

# Allerlei Wissenswertes vom Atom [Fortsetzung]

Autor(en): **Bögli, Alfred**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Schule**

Band (Jahr): **32 (1945)**

Heft 24

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-537175>

## **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.

tafel. Ferner: Zusammensetzen und Auseinandernehmen von Zeitwörtern, z. B. Lebensgebiet **A u f r ä u m e n**: (Fenster) aufmachen — (die Mutter) macht auf, auskehren — sie kehrt aus, hinlegen — sie legt hin usf. Die Schüler suchen Zusammensetzungen, z. B. **s e h e n**: aussehen (er sieht schlecht aus), wegsehen, davon absehen, durchsehen, ansehen, übersehen usf. Auch die Trennbarkeit und Untrennbarkeit wird der Schüler entdecken (er übersieht mich; nicht: er sieht mich über).

Fast alle Lebensgebiete ergeben Stoffe zu **A u f s ä t z e n**: 1. Unser Doktor (Als ich krank war). 2. Unser Briefträger. 3. Unsere Waschfrau. 4. Unser Kanari. 5. Unser Hund. 6. Spiele im Winter. 7. Das Pferd erzählt seine Lebensgeschichte. 8. Was ein Rappen erlebt, 9. Die Lebensgeschichte meiner Schreibfeder, einer Fensterschreibe, eines Wassertropfens. Hier kommen alle Begabungen zu Worte: Die Erlebniskräftigen (1.), die Beobachter (2.—5.), die mit reger Phantasie (7.—8.), die „Wissenschaffler“ (9).  
K. L.

## Mittelschule

### Allerlei Wissenswertes vom Atom\*

#### Atomzertrümmerung.

Wenn ein Atomkern auf irgend eine Einwirkung von aussen in Bruchteile zerfällt, so spricht man von Atomzertrümmerung. Bei spontanem Zerfall, z. B. bei den radioaktiven Elementen, wird wegen des aktiven und nicht passiven Verhaltens nicht von Atomzertrümmerung, sondern von Radioaktivität gesprochen.

Bei der ungeheuren Kleinheit des Atomkernes — sein Durchmesser erreicht nur den Hunderttausendstel des Atomdurchmessers — lässt sich ein Zerfall nur durch winzig kleine Geschosse erreichen. Auf viele Tausende von Geschossen fällt nur ein Treffer!

Die kleinsten Teilchen sind die Elektronen. Verwendet man z. B. Betastrahlen, also Elektronen mit halber Lichtgeschwindigkeit zum Beschuss der Atomkerne, so werden diese schon an der ebenfalls negativen Elektronenhülle abgestossen (Fig. 5). Sie vermögen diese Abstossung nicht zu überwinden. Elektronenstrahlen eignen sich also nicht zur Atomzertrümmerung.

Anders liegt der Fall, wenn die Atomkerne von Wasserstoff, also Protonen, verwendet

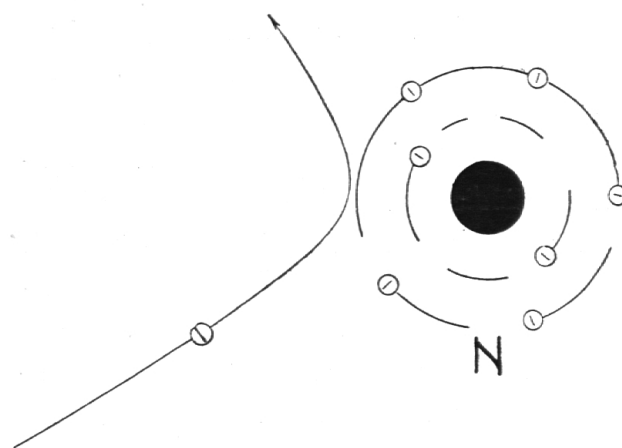


Fig. 5

werden. Diese durchfliegen die Elektronenhülle ohne Behinderung. Dagegen wirkt bald einmal die Abstossung des positiven Atomkernes. Dies führt entweder zur seitlichen Ablenkung oder gar zur Rückstossung des Geschosses (Fig. 6). Erst, wenn die Geschwindigkeit des Geschosses, also die kinetische Energie gross genug ist, wird die Abstossung überwunden. Das Proton vereinigte sich mit dem Kern und ist in diesem Momente auch sofort den Kernkräften unterworfen. Dieser kann unter Umständen instabil werden und zerfallen. Ob eine stabile Vereinigung oder ein Zerfall eintritt,

