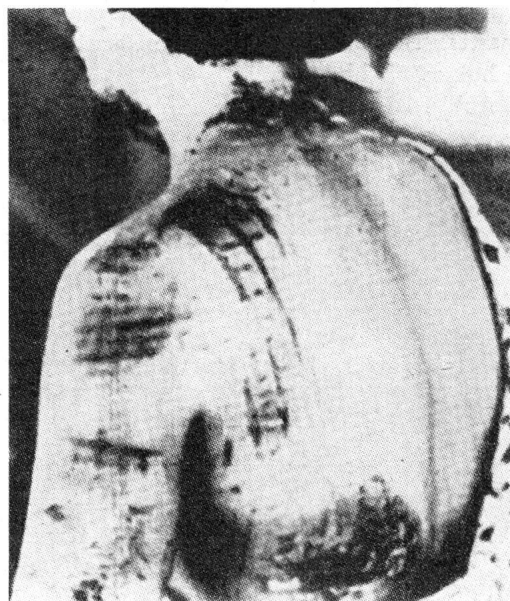


Abb. 15. Schutzwirkung der hellen Partien eines Stoffes; die dunkelgefärbten Partien des Stoffes haben die Wärmestrahlung schlechter reflektiert als die hellen Stellen, so dass dort, wo das Kleid auf der Haut auflag, Verbrennungen aufgetreten sind.

Menschen tödlich sein muss und dass darüber hinaus schwere bis mässige und schliesslich leichte Verbrennungen auf der nackten Haut bis über 4 km Distanz noch auftreten; bei trübem Wetter verringern sich die angegebenen Distanzen auf etwa 1,5 und 3 km. Die Angaben gelten für den ungeschützten Menschen. Es ist aber mit allem Nachdruck darauf hinzuweisen, dass es relativ leicht ist, sich gegen die Wärmestrahlung zu schützen, indem schon sehr leichte Abschirmungen — im Prinzip genügt eine dünne Metallfolie — genügen, um die Strahlung aufzufangen und den dahinter befindlichen Menschen abzuschirmen.

Aus dem zeitlichen Ablauf der Wärmestrahlung, wie er in Abb. 11 dargestellt ist, ergibt sich, dass ein Mensch, welcher sich innert einer Zehntels- bis einer halben Sekunde in Deckung wirft, sich dem grössten Teil der Strahlung entziehen kann.

Auch brennbare Stoffe, wie etwa Holzwände, schützen vollkommen gegen die Wärmestrahlung, selbst wenn sie nachher zu brennen beginnen. Im Luftschutzkeller wird man vor der Wärmestrahlung geschützt sein. Die Abb. 12—15 illustrieren die gemachten Ausführungen.

3.3 Die radioaktive Strahlung

Die bei der Reaktion (Kernspaltung) auftretende Strahlung und die unmittelbar anschliessende, von den Zerfallprodukten ausgehende radioaktive Strahlung dauert, wie bereits in Ziff. 2 ausgeführt, ungefähr 100 Sekunden.

Es handelt sich vorherrschend um Gammastrahlen, eine ihrem Wesen nach gleiche Strahlung wie die Röntgenstrahlung. Die Gammastrahlen sind vom Menschen in keiner Weise wahrnehmbar. Analog wie die Röntgenstrahlen durchdringen sie feste Stoffe, und zwar infolge ihrer grösseren Energie noch leichter, sie sind «härter» als Röntgenstrahlen und es bedarf beträchtlicher Materialschichtdicken, um die Gammastrahlen wesentlich abzuschirmen (vgl. Ziff. 7.3, Schutzmöglichkeiten).

In Abb. 16 ist der zeitliche Ablauf der Strahlung nach einer Atombombenexplosion dargestellt, in Abb.

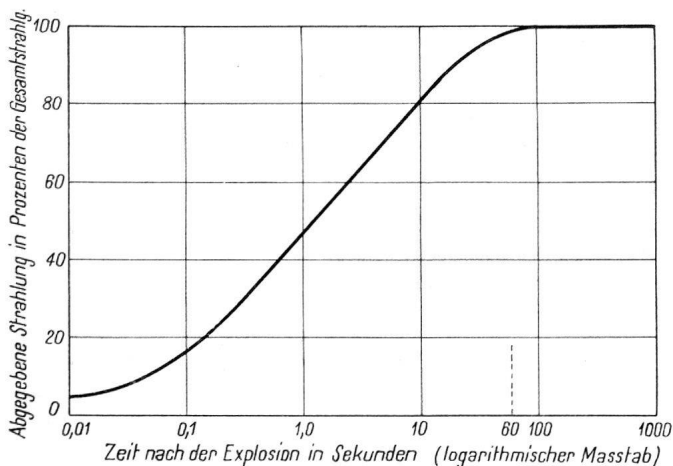


Abb. 16. Zeitlicher Verlauf der Gammastrahlung nach der Explosion einer Atombombe.

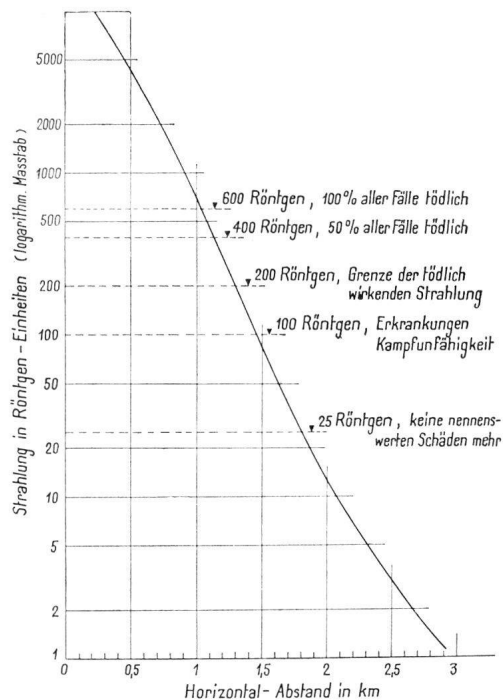


Abb. 17. Die Gesamt-Gammastrahlung einer 20-kt-Bombe bei 600 m Sprenghöhe über dem Horizontalabstand (Abstand vom Nullpunkt).

17 sind die Strahlungsdosen über dem Horizontalabstand (Abstand vom Schadenzentrum) aufgetragen.

Die als Masseinheit für die aufgenommene Dosis angeführte *Röntgeneinheit* (r) stellt ein Mass für die Wirkung der Dosis dar.⁷

In Abb. 17 sind auch die Wirkungen der verschiedenen Dosen auf den Menschen eingetragen; die Werte sind gültig für die Bedingung, dass der ganze Körper von der Strahlung betroffen wird. In 1,15 km Abstand vom Schadenzentrum tritt noch eine Strahlung von 400 r auf, welche in 50 % der betroffenen Fälle zu einer Schädigung mit tödlichem Ablauf führt. Die Strahlung nimmt dann mit zunehmendem Abstand vom Schadenzentrum rasch ab, bereits in 1,35 km Abstand ist sie auf etwa 200 r abgefallen, einer Dosis, bei welcher nur noch vereinzelt Schädigungen mit tödlichem Ablauf zu erwarten sind und in 1,5 km ist, bei einer Dosis von 100 r noch mit Erkrankungen zu rechnen, die zu Kampf- und Arbeitsunfähigkeit führen; bei 25 r in 1,8 km treten keine nennenswerten Schäden mehr auf.

Die Schädigung im menschlichen Körper besteht darin, dass beim Durchgang von Gammastrahlen durch den Körper die Körperflüssigkeiten chemische Veränderungen erfahren, die zu schweren Störungen führen. Es ist insbesondere das Knochenmark sehr empfindlich. Die Funktion des Knochenmarkes, die darin besteht, das durch den normalen Lebensvorgang verbrauchte Blut neu zu bilden und zu ersetzen, wird gestört und fällt bei hohen Dosen ganz aus, so dass

⁷ Die physikalische Röntgeneinheit ist definiert als die Strahlung, welche in einem Kubikzentimeter Luft durch Ionisation eine elektro-statische Einheit der Elektrizitätsmenge beider Vorzeichen erzeugt.

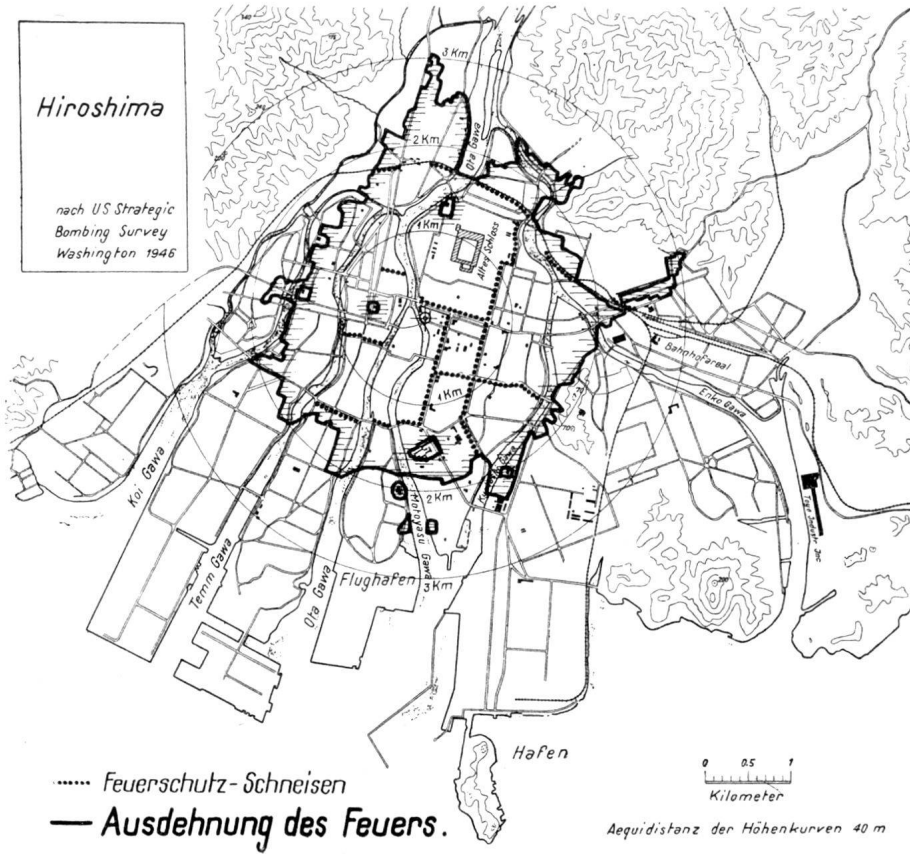


Abb. 18. Maßstab zirka 1 : 90 000.

