Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 47 (1955)

Heft: 9-11

Artikel: Ueber den heutigen Stand der Erzeugung von Kernenergie und ihre Bedeutung für die Energieversorgung der nächsten Jahre

Autor: Winiger, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-921962

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: 11.07.2025

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

C. Schlußbemerkungen

Der Entwurf von Fassungen in geschiebeführenden Bächen und Flüssen wird erschwert durch die Vielgestaltigkeit der natürlichen Gegebenheiten. Auch die besprochenen Fassungen sind ja nur eine zufällige gegebene Summe von Einzelfällen. Es darf deshalb nicht enttäuschen, wenn trotz zwei Jahrzehnten der Untersuchung nur angenäherte Richtlinien für zukünftige Anordnungen gegeben werden können.

Die Wasserfassung ist anderseits ein Bauwerk, das auf Jahrzehnte einen gesicherten Betrieb gewährleisten soll, so daß die Projektierung in jedem Fall sorgfältig durchgeführt werden muß. Genügen dazu die gegebenen Richtlinien? Zweck der Darstellung unserer Erfahrungen war nicht allein die Bekanntgabe von Richtlinien, sondern es sollte auch gezeigt werden, wie zahlreich die Faktoren sind, die beim Entwurf einer Fassung mitspielen. Damit kann auch beurteilt werden, welche Erhebungen in der Natur erforderlich sind, um einen Entwurf genügend begründen zu können. Diese Grundlagen sind nämlich auch für die Durchführung von Modellversuchen erforderlich. Nur bei einwandfreien Naturgrundlagen liefert der Modellversuch sowohl hydraulisch als auch geschiebetechnisch ein zuverlässiges ähnliches Bild der Naturvorgänge. Diese Möglichkeit einer Überprüfung wird weiterhin ausgenützt werden müssen. Ganz besonders bei Fassungen in Beharrungsstrecken für große Ausbauwassermengen und mit Betriebsrestriktionen kann der Modellversuch als Hilfsmittel nur empfohlen werden. Die Nachbildung größerer Flußstrecken flußauf- und -abwärts der Fassungsstelle ermöglicht die Überprüfung der flußbaulichen Grundlagen und dient auch zum Entwurf der erforderlichen Flußverbauungen.

Ueber den heutigen Stand der Erzeugung von Kernenergie und ihre Bedeutung für die Energieversorgung der nächsten Jahre

Von Dipl. Ing. *A. Winiger*

Vortrag anläßlich der Vereinsversammlung des Schweiz. Nationalkomitees der Weltkraftkonferenz in Luzern vom 1. Oktober 1955.

Der steigende Bedarf an Energie, der durch die Zunahme der Bevölkerung und die sukzessive Hebung des Lebensstandards der breiten Massen bedingt ist, ruft gebieterisch nach neuen Energiequellen, da einer zu raschen Erschöpfung der Reserven an fossilen Brennstoffen vorgebeugt werden muß. Diese können uns bei der Verwertung in der synthetischen Chemie einen viel größeren Dienst leisten, als wenn wir sie in Wärme überführen. Die künstlich erzeugte Kernenergie scheint nun in die Lücke treten zu können, nachdem sie bereits seit Jahrmillionen als Sonnenstrahlung das Leben auf unserem Planeten überhaupt möglich gemacht hat. Die Internationale Atomkonferenz in Genf hat Ihnen vor Augen geführt, wie weit wir in der Erschließung der neuen Energiequelle schon vorgedrungen sind und was in den nächsten Jahren von ihr zu erwarten ist.

Vor allem darf festgehalten werden, daß uns die Kernenergie überwiegend nur in der wirtschaftlich am wenigsten interessanten Form, nämlich als Wärme, zur Verfügung gestellt wird. Ihre Überführung in andere Energieformen, wie beispielsweise in Elektrizität, ist infolgedessen mit großen Verlusten verbunden. Außerdem fällt bei der Kernspaltung Strahlungsenergie an, die uns vorläufig einiges Kopfzerbrechen verursacht. Sie ist für Lebewesen gefährlich und darf deshalb nur mit aller Vorsicht gehandhabt werden.

Bevor ich dazu übergehe, mich kurz über den Stand der Erzeugung von Kernenergie zu äußern, möchte ich nochmals daran erinnern, daß uns die Natur nur *einen* Brennstoff liefert, das Uranisotop U 235, das mit nur 0,7% im metallischen Uran enthalten ist. Es können zwar durch Beschießung mit Neutronen noch andere spaltbare Materialien hergestellt werden, wie das Ihnen bekannte Plutonium Pu 239 und das aus Thorium gewonnene Uranisotop U 233. Man tut aber gut daran, sich immer wieder vor Augen zu halten, daß U 235 als Ausgangsmaterial von größter Wichtigkeit ist.