\* Siehe Nr. 23

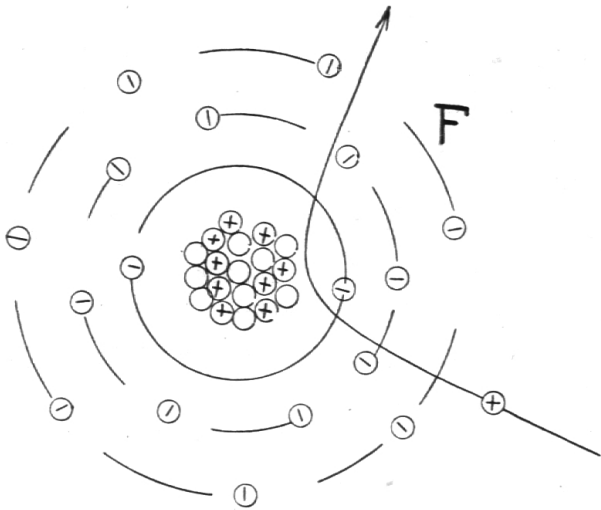


Fig. 6

hängt vom Kern und vom Geschoss und seiner kinetischen Energie ab. Solche Vorgänge werden als Kernreaktionen bezeichnet.

Etwas günstiger liegt der Fall bei Verwendung von Alphastrahlen, also schnellen Heliumkernen. Da die Masse viermal grösser ist als bei einem Proton, die Ladung aber nur doppelt so gross, so ist das Verhältnis von kinetischer Energie und abstossender Kraft etwas günstiger. Das Radium ist die beste natürliche Quelle solcher Geschosse. Mit seiner Hilfe wurden erstmals 1919 durch Rutherford Kernreaktionen beobachtet. Erst die neueren Forschungen haben uns die Mittel in die Hand gegeben, solche Alphateilchen künstlich herzustellen.

Die Neutronen gehören heute zu den wichtigsten Teilchen zur Erzeugung von Kernreaktionen. Die ersten Neutronen lieferte uns die schon oben erwähnte Mischung von Radium und Beryllium (Fig. 7). Da diese elektrisch un-

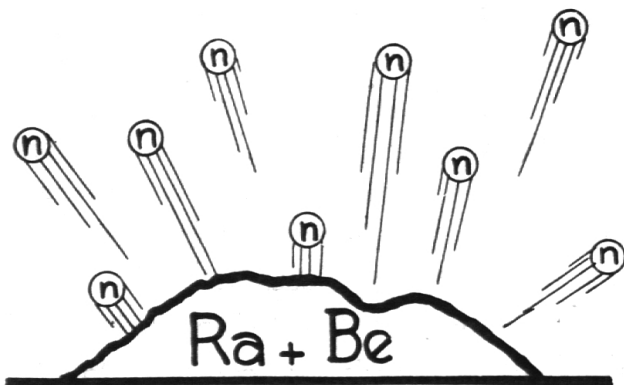


Fig. 7

geladen sind, können sie ungehindert in die Elektronenhülle eindringen und den Kern erreichen. Auf das bewegte Neutron wirken nur die Massenanziehungskräfte des Kernes. Wenn es langsam genug sich bewegt, kann es durch diesen sogar eingefangen werden. Damit erhöht sich aber die Trefferwahrscheinlichkeit ganz ausserordentlich (Fig. 8).