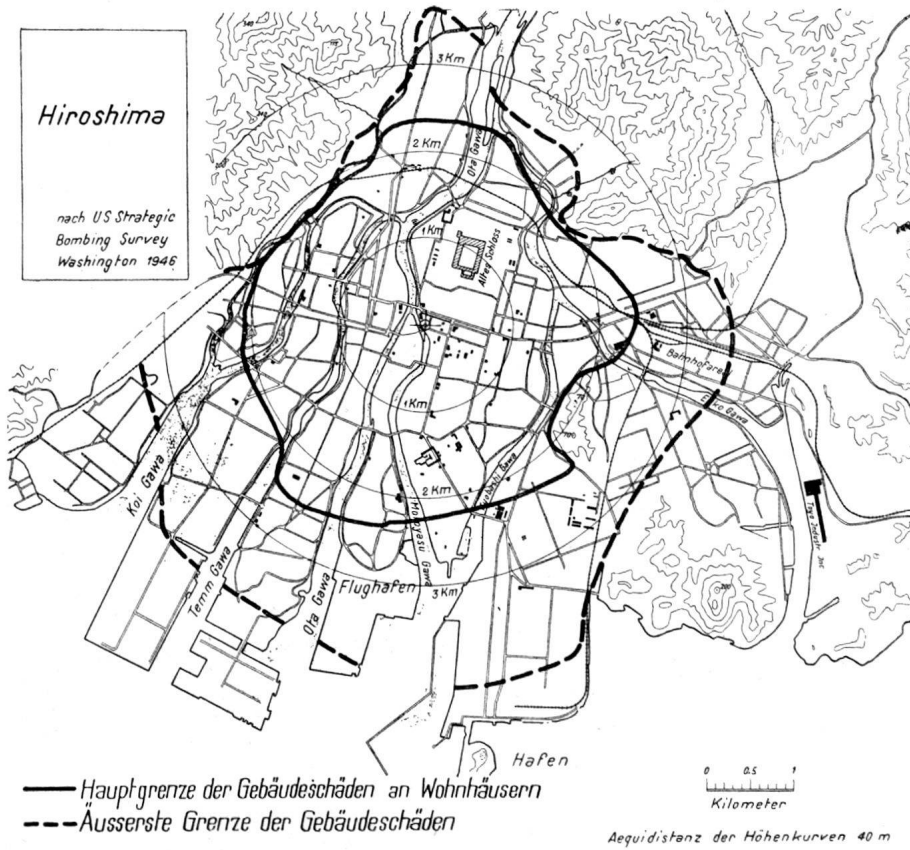


Abb. 19. Ausdehnung der Druckschäden in Hiroshima, Maßstab zirka 1:90 000.

dann der Mensch in den folgenden Tagen an ähnlichen Erscheinungen wie bei einer Blutzersetzung erkrankt, allgemein geschwächt wird und in schweren Fällen an der Schädigung nach Tagen bis Wochen zugrunde geht. Bei geringeren Dosen tritt Erholung ein.

3.4 Ueberblick über den Umfang der Zerstörungen und die Verluste in Hiroshima und Nagasaki

Die Gesamtwirkung einer Atombombenexplosion ergibt sich aus dem Zusammenspiel der verschiedenen zerstörenden Kräfte (Druckwelle, thermische Strahlung und radioaktive Strahlung), sowie durch die Folgen der primären Wirkungen, indem zahlreiche Menschen durch die fallenden Trümmer getötet oder verletzt werden und in den nun ausbrechenden Bränden umkommen. Die Brände sind zum Teil die Folge der zahlreichen kleinen primären Brandherde, welche durch die thermische Strahlung entstanden sind, ebenso häufig sind aber zweifellos Brände durch umgeworfene Oefen (in Japan sind offene Feuer zu Kochzwecken noch sehr zahlreich), Kurzschlüsse, geborstene Gasleitungen usw. ausgebrochen.

In Hiroshima ist es zu einem Flächenbrand von etwa 11 km² Ausdehnung gekommen (vgl. Abb. 18).

Es ist dazu allerdings zu bemerken, dass die japanischen, eng aneinander gebauten Holzhäuser, welche durch die Druckwirkung grösstenteils in Trümmer gelegt waren, dem Feuer reichlich Nahrung geboten haben.

Die Wirkungsbereiche der Druckwelle sind in Ziff. 3.1 bereits besprochen worden; Abb. 19 zeigt die Ausdehnung der Druckschäden in Hiroshima, während die photographischen Aufnahmen in Abb. 20 und 21 einen Ueberblick über grössere Stadtteile in Hiroshima geben.

Die nachfolgende Tabelle 3.4 ist eine Zusammenstellung der Verluste in Hiroshima und deren Verteilung auf ihre Ursachen. Es ist dazu zu bemerken,

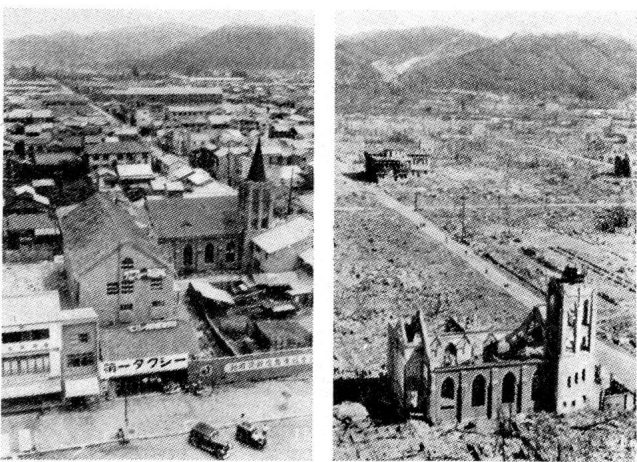


Abb. 20. Japanische Aufnahme des gleichen Quartiers in Hiroshima vor und nach der Explosion; der Vordergrund befindet sich in zirka 800 m Abstand vom Schadenzentrum, welches sich hinten links vom Bildrand befindet.

dass die Angaben über die Zahl der Toten und Verletzten in keiner Weise übertrieben sind, sondern dass die endgültigen Zahlen nach neueren japanischen und amerikanischen Angaben die 100 000 wahrscheinlich überschreiten.

Tabelle 3.4 Die Verluste in Hiroshima

Einwohnerzahl zur Zeit der Bombardierung:

nach amerikanischen Angaben	ca. 250 000
nach englischen Angaben	ca. 300 000

Verluste:

Tote	70 000—80 000
Verwundete	70 000—80 000

Todesursachen:

a. nach japanischen Angaben unmittelbar nach der Explosion:

durch Hitzestrahlung und Flammen	60 %
durch fallende Trümmer	30 %
durch andere Ursachen	10 %

b. amerikanische Aufnahmen nach mehr als 8 Wochen:

Hitzestrahlung	20—30 %
andere Ursachen	50—60 %
radioaktive Strahlung	15—10 %

Bei der Verteilung der Verluste auf die verschiedenen Wirkungen mag zunächst die geringe Quote von 10—15 %, welche der radioaktiven Strahlung zugeschrieben wird, auffallen. Die Zahlen werden ohne weiteres verständlich, wenn man bedenkt, dass ein grosser Teil der unter den Trümmern und in den Bränden umgekommenen Menschen zweifellos schwere Strahlenschädigungen aufgewiesen haben müssen, die zum Tode geführt hätten, wenn die Leute nicht vorher infolge der anderen Ursachen gestorben wären. Die Wirkung der Strahlenschädigung darf keinesfalls unterschätzt werden.

In Nagasaki waren die Verluste ungefähr die Hälfte derjenigen in Hiroshima, weil ein wesentlich kleineres bebautes und bewohntes Gebiet der Stadt betroffen worden ist.

Abb. 22 zeigt den Plan der relativ schmalen, langgestreckten Stadt, über deren nördlichen Teil die Bombe ebenfalls in 600 m Höhe explodiert ist. Die Schäden sind schematisch eingetragen, die Brandausdehnung war wesentlich geringer als in Hiroshima. Die Wirkungsbereiche der Druckwelle zeigen keinerlei Unterschiede gegenüber der Bombe von Hiroshima.

In Abb. 23 ist die Auswertung der Beobachtungen der englischen Fachleute, die kurz nach Kriegsende in Japan die vorhandenen Schäden untersucht haben, in Form eines einfachen Schemas zusammengestellt. Das obere Diagramm stellt gewissermassen eine Rekapitulation der vorher gemachten Ausführungen über die Wirkung der verschiedenen Strahlungen dar. Es handelt sich um Angaben, die bereits 1946 publiziert



Abb. 21. Ueberblick über einen grösseren Stadtteil von Hiroshima.

worden sind; die Grenze für «leichte Erkrankungen durch Gammastrahlung» bei 3,2 km (2 englische Meilen) ist nach neueren Unterlagen bestimmt zu weit gezogen; die 100 Röntgengrenze, bei welcher mit «Erkrankungen» gerechnet werden muss, verläuft, wie in Ziff. 3.3 gezeigt worden ist, in 1,5 km.

