

**Zeitschrift:** ASMZ : Sicherheit Schweiz : Allgemeine schweizerische  
Militärzeitschrift

**Herausgeber:** Schweizerische Offiziersgesellschaft

**Band:** 115 (1949)

**Heft:** 12

**Artikel:** Atomenergie als Waffe

**Autor:** Schneider, Alfred

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-21785>

### **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:** 16.07.2025

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

# Die Atomenergie als Waffe

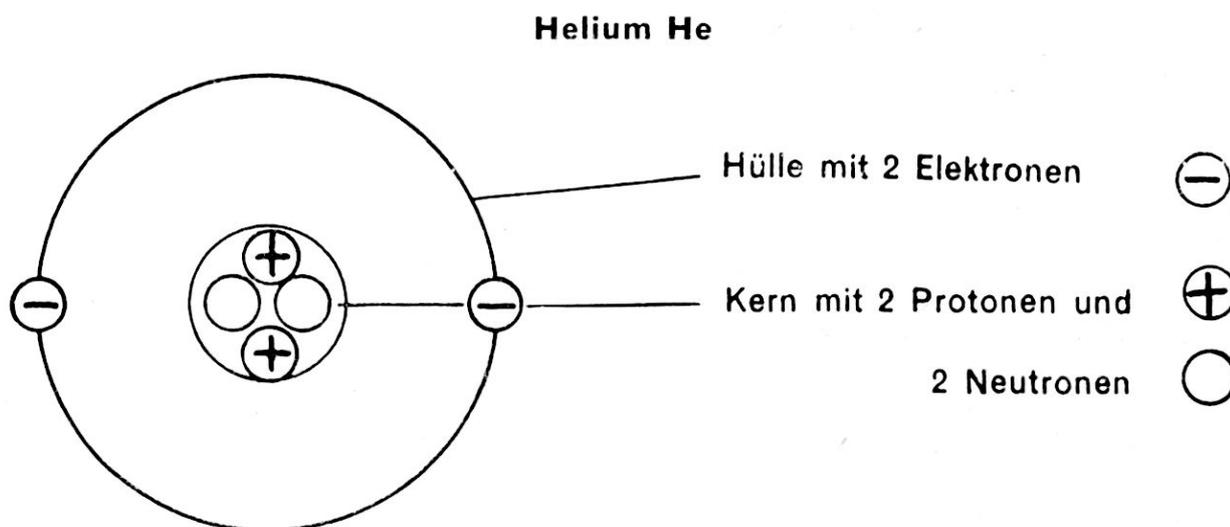
Von Lt. Alfred Schneider

Der nachstehende Aufsatz dürfte manchem Leser nicht viel Neues bringen. Wir veröffentlichen ihn, weil wir festgestellt haben, daß die Kenntnisse über das Wesen der Atombombe bei uns leider auch in Offizierskreisen sehr gering sind. Der Aufsatz vermittelt in gedrängter Form eine gemeinverständliche Einführung in die Materie. – Vielleicht regt er den einen oder anderen Leser unserer Zeitschrift dazu an, sich über den möglichen militärischen Einsatz zu äußern.  
Red.

Wollen wir die Vorgänge, die sich bei der Explosion einer Atombombe abspielen, verstehen, so sind einige Grundlagen notwendig. Die folgenden Ausführungen über den Atombau, das Wesen der Atomkernreaktionen und über die sich daraus ergebende Entwicklung der Atombombe stellen den Versuch dar, das Wesentliche zu vermitteln.

Das Atom ist einem Sonnensystem vergleichbar: die Sonne stellt den Atomkern dar, der praktisch die ganze Masse des Systems enthält. Die sie umkreisenden Planeten von weit kleinerer Masse sind die Elektronen. Der Atomkern ist der Träger der positiven Elektrizität und setzt sich aus kleinen Partikeln zusammen: den positiv geladenen Protonen und den ungeladenen Neutronen. Die Elektronen tragen die entsprechende negative Elektrizität, so daß das Atom nach außen elektrisch neutral erscheint.

