**Zeitschrift:** Das Schweizerische Rote Kreuz
**Herausgeber:** Schweizerisches Rotes Kreuz
**Band:** 59 (1949-1950)
**Heft:** 11

**Artikel:** Kernreaktionen, Atomenergie und ihre Verwendung im Kriege
**Autor:** Gessner, Hermann
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-557028

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

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

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

**Download PDF:** 20.07.2025

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

# KERNREAKTIONEN, ATOMENERGIE UND IHRE VERWENDUNG IM KRIEGE

*Von Prof. Dr. Hermann Gessner*

Der Einsatz der Atombomben gegen Japan Anfang August 1945 hat die Welt vor die Tatsache gestellt, dass eine neue Waffe geschaffen war, mit welcher in einer einzigen Bombe eine Wirkung erzielt werden konnte, die einem kombinierten Massenangriff mit Brand- und Brisanzbomben gleichkam.

Es war den Amerikanern mit einem ganz unerhörten Aufwand an wissenschaftlicher, technischer und wirtschaftlicher Zusammenarbeit gelungen, eine Energiequelle für militärische Zwecke auszunützen, deren Erschliessung vor 1939 den Fachleuten noch in ferner Zukunft zu liegen geschienen hatte. Es handelte sich um die bei *Atomkernreaktionen* freiwerdende Energie.

## *Kernreaktionen und Atomenergie*

*Atomkernreaktionen* unterscheiden sich grundsätzlich von chemischen Reaktionen dadurch, dass sich dabei chemische Elemente (chemische Grundstoffe) in andere Elemente umwandeln, während bei gewöhnlichen Reaktionen die Elemente der an der Reaktion beteiligten Stoffe durchaus erhalten bleiben.

Atomkernreaktionen spielen sich in der Natur ab in radioaktiven Elementen, welche dauernd von selbst in einer Umwandlung begriffen sind; ferner in ungeheurem Ausmasse in der Sonne, wo ständig Helium aus Wasserstoff entsteht. Ohne die Energieerzeugung durch diese Reaktion wäre die Sonne schon längst erkaltet. «Künstliche» Atomkernreaktionen konnten bisher im Laboratorium nur an kleinen Stoffmengen erzielt werden; die erste — die Umwandlung von Stickstoff in Sauerstoff — ist dem berühmten englischen Kernphysiker *Lord Rutherford* im Jahr 1919 gelungen.

Entscheidend für die *Auswirkung* einer Atomkernreaktion ist die Tatsache, dass dabei *Energien frei werden*, die um das ein- bis zehnmillionenfache grösser sind als dies bei chemischen Reaktionen gleicher Massen (Stoffmengen) der Fall ist.

Einige Beispiele sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

*Tabelle I* Vergleich der in Freiheit gesetzten Energien bei chemischen Reaktionen und bei Atomkernreaktionen.

| | *Die freigewordene Energie beträgt:* |
|---|---|
| *A. Chemische Reaktionen:* | |
| 1. Verbrennung von 1 kg reiner Kohle | 8 150 kcal *) |
| 2. Verbrennung von 1 kg Benzin | 10 360 kcal |
| 3. Zerfall (Explosion) von 1 kg Nitrozellulosepulver, Trotyl und dgl. | ca. 1 000 kcal |
| *B. Atomkernreaktionen:* | |
| 1. Umwandlung von Wasserstoff in Helium (Atomkernreaktion der Sonne) bei der Bildung von 1 kg Helium | 150 Milliarden kcal |
| 2. Urankernspaltung (Atombombe), Zerfall von 1 kg Uran-235 | 21 Milliarden kcal |

*) Als Masseinheit für die freiwerdende Energie ist die sog. Kilokalorie gewählt; 1 kcal ist die Energie in Form von Wärme, die notwendig ist, um 1 Liter Wasser um 1° Celsius zu erwärmen; die kcal ist gleichwertig 427 Meterkilogramm (mechanische Energie), die notwendig sind, um 427 kg einen Meter hoch zu heben.

## *Die Atombombe*

In der Atombombe gelangt eine explosionsartig ablaufende Kernreaktion zur Anwendung. Das Element *Uranium 235*, das im natürlichen Uran mit einem Anteil von nur 0,7 % enthalten ist und in ähnlicher Weise das im Verlaufe der amerikanischen Arbeiten erzeugte Plutonium, ein ganz neues Element, das bis jetzt auf der Erde überhaupt nicht vorhanden war, weisen die Eigenschaft auf, dass einzelne ihrer Atomkerne spontan zerfallen und dass sich die Reaktion mit grosser Geschwindigkeit von einem Atomkern auf zwei andere, von diesem auf vier und so weiter fortpflanzt, so dass eine sogenannte *Kettenreaktion* zustande kommt.

Die Kettenreaktion läuft aber nur in grösseren

Stücken weiter, die eine bestimmte kritische Grösse überschreiten; kleinere Stücke können nicht zur Reaktion gebracht werden und sind gefahrlos lagerfähig.

