

Von den Becquerelstrahlen zur Atomenergiemaschine [Fortsetzung und Schluss]

Autor(en): **Gentner, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik**

Band (Jahr): **1 (1946)**

Heft 7

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-653955>

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.

VON DEN BECQUERELSTRAHLEN ZUR ATOMENERGIEMASCHINE

Prof. W. Gentner, Freiburg i. Br.

Fortsetzung und Schluß

Jetzt, nachdem der Schleier über die Geheimerarbeiten am Uranproblem sich langsam etwas lüftet, erkennt man die ungeheure Arbeit, die während der Kriegszeit ganz besonders in USA geleistet wurde. Durch das Buch von H. D. Smyth «Atomic Energy» sind wir über die riesigen industriellen Anlagen in Amerika etwas unterrichtet und stehen voll Bewunderung vor diesen wissenschaftlichen und technischen Leistungen.

Vor der Besprechung der eigentlichen Anlage zur Energiegewinnung seien aber noch einige kurze physikalische Bemerkungen vorausgeschickt. Schon kurz vor dem Kriege erkannte man bereits, daß das Isotop Uran 235 mit langsamen Neutronen thermischer Geschwindigkeit gespalten werden kann, das viel häufigere Uran 238 dagegen nur mit schnellen Neutronen. Daneben hat das Uran 238 die zunächst unangenehme Eigenschaft, Neutronen mittlerer Geschwindigkeit leicht einzufangen und aus ihnen das Isotop Uran 239 zu bilden. Dadurch gehen viele wertvolle Neutronen der Kettenreaktion verloren, und es stellte sich die Frage, ob überhaupt unter diesen Umständen eine Kettenreaktion ohne künstliche Verschiebung der Isotopenmischung möglich ist. Diese Frage konnte aber dann doch positiv entschieden werden, allerdings nur unter der Anwendung gewisser Kunstgriffe.

Die ursprünglich bei der Spaltung des Urans emittierten Neutronen bilden ein Spektrum, das bis zu hohen Geschwindigkeiten reicht. Es ist vorteilhaft, diese Neutronen durch Abbremsung über Stöße an leichten Kernen möglichst schnell auf thermische Geschwindigkeit zu bringen. Als Bremssubstanz eignet sich jeder Stoff aus leichten Atomen, der selbst eine möglichst geringe Neigung zum Neutroneneinfang zeigt. Diese Bedingung schreibt die Auswahl zwischen schwerem Wasser, Beryllium und Kohlenstoff vor. In Amerika wählte man zunächst Kohlenstoff, da diese Substanz noch am leichtesten in genügender Reinheit dargestellt werden konnte. Ordnet man nun abwechselnd Schichten von Uranmetall und Kohlenstoff in vorgeschriebener Dicke zu einer Kugel an, so kann man erreichen, daß die vom Uran ausgesandten Neutronen im Kohlenstoff schnell verlangsamt werden. Eine große Zahl von ihnen kann dann nicht mehr vom Uran 238 weggefangen werden, sondern sie stehen für die Kettenreaktion dem Uran 235 zur Verfügung. Folgendes Wichtige ist noch zu bedenken: Solange die Kugel klein ist, werden die meisten Neutronen nach außen diffundieren, für einen weiteren Spaltungsprozeß verlorengehen. Je größer die ganze Anordnung wird, desto weniger Neutronen gehen verlustig, da die Oberfläche der

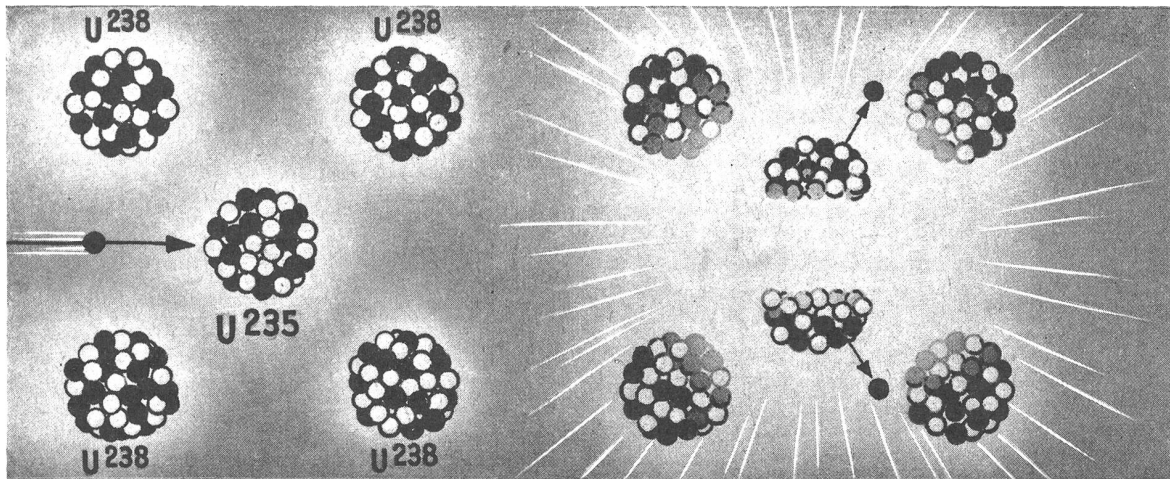
Kugel mit der zweiten Potenz, der Inhalt dagegen mit der dritten Potenz zunimmt. Es wird also eine gewisse kritische Größe der gesamten Anordnung geben, bei der sich die Kettenreaktion plötzlich selbst unterhält.