Maßgebend für die chemischen Eigenschaften eines Elementes ist die Zahl der Elektronen, die der Zahl der positiven Ladungen im Kern (= Protonenzahl) entspricht. Der Atomkern ist durch zwei Konstanten charakterisiert, nämlich durch die Protonenzahl (= Kernladung) und durch die Masse (= Atomgewicht). – Zur Illustrierung dieser Verhältnisse diene das Beispiel des Heliumatoms.



Da also die chemischen Eigenschaften eines Atoms durch die Kernladung bestimmt sind, kann ein chemisches Element gleicher Kernladung, aber verschiedener Masse bestehen. Man heißt solche Atome *Isotope*. Wir werden später sehen, daß für den Bau der Atombombe Isotope und deren Trennung voneinander von ausschlaggebender Bedeutung sind. Das uns besonders interessierende natürliche Uranium (U) besteht aus drei Isotopen:

0,01 %	U <sup>234</sup>	} Massenzahl
0,7 %	U <sup>235</sup>	
99,3 %	U <sup>238</sup>	

Grundsätzlich unterscheiden wir zwischen chemischen Reaktionen und Kernreaktionen.

Bei jenen bleibt der Atomkern unverändert. Als Beispiele seien angeführt: die Verbrennung von Kohle, die Benzinverbrennung, die Explosion von Sprengstoffen und so fort. Die dabei umgesetzten Energien sind verhältnismäßig klein. So beträgt die freiwerdende Energie bei der Explosion von 1 kg Trotyl (= Trinitrotoluol) 950 – 1000 Kcal.

Kernreaktionen haben eine Veränderung im Atomkern zur Folge. Der Kern vermag Neutronen oder Protonen aufzunehmen oder abzugeben, unter Bildung von Isotopen, bzw. Atomen anderer Elemente. Schließlich kann ein schwerer Kern in Spaltstücke zerfallen, wobei leichtere Atome entstehen. Die bei derartigen Reaktionen umgesetzten Energien sind um ein Vielfaches größer als jene bei chemischen Reaktionen. Auf die Energieverhältnisse soll näher eingetreten werden.

Es läßt sich feststellen, daß bei einer Kernreaktion die Masse des zusammengesetzten Kerns kleiner ist als die Masse seiner Bausteine. Man bezeichnet die verschwundene Masse als Massendefekt  $\Delta m$ . Da die Masse nichts anderes als eine konzentrierte Form von Energie darstellt, die sich in Wärme, mechanische Arbeit oder Strahlung umwandeln läßt, so tritt bei einer Massenänderung auch eine entsprechende Energieänderung ein. In unserem Falle liefert der Massendefekt die Bindungsenergie  $\Delta E$ , die beim Aufbau des neuen Atoms frei wird. – Diese Energie können wir berechnen. Es gibt folgende Formel:

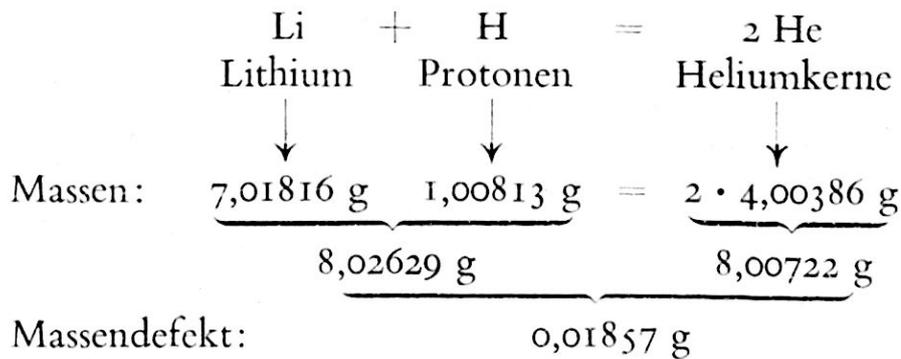
$$\underline{\Delta E = \Delta m \cdot c^2}$$

$c$  ist die Lichtgeschwindigkeit,  
 (=  $3 \cdot 10^{10}$  km pro sec)  
 $\Delta E$  : Bindungsenergie  
 $\Delta m$  : Massendefekt

Die nachfolgende Rechnung bringt zum Ausdruck, welchen enorm großen Energiebetrag schon eine sehr kleine Masse verkörpert.

