

Illies, Kurt

Article — Digitized Version

Anwendung von Kernenergie für Schiffsantrieb

Wirtschaftsdienst

Suggested Citation: Illies, Kurt (1956) : Anwendung von Kernenergie für Schiffsantrieb, Wirtschaftsdienst, ISSN 0043-6275, Verlag Weltarchiv, Hamburg, Vol. 36, Iss. 10, pp. 559-562

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/132359>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Anwendung von Kernenergie für Schiffsantrieb

Prof. Dr.-Ing. Kurt Illies, Technische Hochschule Hannover*)

In den letzten Jahren wurden in den verschiedenen Staaten, vor allem in den USA, in Großbritannien und in Rußland, erhebliche Anstrengungen gemacht, die Kernenergie zur Erzeugung von mechanischer oder elektrischer Energie anzuwenden. Hierfür liegt eine zwingende Notwendigkeit vor, da der Energiebedarf der Welt ständig wächst und heute schon der Zeitpunkt abzusehen ist, an dem die bisher zur Deckung des Energiebedarfs verwendeten Energiequellen, also vor allem Kohle und Öl, nicht mehr in ausreichender Menge zur Verfügung stehen. Das gilt vor allem für ortsfeste Kraftwerke zur Erzeugung von elektrischer Energie.

Aber auch für den Antrieb von Verkehrsmitteln, besonders für Schiffsantriebe, wird die Anwendung der Kernenergie lebhaft vorangetrieben. Hier sind allerdings andere Gründe als bei ortsfesten Kraftanlagen maßgebend; es handelt sich hier weniger um einen in absehbarer Zeit eintretenden Mangel der Energiequellen, sondern vor allem darum, daß die Anwendung der Kernenergie ganz besondere Vorteile verspricht.

Die besonderen Probleme, die bei Schiffsanlagen auftreten, machen es verständlich, daß in Hamburg eine besondere Studiengesellschaft zur Kernenergieverwertung in der Schifffahrt gegründet wurde. Das Ziel dieser Gesellschaft ist die Entwicklung einer mit Kernenergie arbeitenden Schiffsantriebsanlage.

Die Gesellschaft wird auch von staatlicher Seite gefördert. Die 4 Küstenländer — Bremen, Hamburg, Schleswig-Holstein und Niedersachsen — haben sich zusammengeschlossen, um die Hamburger Studiengesellschaft zu unterstützen; auch das Bundes-Atomministerium hat sich für die Gesellschaft eingesetzt, deren Pläne jetzt so weit gediehen sind, daß ein Reaktor in den Vereinigten Staaten gekauft werden soll, der zunächst an Land erprobt wird. An diesem Reaktor werden vorwiegend physikalische, aber auch einige technische Probleme studiert werden können. Als nächste Stufe ist dann die Errichtung einer vollständigen Kraftreaktoranlage an Land beabsichtigt; diese Anlage soll bordgerecht aufgebaut und unter bordmäßigen Bedingungen, soweit dies an Land möglich ist, erprobt werden. Der Einbau in ein Schiff kommt natürlich erst dann in Frage, wenn die Betriebssicherheit gewährleistet ist. Darüber werden aber noch einige Jahre vergehen.

*) Die Darlegungen fußen auf einem Vortrag, den der Verfasser, der Vorsitzender des technisch-wissenschaftlichen Beirats der „Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt“ ist, am 18. 9. 1956 im NDR gehalten hat.

Ebenso wie in Deutschland von der Studiengesellschaft für Kernenergieverwertung in Hamburg wird auch im Ausland an mehreren Stellen an der Frage der Kernenergieverwertung für Schiffsantriebe gearbeitet. Beispielsweise beschäftigt sich die US-Marine, die bereits 2 Unterseeboote mit offenbar günstigen Ergebnissen mit Kernenergie betreibt, nämlich „Nautilus“ und „Seawolf“, auch mit dem Problem, Kernenergieanlagen für größere Schiffe, beispielsweise Flugzeugträger, anzuwenden. Auf dem Gebiet der Handelsschiffsantriebsanlagen bearbeiten in den USA mehrere große Unternehmungen die Anwendung der Kernenergie; die United States Lines wollen zusammen mit der Bethlehem Steel Corp. etwa 1960 ein Fracht- und Fahrgastschiff mit einer derartigen Anlage fertigstellen; ein großes Tankschiff soll ebenfalls mit einer Kernenergie-Antriebsanlage ausgerüstet werden.