Das untere Diagramm in Abb. 23 stellt die Auswertung der Beobachtungen an Häusern dar, wobei im englischen Diagramm ausdrücklich bemerkt wird, dass sich die Angaben auf Häuser europäischer Bauart beziehen.

Im Anschluss an die Betrachtungen über den Umfang der Zerstörung und der Verluste muss darauf hingewiesen werden, dass sozusagen alle Mittel, welche zur Brandbekämpfung und Hilfeleistung in der Stadt bereitgestellt waren, ausfielen.

Von 200 Aerzten in Hiroshima waren über 90% tot oder verletzt, nach einem Monat konnten dreissig ihrer Arbeit wieder nachgehen.

Von 45 Zivilspitälern konnten noch drei benützt werden. Von 1780 Krankenschwestern waren 1654 getötet oder verwundet.

Die erste organisierte Hilfe wurde durch Militär von dem etwa 20 km südlich Hiroshima liegenden Marineflugplatz Kure aus eingesetzt. Sie traf indessen erst am Abend in der Stadt ein.

4. Die Uebertragung der Erfahrungen aus Japan auf unsere Verhältnisse

Wenn man das in Abb. 23 dargestellte englische Schema über die Zerstörungsbereiche für Häuser europäischer Bauart auf irgendeine schweizerische Ortschaft überträgt, so erhält man sofort einen Eindruck über das Ausmass der zu erwartenden Schäden.

In Abb. 24 sind die Kreise auf der Karte von Zürich eingetragen. Der Sprengpunkt liegt 600 m über dem Hauptbahnhof. Das Bild lässt klar erkennen, dass sowohl die Altstadt wie das Gebiet um die Kaserne und das obere Industriequartier vollständig zerstört werden und dass zweifellos in diesem Gebiet ausgedehnte Brände ausbrechen würden. Das Zürichbergquartier, Bellevue, Enge, Wiedikon würden noch sehr schwere, irreparable Schäden mit zahlreichen Einstürzen leichter Bauten aufweisen und leichtere bis grössere Schäden würden noch weit in den Aussenquartieren auftreten.

In allen anderen Städten, deren Grundflächen ja durchwegs wesentlich kleiner sind als die von Zürich, würden die Zerstörungen und Verluste zahlenmässig natürlich kleiner, aber relativ d. h. bezogen auf die Gesamtausdehnung und die Einwohnerzahl der Städte würden sie ganz erheblich höhere Werte erreichen.

Genauere Studien, die bei verschiedenen Uebungen mit der Luftschutztruppe und mit dem Territorialdienst gemacht worden sind, ergeben, auch bei vor-

sichtiger Schätzung, immer erschreckend hohe Verlust-
erwartungen.

Eine sorgfältige Detailuntersuchung, die von der
Abteilung für Luftschutz in Zusammenarbeit mit der
ABC-Sektion der Abteilung für Sanität durchgeführt
worden ist, ergibt für die Stadt Bern die folgenden
Zahlen:

Die Gesamteinwohnerzahl in Bern beträgt im Frie-
den 175 000 Menschen. Im Kriegsfall (Mobil-
machung) sind davon rund 30 000 zur Truppe ein-
gerückte Wehrmänner abzuzählen, ferner wurde an-
genommen, dass weitere 15% der Bevölkerung, d. h.

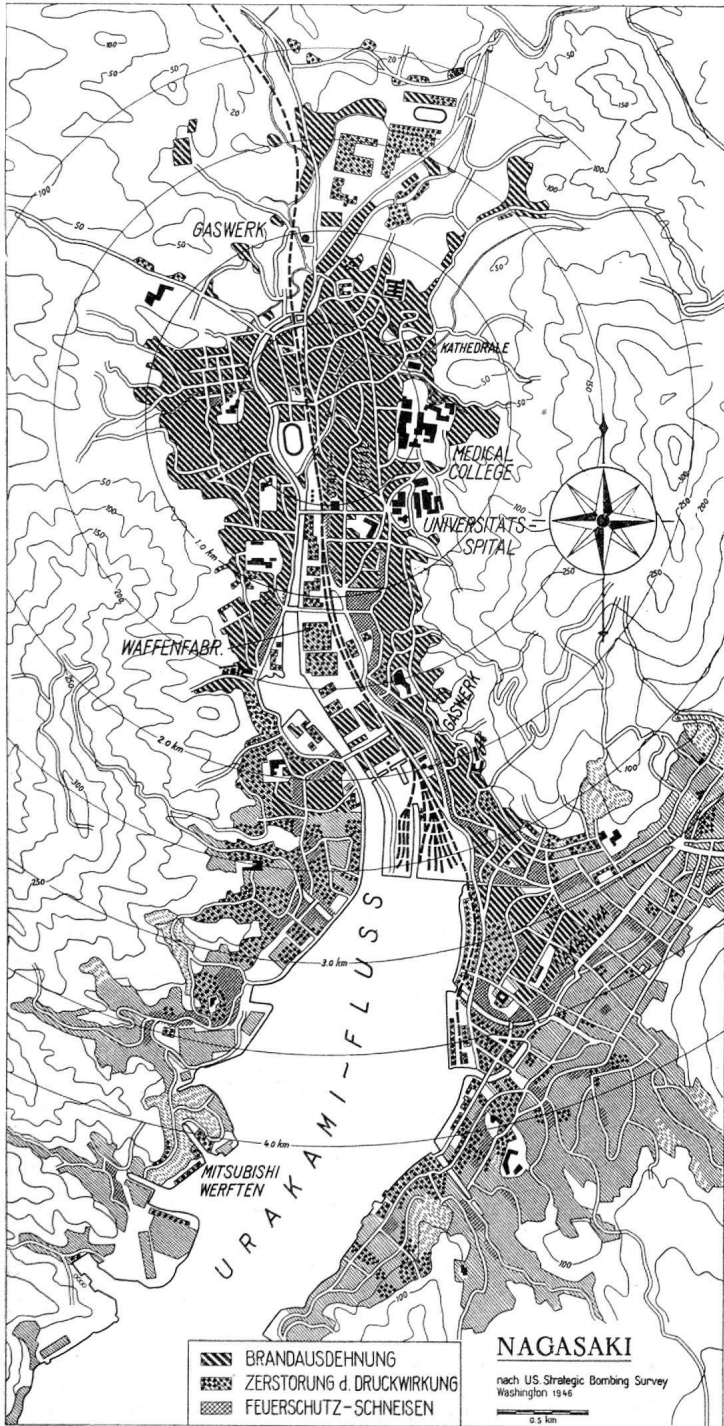
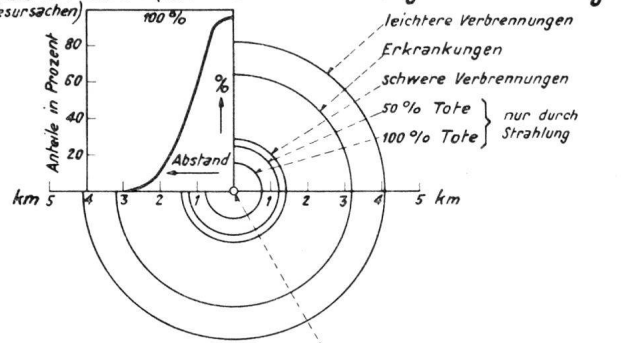


Abb. 22. Masstab 1:42 500.

Prozentualer Anteil der getöteten
Bevölkerung in Funktion des Ab-
standes vom Zentrum (sämtliche
Todesursachen)



Wirkung durch Strahlung

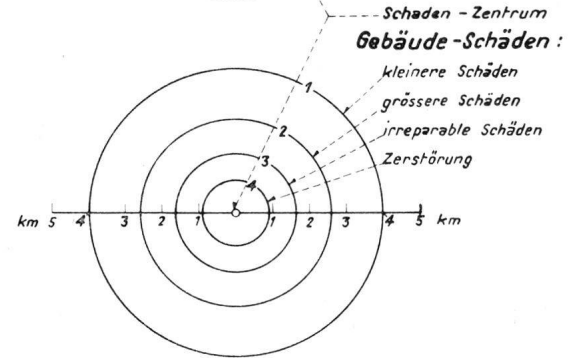


Abb. 23. Englischs Schema mit den Wirkungsradien der
20-kt-Bombe mit hohem Sprengpunkt, auf Grund
der Beobachtungen in Hiroshima und Nagasaki.
Die im unteren Diagramm dargestellten Kreise
beziehen sich auf Gebäude europäischer Bauart.
(Nach dem Diagramm in «Report of the British
Mission to Japan», London 1946.)

rund 25 000 Personen (Mütter mit Kindern, schul-
pflichtige Kinder und Greise) in die aussenliegenden
Gemeinden evakuiert worden seien, so dass in der Stadt
Bern rund 120 000 Personen verbleiben. Am Tag
kommen noch etwa 9000 Personen aus den ausserhalb
von Bern liegenden Gemeinden dazu, die in der Stadt
ihrer Arbeit nachgehen, so dass sich am Tage etwa
129 000 Personen in der Stadt aufhalten. Im weiteren
wurde die Verschiebung der Bevölkerungsdichte in den
verschiedenen Stadtkreisen für den Arbeitstag berück-
sichtigt, woraus sich dann für die Verlustwartungen
am Tag und in der Nacht ganz beträchtliche Unter-
schiede ergeben.

Das Resultat der Erhebungen ist für den Fall einer
Atombombenexplosion von 20 kt in 600 m Höhe über
dem Bahnhof Bern in der folgenden Tabelle 4 zu-
sammengestellt.