Auf dieser Eigenschaft beruht die *Konstruktion der Atombombe.* Es werden zwei kleinere, unterhalb der kritischen Grösse liegende Stücke von Uran-235 oder Plutonium in einer geschützrohrförmigen Bombe eingebaut und im gegebenen Zeitpunkt rasch zu einem Stück vereinigt, indem das eine Stück auf das andere geschossen wird. Die Reaktion tritt sofort ein.

Ueber die Einzelheiten der Bombenkonstruktion sind wir nicht orientiert. Nach den offiziellen amerikanischen Angaben war die Energie, die bei der Explosion der in Japan eingesetzten Bomben frei geworden ist, gleich der Energie, die bei der Explosion von 20 000 Tonnen Trotyl (Sprengstoff) frei wird; das sind rund 20 000 000 000, also 20 Milliarden Kilokalorien. Die zerfallene Uranmenge in der Atombombe muss somit etwa ein Kilogramm betragen haben, wobei aber die in die Bombe eingebaute Gesamtmenge wesentlich grösser war, da nach den amerikanischen Angaben nur wenige Prozent des Urans ausgenützt werden konnten.

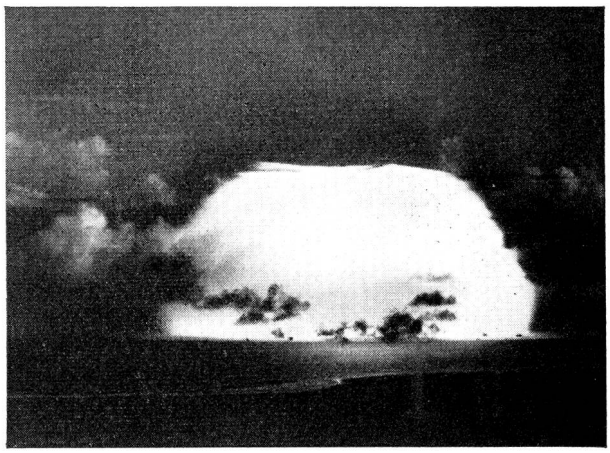


*Abb. 1. Glühende Gasmasse nach der Explosion; Flieger-Aufnahme von der ersten Versuchsbombe in Bikini. Das Bild muss in einem ziemlich späten Zustand aufgenommen worden sein, der Durchmesser der glühenden Masse ist jedenfalls wesentlich grösser als 1 km; die schwarzen Flecken am untern Rand der hellen Fläche sind Zielschiffe. Aufnahme «Joint Army-Navy Task Force I».*

*Anmerkung: Diese und die nachfolgenden Abbildungen sind dem Buche des Verfassers «Ueber die Atombombe» (3) entnommen.*

### *Die Vorgänge bei der Explosion*

Die physikalischen Vorgänge bei einer Kettenreaktion lassen sich nur sehr bedingt mit einer Sprengstoffexplosion vergleichen. Beiden gemeinsam ist der Anfall einer sehr grossen Energiemenge auf kleinstem Raum. Der Ablauf der Kettenreaktion ist aber zweifellos wesentlich langsamer als derjenige einer Trotylexplosion, ferner treten Strahlungen auf, die bei einer gewöhnlichen Explosion fehlen.

Die ungeheure Energiemenge, die zunächst auf einen sehr kleinen Raum konzentriert ist, erzeugt einen Zustand, wie er im Laboratorium niemals erreicht werden kann. Es werden von prominenten Physikern für das Explosionszentrum Temperaturen von 10 Millionen Grad Celsius und 10 Millionen Atmosphären Druck angegeben.

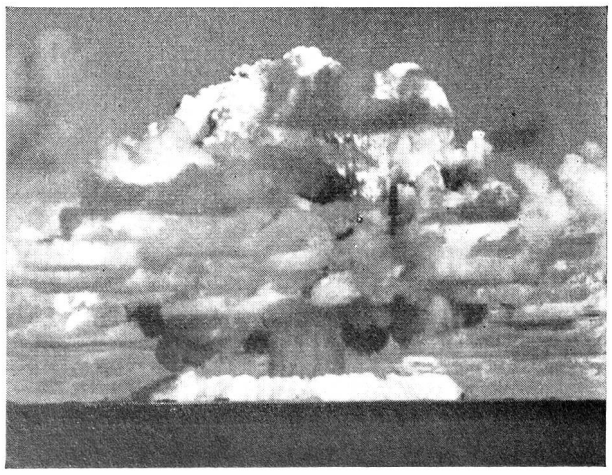
Die hohe Temperatur führt sofort zu einer ganz intensiven Wärmeabstrahlung und der hohe Druck hat eine Expansion der verdichteten Metalldämpfe zur Folge, welche sich als Luftdruckwelle weiter radial in den Luftraum hinaus fortpflanzt. Nach dem Druckausgleich bleibt ein ungeheurer glühender Gasball (Feuerball) von mehreren 100 m Durchmesser stehen, wie er in zahlreichen photographischen Aufnahmen gezeigt worden ist (Abb. 1). Aus der glühenden Gasmasse wird weitere Energie in Form von Wärme abgestrahlt.