In England untersucht die Atom-Energie-Behörde in Verbindung mit der Schiffbau-Forschungsabteilung des Department of Scientific and Industrial Research die Möglichkeiten für Kernenergie-Schiffsantriebe. In Japan wird der Bau eines großen Tankschiffes mit 20 000 WPS geplant, in Norwegen soll in 5—6 Jahren das erste Schiff mit einer Atomenergieanlage in Betrieb genommen werden.

SPEZIFISCHE VORTEILE

Zu den besonderen Vorteilen, die die Verwendung der Kernenergie beim Schiffsantrieb bietet, gehört zunächst einmal die außerordentlich hohe Energiekonzentration der Kernspaltstoffe. Beispielsweise wird bei der vollständigen Spaltung von 1 kg Uran eine Wärmemenge entsprechend einem Heizwert von rd. 3 Mill. kg Kohle oder rd. 2,2 Mill. kg Heizöl frei. Die Energiekonzentration ist, verglichen mit den bisherigen Brennstoffen, auch dann noch ungeheuer hoch, wenn man berücksichtigt, daß das spaltbare U 235 nur zu einem geringen Prozentsatz in dem nicht spaltbaren U 238 enthalten ist und eine vollständige Ausnutzung infolge einer während des Reaktorbetriebes auftretenden Verschlackung auch nicht möglich ist. Nimmt man z. B. an, daß das spaltbare Uran zu 10% im Uran 238 angereichert ist und nur zu 10% ausgenutzt wird, so entspricht 1 kg Uran also etwa 30 000 kg Kohle bzw. 22 000 kg Mineralöl.

Ein Schiff mit einer Dampfantriebsleistung von 10 000 WPS verbraucht täglich etwa 60 t Heizöl, das sind monatlich rd. 1800 t. Dieses erhebliche Brennstoffgewicht geht an Nutzladegewicht für das Schiff natürlich verloren; sinngemäß gilt dasselbe für

den dafür benötigten Bunkerraum. Demgegenüber spielt also das Gewicht der Kernenergiespaltstoffmenge nur eine verschwindend kleine Rolle — die Nutzladefähigkeit des Schiffes und damit seine Wirtschaftlichkeit wird entsprechend erhöht. Diese hohe Energiekonzentration des Kernspaltstoffes stellt also einen starken Anreiz für seine Anwendung in Schiffsantrieben dar.

Zu dieser Eigenschaft der Kernenergie kommen noch zwei bemerkenswerte Tatsachen, nämlich die, daß bei dem Kernspaltprozeß keinerlei Sauerstoff- bzw. Luftzufuhr benötigt wird und auch keinerlei Abgase entstehen. Beides ist für den Antrieb von Unterwasserfahrzeugen von entscheidender Bedeutung, und es ist daher auch kein Zufall, daß das erste mit Kernenergie angetriebene Schiff ein Unterwasserfahrzeug, das U-Boot „Nautilus“, ist. Aber auch für Oberwasserfahrzeuge sind das Vermeiden von Abgasen und der Wegfall der Verbrennungsluftzufuhr von erheblichem Vorteil. Man denke beispielsweise an den Fortfall des Schornsteins und daran, daß die Schiffsdecks stets gasfrei sein werden, sowie an den Wegfall der großen Zuluftleitungen und -gebläse.

WIRTSCHAFTLICHKEIT

Die Wirtschaftlichkeit ist letzten Endes auch bei technischen Objekten entscheidend. Über die Wirtschaftlichkeit von Kernenergiekraftanlagen können heute in Deutschland noch keine genauen Angaben gemacht werden, da uns die Erfahrungen auf diesem Gebiet fehlen. Die Wirtschaftlichkeit einer Maschinenanlage hängt vor allem von den Herstellungs- und den Brennstoffkosten ab. Nach amerikanischen Angaben liegen die Herstellungskosten von Kernenergieanlagen allerdings z. Zt. noch wesentlich höher als die von Anlagen mit den bisher üblichen Brennstoffen. Man darf dabei aber nicht vergessen, daß die Kernenergieanlagen erst am Anfang ihrer Entwicklung stehen.