Die Umwandlung von 1 g Masse in Energie ergibt – ausgerechnet nach der angegebenen Formel – den Betrag von 21,6 Milliarden Kcal ( $21,6 \cdot 10^9$  Kcal), oder in Kilowattstunden ausgedrückt: 25 Millionen Kwh ( $25 \cdot 10^6$  Kwh). Das ist eine Energiemenge, die durch die Verbrennung von 3000 t Kohle gedeckt werden könnte!

Als Beispiel einer Kernreaktion wählen wir die Beschießung von Lithium (Li) mit Protonen.



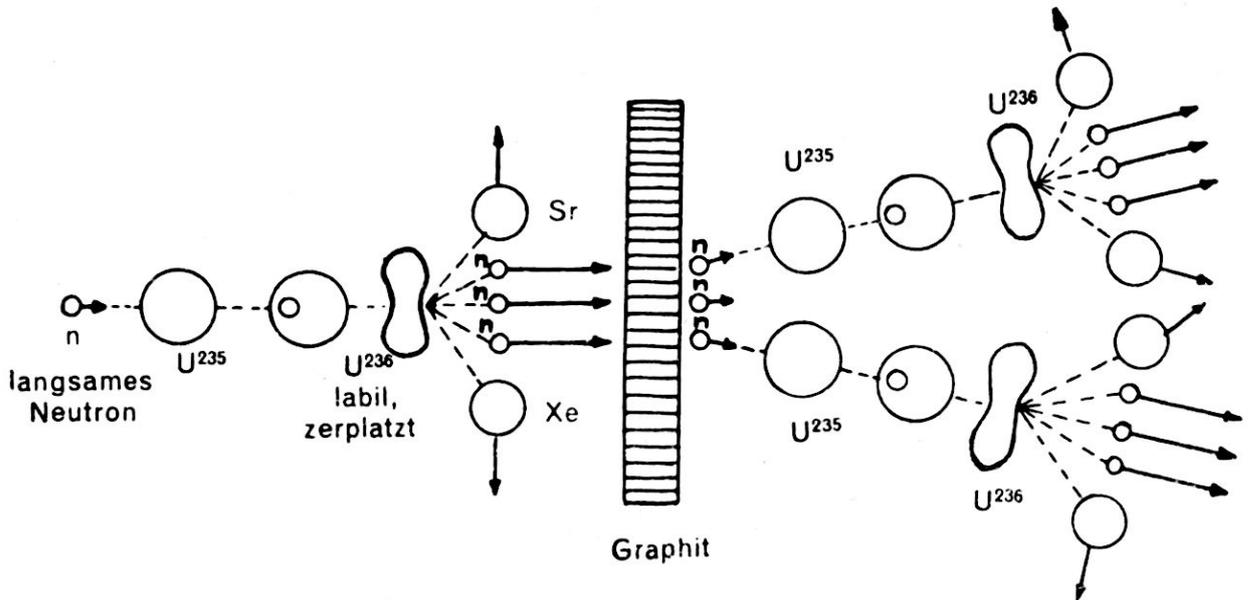
Der Massendefekt entspricht umgerechnet ungefähr einem Energiebetrag von  $4 \cdot 10^8$  Kcal, bezogen auf die 8,0 g Masse, die an der Reaktion teilnehmen. – Diese Kernbeschießung benötigt zum selbsttätigen Ablauf eine Zündungstemperatur von ungefähr 10 000 000° C. Sie läßt sich daher in Ermangelung von Materialien, die eine solche Temperatur aushalten, nicht durchführen.

Durch die Entdeckung der Uranspaltung hat sich das Bild geändert, indem es gelungen ist, eine Kernreaktion bei technisch möglicher Temperatur in Gang zu setzen. Diese Reaktion, die zur Entwicklung der Atombombe geführt hat, hat den Charakter einer sogenannten Kettenreaktion. Um eine Kettenreaktion zu entfesseln, muß irgendwoher ein Neutron geeigneter Geschwindigkeit einen geeigneten Kern treffen, von ihm eingefangen werden und ihn zur Spaltung bringen, so daß er weitere Neutronen aussendet, und sich die Reaktion im gleichen Sinne weiter fortpflanzt. Derartige Neutronen – man nennt sie vagabundierende Neutronen – sind immer vorhanden. Oft treten auch spontane Spaltungen ein.