Neben der Wärmestrahlung und der Luftdruckwelle, welche den grössten Teil der freigewordenen Energie in den Raum wegführen, tritt eine intensive *radioaktive Strahlung* auf, eine Strahlung also, wie sie von natürlichen radioaktiven Elementen (z. B. Radium) ausgeht. Man hat dabei zu unterscheiden zwischen der primären Strahlung, die gerade im Moment der Explosion eintritt, und einer sekundären, andauernden Strahlung.

Die *primäre, kurzdauernde Strahlung* ist dadurch gekennzeichnet, dass neben den eigentlichen radioaktiven Strahlenarten noch eine sehr intensive *Neutronenstrahlung* auftritt, die sehr viel durchdringender ist als die meisten andern Strahlen.

Die *sekundäre, andauernde radioaktive Strahlung* rührt zum Teil von den Spaltprodukten der Urankerne her, die im wesentlichen aus radioaktiven Atomen anderer Elemente bestehen und zum an-

*Abb. 2. Bei der Unterwasserexplosion einer Atombombe werden ungeheure Massen radioaktiven Wassers in die Höhe geworfen. Aufnahme vom zweiten Atombombenversuch in Bikini. Der Durchmesser der aufsteigenden Wassersäule wird mit rund 600 m angegeben.*



dern Teil von radioaktiven Stoffen, die durch die Neutronen in der von der Neutronenstrahlung betroffenen Materie gebildet worden sind.

Es handelt sich also um den *Anfall radioaktiver Materie*, die teils in der Atombombenwolke in Gasform in der Atmosphäre mit den herrschenden Luftströmungen verweht wird, teils als radioaktive Staubpartikel oder Wassertropfen auf dem Boden abgelagert wird oder auf dem Boden überhaupt erst gebildet worden ist.

In ganz besonders hohem Ausmass wurde das Wasser bei der Unterwasserexplosion im zweiten Bikiniversuch (vgl. Abb. 2) radioaktiviert.

Die Dauer dieser sekundären Radioaktivität kann sich über Monate erstrecken; genaue Angaben darüber sind allerdings nicht veröffentlicht worden.

*Richtung des Druckstosses*

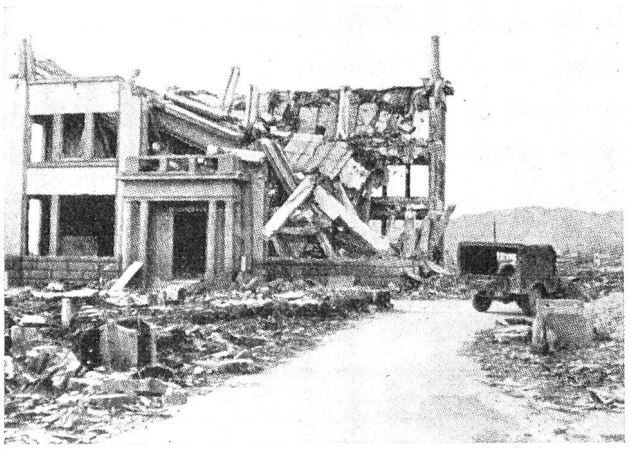


*Abb. 3. Luftdruckwirkung; armierter Betonbau in rund 200 Metern Abstand vom Zentrum (Hiroshima).*
*(Reprod. aus Report of the British Mission to Japan.)*

### *Die Wirkung der Bombe*

Die Wirkung der Atombombe besteht in der *Ueberlagerung* der Wärmestrahlung, des Luftdruckstosses, der radioaktiven, insbesondere der Neutronenstrahlung und dem Anfall an schädlich strahlender Materie.

Das *Ausmass der Wirkung* hängt von der *Menge des zerfallenen Urans* (bzw. Plutoniums) und vom *Abstand des Sprengpunktes* (Ort der Bombenexplosion) vom Objekt ab.

In Japan erfolgte der Einsatz der Bombe im Abwurf vom Flugzeug aus, wobei die Bomben etwa 700 m über dem Boden explodiert sind [1]). Aus den offiziellen englischen und amerikanischen Berichten (1), (2) [2]) sind wir über die Zerstörungen in Hiroshima und Nagasaki einigermassen unterrichtet. Es kann hier nicht der Ort sein, die Wirkung der Bomben in ihren Einzelheiten zu analysieren [3]), dagegen soll im folgenden die Wirkung der Atombombe generell mit der Wirkung anderer, bekannter Waffen untersucht werden.

Die *kombinierte Wirkung der Atombombe* weist Beziehungen zu allen übrigen Waffen auf, das Ausmass ihrer Wirkung ist einem kombinierten Masseneinsatz anderer Waffen gleichzusetzen.