Seit Enrico Fermi 1942 zum erstenmal einen heute schon sehr altmodisch anmutenden Kernreaktor in Betrieb setzte, sind ungeheure Summen für den Bau von neuen Reaktortypen ausgegeben worden, wobei das Schwergewicht auf Konstruktionen lag, die zur Gewinnung von spaltbarem Material, insbesondere Plutonium, dienten. Weiter wurde dem Bau von Reaktoren, die sich zur Prüfung von Konstruktionsmaterialien und zur Herstellung von radioaktiven Isotopen eigneten, besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Wenn man von den Plutonium-Erzeugern absieht, die militärischen Zwekken dienten, so wurden bis vor kurzem keine Reaktoren hoher Leistung erstellt, wie sie für die Krafterzeugung in Frage kämen. Dagegen sind eine Menge Vorarbeiten geleistet worden, die sich nun beim Bau der projektier-

ten Atomkraftwerke verwerten lassen. Vom Standpunkt des Großreaktorbaues aus betrachtet, sind die letzten zehn Jahre als Periode der Großlaboratoriumsversuche anzusehen, während wir heute in das Stadium der industriellen Anwendungen eingetreten sind. Bei diesen letzteren darf man zwischen zwei Richtungen unterscheiden, der französisch-englischen und der amerikanischen.

England und Frankreich sind aus verschiedenen Gründen gezwungen, sich beim Bau von Großreaktoren vorerst an eine Reaktorbauart zu halten, die auf die klassischen Plutonium-Erzeuger von Hanford zurückgeht, bei denen man über langjährige Betriebserfahrungen verfügt und deshalb keine großen technischen Risiken einzugehen braucht.

Beide Länder scheinen unter einem Mangel an Plutonium zu leiden, und England ist außerdem gezwungen, so rasch als möglich Atomkraftwerke in der Elektrizitätsversorgung einzusetzen, um dem steigenden Bedarf an elektrischer Energie gerecht werden zu können. Die Kohlenversorgung wird immer prekärer und weitere Erhöhungen der Kohlenpreise scheinen unvermeidlich. Man hat deshalb einen Reaktortyp gewählt, der sowohl Energie wie Plutonium erzeugen kann («dual purpose»).

Demgegenüber verfügen die USA heute noch über so große Reserven an fossilen Brennstoffen, daß sie sich erlauben können, den Bau von Großreaktoren nach verschiedenen Richtungen zu entwickeln. Durch die Erstellung von mindestens fünf Großreaktoren, die technisch stark voneinander abweichen, werden die USA eine Pionierarbeit leisten, die aus finanziellen Gründen von anderen Staaten, mit Ausnahme Rußlands, kaum vollbracht werden kann. Die Resultate dieses Versuchsprogramms im industriellen Maßstab dürften auch für uns von größtem Interesse sein. Zwei Ausführungen scheinen im besondern in die Zukunft zu weisen, der «boiling water reactor» und der «breeder», der sowohl als heterogener wie auch als homogener Typ gebaut werden kann.

Die Hauptprobleme, die einer Lösung harren, sind kurz folgende:

1. Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades durch Arbeiten mit hohen Temperaturen und geringen Wärmeübertragungsverlusten.
2. Möglichst vollständige Ausnützung des Brennstoffes, bevor er regeneriert werden muß.
3. Höchstmögliche Betriebssicherheit.
4. Beseitigung, Unschädlichmachung oder Weiterverwendung der Abfallprodukte.

Es kann nicht genug hervorgehoben werden, daß es sich bei diesen Plänen für Großreaktoren, von zwei Vorlagen abgesehen, bei denen mit dem Bau bereits begonnen wurde, vorläufig um Projekte handelt, deren Verwirklichung, insbesondere soweit es das amerikanische Programm betrifft, noch sehr viel technische Entwicklungsarbeit erfordern wird. Diese Anlagen dürften deshalb kaum vor dem Ende der 50er oder dem Beginn der 60er Jahre in Betrieb genommen werden können. Erst nach einer Betriebszeit von einigen Jahren kann man sich erlauben, definitive Schlüsse über die Eignung der einzelnen Modelle für die Energieerzeugung zu ziehen.