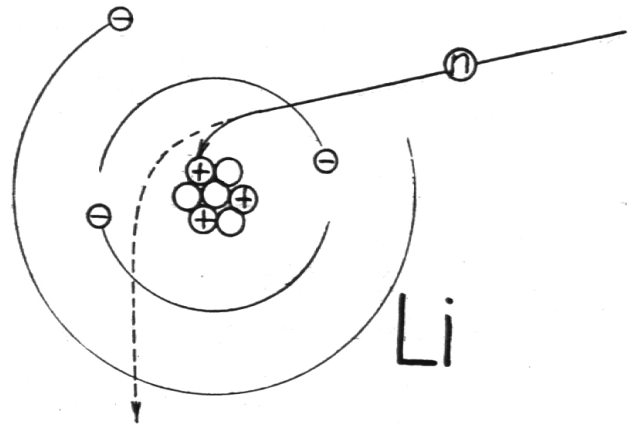


Fig. 8

Das bekannteste Mittel, elektrisch geladene Teilchen von grosser Geschwindigkeit zu erzeugen, ist das Cyklotron. Es ist allerdings nicht das einzige. So interessant die Arbeitsweise dieses Apparates und die dabei gefundenen Ergebnisse sind, so können wir doch nicht darauf eingehen. Ich musste das Cyklotron aber kurz erwähnen, weil es von gewissen Autoren nicht nur als Atomkanone, sondern als Neutronenkanone bezeichnet wird. Der letztgenannte Ausdruck verführt aber zu einer falschen Auffassung. Neutronen können in ihm nicht beschleunigt werden, weil sie elektrisch neutral sind. Durch Beschuss mit Strahlen aus einem Cyklotron werden Neutronen aus bestimmten Elementen herausgeschossen.

Hier sei nun auf zwei neue Elemente hingewiesen, die in diesem Kriege mit Hilfe der gewaltigen Cyklotrone der Amerikaner gefunden und offenbar in grosstechnischem Massstabe gewonnen werden konnten. Mit Hilfe von Neutronen bestimmter Geschwindigkeit kann das Uran vom Atomgewicht 238 solche Teilchen einfangen und dabei sein Atomgewicht auf 239 erhöhen. Dieses Uran verwandelt sich durch weitere Kernreaktionen in das Neptunium mit

der Atomnummer 93 und das Plutonium mit 94 Protonen. Damit sind wir aber schon in den Bereich der fast sagenhaft anmutenden Berichte über Atomenergie gelangt.

### Die Atomenergie.

Dieses Kapitel scheint im Widerspruch mit feststehenden Sätzen der klassischen Physik und Chemie zu stehen. Der Angriff auf scheinbar gesicherte Kenntnisse ging von Einstein aus. Nach ihm besteht zwischen Energie und Masse kein prinzipieller, nur ein gradueller Unterschied. Masse ist nach ihm ungeheuer konzentrierte Energie. Die Konsequenz dieser Auffassung ist, dass unter Umständen ein Gramm und ein Gramm nicht zwei Gramm sind, nämlich dann nicht, wenn bei der Vereinigung dieser beiden Massen grosse Energiemengen beteiligt sind.

Es besteht folgende Beziehung zwischen Masse und Energie:

$E = m \cdot c^2$  Erg;  $m$  ist die Masse in Gramm ausgedrückt,  $c$  aber die Lichtgeschwindigkeit von 30,000,000,000 cm/sec (der gebräuchliche Wert von 300,000 km/sec muss in cm/sec umgewandelt werden). Wählt man nun die Masse