Die *mechanische* Wirkung der Atombombe ist auf die Luftdruckwelle, wie sie in gleicher Weise von der Explosion eines Sprenggeschosses ausgeht, zurückzuführen. Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die Wirkungen des Luftdrucks auf Gebäude. Die zerstörende Wirkung der Druckwelle einer grossen Sprengbombe ist — allerdings in sehr viel kleineren Abständen — wesentlich grösser als diejenige der Atombomben im Schadenzentrum der betroffenen japanischen Städte, also in 700 m Abstand von der Explosion.

Für den Menschen war die Wirkung der Druckwelle insofern von geringerer Bedeutung, als sie von den erheblich gefährlicheren Strahlungswirkungen überlagert worden ist.

Die *Wärmestrahlung* der Atombombe ist der gleiche physikalische Vorgang, wie er in der Nähe der Explosion einer freien Ladung oder vom Mündungsfeuer eines Geschützes aus auftritt; ihre Dauer bei der Atombombe ist allerdings wesentlich länger. Einen Begriff über die Intensität dieser Strahlung gibt der Vergleich mit der Sonneneinstrahlung auf die Erdoberfläche. Direkt unter der Atombombe, also in ungefähr 700 m Abstand von der Explosion, war die während einiger Sekunden eingestrahlte Energie ungefähr so gross, wie sie von der Sonne während 100 Minuten auf die gleiche Fläche eingestrahlt wird.

Durch diese intensive Wärmestrahlung wurde die Oberfläche der betroffenen Materialien auf sehr

*Richtung des Druckstosses*

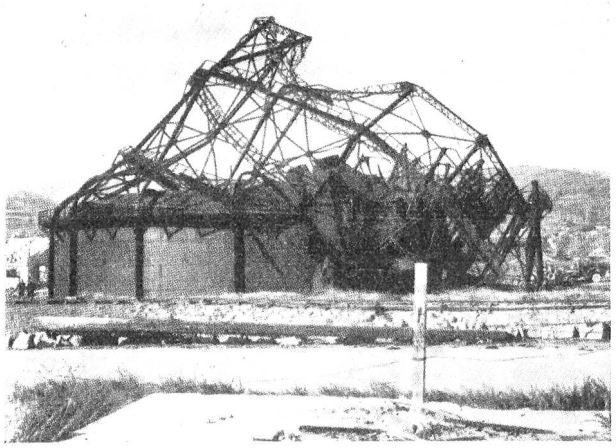


*Abb. 4. Luftdruckwirkung an einem Gasometer in Nagasaki in 1 km Abstand vom Schadenzentrum.*
*(Reprod. aus Report of the British Mission to Japan.)*

[1]) *Die Sprenghöhe von rund 700 m ergibt sich aus der Auswertung verschiedener Beobachtungen mit ziemlicher Sicherheit; andere Angaben, wie sie verschiedentlich zirkulieren, sind wenig wahrscheinlich.*

[2]) *Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf das Literatur-Verzeichnis am Schluss.*

[3]) *Nähere Angaben finden sich im Buch des Verfassers, vergl. (3).*

hohe Temperaturen erwärmt (vgl. Abb. 5); die menschliche Haut verkohlte innert Sekunden, so dass die Betroffenen nach kurzer Zeit starben. In den japanischen Städten sind schwere Verbrennungen in einem Bereich bis zu 1,5 km Abstand vom Schadenzentrum festgestellt worden; leichtere Verbrennungen auf der ungeschützten Haut traten bis zu 4 km Abstand auf (vgl. auch Abb. 6).

Dass durch diese Strahlung zahlreiche Brände entfacht worden sind, die zu katastrophalen Grossbränden führten, ist ohne weiteres verständlich; die ausgebrannte Fläche in Hiroshima betrug rund 10 km². In dieser Beziehung ist die Wirkung der Atombombe dem Masseneinsatz von Brandbomben gleichzusetzen. Abbildung 7 gibt einen Ueberblick über die Zerstörungen in Hiroshima.

Die *radioaktive Strahlung* ist eine Erscheinung, die bei andern Waffen unbekannt ist. Am bedeutungsvollsten ist die Wirkung der *Neutronenstrahlen*, die am toten Material eine gewisse Radioaktivierung ohne weitere Zerstörung oder Schädigungen zur Folge haben, während sie beim Menschen zu einer schweren Schädigung der Körpergewebe führen. Nahe im Schadenzentrum betroffene Menschen, die gegen die Wärmestrahlung abgeschirmt waren, aber von der Neutronenstrahlung betroffen wurden, starben nach wenigen Tagen; in grösseren Abständen betroffene Menschen erkrankten erst nach einigen Tagen bis Wochen an ähnlichen Erscheinungen, wie sie bei intensiver Röntgenbestrahlung auftreten; viele davon starben drei bis vier Wochen nach der Explosion. Weitere Schäden wurden an sämtlichen schwangeren Frauen bis zu 1 km Abstand vom Schadenzentrum festgestellt, bei denen es zu Totgeburten oder Frühgeburten mit nachfolgendem Tod des Kindes kam. Bei den Männern wurde eine Schädigung der Hoden mit Sterilität festgestellt. Abbildung 6 gibt einen Ueberblick über den Umfang der verschiedenen Schädigungen.