Für kleinere Staaten, wie beispielsweise die Schweiz, lohnt es sich schon aus finanziellen Gründen nicht, den Bau von Atomkraftwerken hoher Leistung ins Auge zu fassen, bevor nicht die Entwicklung der Großreaktoren zu einem ersten Abschluß gebracht worden ist. Es hat deshalb auch keinen Zweck, mit dem Gedanken zu spielen, daß sich der weitere Ausbau unserer Wasserkräfte erübrige. Wir sind ganz einfach durch die Macht der Verhältnisse gezwungen, die ständig steigende Nachfrage nach elektrischer Energie zu befriedigen durch den Bau neuer hydroelektrischer Kraftwerke, da wir auf dem Energiemarkt nicht in zu große Abhängigkeit vom Ausland fallen können. Ein weiterer Grund zur Vorsicht bei der Inangriffnahme von Großreaktoren ist die Frage der Wirtschaftlichkeit der Kernenergie und der Beschaffung des Brennstoffes.

Es ist heute noch nicht möglich, zuverlässige Unterlagen für die Berechnung der Energiegestehungskosten eines Atomkraftwerkes zu erhalten. Sie hängen in starkem Maße von der Wahl des Reaktortyps ab, von den Kosten des Brennstoffes, insbesondere bei Verwendung von angereichertem Material, den Kosten für die chemische Aufbereitung der Rückstände und deren Unschädlichmachung sowie schließlich der Lebensdauer der Anlage bei verschiedenen Betriebsbedingungen. Es ist wahrscheinlich, daß im Zeitintervall von 1965—1975 Atomkraftwerke in der Größenordnung von mindestens 100 000 kW elektrischer Leistung gebaut werden können, deren Energie ungefähr gleich viel kostet wie diejenige eines modernen thermischen Kraftwerkes mit Kohlenfeuerung. Grundsätzlich ist anzunehmen, daß die Gestehungspreise der Energie, die aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe gewonnen wird, mit der Zeit steigen, während es bei der Kernenergie umgekehrt sein sollte. In einem gewissen Zeitpunkt werden die Preise für beide Erzeugungsarten und bei sonst gleichen Bedingungen miteinander übereinstimmen. Dieser «break-even point» ist je nach den Verhältnissen ein anderer; so dürfte es Gegenden geben, wie beispielsweise Grönland, wo die Kernenergie heute schon konkurrenzfähig ist. Für die hochindustrialisierten Länder dagegen darf angenommen werden, daß dieser Zeitpunkt in der bereits früher erwähnten Periode 1965—1975 liegt. Als konkretes Beispiel möchte ich einen Fall anführen, der mir anläßlich meiner letzten Reise nach den Vereinigten Staaten bekannt geworden ist. Eine Gruppe von Elektrizitätswerken erhielt von der «Atomic Energy Commission» die Bewilligung, einen Großreaktor zu bauen und in Betrieb zu nehmen. Der stärkste Partner hat sich verpflichtet, den vom Reaktor gelieferten Dampf zu einem Preis zu übernehmen, der ihm erlaubt, elektrische Energie im Band zu gleichen Preisen zu erzeugen wie in seinen heute in Betrieb stehenden thermischen Anlagen mit Kohlenfeuerung. Diese Verpflichtung bedeutet, daß ein Drittel der Erstellungskosten des Reaktors als vertretbare Investition angesehen und durch Ausgabe von Obligationen finanziert werden kann; die übrigen zwei Drittel betrachtet man als Entwicklungskosten, die von den einzelnen Partnern der Gruppe «à fonds perdu» übernommen und innerhalb eines gewissen Zeitabschnittes über Betriebskosten abgeschrieben werden. Der Reaktor soll anfangs der 60er Jahre in Betrieb kommen. Man rechnet damit, daß erst nach zwei weiteren verbesserten Ausführungen die wirt-

schaftliche Äquivalenz mit den bestehenden klassischen Dampferzeugern erreicht sein wird, d. h. kaum vor dem Jahre 1970.