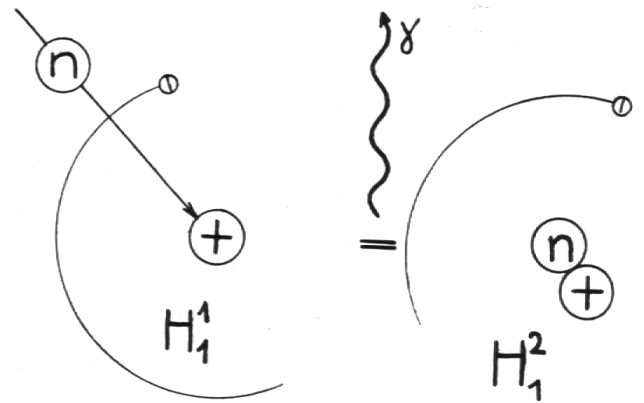


Fig. 9

ein Gramm, dann ist deren Gegenwert in Energie zahlenmässig gleich dem Quadrate der Lichtgeschwindigkeit, das sind neun Billionen Meterkilogramm. Diese ungeheure Energie entspricht also einem Gramm Masse. Sie ist auch gleichbedeutend mit einer halbjährlichen Dauerleistung von 7500 PS!

Wenn ein Neutron sich mit einem Wasserstoffkern vereinigt, dann entsteht ein neuer Atomkern von doppelter Masse mit der Ladung eins, die vom Proton her stammt (Fig. 9). Dieser neue Stoff ist nichts anderes als der schwere Wasserstoff vom Atomgewicht 2. Als Stoff heisst er Deuterium, sein Kern Deuton. Das Deuton ist ebenfalls ein beliebtes Geschoss zur

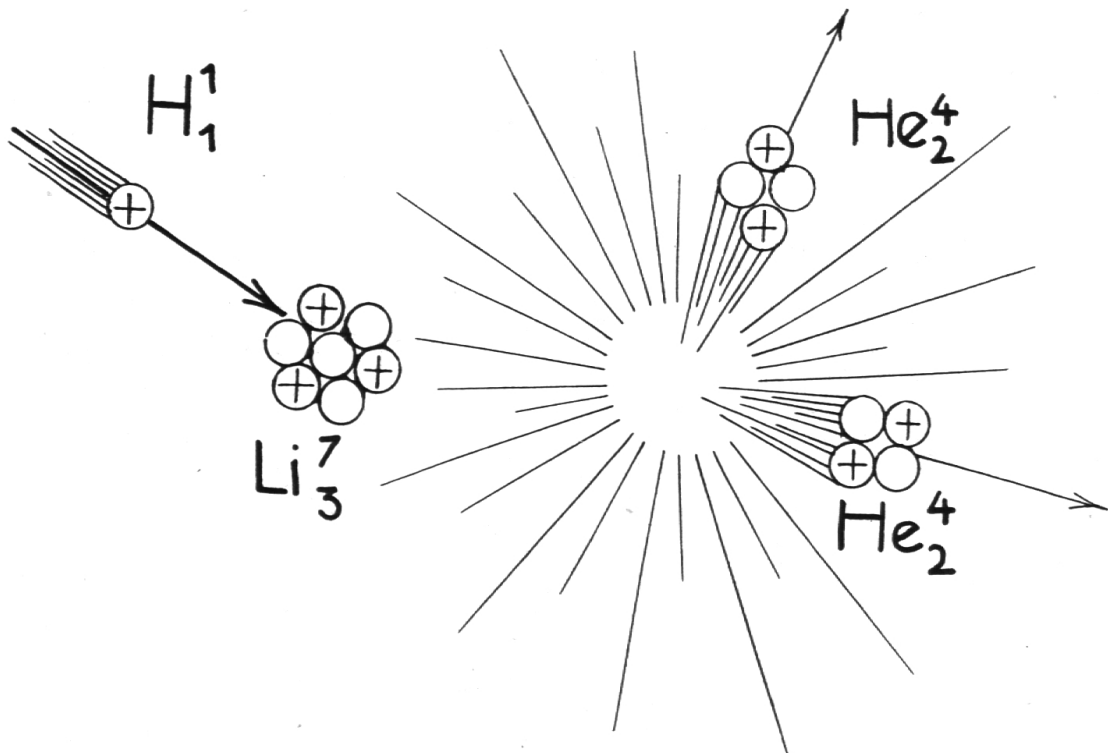


Fig. 10



Erreichung von Kernreaktionen, da seine Ladung eine Beschleunigung im Cyklotron erlaubt, während die relativ grosse Masse das Geschoss besonders wirksam macht. Besonders interessant ist jedoch die Tatsache, dass das Produkt aus obiger Kernreaktion um 1,2 Promille leichter ist, als die Ausgangsbestandteile. Die verschwundene Masse wird als Energie in Form von Gammastrahlen, also als sehr kurzweilige Röntgenstrahlen ausgesandt.