Die erste derartige Uranmaschine wurde in Chicago zusammengebaut und am 2. Dezember 1942 ausprobiert. Sie lieferte zunächst nur ein halbes Watt und später zweihundert Watt. Die benutzte Uranmenge betrug annähernd sechs Tonnen. Diese Menge reichte also gerade aus, um zusammen mit dem Kohlenstoff die kritische Größe zu erreichen. Später wurden größere Anlagen aufgestellt, die bereits eine erhebliche Leistung aufwiesen. So erzeugte eine der vielen Anlagen im Frühjahr 1944 bereits zweitausend Kilowatt.

Die Regulierung der Uranmaschine hat sich dank der verzögert ausgesandten Neutronen als einfacher erwiesen, als man befürchtet hatte. Bei der kritischen Größe setzt die Kettenreaktion nur langsam ein, und es genügt das Eintauchen von Stäben aus einem Material wie z. B. Bor, das stark Neutronen einfängt. Derartige Borstäbe können verschieden tief in vorgesehene Zwischenräume eingesteckt werden und die Kettenreaktion im gewollten Maß abschwächen oder auch ganz abstellen.

Die größte Schwierigkeit zur Herstellung des nötigen Materials war die extreme Forderung einer höchsten Reinheit von Uran und Kohle. Geringste Spuren von Beimischungen anderer Elemente können die Kettenreaktion verhindern, weil sie den notwendigen Neutronenüberschuß wegfangen. – Kommt die gesamte Uranmaschine auf höhere Temperatur, so muß für die Korrosionsfestigkeit des Uranmetalls gesorgt werden. Dieser Übelstand konnte durch einen dünnen Überzug von Aluminium vermieden werden. Die angeführten Beispiele sollten nur ein Bild geben von den vielen technischen Schwierigkeiten, die im Zusammenhang mit diesem Problem gelöst werden mußten.

Die großen Urananlagen wurden in USA zunächst dazu benutzt, das notwendige Plutonium für die Atombombe herzustellen. Plutonium entsteht nämlich dauernd in der Uranmaschine durch den Einfang der Neutronen im Uran 238. Es bildet sich zunächst Uran 239, dies zerfällt unter Aussendung eines β -Strahls in das Neptunium 239 (Element 93) und weiter unter nochmaligem β -Zerfall in das Plutonium 239 (Element 94). Dieses Plutonium-Isotop ist ein langlebiger α -Strahler mit einer Halbwertszeit von ungefähr 50 Jahren. Theoretisch war zu erwarten, daß das Plutonium 239 ähnliche Spaltungseigenschaften zeigen würde wie Uran 235. Es hat den



Eingebettet zwischen Atome des gewöhnlichen Urans liegt ein Atom des Uran-Isotops (U^{235}). Durch den Einfang eines langsamen Neutrons gerät es in eine Art Schwingungszustand und . . .

. . . zerplatzt unter starker Energie- Abgabe in zwei mittelschwere Bruchstücke unter gleichzeitiger Aussendung von zwei bis drei schnellen Neutronen.

großen Vorteil, daß man es vom Uran chemisch abtrennen kann. Das Uran 235 mit ähnlichen Eigenschaften war dagegen nur auf einem sehr mühsamen und kostspieligen Weg über die schwierige Isotopentrennung zu gewinnen. Verhältnismäßig geringe Mengen von Plutonium 239 oder Uran 235 reichen bereits für eine Bombe aus, die eine Kettenreaktion größter Geschwindigkeit verkörpert. Auch zu ihrer Auslösung muß nur eine kritische Größe gegeben sein.