Hier darf auch noch auf den im englischen Weißbuch erwähnten Bau von zwölf Atomkraftwerken hingewiesen werden, die innerhalb der nächsten zehn Jahre zur Ausführung kommen sollen. Die Energiepreise beim Betrieb dieser Einheiten sollen um 3 Rp./kWh liegen, eine Ziffer, die auch in unserer Presse verschiedentlich erwähnt worden ist. Bei den englischen Projekten handelt es sich aber, wie bereits bemerkt, um Reaktoren, die sowohl der Erzeugung von Energie als auch der Herstellung von Plutonium dienen. Beide werden vom Staat abgenommen, der somit durch entsprechende Festsetzung des Erlöses für Plutonium innert gewisser Grenzen in der Lage ist, den Energiepreis zu manipulieren. Er ist deshalb mit der nötigen Vorsicht zu beurteilen; keinesfalls darf er zum Vergleich mit den Gestehungskosten hydraulischer Energie herangezogen werden. Bei der Beurteilung der Preise für elektrische Energie ist die Qualität nicht außer acht zu lassen. Soviel wir heute über Reaktoren wissen, eignen sie sich nur zur Erzeugung von Konstantenergie, dagegen nicht zur Übernahme von Spitzenbelastungen. Für diese letztere Funktion sind Wasserkraftwerke mit Speichern ganz hervorragend geeignet. Sie werden daher auch bei zunehmender Belieferung des Energiemarktes durch Kernenergie nur an Bedeutung gewinnen. Es ist deshalb ein Unding, wenn heute gewisse Kreise in der Schweiz Gerüchte herumbieten, die die Wasserkraftanlagen als überlebt darstellen und durch solche unbelegte Behauptungen die Erschließung unserer nationalen Rohenergie hemmen, indem sie die Finanzierung neuer hydraulischer Werke erschweren oder gar verunmöglichen.

Wie stellt sich nun heute das Problem der Beschaffung von Atombrennstoffen in den kommenden Jahren? Es sind in letzter Zeit dank der Teilnahme eines vom Uraniumrausch besessenen Publikums so viele neue Erzlager entdeckt worden, daß die Prospektion bereits gebremst werden mußte. Es ist bestimmt damit zu rechnen, daß in den nächsten Jahren keine Versorgungsschwierigkeiten zu erwarten sind. In Kanada beispielsweise wird die Erzeugung von Uranium schon im Jahre 1957 geldmäßig an erster Stelle stehen, vor Nickel, Kupfer und Gold, die bis jetzt die höchsten Umsätze aufwiesen. Der sukzessiven Einführung der Kernenergie dürfte aller Voraussicht nach von seiten der Brennstoffversorgung kein Hindernis erwachsen.

Lassen Sie mich noch einen Blick in die weitere Zukunft tun, in das letzte Viertel unseres Jahrhunderts. Es ist möglich, daß bis dahin der sogenannte «breeder»-Reaktor in großen Einheiten zur Verwirklichung gelangt. Das würde bedeuten, daß die Menge an spaltbarem Material in stärkerem Maße zunähme als der Verbrauch. Damit wäre Gewähr geboten, daß das in der Natur am meisten vorkommende Uranisotop 238 und das noch häufiger vorhandene Thorium voll ausgenützt werden könnten. Der Brennstoffanteil an den Gestehungskosten der Energie fiele dadurch praktisch auf Null. Das würde die Kernenergie weiter verbilligen und erlauben, auch uraniumarme Erze, deren Ausbeutung heute unwirtschaftlich ist, noch zu verarbeiten.

Eine tiefgreifende Beeinflussung des Energiemarktes ist denkbar, wenn es gelänge, die Fusion der Kerne der leichten Elemente für friedliche Zwecke auszuwerten. Wir wissen, daß sowohl in Rußland wie in den USA und in England an diesem Problem gearbeitet wird; ob es noch in diesem Jahrhundert einer praktischen Lösung zugeführt werden kann, ist heute nicht abzusehen. Jedenfalls scheint die Aussage des Präsidenten der Genfer Atomkonferenz, wonach schon innerhalb der nächsten 20 Jahre mit der Lösung gerechnet werden kann, reichlich optimistisch.

Zum Schluß darf wohl festgestellt werden, daß die Schweiz mit der Gründung der Reaktor AG und dem Beschluß zum Bau eines Versuchsreaktors ansehnlicher Leistung den richtigen Weg beschritten hat. Es wird ihr möglich sein, ohne zu große finanzielle Risiken einzugehen, sich in den nächsten Jahren mit den grundlegenden Problemen der Erzeugung von Atomenergie auseinanderzusetzen und insbesondere Fachkräfte auszubilden, die beim Bau von Atomkraftwerken eingesetzt werden können. Der Mangel an entsprechend ausgebildeten Ingenieuren, Physikern und Chemikern ist heute in ganz Europa und teilweise sogar in den USA so akut, daß er für die weitere Entwicklung der Atomtechnik mitbestimmend geworden ist. Bis wir über die erforderlichen Spezialisten verfügen, wird wahrscheinlich auch die Frage des für die Schweiz am besten geeigneten Reaktormodells besser zu überblicken und der Ausbau unserer Wasserkräfte einen guten Schritt weiter gediehen sein. Es erweist sich für die Schweiz als ein großes Glück, daß sie dank ihrer «weißen Kohle» die notwendige Atempause gewinnen kann, um sich ohne zu große Risiken technischer und finanzieller Natur in die kommende Entwicklung auf dem Gebiete der Kernenergie einzuschalten.