Die *Wirkung der sekundären radioaktiven Strahlung*, die, wie bereits ausgeführt, auf den Anfall radioaktiver Produkte von der Urankernspaltung einerseits und auf die Bildung radioaktiver

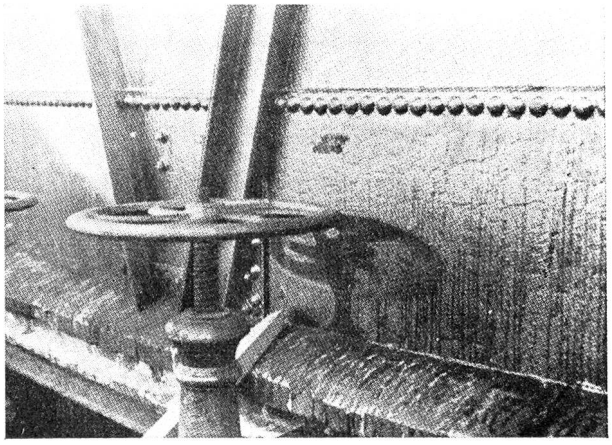


*Abb. 5. Strahlungswirkung auf den Bitumenanstrich einer Gasometer-Stahlwand mit dem Schattenbild des Ventilrades. Hiroshima, Standort 2 km vom Schadenzentrum. (Reprod. aus Report of the British Mission to Japan.)*

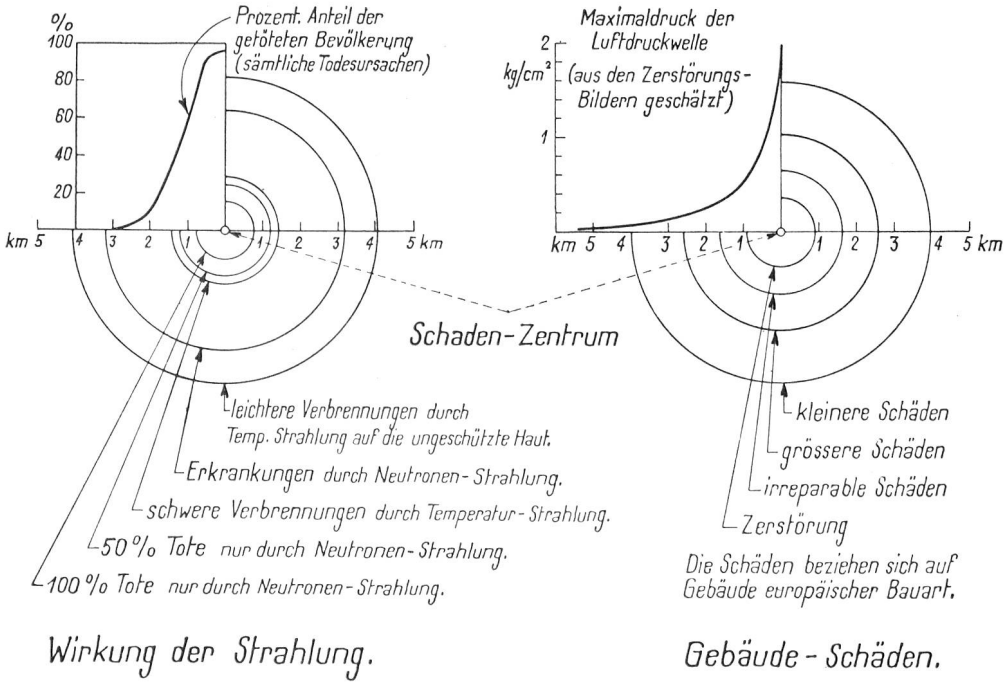



*Abb. 6. Wirkungsradien der Atombombe in Hiroshima und Nagasaki. (Nach dem Diagramm in Report of the British Mission to Japan.)*