Lassen wir also auf den Atomkern des Uranisotops  $U^{235}$  langsame Neutronen einwirken, so entstehen zwei neue Kerne (Strontium (Sr) und Xenon (Xe) und gleichzeitig zwei bis drei neue Neutronen, die die weitere Spaltung fortsetzen. – Diese Vorgänge seien im folgenden Schema dargestellt.

Die nach einer Spaltung neu entstandenen Neutronen müssen gebremst werden, damit sie wieder von den Kernen des  $U^{235}$  eingefangen werden und die erneute Spaltung herbeiführen können. Als Bremsmedium kommt

vor allem ganz reiner Graphit und schweres Wasser ( $D_2O$ ) in Frage. So verläuft die Reaktion kettenartig, bis zur vollständigen Umsetzung des Urans. Die Berechnung der Energie, die beim Zerfall von 1 kg  $U^{235}$  anheimfällt, ergibt einen Betrag von  $21 \cdot 10^9$  Kcal. In Wirklichkeit gelangt aber nur ein Bruchteil der vorhandenen Atome zur Reaktion, so daß auch



**Kettenreaktion von  $U^{235}$**

nur ein Bruchteil der theoretisch zur Verfügung stehenden Energie ausgenutzt werden kann.

Die geschilderten Verhältnisse haben nur Gültigkeit für das Uranisotop  $U^{235}$ . Das in viel größeren Mengen zur Verfügung stehende  $U^{238}$  spaltet nicht. Wenn also ein langsames Neutron auf natürliches Uran (Isotopengemisch) trifft, so besteht die Wahrscheinlichkeit, daß die nach der Spaltung eines  $U^{235}$ -Kerns entstehenden Neutronen auf einen  $U^{238}$ -Kern stoßen und von diesem eingefangen werden. Die Reaktion kommt dadurch zum Stillstand.

Für die Übertragung der Uranspaltung auf die praktische Ausnützung in der Atombombe ist vorerst nur die Möglichkeit in Betracht gekommen,  $U^{235}$  vom  $U^{238}$  abzutrennen, um überhaupt eine Kettenreaktion auszulösen. Diese Trennung ist auf fast unüberwindliche Schwierigkeiten gestoßen, und erst nach mühsamen Forschungen haben die Amerikaner in einer kostspieligen, elektromagnetischen Methode die Lösung gefunden.

In der Folge hat sich noch ein zweiter Weg zur Herstellung eines geeigneten Ausgangsmaterials gezeigt.

Wir haben gesehen, daß bei der Beschießung von natürlichem Uran die mittelschnellen Neutronen vom  $U^{238}$  eingefangen werden, ohne dessen Kern zu spalten. Der Kern  $U^{238}$  wird in einen Zwischenkern übergeführt

( $U^{239}$ ), der sich seinerseits von selbst in das Element Plutonium (Pu) verwandelt. Das radioaktive Element Pu ist verhältnismäßig beständig. Ein Neutronentreffer auf seinen Kern führt zu einer Kernspaltung und Freigabe von Neutronen, und damit zur explosionsartig ablaufenden Kettenreaktion.

Unter geeigneten Bedingungen ist es auf diese Weise gelungen, nebeneinander  $U^{235}$ -Spaltungen und, mittels der Hauptmenge der dabei entstehenden Neutronen, Pu-Bildung herbeizuführen. Die Trennung von Pu und U gestaltet sich verhältnismäßig einfach.

So sind etwa vom Jahre 1944 an zwei Atomsprenge Stoffe zur Verfügung gestanden:  $U^{235}$  und Pu.

Auf die zahllosen Schwierigkeiten, die sich bei dieser Entwicklung ergeben haben, soll hier nicht eingetreten werden. Es sei an dieser Stelle auf das aufschlußreiche Buch von *H. D. Smyth* «Atomic Energies for Military Purposes» verwiesen.