Auch hinsichtlich der Brennstoffkosten ist in Deutschland z. Zt. ein Vergleich zwischen den üblichen Brennstoffen und den Kernenergie-Spaltstoffen noch nicht möglich. Vergleicht man jedoch die thermischen Wirkungsgrade ortsfester Dampfkraftwerke mit denen von Schiffsantriebsanlagen, so ergibt sich: Ortsfeste Dampfkraftwerke arbeiten heute mit hohen Dampfzuständen und entsprechend hohen thermischen Wirkungsgraden bis zu 35 %, in Sonderfällen sogar bis zu 40 %. Schiffsantriebsanlagen, die infolge der besonderen Betriebsbedingungen mit niedrigeren Dampfzuständen arbeiten müssen, weisen dagegen thermische Wirkungsgrade von 23 % — höchstens 25 % — auf. Dampfanlagen, die mit Kernenergie-reaktoren betrieben werden, können mit Rücksicht auf die Betriebssicherheit der Reaktoren z. Zt. nur mit niedrigen Dampfzuständen betrieben werden, ihre Wirkungsgrade sind entsprechend gering. Dadurch verringert sich der Unterschied im Wirkungsgrad zwischen ortsfesten Anlagen und Schiffsanlagen bei der Verwendung von Kernenergie.

Eine Schiffsmaschine darf nun nie allein, sondern stets nur im Zusammenhang mit dem Schiff, zu dessen Antrieb sie dient, betrachtet werden.

Da die Wirtschaftlichkeit eines Schiffes u. a. auch von dem Gewicht und dem Raumbedarf des Brennstoffs, der bei der Kernenergieanlage ja praktisch entfällt, abhängt, so ist es verhältnismäßig leichter, die Wirtschaftlichkeit eines Schiffes mit Kernenergieantriebsanlage nachzuweisen als die eines ortsfesten Kraftwerkes.

Das ist also eine Reihe von Vorteilen, die die Kernenergieanwendung für Schiffsantriebe verspricht. Leider steht dem aber auch eine Reihe großer Schwierigkeiten technischer Natur entgegen.

Die physikalische Seite der Kernspaltung ist von den Physikern heute so weit gelöst, daß jetzt der Ingenieur für die technische Nutzbarmachung der bei der Kernspaltung freiwerdenden Wärme eingeschaltet werden muß. Z. Zt. ist noch kein praktisch verwendbares Verfahren bekannt, nach dem die Kernenergie direkt in mechanische oder elektrische Energie umgesetzt werden kann, es muß also der Umweg über eine der bekannten Wärmekraftmaschinen gewählt werden. Für Schiffe kommen hierfür Dampfkraftmaschinen und Gasturbinen in Frage. Der Reaktor hat in einer derartigen Kernenergiekraftanlage die Aufgabe, die Feuerung zu ersetzen. Der Wärmezug aus dem Reaktor kann über flüssige Arbeitsmittel (z. B. Wasser, schweres Wasser oder flüssiges Metall wie geschmolzenes Natrium), durch Dampf (z. B. Wasserdampf) oder durch Gase (z. B. Helium, Kohlenoxydgase und dergl.) erfolgen.

BETRIEBSSICHERHEIT

Das wichtigste Problem einer Kernenergieanlage liegt in der Betriebssicherheit, die heute viel erörtert wird. Die in den USA gemachten Erfahrungen zeigen, daß die Gefahr der Zerstörung des Reaktors durch ein unvorhergesehenes Ereignis, z. B. Versagen der Regelung und Ausbruch eines Feuers, nicht größer ist als bei einer normalen Kraftanlage bekannter Bauart; jedenfalls was die Häufigkeit betrifft, wohl ist aber die Auswirkung einer solchen Störung durch die radioaktive Verseuchung der Umgebung sehr viel gefährlicher; unter Umständen muß das umliegende Gebiet dann sofort geräumt werden. Auch kleine, im Maschinenraum häufiger vorkommende Undichtigkeiten, wie Lecken einer Flanschverbindung oder einer Pumpenstopfbuchse, können in Kernenergieanlagen gefährlich werden; es genügt das Austreten von wenigen ccm eines radioaktiven Arbeitsmittels, z. B. Wasser mit radioaktiven Korrosionsprodukten, aus einer Undichtigkeit, und der Raum muß sofort von dem Bedienungspersonal verlassen werden.