Die Zahlen der Tabelle 4 zeigen eindrücklich die
Grössenordnung der zu erwartenden Verluste. Es ist
klar, dass die absoluten Zahlen, die bei derartigen
Ueberlegungen erhalten werden, immer etwas pro-
blematisches an sich haben, da eben keine Erfahrungen
aus europäischen Städten vorliegen; aber auch bei
wahrscheinlichen Unsicherheiten von 20% nach oben
und nach unten bleibt der Gesamtaspekt der gleiche;
es ist unter den verschiedenen Bedingungen mit einer
Verlusterwartung in der Grössenordnung von 10 000
bis 100 000 Toten und Verletzten zu rechnen.

Tabelle 4

Zusammenstellung der Verlustwartung für Bern
in absoluten Zahlen und in Prozenten der anwesenden
Bevölkerung bei Annahme einer Atombombenexplosion
von 20 kt + 600 m über dem Bahnhof Bern.

	bei Tag		bei Nacht	
	absolut	in % der Bevöl- kerung	absolut	in % der Bevöl- kerung
<i>Total der Bevölkerung</i>	129 000	100 %	120 210	100 %
<i>Verluste ohne Warnung</i>				
Tote	46 897	36 %	35 983	30 %
Verletzte	34 626	27 %	33 729	28 %
Total Tote und Verletzte	81 523	63 %	69 712	58 %
<i>Verluste mit Warnung</i>				
Tote	31 360	24 %	22 423	19 %
Verletzte	21 988	17 %	20 533	17 %
Total Tote und Verletzte	53 348	41 %	42 956	36 %
<i>* Minimale Verluste</i>				
Tote	15 825	12,0 %	7 950	6,5 %
Verletzte	3 165	2,5 %	1 590	1,3 %
Total Tote und Verletzte	18 990	14,5 %	9 540	7,8 %

* Diese minimalen Verluste verstehen sich unter der Annahme, dass die gesamte Bevölkerung im Zeitpunkt der Explosion der A-Bombe sich in Luftschutzkellern befindet.

Mindestens so aufschlussreich wie die angegebenen absoluten Zahlen sind die Verschiebungen, die durch die verschiedenen Bedingungen auftreten (Tag — Nacht, fehlende oder rechtzeitige Warnung, Einfluss der Schutzräume); es ist deutlich ersichtlich, wie schon durch die Dezentralisation der Bevölkerung bei Nacht gegenüber dem Arbeitstag die Verlustwartung um 9% — 14%, bei rechtzeitiger Warnung um 35% — 37% und schliesslich bei der Annahme, dass sich die gesamte Bevölkerung zur Zeit der Explosion im Schutzraum befindet, um 77% — 87%, d. h. auf $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{8}$ herabgesetzt werden kann. Die Zahlen sprechen eine deutliche Sprache.

Die wichtige Frage, wie viele und welche unserer Ortschaften in einem zukünftigen Kriege von Atombombenangriffen bedroht sein werden, lässt sich nicht beantworten, da dies vollkommen von der Kriegslage und von der Beurteilung der Bedeutung unserer Städte durch den Gegner abhängig sein wird. Es erscheint wenig wahrscheinlich, dass kleine Ortschaften mit weniger als 50 000 Einwohnern eigentliche Angriffsziele sein werden, es kann indessen jede Ortschaft in den Bereich des taktischen Einsatzes von Atombomben geraten, und schliesslich ist die Möglichkeit von irrtümlichen Abwürfen oder von Fehltreffern von atombombentragenden Raketen usw.

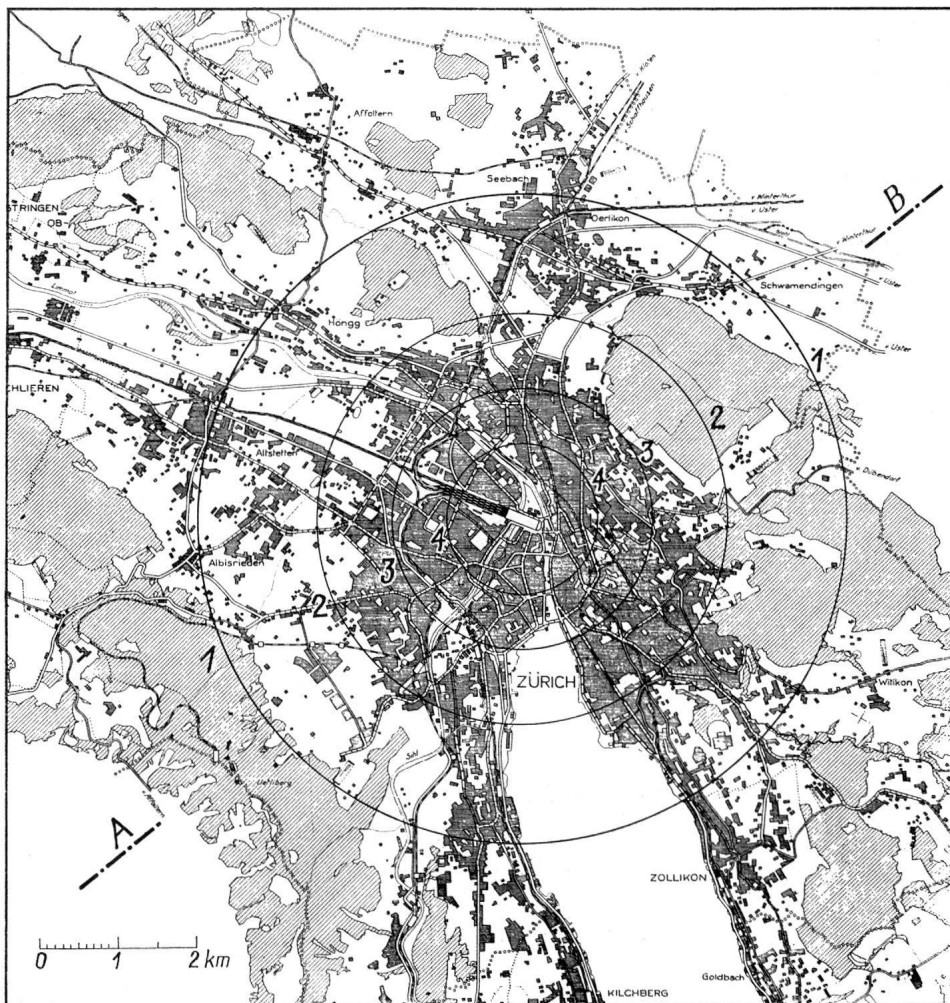


Abb. 24. Zürich und Umgebung im Maßstab 1 : 100 000 mit den Wirkungsradien des englischen Schemas, vgl. Abb. 23. Das Zentrum liegt beim Hauptbahnhof.

ebenfalls nicht ausgeschlossen. Die Ueberlegung zwingt dazu, die Schutzmassnahmen für die Zivilbevölkerung auch für diese an sich wenig wahrscheinlichen Fälle allerorts zu überlegen und vorzubereiten.

5. Grössere und kleinere Atombomben

Wir wissen, dass die Entwicklung der Atomwaffen in den nun elf verflossenen Jahren seit der Explosion der ersten Atombombe rasche und gewaltige Fortschritte gemacht hat. Man muss annehmen, dass heute sowohl in Amerika wie in Russland Atombomben mit Trotyläquivalenten zwischen 2 und etwa 500 kt in grösseren Lagern zum Einsatz bereit liegen. Der Einsatz selber kann nach wie vor durch den Abwurf aus dem Flugzeug, sodann durch zum Teil ferngesteuerte Raketen und schliesslich — für den taktischen Einsatz — als Artilleriegeschoss⁸ erfolgen.

Die *Wasserstoffbombe* (sog. thermonukleare Bombe) ist zweifellos noch im Stadium der Entwicklung. Genaue Angaben stehen nicht zur Verfügung; kein Zweifel kann darüber bestehen, dass mit der Wasserstoffbombe Explosionen mit einem Trotyläquivalent von Megatonnen (Megatonne = 1 Million Tonnen) erreicht werden können. Für die am 1. März 1954 im Pazifik zur Explosion gebrachte Wasserstoffbombe wurden 20 Megatonnen angegeben.

Die Wasserstoffbombe kann im vorliegenden Aufsatz mangels genauerer Unterlagen nicht weiter berücksichtigt werden.

Die Erscheinungen bei der Explosion von 2 bis 500 kt sind durchaus die gleichen wie diejenigen einer Normalbombe von 20 kt.

⁸ Die amerikanische «Atomkanone» ist ein Langrohrgeschütz von 28 cm Kaliber mit einer maximalen Schussdistanz von 28 km, welche nach amerikanischen Angaben Geschosse mit Atomladungen von 2 bis 200 kt verfeuern kann. Ihr Einsatz ist naturgemäss für taktische Ziele im Feld vorgesehen.

Die Wirkungsbereiche werden naturgemäss grösser oder kleiner. Es ist indessen mit Nachdruck darauf hinzuweisen, dass die Wirkungsbereiche niemals mit dem Energieäquivalent proportional gehen, dass vielmehr die Energie einer Atombombe um so schlechter ausgenützt werden kann, je grösser sie ist; der *relative* Wirkungsgrad wird mit zunehmendem Energieäquivalent schlechter.

In Abb. 25 sind die Wirkungsbereiche für eine Kleinbombe von 2,5 kt und für grössere Bomben von 160 und 540 kt im Vergleich mit den Wirkungsbereichen der Normalbombe zusammengestellt. Es ist in der Darstellung von der Annahme ausgegangen, dass der wirksame Druck in der Druckwelle mit der dritten Potenz des zurückgelegten Weges abnehme. Unter dieser Annahme müssen die Höhen der Sprengpunkte einer hohen Explosion im Verhältnis der Kubikwurzeln des Energieäquivalentes gewählt werden, wenn direkt unter der Bombe der gleiche Druck, d.h. die gleiche Wirkung erreicht werden soll. Es ist also für eine 160-kt-Bombe, welche das achtfache Energieäquivalent der Normalbombe aufweist, ein doppelt so hoher Sprengpunkt, d. h. 1200 m anzunehmen.