Der Schritt von der in Laboratoriumsversuchen entwickelten Kettenreaktion zu deren Anwendung in der Atombombe hat ein noch heute viel diskutiertes Hauptproblem aufgezeigt: das Problem der Form und Größe des kettenreaktionsfähigen Materials. Ein größeres Stück kann nicht verwendet werden, weil es durch die stets vorhandenen vagabundierenden Neutronen sofort zur Reaktion gebracht würde. Dadurch wäre sowohl eine Lagerung eines derartigen Stückes, wie auch die für einen bestimmten Zeitpunkt gewollte Explosion ein Ding der Unmöglichkeit. Unterhalb einer bestimmten Größe der Stücke – man heißt sie die kritische Größe – kann keine Explosion erfolgen. – Es hat sich daher die Frage gestellt, wie zwei, unterhalb der kritischen Größe liegende Stücke außerordentlich schnell zu einem großen Stück vereinigt werden können.

Eine Lösung haben die Amerikaner in der Weise gefunden, indem sie ein Stück  $U^{235}$  oder Pu mittels eines kanonenartigen Gebildes auf ein zweites Stück schießen. Dabei ist es wesentlich, daß die Explosion nicht schon bei der ersten Berührung der beiden Teile einsetzt, sondern erst nach deren innigen Vereinigung. Eine derartige, kurze Stauung bewirkt eine Graphitschicht.

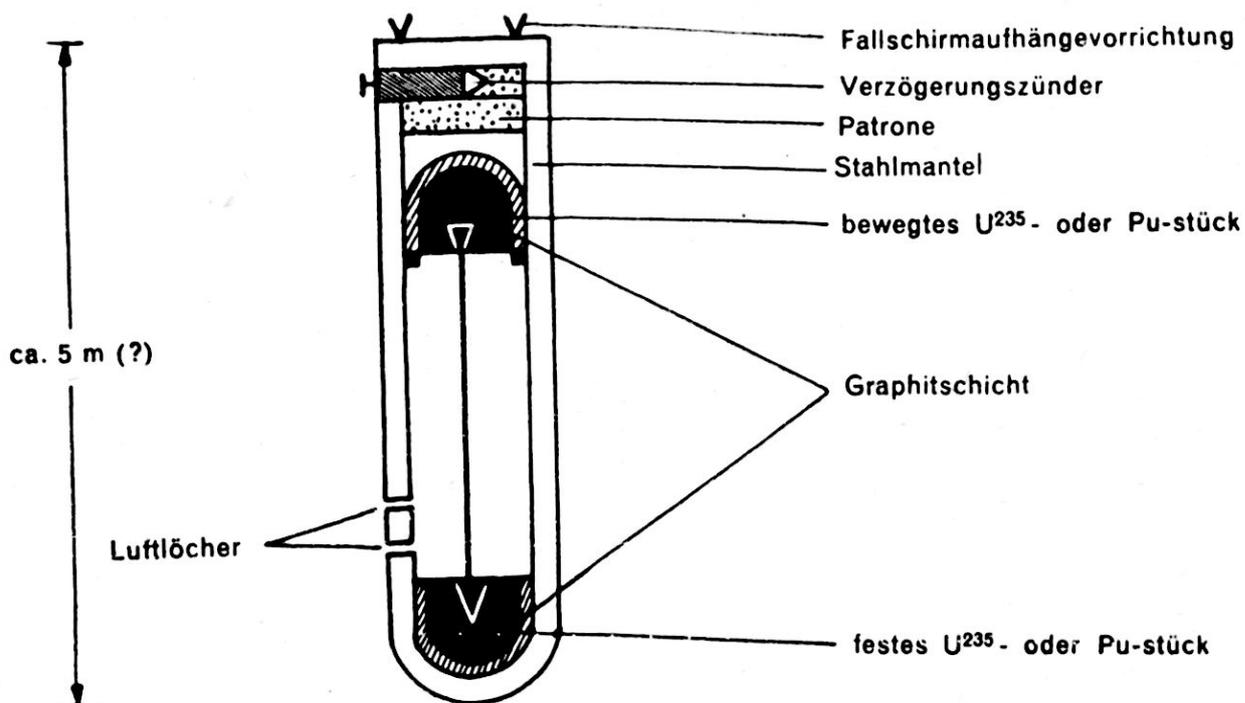
Wenn auch genaue Angaben über den Bau der Waffe fehlen, so ist es gleichwohl möglich, sich ein angenähertes Bild zu machen. Die Skizze soll das Prinzip einer Atombombenkonstruktion festhalten.