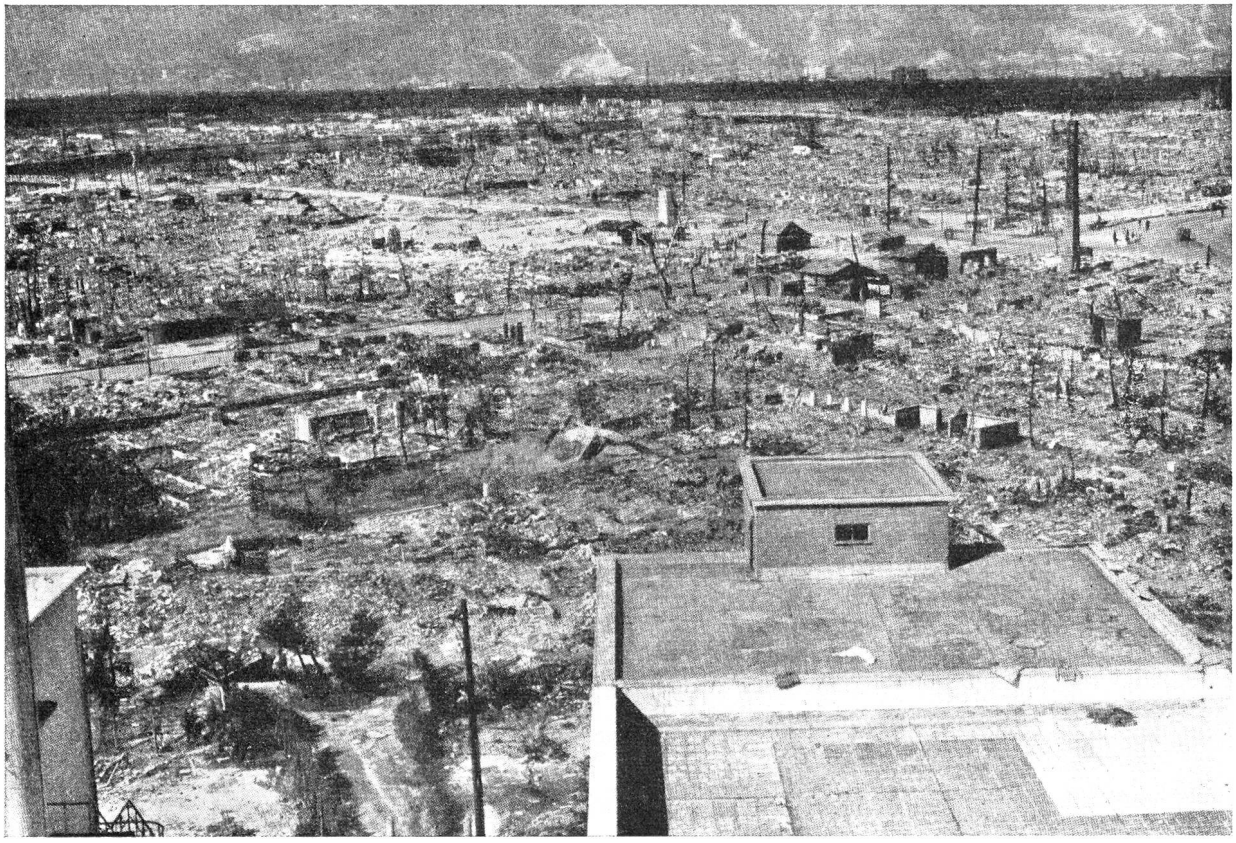


*Abb. 7. Ueberblick über das zerstörte Gebiet in Hiroshima.*
*(Reprod. a. U. S. Strategic Bombing Survey. The Effects of Atomic Bombs.)*

Stoffe in der von den Neutronenstrahlen betroffenen Materie anderseits zurückzuführen ist, war in den japanischen Städten ohne wesentliche Bedeutung.

Zweifellos müsste bei tieferen Sprengpunkten die langandauernde radioaktive Strahlung intensiver und gefährlicher werden. Bei der Unterwasserbombe ist der Anfall ungeheurer Mengen gefährlich-radioaktiven Wassers bekannt, über den Effekt bei der Anwendung der Bombe als Erdmine sind wir nicht unterrichtet, da über derartige Versuche nie etwas laut geworden ist.

Die Wirkung der anfallenden radioaktiven Stoffe ist in gewissem Sinn ähnlich zu beurteilen, wie die Wirkung chemischer Kampfstoffe. Es handelt sich um schädigende Materie, die, entweder in Gasform, ähnlich wie eine flüchtige Kampfstoffwolke, mit dem Wind über das Gelände abgetrieben wird, oder in fester oder flüssiger Form auf einer bestimmten Geländeoberfläche, ähnlich wie sesshafte Kampfstoffe, während längerer Zeit wirksam bleibt.

Es ist in diesem Zusammenhang auf einen weiteren Umstand von schwerwiegender Bedeutung hinzuweisen; bei der Gewinnung der Ausgangsprodukte für die Herstellung der Atombomben fallen sehr grosse Mengen radioaktiver Stoffe als Nebenprodukte an, die in irgend einer Form als *radioaktive Kampfstoffe* in gleicher Weise wie chemische Kampfstoffe eingesetzt werden können.

*Zusammenfassung und Ausblick*

In Tabelle II sind die Wirkungsbereiche der verschiedenen Energiearten, die bei der Explosion der Atombombe anfallen, schematisch zusammengestellt; in Abbildung 8 ist das englische Schema für die Schäden an Häusern europäischer Bauart, wie es sich aus den Beobachtungen in Japan ergeben hat (vgl. Abb. 6), auf den Plan von Zürich übertragen.