Noch mehr Energie liefert die Beschiessung des Leichtmetalles Lithium vom Atomgewicht 7 und der Atomnummer drei mit Wasserstoffkernen, also Protonen. Sobald ein Lithiumkern getroffen wird, vereinigt er sich mit dem Proton, wird augenblicklich instabil und zerfällt in zwei Heliumkerne (Fig. 10). Deren Masse hat aber um 2,2 Promille abgenommen. Die aus dem Massenverlust entstehende kinetische Energie verleiht den beiden Heliumkernen eine Geschwindigkeit von 20,000 km/sec. Nach der Beziehung zwischen Energie und Masse zu schliessen, ergibt sich aber aus der Reaktion von einem Grammatom der beiden Kerne, also von ca. 7 Gramm Lithium mit einem Gramm Wasserstoff ein Verlust von 18,5 Milligramm Masse. Dies entspricht aber einem Energiebe-

trag von 166,500,000,000 mkg, also einer Wärmemenge von 390 Millionen Kilokalorien. Zu deren Erzeugung sind aber 57 Tonnen guter Steinkohle notwendig! Die Freimachung dieser Energien war aber unmöglich, weil Kerntreffer so selten und die zu deren Erzielung aufgewendeten Energiemengen viel zu gross waren.

Die Entdeckungen der Forscher Hahn und Strassmann im Jahre 1939 liessen die wissenschaftlichen Kreise aufhorchen. Nach ihnen waren aus Uran durch Beschiessung mit Neutronen Elemente von etwa dem halben Atomgewicht entstanden, meist Strontium und Xenon.

Das Interessanteste daran waren aber die zwei bis drei Neutronen, die bei dieser Reaktion ausgesandt wurden. Dadurch war die Möglichkeit gegeben, mit einem einzigen Neutron deren zwei bis drei freizumachen. Dies aber konnte der Anfang einer Reaktion werden, die von selbst und ohne weitere Neutronenzufuhr ablief. Ein Neutron setzt drei weitere frei, diese ebenfalls, so dass nach der zweiten Reaktionsstufe neun =  $3^2$ , nach der dritten 27 =  $3^3$  neue Kerne vom Zerfall erfasst werden, vorausgesetzt, dass keine Neutronen verloren gehen (Fig. 11). Damit hatte man also die längst gesuchte Ketten-