Zwei  $U^{235}$ - oder Pu-Stücke, unterhalb der kritischen Größe, die auf der abgerundeten Seite eine Graphitschicht tragen, sind in einer Stahlbombe so angeordnet, daß ein Stück fest an der Spitze liegt, und das andere – als Geschöß ausgebildet – hinten im Projektil sitzt. Eine Zündvorrichtung gestattet die genaue zeitliche Auslösung des Geschosses. Es kommt darauf zur

blitzartigen und wuchtigen Vereinigung der beiden Stücke, was die Explosion einleitet.

Über die für die Bombe verwendeten Massen an  $U^{235}$  oder Pu sind wir im Unklaren. Eine amtliche amerikanische Angabe berichtet, daß die Energie

Schema einer Atombombe



der Atombombe von Hiroshima der Energie von zirka 20 000 t Trotyl, das heißt  $15 \cdot 10^9$  Kcal., gleich sei, was einer umgesetzten Uranmenge von 0,7 kg entsprechen würde. Da nur ein Bruchteil der zur Verfügung stehenden Masse zur Reaktion gebracht wird, läßt sich, bei der Annahme eines Wirkungsgrades von 1–5 %, eine Schätzung der Gesamtmenge aufstellen. Diese wird sich auf 17–70 kg belaufen, wobei ein Betrag von zirka 40 kg am wahrscheinlichsten erscheint.

Von den amerikanischen Bombenabwürfen in Japan und den Nachkriegsversuchen kennen wir die Art und das Ausmaß der Wirkung einer Atombombe ziemlich genau. Es seien hier die wichtigsten Punkte aufgeführt.

Die bei der Explosion frei werdende Energie äußert sich vorerst in Form von Wärme. Die Temperatur steigt rasch an – man schätzt die Größenordnung der Temperatur auf 10 Millionen Grad –, und es setzt Temperaturstrahlung ein. Gleichzeitig mit dem Temperaturanstieg geht der Druckanstieg. Der Druck breitet sich radial aus. Neben der Temperaturstrahlung und der Druckwelle tritt bei Kernreaktionen eine weitere intensive Strahlung auf: die radioaktive Strahlung. Ferner kommt es zur Bildung radioaktiver Zerfallprodukte.

Die Wirkung ist grauenhaft. Nach amerikanischen Angaben über die Bombenabwürfe von Nagasaki und Hiroshima entfallen auf die durch Hitzestrahlung umgekommenen Menschen 20–30 %. Durch andere Verletzungen wurden 50–60 % getötet. Der Anteil der durch radioaktive Strahlung getöteten Menschen wird auf 15–20 % geschätzt. Die physiologische Wirkung der letzteren ist eine allgemeine Zerstörung des Körpergewebes, die sehr oft zum Tode führt.<sup>1</sup> – Die Gebäude- und Materialschäden sind auf Brände und Luftdruckwirkung zurückzuführen.

Ein Vergleich der Atombombe mit den übrigen Waffen zeigt, daß die Wirkung jener ungefähr der Wirkung eines schweren Fliegerangriffes mit einigen hundert Flugzeugen entspricht, die eine Bombenmenge von mehreren Tausend Tonnen abwerfen.