Unter dieser Annahme lassen sich dann die Wirkungen der thermischen und der radioaktiven Strahlung recht genau berechnen; die berechneten Wirkungsbereiche sind in Abb. 25 eingetragen.

6. Der tiefe Einsatz von Atombomben

Der Einsatz der Bomben in Japan mit einer Sprenghöhe von 600 m über Boden war nicht zufällig, er ist vielmehr gewählt worden, weil mit dieser Sprenghöhe der grösste Wirkungsbereich der Druckwelle erreicht wird. Bei tieferen Sprengpunkten sind die Zerstörungen im Zentrum naturgemäss ganz wesentlich vollständiger und würden weit über die

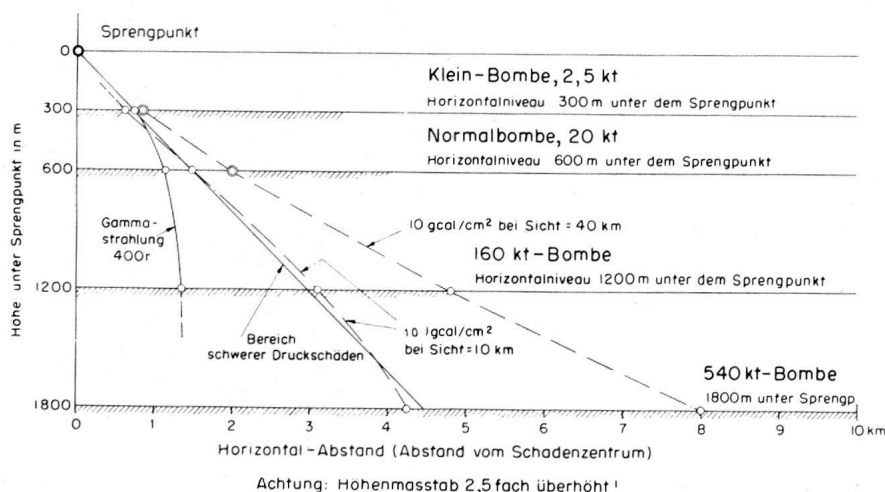


Abb. 25. Schematischer Vergleich der Wirkungsbereiche grosser und kleiner Atombomben, dargestellt für Bomben von 2,5, 20, 160 und 540 kt Trotyläquivalent.

Es wird angenommen, dass die Sprenghöhen mit der dritten Wurzel des Energieäquivalentes gewählt werden (amerikanische Angaben); für diese Sprenghöhen werden die Wirkungsbereiche für schwere Druckschäden, die Gamma-Strahlung und die thermische Strahlung für eine Sicht von 40 und 10 km berechnet.

Notwendigkeit einer taktisch wirksamen Zerstörung hinausgehen. Auf grössere Distanzen vom Zentrum weg, etwa im Bereich zwischen 1 und 1,5 km sind Zerstörungen im gleichen Ausmass anzunehmen, wie sie bei der hohen Explosion auftreten, während darüber hinaus die Zerstörungen durch die Druckwelle geringer werden. Die thermische und die Gammastrahlung werden auf grössere Distanzen durch Geländeerhebungen und Aufbauten abgeschirmt, so dass im Mittel mit wesentlich geringeren Intensitäten zu rechnen ist.

Es tritt nun aber bei tiefen Sprengpunkten eine neue Erscheinung auf, die verbleibende Radioaktivität, welche wir für den hohen Sprengpunkt vernachlässigen konnten (vgl. Ziff. 2, S. 5).

Schon bei Sprengpunkten unter 300 m Höhe ist ein Ausfall von radioaktivem Material (und zusätzlich eine induzierte Radioaktivität durch die Neutronen) zu erwarten. Bei noch tieferen Sprengpunkten, d. h. vom Moment an, wo der Feuerball (die glühende Gasmasse von etwa 150 m Radius) mit dem Erdboden in Berührung kommt, muss ein erheblicher Anteil des angefallenen radioaktiven Materials auf dem Boden in der Umgebung des Zentrums abgelagert werden, von wo alsdann kleinere Mengen des abgelagerten Materials mit dem Staub und Rauch durch den Wind als radioaktiver Staub-Rauchschwaden in der Windrichtung verfrachtet werden können.

Bei Explosionen unter der Erdoberfläche oder unter Wasser wird nahezu die gesamte radioaktive Masse mit dem Erdauswurf oder mit der Wasserfontäne auf die Umgebung zurückfallen und einen grossen Umkreis radioaktiv verseuchen.

Die *Wirkung* der im verseuchten Gelände auftretenden Strahlung hat man sich folgendermassen vorzustellen:

Das im Umkreis der Explosion auf die Erde niedergefallene radioaktive Material sendet eine noch lange andauernde, allerdings im Laufe der Zeit immer schwächer werdende radioaktive Strahlung aus. Die Strahlung ist im Vergleich zur 100 Sekunden dauernden Primärstrahlung der Explosionen äusserst schwach, aber sie dauert an, so dass bei der Einwirkung der Strahlung über längere Zeiten die gleichen Wirkungen auftreten wie bei der kurzdauernden Primärstrahlung.

Die Intensität dieser Strahlung wird in Röntgeneinheiten pro Stunde (abgekürzt r/h) ausgedrückt. Die Zahl 5 r/h bedeutet, dass ein Mensch, welcher sich eine Stunde in dieser Strahlung aufhält, eine Dosis von 5 Röntgeneinheiten erhalten würde; bei einem Aufenthalt von 24 Stunden würde er eine Dosis von 120 r aufnehmen und erkranken, sofern die Strahlung während der ganzen 24 Stunden konstant bleiben würde. Die Strahlung des aus der Atombombe angefallenen Materials bleibt indessen nicht konstant, sondern sie wird, wie oben schon ausgeführt worden ist, mit der Zeit immer schwächer. Im Anfang, d. h. in den ersten Stunden nach der Explosion, erfolgt der Abfall ziemlich rasch und wird dann immer langsamer; die Verhältnisse sind in Abb. 26 graphisch dargestellt.

Die Ermittlung der Dosis, die ein Mensch bei einem längeren Aufenthalt im verseuchten Gebiet aufnimmt, wird infolge der stetigen Abnahme der Strahlungsintensität eine nicht ganz einfache Rechenaufgabe. Für das oben angeführte Beispiel der Dosisaufnahme bei einer Strahlung von 5 r/h kommt es ganz darauf an, zu welcher Zeit die Strahlung 5 r/h gemessen worden ist und wie lange Zeit nach der Explosion der Mensch an dieser Stelle der Strahlung ausgesetzt wird. Stellt sich ein Mensch eine Stunde nach der Explosion an einem Ort auf, wo um diese Zeit (d. h. eine Stunde nach der Explosion)

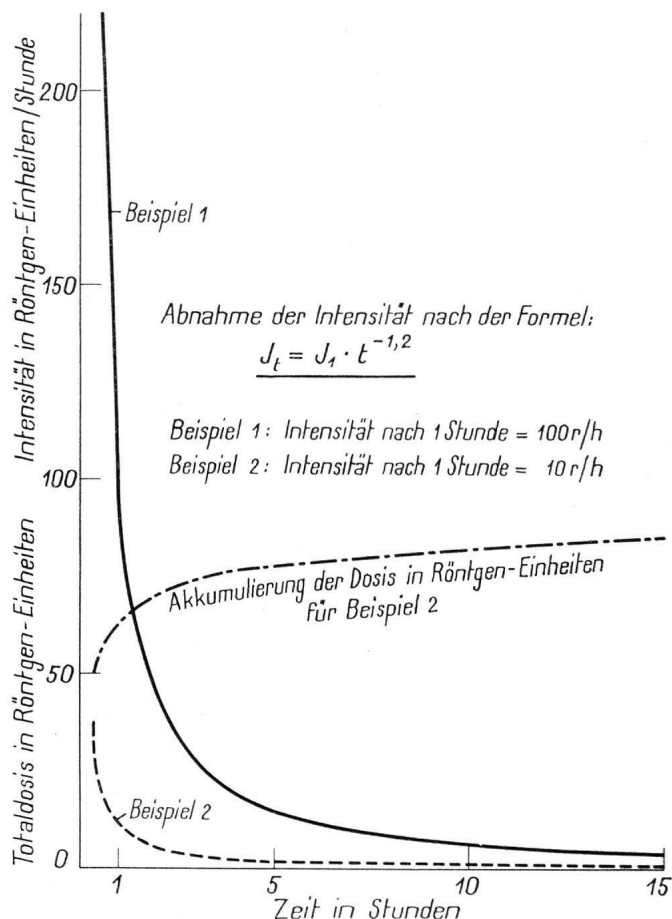


Abb. 26. Abnahme der Strahlungsintensität und Akkumulierung der aufgenommenen Dosis im radioaktiv-verseuchten Gelände.

eine Strahlung von 5 r/h gemessen wird, so fällt die Strahlung in der nächsten Stunde um 2,8 r/h ab und beträgt zwei Stunden nach der Explosion nur noch 2,2 r/h, so dass die während dieser Stunde aufgenommene Dosis zwischen 2,2 und 5 r liegen muss; die genaue Rechnung ergibt 3,5 r.

Bleibt der Mensch 24 Stunden der abnehmenden Strahlung, also in der Zeit von einer bis 25 Stunden nach der Explosion, ausgesetzt, so fällt die Strahlung auf 0,1 r/h ab und die gesamte aufgenommene Dosis würde 12 r betragen und nicht 120 r, wie sie bei konstant bleibender Strahlung erreicht würde.