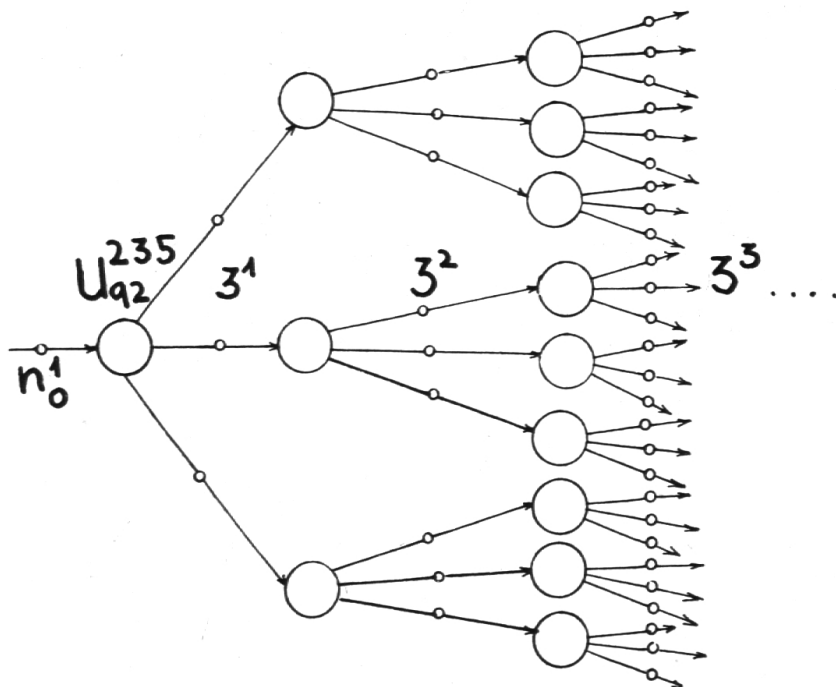


Fig. 11.

reaktion. Der Massenverlust wird dabei als Energie frei. Die weiteren Untersuchungen zeigten aber, dass nur das Uran vom Atomgewicht 235 so reagiert. Im Uranmetall ist in der Menge von nur 0,7 Prozent dieses Uran neben dem gewöhnlichen vom Atomgewicht 238 vorhanden. Im Gegensatz zum ersteren fängt letzteres Neutronen ein, ohne dass eine neutronenaussendende Kernreaktion einträte. Daher ist zur Erzwingung einer Kettenreaktion die Trennung der beiden Uranarten unerlässlich. Als diese ausnehmend schwierige Aufgabe in aussichtsreicher Weise angepackt wurde, schob sich der Schleier des Rüstungsgeheimnisses darüber. Diese Aufgabe ist gelöst worden, womit die grösste Klippe auf dem Wege zur Herstellung der Atombombe beseitigt war.

Wir wenden uns nun den Vorgängen zu, die in der Atombombe so viel Unheil angerichtet

mengehalten wie Ringe eines Panzerhemdes (Fig. 12); (siehe Anmerkung bei Fig. 2 im Text). Dieses kann nicht beliebig gross gemacht werden, da die Ringe zuletzt unter dem eigenen Gewichte zerreißen. Auch die Zahl der Kernteilchen ist begrenzt und kann 238 nur unter ganz besonderen Umständen überschreiten. Der abstossenden Kraft der 92 Protonen wird die eigene Massenanziehung und jene der 146 Neutronen gegenübergestellt. Der zum Zusammenhalt fehlende Teil wird durch die Kernkräfte ergänzt, ohne dass ein grosser Ueberschuss bestände. Bei Uran 235 fehlen aber drei Neutronen und damit drei Massenteilchen bei gleicher abstossender Wirkung der Protonen. Auch die Kernkräfte sind entsprechend kleiner. Daher kommt es, dass paradoxerweise dieser kleinere Atomkern weniger stabil ist als der grössere von Uran 238. Wird nun Uran 235 mit lang-

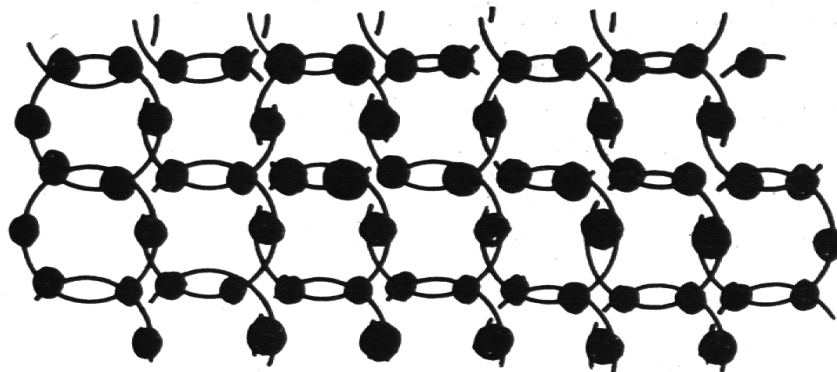


Fig. 12

haben und von denen die heutige Technik so viel erwartet. Vorausschicken möchte ich, dass die Wissenschaft heute schon ein gutes Stück über die Atombombe von Hiroshima hinausge- langt ist. Es sind neue Atomarten gefunden worden, deren Wirkung viel grösser ist. Vor allem spielt das Plutonium mit der Atomnum- mer 94 eine grosse Rolle.