Die Zahlen und Bilder sprechen eine deutliche Sprache; die Wirkung einer einzigen Atombombe *muss* einem kombinierten Masseneinsatz von Brisanz- und Brandbomben gleichgesetzt werden. Tabelle III gibt eine amerikanische Zusammenstellung, in welcher die «Erfolge» der Angriffe auf Hiroshima und Nagasaki mit dem grossen Brandbombenangriff auf Tokio vom 9. März 1945 und einer Reihe anderer Angriffe verglichen ist.

Wir wissen nicht, wie sich die Weltpolitik gestalten wird. Sollte sich die heute bestehende Spannung in einem neuen Weltkrieg entladen müssen, so wird der Masseneinsatz an Zerstörungsmitteln etwa dort beginnen, wo er am Ende des letzten Krieges aufgehört hat. Die Wirkung einer Atombombe wird in ihrem Ausmass nicht sonderlich aus dem allgemeinen Bild des Krieges herausfallen, die Einsparung an Einsatzmitteln (Flugzeuge und Bodenorganisation) wird ihr aber eine enorme Ueberlegenheit

*Tabelle II* **Uebersicht über die Wirkung und Wirkungsbereiche der Atombombe.**

| *Art der Wirkung* | *Kombinierte Wirkung durch* | | | |
|---|---|---|---|---|
| | *Luftdruckstoss* | *thermische Strahlung* | *kurzwellige und Neutronenstrahlung* | |
| | | | *primär:* (während der Explosion vorherrschend) Neutronen- und γ-Strahlung | *sekundär:* radioaktive Strahlung durch Uranzerfallprodukte und induzierte Radioaktivität |
| Wirkung gekennzeichnet durch: | mechanische Zerstörung | Starke Temperaturerhöhung der betroffenen Oberfläche | Radioaktivierung der betroffenen Materie<br>Schwere Schädigungen im menschlichen Körper | → Strahlenschädigungen ähnlich wie bei Röntgenstrahlen |
| Wirkungsbereiche (alle Angaben vom *Sprengpunkt* aus gerechnet): | Druckwelle auf Normalbauten:<br>bis 1 km zerstörend<br>bis 1,5 km irreparable<br>bis 2,5 km schwere Schäden | über 1 km schwere Verbrennungen auf der menschlichen Haut;<br>sekundär Flächenbrände nach Quadratkilometern | Ueber 1 km tödlich bis 2,5 km schwere Schädigungen | a) Radioaktive Wolke, wie flüchtige Kampfstoffwolke mit dem Winde verweht;<br>b) Radioaktive Geländeoberfläche, Tage bis Wochen, eventuell länger wirksam; wenig bekannt |

*Tabelle III*

**Vergleich der Atombombenangriffe mit den früheren Angriffen in Japan; Einsatz und Erfolg.**

(U. S. Strategic Bombing Survey)

| | *Hiroshima* | *Nagasaki* | *Tokio 9. 3. 45* | *Durchschnitt von 93 Städteangriffen* |
|---|---|---|---|---|
| Flugzeuge | 1 | 1 | 279 | 173 |
| Bombenlast | 1 Atombombe | 1 Atombombe | 1667 t | 1129 t |
| Bevölkerungsdichte pro Quadratkilometer | 13 500 | 25 000 | 50 000 | unbekannt |
| Zerstörte Fläche | 12 km² | 4,6 km² | 41 km² | 4,6 km² |
| Tote und Vermisste | 70/80 000 | 35/40 000 | 83 600 | 1850 |
| Verletzte | 70 000 | 40 000 | 102 000 | 1830 |
| Anzahl Tote pro zerstörter Quadratkilometer | 5 800 | 8 700 | 2 000 | 400 |
| Gesamtverluste (Tote und Verwundete) pro Quadratkilometer | 11 000 | 16 000 | 4 500 | 800 |