Tabelle 6 Radioaktive Spätwirkung, Abnahme der Strahlung und zulässiger Aufenthalt bis zur Dosis von 25 r

Strahlung 1 Std. nach der Expl.	10 r/h		100 r/h		1000 r/h	
Zeit nach der Explosion	Strahlung	Zulässiger Aufenthalt	Strahlung	Zulässiger Aufenthalt	Strahlung	Zulässiger Aufenthalt
1 Stunde	10 r/h	30 Stunden	100 r/h	15 Minuten	1000 r/h	1,2 Minuten
2 Stunden	4,4 r/h	4 Tage	44 r/h	35 Minuten	440 r/h	3 Minuten
4 Stunden	2 r/h	1 Monat	20 r/h	1,4 Stunden	200 r/h	8 Minuten
8 Stunden	0,9 r/h	1 Jahr	9 r/h	4 Stunden	90 r/h	16 Minuten
24 Stunden	0,2 r/h	∞	2,2 r/h	16 Stunden	22 r/h	1 Stunde
2 Tage			1	30 Stunden	10	2,5 Stunden
4 Tage			0,44	3 Tage	4,4	5,5 Stunden
8 Tage			0,2	7 Tage	2	12 Stunden
1 Monat			~0,04	~1,5 Monat	~0,4	~2,5 Tage

Auch die zulässige Aufenthaltsdauer an einem Ort, wo zu einer bestimmten Zeit nach der Explosion die Strahlungsintensität gemessen worden ist, lässt sich berechnen. Als zulässige Dosis (Toleranz) wird für kriegsmässige Bedingungen der Wert auf 25 Röntgeneinheiten festgelegt, d. h. ein Mensch darf höchstens so lange an einem Ort bleiben, bis er die Dosis von 25 r aufgenommen hat. Es kommt dann ganz auf den Zeitpunkt des Eintrittes an, wie lange die zulässige Aufenthaltsdauer wird. Im vorher angeführten Beispiel ist der Aufenthalt unbegrenzt zulässig, da beim Eintritt eine Stunde nach der Explosion an einem Ort, wo 5 r/h gemessen werden, die Dosis 25 r erst nach unendlich langer Zeit erreicht würde.

Wenn man aber einen Ort betrachtet, wo eine Stunde nach der Explosion eine Strahlung von 50 r/h gemessen wird, so beträgt die zulässige Aufenthaltsdauer beim Eintritt eine Stunde nach der Explosion nur 33 Minuten, beim Eintritt zwei Stunden nach der Explosion bereits 1½ Stunden, beim Eintritt nach acht Stunden 9 Stunden.

In Tabelle 6 sind für die Orte, wo eine Stunde nach der Explosion 10, 100 und 1000 r/h gemessen werden, die zulässigen Aufenthaltszeiten für die verschiedenen Zeitpunkte des Eintrittes zusammengestellt. Die Tabelle zeigt, wie lange es bei sehr hohen Anfangsradioaktivitäten dauert, bis der Mensch ohne Gefährdung wieder für kürzere oder längere Zeiten sich an den betreffenden Orten aufhalten kann.

Die Strahlung, die aus dem radioaktiven Staub von der Oberfläche ausgeht, bildet indessen nicht die einzige Gefahr einer radioaktiven Verseuchung. Es ist vielmehr darauf zu achten, dass der Staub durch den Wind aufgewirbelt werden kann und dann mit der Atemluft in die Lunge gelangt. Bei der Aufnahme von Nahrung und Getränken, die mit radioaktivem Staub verschmutzt sind, gelangt das Material in den Magen. Die Aufnahme von radioaktivem Material *in den Körper* ist insofern weit gefährlicher als die Strahlung aus der Geländeoberfläche, als nun auch die Alpha- und Betastrahlen wirksam werden und das schädlich strahlende Material längere Zeit im

Körper verbleibt. Auch auf der Haut abgelagertes radioaktives Material führt zu Schädigungen.

Es wird also notwendig, dass der Aufenthalt in verseuchten Gebieten nicht nur zeitlich beschränkt werden muss, sondern dass der Mensch die Gasmaske trägt und sich durch einen Schutzanzug, welcher nachher gewaschen werden muss, vor Staubaufschlag auf der Haut schützt, sowie Essen, Trinken und Rauchen von unkontrollierten Genussmitteln vermeidet.

Ueber die *Ausdehnung der radioaktiven Verseuchung* sind wir recht spärlich unterrichtet. Es liegen sichere Angaben nur von der allerersten Versuchsbombe vor, die ungefähr einen Monat vor den Einsätzen in Japan in der Wüste von Neu-Mexiko, 30 m über dem Boden an einem Stahlurm aufgehängt, zur Explosion gebracht worden ist, sowie von der Unterwasserbombe des zweiten Bikiniversuches im Sommer 1946.

In Abb. 27 ist die Verseuchungslage, welche von den Amerikanern für die +30-m-Bombe in Neu-Mexiko bekanntgegeben worden ist, auf dem Flugplatz von Dübendorf eingetragen. Angegeben sind die Strahlungsintensitäten eine Stunde nach der Explosion, die nun in dem vorhin angegebenen Ausmasse mit der Zeit immer schwächer werden.

Das von den Amerikanern bekanntgegebene verseuchte Gebiet durch die Unterwasserbombe von Bikini ist ganz wesentlich grösser. Während der Radius des Kreises, wo bei der +30-m-Bombe eine Stunde nach der Explosion 50 r/h gemessen worden sind, nur 350 m beträgt, wird für die Unterwasserbombe eine eiförmige Kurve angegeben, die in der Windrichtung eine Ausdehnung von 3000 m, senkrecht zur Windrichtung 1700 m und gegen den Wind 1300 m von der Explosion aus aufweist. Weitere Beispiele mit sicheren Angaben sind uns nicht bekannt.

Es wird bei jedem tiefen Einsatz vollkommen unsicher sein, wie weit und in welchem Ausmasse das Gelände um den Krater verseucht sein wird, da man das Kaliber der Bombe (Energieäquivalent) und die genaue Sprenghöhe nicht kennt und da ausserdem der Auswurf und die Staubbildung weitgehend von der

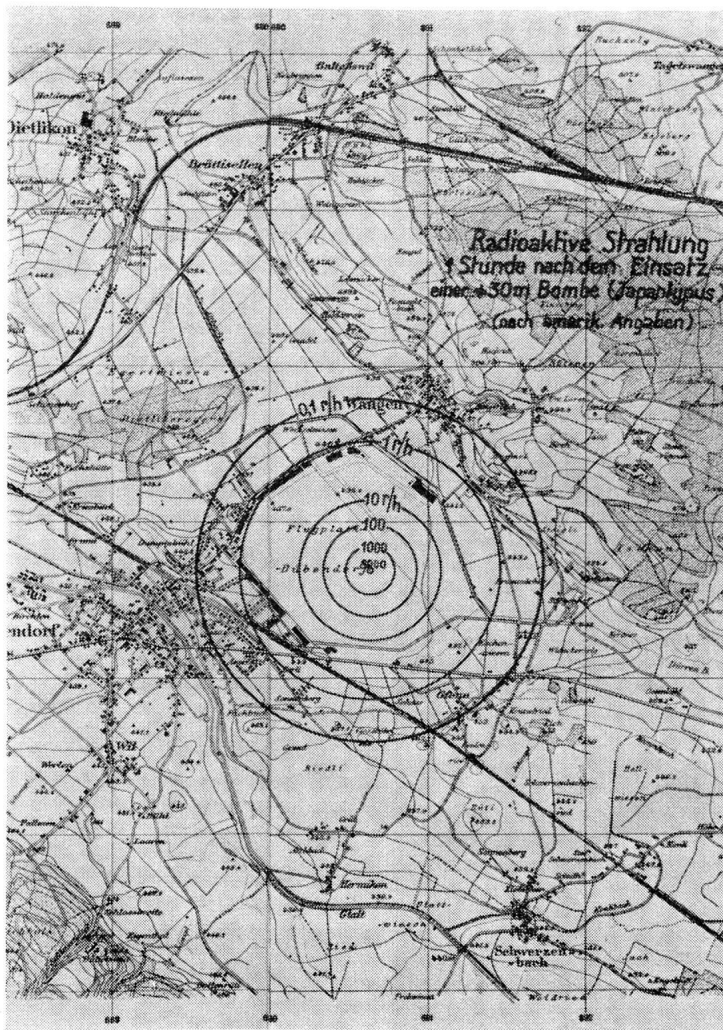


Abb. 27. Die Verseuchungslage eine Stunde nach der Explosion einer 20-kt-Bombe 30 m über dem Flugplatz Dübendorf; die angegebenen Radioaktivitäten entsprechen den amerikanischen Angaben von der 1. Versuchsbombe im Juli 1945.

Beschaffenheit des Untergrundes und von den Windverhältnissen abhängig sein werden.

Es stellt sich die zwingende Forderung, durch den systematischen Einsatz von Messpatrouillen die Verseuchungslage abzuklären.

Die Auswertung der Messungen ist Aufgabe des ABC-Offiziers, welcher seinen Vorgesetzten darüber orientieren muss, welche Räume für die Truppe (gleichgültig, ob kombattante, Luftschutztruppen oder gegebenenfalls die Organe des Zivilschutzes) freigegeben werden können und in welchen Räumen von einem gewissen Zeitpunkt an ein befristeter Aufenthalt zulässig ist.

Im weiteren liegt den sogenannten A-Spezialisten die Aufgabe ob, die verdächtigen Lebensmittel und das Trinkwasser auf radioaktive Verunreinigungen zu kontrollieren.