Der Wirkungsbereich einer Atombombe, wie sie in Japan abgeworfen worden ist, wird folgendermaßen angegeben (Sprenghöhe der Bombe: 700 m über dem Boden):

Abstand des Objektes  
vom Sprengpunkt

bis 1 km . . . . .	praktisch vollkommene Zerstörung und Vernichtung.
1–1,5 km . . . . .	irreparable Schäden an Bauten normaler Konstruktion. Über 50 % Tote allein durch Neutronenstrahlung.
1,5–2,5 km . . . .	größere Schäden an Normalbauten, schwere Verbrennungen durch Temperaturstrahlung und Erkrankungen durch Neutronenstrahlung.
2,5–4 km . . . . .	leichtere mechanische Schäden an Bauten, leichtere Verbrennungen durch Temperaturstrahlung auf die ungeschützte Haut.

Nach *Gefner*, Über die Atombombe

Die Atombombe kann auf Grund dieser Zahlen nur mit einem Masseneinsatz anderer Waffen verglichen werden. Ihr enormer Vorteil liegt in der Einsparung von Einsatzmitteln. Der Einsatz lohnt sich jedoch der gewaltigen Gestehungskosten wegen nur bei hoher Treffererwartung auf ein Ziel. Er kann nach den heutigen Erfahrungen nach zwei Verfahren erfolgen: – durch den Abwurf aus Flugzeugen und – als Minen

In neuerer Zeit wird auch ein Atombombeneinsatz mit Hilfe von Ferngeschossen, die mit Raketenantrieb versehen sind, diskutiert.

Fragen wir nach der Möglichkeit von Abwehrmaßnahmen, so steht die

<sup>1</sup> Eine zusammenfassende Darstellung erschien in der ASMZ 114, 507 (1948) von Hptm. Forster.

Forderung nach Dezentralisation der Großindustrie, nach der Auflockerung der Großstädte und ganz allgemein nach einer möglichst weitgehend dezentralisierten Bereitstellung der Armee an erster Stelle. Unabgeklärt ist unter den Abwehrmaßnahmen der Schutz gegen die radioaktive Strahlung.

Die Entwicklung der bisher gebauten Atombombe geht darauf aus, den Wirkungsgrad des in Reaktion tretenden Materials zu verbessern und sowohl größere, wie auch kleinere Bomben herzustellen. Ferner wird nach weiteren geeigneten Atomkernreaktionen gesucht. Man glaubt, daß sich unter anderem Thorium (Th) als Ausgangsmaterial eignen werde.

Übertragen wir das Problem der Atombombe auf unsere Verhältnisse, so sehen wir sofort ein, daß für uns eine Herstellung der Atombombe nicht in Frage kommt. Unsere Aufgabe liegt meines Erachtens darin, die Entwicklung und die sich daraus ergebenden Folgerungen zu studieren und unseren Mitteln entsprechende Abwehrmaßnahmen zu treffen.

## **Panzerabwehr**

... «Keine Armee kann es sich also, falls sie nicht für ewig verzichten will, ihren Gegner anzugreifen, leisten, keine Kampfwagen zu bauen, und solange Kampfwagen vom möglichen Gegner gebaut werden, müssen alle Nationen, die eine defensive Kriegspolitik betreiben, zwangsläufig mitbauen.» ...

Aus Major E. W. Sheppard: «Tanks in the next war.»

---

## **WAFFENTECHNISCHES**

---

### **Gefechtslärm auf dem Übungsfeld**

In den «Bestimmungen über die Ausbildung der Infanterie der Jahresklasse 1947» wünscht der Schwedische Armeechef unter anderem, daß «der Schlachtenlärm mittels Grammophonplatten und Verstärkern auf den Übungsfeldern wiedergegeben werden soll.» Er nennt dieses Verfahren «Lautkulissen».

Hptm. S. G. Eriksson berichtet in der Nr. 10 «Ny Militär Tidskrift» über derartige Versuche, die bei einem Inf.Rgt. (Rekrutenschule) durchgeführt wurden. Die Apparatur besteht aus einem 60-W-Verstärker AGA, umschaltbar für verschiedene Spannungen, einem elektrischen Grammophon, zwei Lautsprechern (Lautrichtern), Kabelrollen und einem Lautsprecherstativ, das auf einem Auto montiert ist, auf dem die Lautsprecher beweglich angebracht sind. Der Strom wird an Wandkontakten oder von Batterien abgenommen. Die Platten wurden vom Schwedischen Radiodienst geliefert