Uran 235 besitzt einen Atomkern mit 92 Protonen und 143 Neutronen. Die Kernkräfte wirken nur auf die zunächst liegenden Protonen und Neutronen. In einem so grossen Atom- kern werden die Partikel daher ähnlich zusam-

samen Neutronen beschossen (schnelle Neuro- nen haben nicht die erwünschte Wirkung), so gehen diese eine Verbindung mit den Kernen ein. Man sollte nun meinen, der neue Kern sei wegen Zunahme der Masse und damit der Zu- sammenhaltskräfte stabiler geworden. Der Stoss wird aber den Kern deformieren. Ein Durchmesser überschreitet dabei wahrschein- lich jene Grösse, bei welcher der Kern noch stabil ist. Der Kern zerplatzt in zwei Stücke von ungefähr gleicher Grösse (Fig. 13). Dabei werden drei Neutronen ausgesandt. Deren Geschwindigkeit ist aber derart gross, dass sie

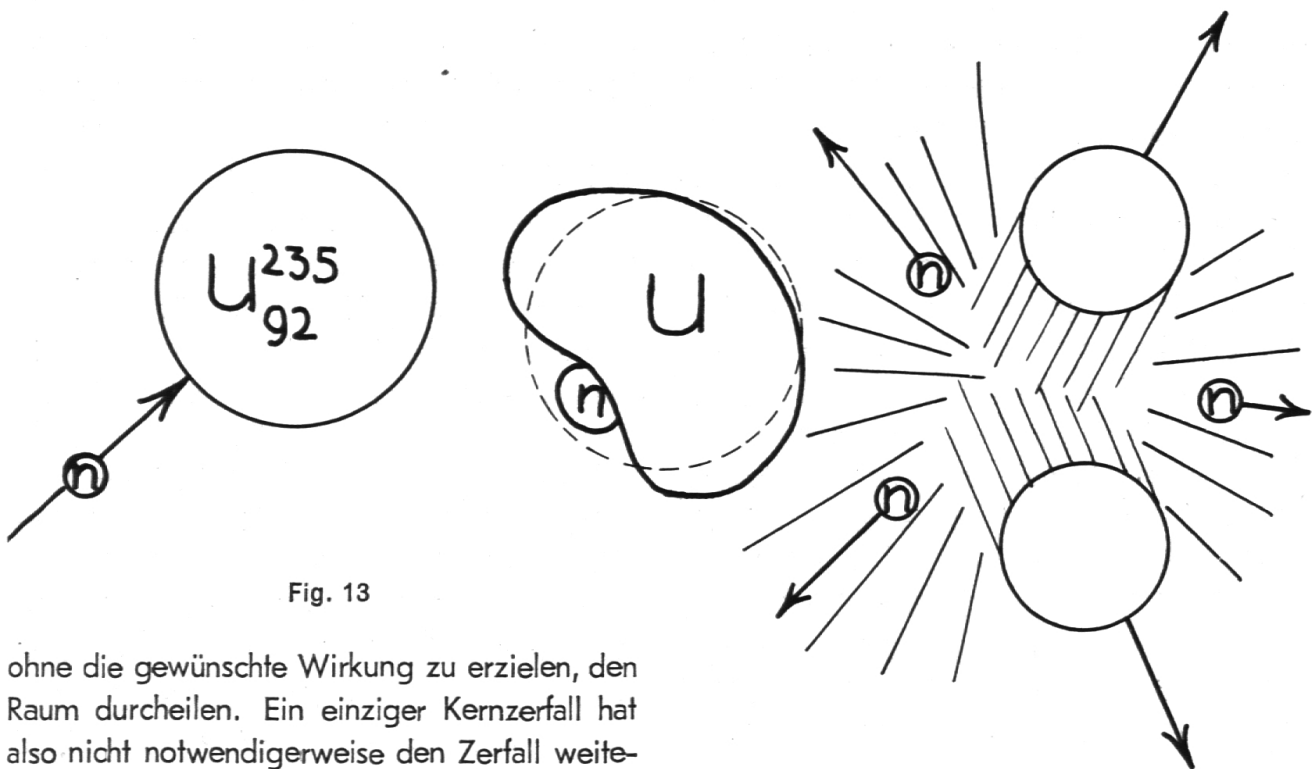


Fig. 13

ohne die gewünschte Wirkung zu erzielen, den Raum durchheilen. Ein einziger Kernzerfall hat also nicht notwendigerweise den Zerfall weiterer Atome zur Folge. Um diese schnellen Neutronen zu bremsen und damit auf die zur Reaktion notwendige Geschwindigkeit zu bringen, müssen gewisse Bremsstoffe angewendet werden. Diese dürfen natürlich selbst keinerlei Neutronen einfangen. Durch diese Bedingung wird aber die Zahl der verwendbaren Elemente sehr klein. Als besonders geeignet haben sich das Deuterium, also der schwere Wasserstoff und das schwere Wasser gezeigt. Damit nun das Uran 235 überhaupt explodieren kann, muss die Kugel aus diesem Stoff einen solchen Durchmesser besitzen, dass die Neutronen innerhalb bis auf die wirksame Geschwindigkeit abgebremst werden können. Dazu sind offenbar zwei Kilogramm Uran 235 notwendig. Kleinere Mengen sollen absolut ungefährlich sein, da sie aus den oben erwähnten Gründen nicht explodieren können. Der beim Zerfall entstehende Massenverlust liefert die ungeheure Energie, die beim Bombenabwurf über Hiroshima und Nagasaki so verheerend wirkte.