7. Schutz- und Abwehrmassnahmen

Die Schutz- und Abwehrmassnahmen für die Zivilbevölkerung im Kriege müssen im Hinblick auf die möglichen Waffeneinsätze umfassen:

- die Aufklärung und Orientierung der Bevölkerung über die Gefahren des modernen Krieges sowie über die Möglichkeit und Zweckmässigkeit von Schutz- und Abwehrmassnahmen;
- ein ausgebautetes Warnsystem;
- die Erstellung von Schutzräumen;
- die Vorbereitung möglicher Evakuationen (Dezentralisationen);
- den Ausbau der zivilen Schutzorganisationen, umfassend Brandbekämpfung, Rettungsdienst und Sanitätsdienst durch Rekrutierung, Bereitstellung der Mittel und genügende Ausbildung auf allen Stufen.

7.1 Die Aufklärung der Zivilbevölkerung

Die Aufklärung und Orientierung der Zivilbevölkerung stellt selbstverständlich an sich noch keine Schutzmassnahme dar, sie ist aber Vorbedingung für die Bereitschaft der Bevölkerung, an den Vorbereitungen der Schutzmassnahmen mitzuwirken.

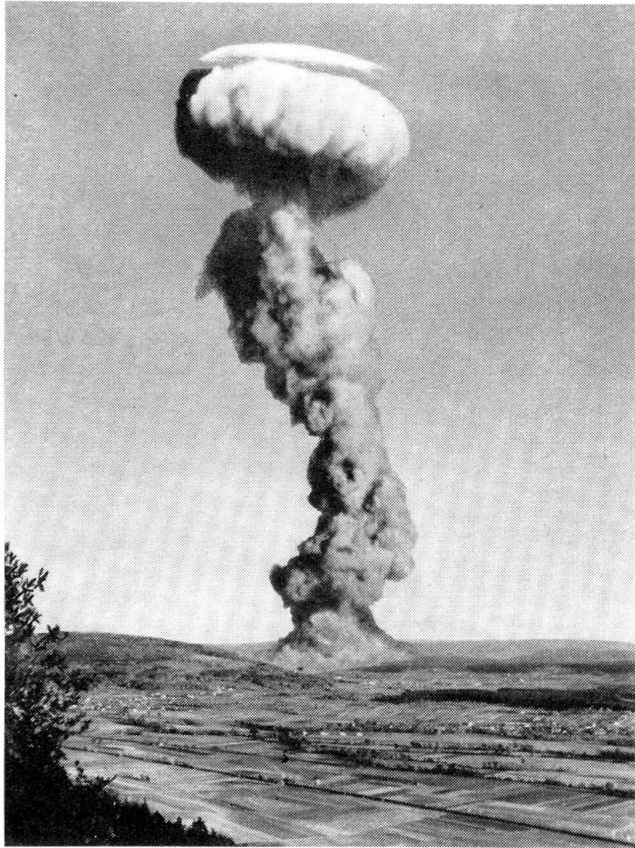


Abb. 28. Photomontage. Der Pilz einer hohen Atombombenexplosion über einer Ortschaft in 12 km Distanz, Zustand 5 Min. nach der Explosion; der Pilz ist zirka 8 km hoch.

Für den zweckmässigen Aufbau der Schutzorganisationen ist eine richtige Vorstellung von den möglichen Waffeneinsätzen und deren Wirkung unerlässlich.

Nach der Ueberzeugung des Verfassers kann in der Aufklärung und der Orientierung der Zivilbevölkerung nur die Wahrheit Bestand haben. Es geht nicht an, die Wirkungen eines modernen Luftangriffes zu bagatellisieren, ebenso verfehlt ist es, die Gefahren zu übertreiben und die Möglichkeiten eines wirksamen Schutzes überhaupt zu verneinen.

In den vorangehenden Abschnitten ist versucht worden, ein objektives Bild über die Erscheinungen einer Atombombenexplosion und deren Wirkungen zu geben.

Ueber den Umfang der zu erwartenden Zerstörungen in Ortschaften und über die Verlusterwartungen ist in Ziff. 4 ausführlich berichtet.

Als brauchbares Hilfsmittel, einen wirklichkeitstreuen Eindruck vom Ausmass einer *Atombombenexplosion* zu vermitteln, können *Photomontagen* dienen, indem man in irgendeine Landschaft eine Photographie eines Atombombenpilzes im richtigen Grössenverhältnis hineinmontiert.

Abb. 28 zeigt eine Landschaft mit einem Atombombenpilz über einer Ortschaft, die in 12 km Entfernung vom Standort des Beobachters aus liegt. Das Mittel der Photomontage muss gewissenhaft angewandt werden, indem mit falschen oder tendenziösen Kommentaren durch die Aufnahme nur Unsicherheit oder falsche Vorstellungen geweckt werden.

7.2 Das Warnsystem

ist heute bereits wieder — wie während des Krieges — durch modernste Mittel ergänzt, weitgehend ausgebaut und betriebsbereit.

Die gesamte Warnorganisation ist dem Territorialdienst unterstellt.

7.3 Die Erstellung von Schutzräumen

Das bestorganisierte Warnsystem kann keinen Nutzen, eher Schaden bringen, wenn keine Luftschutzräume vorbereitet sind, in welche sich die Bevölkerung bei der Warnung zurückziehen kann.

Fehlen Schutzräume, so besteht die Gefahr, dass bei einer Warnung eine Fluchtbewegung einsetzt, durch welche die Verlusterwartung ganz wesentlich gesteigert werden müsste.

Beim Bau von Schutzräumen kann es sich nicht darum handeln, Verluste unter der Zivilbevölkerung vollkommen zu verhindern, sondern es geht darum, durch den Ausbau möglichst vieler Schutzräume mit zumutbaren Mitteln die Verluste zu verringern.

Der «nahtreffersichere Schutzraum», wie er in den Richtlinien für den baulichen Luftschutz (Bern 1949, EMD - A+L) beschrieben ist und wie er heute in Neubauten erstellt werden muss, wird zwar bei einer Atombombenexplosion im Schadenzentrum häufig nicht mehr standhalten, er wird aber schon im Abstand von einigen hundert Metern vom Schadenzentrum Schutz bieten. Es wird sich eine breite, kreisringförmige Fläche ausbilden, auf welcher der Mensch ausserhalb des Schutzraumes durch Hauseinstürze, fallende Trümmer und durch die direkten Strahlungen ausserordentlich stark gefährdet sein wird, während im Schutzraum die Gefahr auf ein Minimum beschränkt ist. Schematisch kann die Verlusterwartung mit der in Abb. 29 dargestellten Zeichnung vor Augen geführt werden.

Es ist gar keine Frage, dass durch den Bau von nahtreffersicheren Schutzräumen die Verlusterwartung auf $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ der Verluste beim Fehlen von Schutzräumen herabgesetzt werden kann.

Es sei auch auf Tabelle 4 (Seite 15) hingewiesen.

In bezug auf die Einzelheiten des Schutzes durch Schutzräume kann folgendes angeführt werden:

Der einfachste Schutzraum schützt gegen die *thermische Strahlung*, welche dem ungeschützten Menschen

auf 3—4 km noch gefährlich werden kann, vollkommen (vgl. Ziff. 3.2).

Die *Druckwelle* wird den Insassen nur soweit gefährlich werden, als die Schutzraumdecke der Trümmerlast oder bei leichter Ueberdeckung der direkten Druckwirkung nicht standzuhalten vermag; dies wird um das Schadenzentrum herum häufig der Fall sein.

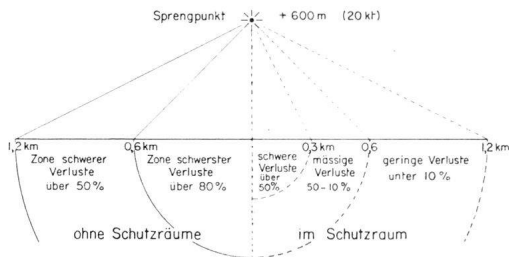


Abb. 29. Schematische Darstellung der Verlufterwartung in Ortschaften mit und ohne Schutzräumen.

Der *Schutz gegen die radioaktive Strahlung* der Explosion ist ein Kapitel für sich, auf das an dieser Stelle kurz eingegangen sei. Es ist schon in Ziff. 3.3 ausgeführt worden, dass es — im Gegensatz zur Abschirmung der thermischen Strahlung — relativ grosse Materialdicken braucht, um die Gammastrahlen erheblich abzuschwächen. Am zweckmässigsten rechnet man mit der sog. «Halbwertsdicke» eines Materials, als welche die Schichtdicke bezeichnet wird, die beim Durchgang einer Strahlung deren Intensität auf die Hälfte herabsetzt. Bei zwei Halbwertsdicken resultiert $\frac{1}{4}$, bei drei Halbwertsdicken $\frac{1}{8}$ der Intensität der einfallenden Strahlung usw.

Die Halbwertsdicken für die Gammastrahlen von Atombombenexplosionen sind:

für Beton, Backsteine usw.	12 cm
für Eisen	4 cm
für Blei	2 cm
für Wasser	30 cm

Man darf — allerdings nur in erster Annäherung — rechnen, dass die Halbwertsdicken umgekehrt proportional dem spezifischen Gewicht (Dichte) des Materials gehen.

Das folgende Beispiel zeigt schematisch die Wirksamkeit der Abschirmung gegen die Gammastrahlung.

Wenn man sich vorstellt, dass alle Einwohner einer Stadt vollständig ungeschützt der Gammastrahlung einer Normalbombe (20 kt und 600 m Höhe) ausgesetzt seien, so wissen wir (vgl. Ziff. 3.3), dass im Radius von 1,15 km vom Zentrum eine Strahlung von 400 r auftritt, welche in 50% der betroffenen Fälle zur tödlichen Schädigung führt. Alle Einwohner innerhalb des 1,15-km-Kreises müssen praktisch als verloren gelten.