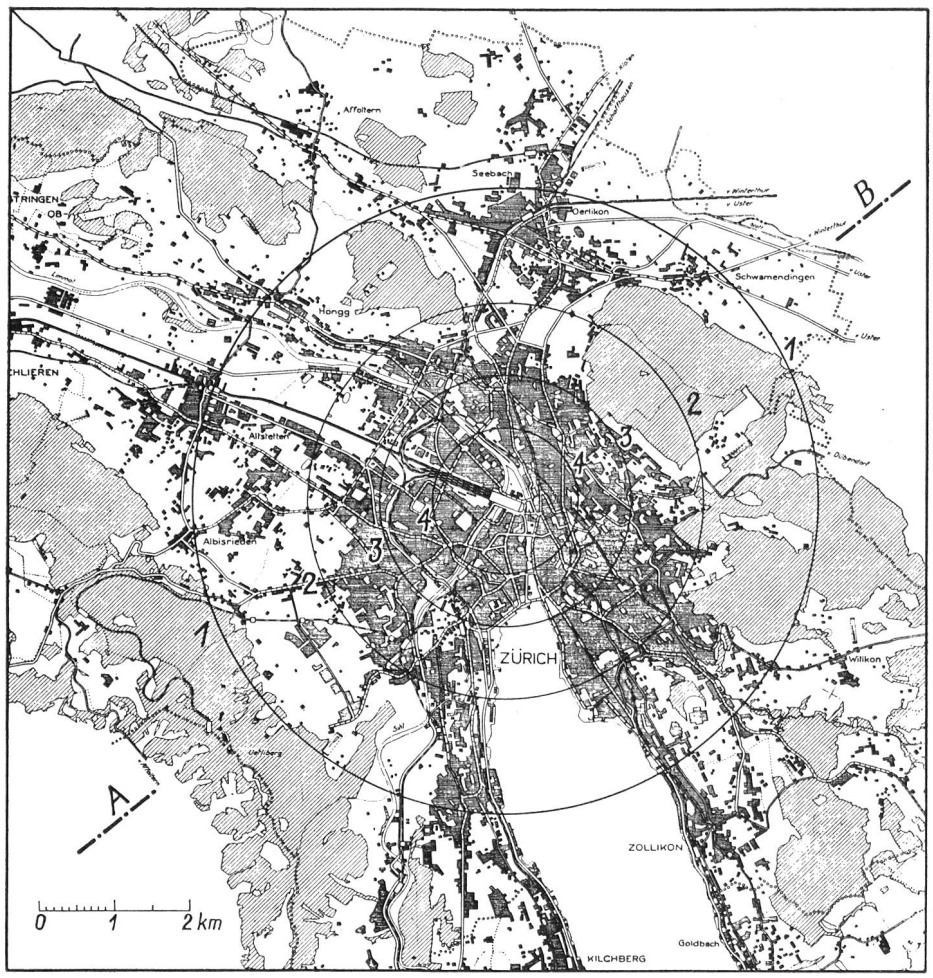


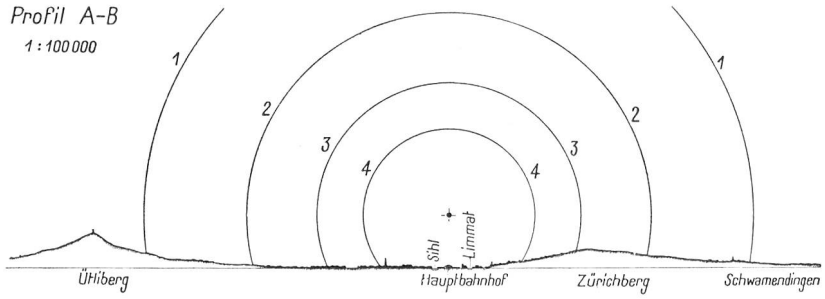

*Abb. 8. Zürich und Umgebung im Maßstabe 1:100 000 mit den Wirkungsbereichen der Atombombe auf Gebäude bei Annahme einer Sprenghöhe der Bombe von 700 m über dem Hauptbahnhof. Die eingetragenen Kreise entsprechen dem englischen Schema (vgl. Abb. 6) und bedeuten:*

*1 Maximale Ausdehnung der kleineren Schäden*

*2 Grössere Schäden*

*3 Irreparable Schäden*

*4 Zerstörung aller nicht überdurchschnittlich starken Konstruktionen.*




gegenüber den andern Waffen verschaffen und gleichzeitig Angriffe auf eine grössere Anzahl von Großstädten erlauben.

Ob es zum Einsatz der Atombombe kommen wird, oder ob jede kriegführende Macht aus Respekt vor Repressalien von seiten des Gegners mit deren Einsatz zögert, wie es im letzten Krieg mit dem Einsatz der chemischen Waffe der Fall war, ist eine weitere Frage, welche durchaus offen gelassen werden muss.

*Dass unsere aktiven und sanitätsdienstlichen Abwehrmassnahmen auf den schlimmsten Fall vorbereitet werden müssen, wird niemand im Ernst bestreiten wollen.*

### *Anmerkung*

Im vorliegenden Aufsatz konnten die Probleme um die Atombombe nur kurz angetönt werden. Zum eingehenderen Studium sei auf das nachfolgende *Literaturverzeichnis* verwiesen:

(1) The effects of the atomic bombs at Hiroshima and Nagasaki. Report of the British Mission to Japan. London 1946.

(2) The United States Strategic Bombing Survey. The Effects of Atomic Bombs on Hiroshima and Nagasaki. Washington 1946.

(3) *H. Gessner:* «Ueber die Atombombe». Gesellschaft für Militärische Bautechnik, Zürich, 1949.

### *Weitere Literatur:*

*H. D. Smyth:* «Atomic Energy for Military Purposes». Princeton (USA) 1945, deutsch von *F. Dessauer,* Basel 1947.

*P. Genoud:* «L'arme atomique». Paris 1950.

*A. J. Coale:* «The Problem of Reducing Vulnerability to Atomic Bombs». Princeton (USA) 1947.