Die neuesten Berichte zeigen, dass heute diese Atomenergie unter Kontrolle gebracht werden konnte. Damit ist aber die Möglichkeit der technischen Verwendung gegeben. Heute laufen Atomkraftwerke schon seit längerer Zeit ohne Störung an verschiedenen Orten in Ame-

rika. Allerdings ist nicht anzunehmen, dass die utopischen Bilder, die gelegentlich die Runde durch die Presse machen, so bald verwirklicht werden können. Es ist überhaupt nicht damit zu rechnen, dass jemals Feldsteine, wie eines dieser Bilder zeigt, als Rohstoff dienen können.

Hitzkirch.

Dr. Alfred Bögli.

## Bücher zur Technik:

*Friedrich Dessauer: „Atomenergie und Atombombe.“*

Ganzleinen. 208 Seiten mit zahlreichen Zeichnungen. Fr. 7.60. Verlag Otto Walter, Olten, 1945.

Endlich! Aus berufener Feder wird hier von Prof. Friedrich Dessauer, dem bekannten Physiker und Philosophen, das brennendste Problem dieser Tage von Grund auf behandelt.

Schon kurz nach Hiroshima waren Bücher auf dem Markte aufgetaucht, die auf das Interesse breiter Volksschichten für die Atombombe spekulierten. Deren Fundamente aber waren meist so wackelig, dass dem unbefangenen Leser die unsinnigsten Theorien vorgesetzt wurden. „Der Bund“, vom 4. Oktober 1945, äusserte sich mit Recht über ein solches Buch, dass es auf ältere Gymnasiasten wie der Inhalt eines Witzblattes wirke. Von all diesen Büchern weicht jenes von Friedrich Dessauer in jeder Hinsicht ab. Schon das Aeussere verrät Schlichtheit und Gediegenheit. Der Inhalt wird alle jene enttäuschen, die nur nach Sensation hungern, allen jenen aber, die nach gutem, sicherem Wissen dürsten, eine Quelle neuer Einsichten sein. Wer das Buch durchgearbeitet hat, wird zum Schlusse