Wenn sich aber alle Einwohner in Schutzräumen befinden, welche mit nur 12 cm Beton (oder einer entsprechenden Schichtdicke eines anderen Materials) überdeckt sind, so wird die Strahlung im Zentrum

auf die Hälfte, in einiger Distanz vom Zentrum infolge des schrägen Einfalls der Gammastrahlen, welche also einen grösseren Weg als nur die Dicke der Decke zu durchlaufen haben, auf mehr als die Hälfte abgeschirmt und der 400-r-Radius fällt von 1,15 km auf 0,8 km ab, die betroffenen *Flächen* verhalten sich wie 2:1, d. h. die Verlufterwartung durch die Gammastrahlung allein wird, wenn die Einwohner gleichmässig auf der Fläche verteilt sind, auf die Hälfte herabgesetzt.

In Abb. 30 sind die Verlufterwartungen bei verschiedenen Betondicken graphisch dargestellt.

Alle Ueberlegungen zeigen, dass die Verlufterwartung bei Atombombenexplosionen durch den Bau genügender, auf das gesamte Gebiet der Ortschaft verteilter Schutzräume in ganz erheblichem Masse herabgesetzt werden kann.

Es ist bemühend, zu beobachten, wie passiv sich ein grosser Teil unserer Bevölkerung zur Notwendigkeit dieser wirksamsten und im Grund sehr einfachen Schutzmassnahme verhält; geradezu bedenklich muss es aber angesprochen werden, wenn Schul- und Baubehörden steuerkräftiger Gemeinden z. B. beim Bau von Schutzräumen in Schulhäusern knausern.

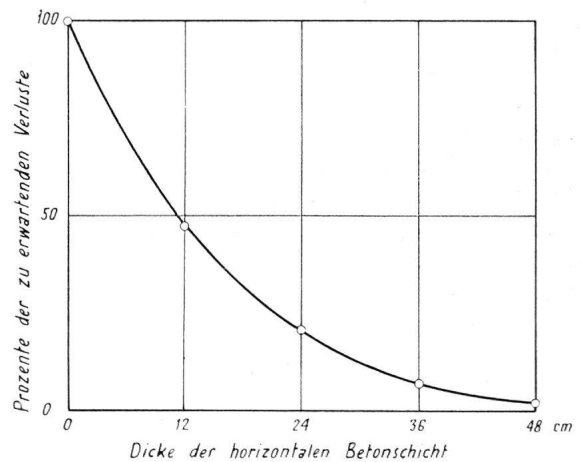


Abb. 30. Reduktion der Verlufterwartung durch Gammastrahlen bei verschiedenen Betondicken, gerechnet für die Explosion einer 20-kt-Bombe mit einer Sprenghöhe von 600 m.

7.4 Die Dezentralisation

An sich muss die Dezentralisation, d. h. die Evakuierung von Einwohnern aus grösseren Ortschaften und ihre Unterbringung in der weiteren Umgebung ausserhalb der Stadt als sicheres und wirksames Mittel zur Herabsetzung der Verlufterwartung bezeichnet werden.

Die Evakuierung stellt aber ungeheure Probleme. Es ist sicher, dass sie nur auf Grund einer ganz sorgfältig durchgeführten Planung, die in Zusammenarbeit von Territorialdienst, Luftschutz- und Gemeindebehörden erfolgen muss, in Frage kommen kann.

Die Probleme können an dieser Stelle nicht erörtert werden.

7.5 Der Ausbau der zivilen Schutzorganisationen

Man kann sich des Gefühls nicht erwehren, dass bei einem Teil unserer Bevölkerung die Bereitschaft zur Mitarbeit in den zivilen Organisationen gering ist.

Mit gesetzlichen Grundlagen, die gefordert werden und die selbstverständlich notwendig sind, ist das wesentliche, die innere Ueberzeugung, dass die Hilfeleistung nicht nur Gesetzespflicht, sondern Menschenpflicht sei, nicht erreicht.

Vielleicht können die folgenden Ueberlegungen als Argumente angeführt werden, schwankende Meinungen zu einer positiven Einstellung zu bewegen.

Kein Mensch kann wissen, wie sich die Weltlage in den nächsten Jahren entwickelt und auch über die Form der möglichen Angriffsverfahren und Waffeneinsätze lassen sich keine genauen Voraussagen machen. Kein Zweifel kann indessen darüber bestehen, dass der Einsatz von Atombomben sehr viel grössere Verluste zur Folge haben wird, wenn keine Schutz- und Abwehrmassnahmen vorbereitet sind, als wenn dies der Fall ist.

Bei einer Katastrophe wird die natürliche Reaktion jedes unversehrt gebliebenen Menschen sein, der Drang zu helfen. Eine nicht organisierte und nicht vorbereitete Hilfe wird aber unendlich viel weniger ausrichten können als die vorbereitete Hilfe.

Es kann nicht Aufgabe des vorliegenden Aufsatzes sein, den Aufbau der zivilen Organisationen zum Schutze und zur Betreuung der Zivilbevölkerung im Detail zu diskutieren. Es sei indessen dem Verfasser erlaubt, einige Gedanken, die sich bei der Beschäftigung mit den Problemen um die Atombombe aufdrängen, kurz mitzuteilen :

Unter Berücksichtigung der Möglichkeit von Atombombeneinsätzen dürfen die Organisationen, namentlich in grösseren Ortschaften, nicht in der Ortschaft selbst zentralisiert sein, sondern ein Teil davon muss mit den entsprechenden Mitteln zum Einsatz von aussen in der Umgebung bereitgestellt werden.

Unmittelbar nach der Katastrophe ist mit einer sehr grossen Anzahl von Menschen zu rechnen, die aus der Stadt fliehen. Es ergibt sich die Notwendigkeit, ausserhalb der Stadt Auffangstellen vorzubereiten, welche die Flüchtlinge, soweit sie verletzt sind, in ebenfalls aussenliegende Sanitätsstellen einweisen, während die unverletzten Menschen, soweit sie dazu befähigt sind, zweckmässig unter Führung zum Einsatz an den Rettungsaktionen angehalten werden sollen.

Bei Atombombenangriffen werden automatisch die in der Nähe liegenden Luftschutztruppen zur Unterstützung der zivilen Organisationen eingesetzt werden. Es ist klar, dass die Zusammenarbeit geregelt und sichergestellt sein muss.

Ein systematischer und rationeller Einsatz der verschiedenen zur Verfügung stehenden Kräfte ist nur denkbar unter einer einheitlichen Leitung, welche über

eine eingespielte Stabsorganisation verfügt. Auch die Verbindungen müssen sichergestellt sein. Der Einsatz der Hilfskräfte in die Ortschaft kann erst befohlen werden, wenn die Leitung über eine allfällige radioaktive Verseuchung im klaren ist, so dass eine der ersten Aktionen darin bestehen muss, die A-Spürer der Luftschutzbataillone mit den Geräten einzusetzen.

Wie weit in grösseren Ortschaften die zivile Organisation ebenfalls über Messgeräte sollte verfügen können, ist noch genauer abzuklären. Ein allfälliger Einsatz hätte indessen nur von einer ausserhalb der Katastrophengebiete liegenden Einsatz- und Auswertestelle aus einen Sinn. Es ist in diesem Zusammenhang auch darauf hinzuweisen, dass die Ausbildung von Fachspezialisten wesentlich mehr Zeit erfordern würde, als nach den bis jetzt vorliegenden Entwürfen für die Ausbildung der zivilen Organisation zur Verfügung steht.

Vollständig der zivilen Organisation muss der Ausbau des Sanitätsdienstes überbunden werden, da die Luftschutztruppe über keine Sanitätsformationen verfügt, welche die Verwundeten aufnehmen könnten.

Wie aus den Angaben von Ziff. 4 (vgl. z. B. Tabelle 4) hervorgeht, ist mit einem riesigen Anfall von Verwundeten in der Grössenordnung von Zehntausenden zu rechnen. Die in der näheren und weiteren Umgebung der betroffenen Ortschaft befindlichen Spitäler werden nicht in der Lage sein, alle Verletzten aufzunehmen, sondern man wird gezwungen sein, durch Einrichtung behelfsmässiger Sanitätsstellen und Beiziehung von nicht ausgebildetem Pflegepersonal den Verwundeten die erste Hilfe angedeihen zu lassen.

Schlusswort

Der Verfasser hat anlässlich zahlreicher Vorträge feststellen können, dass seine Ausführungen Hörer, welche zum ersten Male über die Wirkung der Atombombe orientiert worden sind, tief beeindruckt haben. Das hier gegebene Bild ist düster, dürfte aber — bei allen Unsicherheiten, die in unseren Kenntnissen über die Atombombe noch bestehen — der Wirklichkeit einigermaßen entsprechen, und es gilt, die Möglichkeiten eines nächsten Krieges offen zu schildern, um auf die grosse Gefahr hinzuweisen und keine Anstrengungen zu scheuen, ihnen im Rahmen des Möglichen zu begegnen.

Figurennachweis

Die Klischees für die Abbildungen 6 bis 9, 12, 18, 19, 21, 22 und 24 stammen aus dem 1949 erschienenen Buch des Verfassers «Ueber die Atombombe» und sind von dessen Herausgeber, der Gesellschaft für militärische Bautechnik, in freundlicher Weise zur Verfügung gestellt worden. Fig. 17 stammt aus der Eugen-Bircher-Festschrift (1952), das Klischee ist uns vom Verlag H. R. Sauerländer & Co., Aarau, überlassen worden. Sowohl der Gesellschaft für militärische Bautechnik wie dem Verlag Sauerländer sei dafür auch an dieser Stelle unser aufrichtiger Dank ausgesprochen.