Die deutschen Forschungen auf diesem Gebiet konnten sich mit den amerikanischen gar nicht messen. Wir wissen heute, daß die beiden Forschungsgruppen bis zum Jahre 1942 ungefähr gleich weit gekommen waren. Dann aber setzte der ungeheure amerikanische Fortschritt ein. Die deutschen Forschungen dagegen blieben weit zurück. Die Gründe für den Stillstand sind auf technischem und psychologischem Gebiet zu suchen. Das notwendige Material konnte nur noch mühsam herangeschafft werden, und keiner der verantwortlichen Wissenschaftler wollte es auf sich nehmen, eine derartige Waffe für den Krieg bereitzustellen. So wurde nur geforscht mit dem Ziel, eine Wärmequelle zu schaffen. Im Jahre 1945 war gerade die erste deutsche Uranmaschine aus Uranmetall und schwerem Wasser als Bremssubstanz zusammengebaut. Die Energielieferung war aber noch verschwindend gering.

Wird nun die Uranmaschine, die zunächst nur als Wärmequelle für Kesselanlagen denkbar ist, die Kohle und das Öl verdrängen? Vorläufig ist auf jeden Fall eine Dampfturbine noch meist wirtschaftlicher mit Kohle als mit Kernenergie zu betreiben. Neben der heute noch sehr kostspieligen Reinigung des Urans müssen zudem ganz andere Gesichtspunkte bei der Planung derartiger Kraftwerke berücksichtigt werden. Es ist nicht möglich, daß man alte Dampfkraftwerke einfach auf Atomenergie umstellt.

Es müssen zum Beispiel ganz besondere Schutzvorrichtungen gegen die sehr gefährlichen Strahlen vorgesehen werden, die den Schutz des Personals sicher garantieren.

Dagegen ist es durchaus denkbar, daß für Kraftwerke, bei denen die Gewichtersparnis an Brennstoff eine ausschlaggebende Rolle spielt, die Atomkraftquelle bald von Vorteil ist. Überall dort, wo der Transport auf erhebliche Kosten stößt, wird das der Fall sein. Dasselbe gilt für Fahrzeuge, die auf langen Strecken verkehren und dadurch auf ein wesentlich verringertes Gewicht des Brennmaterials angewiesen sein können. Selbst wenn man berücksichtigt, daß eine Urankraftquelle nur eine Zeitlang aushält, bis die Spaltungsprodukte den Fortgang der Kettenreaktion verhindern, und eine teure chemische Aufarbeitung notwendig ist, wird es in Zukunft immer noch genügend Fälle geben, in denen die Uranmaschine dem Benzinmotor oder einer anderen Wärmemaschine überlegen ist.

Nicht zu vergessen sind auch große Heizanlagen in unwirtlichen Gegenden, für die die Atomenergie besonders geeignet erscheint. Dort könnten Wärmequellen jahrelang in Betrieb stehen, ohne daß eine besondere Wartung notwendig wäre. Alle zehn Jahre wird man z. B. die Uranpackung durch eine neue ersetzen und die alte zur chemischen Aufarbeitung in die Fabrik einschicken. So könnten Gegenden bewohnbar werden, die heute nur von wenigen Menschen unter schwierigen Verhältnissen besiedelt sind.

Das Gewicht des «Brennstoffes», das im Fall des Urans theoretisch eine Million mal geringer ist als das von Kohle oder Öl, kann ruhig in der Praxis etwas höher liegen. Die Gewichtersparnis bleibt gegenüber dem chemischen Feuer immer noch riesenhaft. Auch das absolute Gewicht der Urananlage, das heute noch wegen der kritischen Größe einen beträchtlichen Ballast darstellt, wird bald verringert werden.

Es genügt ja eine geringe Anreicherung von Uran 235, um die kritische Größe erheblich zu verkleinern. Verschiedene Verfahren sind in Amerika bereits mit Erfolg zur Anwendung gekommen.

Als Nebenprodukt fällt bei der Uranspaltung eine ungeheure Menge von radioaktivem Material mittleren Atomgewichtes ab. Auch der Kohlenstoff wird stark aktiviert. Diese radioaktiven Substanzen, die teilweise eine lange Lebensdauer haben, können weite Anwendungsgebiete in der Medizin zur Bestrahlung und in der Technik für die Materialprüfung finden. Das teure Radium wird dadurch von seiner Monopolstellung verdrängt werden. Durch diese und andere Anwendungsmöglichkeiten wird die Uranmaschine ihre Wirtschaftlichkeit verbessern. Auch die riesige Neutronenstrahlung wird ihre Anwendungsmöglichkeit finden. Letzte Mitteilungen aus Amerika behaupten, daß man heute bereits den Preis der Kilowattstunde mit Uranbetrieb auf den doppelten Preis des Kohlenbetriebs herabgedrückt habe. Ob diese Kalkulation nicht etwas zu optimistisch ist, bleibt abzuwarten. Andere Meldungen berichten, daß bereits ein Elektrizitätswerk mit Dampfturbinen in Betrieb sei. Es soll fünfhunderttausend Kilowatt liefern. Einzelheiten sind darüber aber noch nicht bekannt.

Es ist sicher, daß die Atomenergiemaschine in Zukunft eine immer größere Bedeutung erlangen wird. Die Erde besitzt nur einen beschränkten Vorrat an Kohle. Das Öl wird noch sehr viel früher rar werden. Dann wäre es selbst bei höheren Kosten ganz verfehlt, wollte man nicht früh genug die Atomenergiemaschine allgemein einführen. Uran gibt es in ziemlich reichem Maße an den verschiedensten Stellen der Erde. Bekannt sind besonders die reichen Lager in Belgisch-Kongo und im nördlichen Kanada. An anderen Stellen wird es bald mit Erfolg gesucht und gefunden werden. Auch ist zu erwarten, es werde möglich sein, den Spaltungsprozeß des Thoriums auszunützen. Dieses Element findet sich in noch größerer Menge auf der Erde.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß die außerordentlich hohen Temperaturen bis zu vielen Millionen Grad, die in der Atombombe entstehen, möglicherweise ebenfalls für technische Prozesse herangezogen werden. So wird sich die Atomenergie, die sich zunächst den Menschen nur als ein neues schreckliches Kriegsmittel vorgestellt hat, bald in einem friedlicheren Gewande zeigen. Sie wird den Menschen die äußeren Lebensbedingungen erleichtern und auch im Dienst der Medizin den Kampf gegen die Krankheiten hilfreich unterstützen.

DR. STÄGER ERZÄHLT...

Mantis religiosa bei der Mahlzeit

Der Südtessin ist die richtige Gegend, um die Gottesanbeterin in ihren Lebensgewohnheiten zu studieren. Zur Sommerzeit begegnet man ihr nicht so oft; ihre blattgrüne Schutzfarbe tarnt sie ausgezeichnet im Grase oder auf Sträuchern, wo sie der Jagd obliegt. Aber im Herbst, wenn sie zur Eiablage schreitet und sich daher mehr am Erdboden aufhält, wird man sie häufig gewahr. Ich kann sie dann auf den Steinplatten vor meinem Haus in Lugano nicht selten zu mehreren fangen und unter eine geräumige Glasglocke bringen, in die ich vorher Zweige gestellt habe, um den Tieren Gelegenheit zum Klettern zu geben. Wie der Ameisenlöwe seines Sandtrichters oder die Larve des Laufkäfers (*Cicindela hybrida*) ihres Erdstollens, so bedarf die Gottesanbeterin des Stützpunktes beblätterter Stauden oder Sträucher, um sich in ihrem Waidwerk betätigen zu können. Da hockt sie in lauernder Stellung, stundenlang, wenn es sein muß, auf einem Ästchen und harrt gespannt auf das Summen einer heran nahenden Fliege oder eines anderen Insektes. Ist

das Opfer in Reichweite, schnellt sie plötzlich ihre mit scharfen Zähnen versehenen Fangarme vor und verfehlt ihre Beute sozusagen nie. Einklemmt zwischen dem stachelbesetzten Oberschenkel und der messerartig zuklappenden, mit Dornen bewehrten Schiene, vermag sich das gefangene Tierchen niemals mehr loszumachen. Bei lebendem Leib wird es verspeist. Die Mantis ist in ihrem Hunger unersättlich. Nach *Fabres* Beobachtungen frißt das Weibchen nach der Begattung sogar das Männchen auf. Tropische Mantiden sollen kleine Vögel und Eidechsen anfallen und ihrer Herr werden.

Um die Vorgänge beim Verzehren der Beute genauer verfolgen zu können, steckte ich im Herbst vorigen Jahres mehrere Gottesanbeterinnen nach einander in meinen Glassturz.

Zunächst ließ ich Stuben- und große Schwebefliegen (*Syrphus arcuatus*) zu ihnen hinein. Stutzig gemacht, nahm die Jägerin sofort Stellung und reckte ihren beweglichen Kopf nach der Seite hin, wo das Summen ertönte. Dann stetzte sie auf ihren