Die Betriebssicherheit für eine Schiffsantriebsanlage hat eine noch größere Bedeutung als bei einer ortsfesten Anlage, weil u. U. das Schiff und damit auch das Leben der Besatzung gefährdet ist. Diese erhöhte Forderung nach Betriebssicherheit stößt aber gerade bei Schiffsanlagen auf besondere Schwierigkeiten; man denke an die Maschinenmanöver — Vorfahrten, Stop, Rückwärtsfahrten —, an die Schiffsbewegungen im Seegang, an Durchbiegungen des Schiffskörpers infolge des Seeganges und der Beladung, an die Erschütterungen, denen das Schiff und damit auch die Maschinenanlage ausgesetzt ist, an

die verhältnismäßig engen und warmen Maschinenräume, die ungewöhnliche Anforderungen an das Bedienungspersonal stellen. Die Betriebsbedingungen einer Schiffsantriebsanlage sind also ungleich schwieriger als die eines ortsfesten Kraftwerks; daraus ergeben sich besondere Probleme für den Ingenieur, und es sind besondere Konstruktionen erforderlich. Ich erwähne nur die Frage der Reaktorregelung, die ohnehin schon schwierig ist, im Hinblick auf die Maschinenmanöver und die evtl. notwendige Vernichtung überschüssiger Wärme während der Stopzeiten. Ferner bedeuten die Maschinenmanöver auch Temperaturänderungen in der Maschine, den Rohrleitungen, Apparaten und dergl., wodurch Wärmespannungen hervorgerufen werden und Undichtigkeiten eintreten können, die bei allen Teilen der Anlage, die radioaktive Stoffe führen, unbedingt vermieden werden müssen, da sonst der betreffende Raum, u. U. sogar das Schiff, von der Besatzung geräumt werden müßte. Auch die Schiffsbewegungen, Schiffsdurchbiegungen und Erschütterungen stellen dem Ingenieur besondere Aufgaben und beeinflussen die Reaktorbauart sowie die Bauart der zugehörigen Wärmeaustauscher, Rohrleitungen und dergl.

Besonders wichtig — allerdings nicht nur für Schiffsanlagen — ist die Entwicklung geeigneter Werkstoffe. Die Werkstoffe sind in den Kernenergiekraftanlagen außer den üblichen und bekannten mechanischen Beanspruchungen zu einem Teil, jedenfalls soweit es sich um den Reaktor und um Teile der Anlage handelt, die mit radioaktiven Stoffen in Berührung kommen, auch einer starken radioaktiven Strahlung ausgesetzt. Die Werkstoffe müssen außerdem teilweise bestimmte kernphysikalische Eigenschaften haben, z. B. dürfen sie an manchen Stellen keine Neutronen absorbieren, wodurch die Werkstoffauswahl stark eingeschränkt wird. Die z. Zt. bekannten, in kernphysikalischer Hinsicht brauchbaren Werkstoffe sind aber durchweg erheblichen Korrosionen unter dem Einfluß der radioaktiven Bestrahlung unterworfen; diese Korrosionen wachsen mit zunehmenden Temperaturen. Betroffen werden hiervon vor allem die Werkstoffe im Reaktor selbst, aber auch andere Teile der Anlage, die mit radioaktiven Stoffen in Berührung kommen, z. B. ein Teil der Rohrleitungen, Pumpen, Wärmeaustauscher usw.

STRAHLUNGSSCHUTZ

Für Schiffsanlagen ist speziell die Frage des Strahlungsschutzes wichtig; in ortsfesten Kraftwerken kommt hierfür ein starker Betonpanzer zur Anwendung, der für Schiffe wegen seines hohen Gewichtes nicht geeignet ist.

Treten Störungen an einer Schiffsantriebsanlage auf, so ist die Durchführung von Reparaturen an einer Schiffsmaschine aus räumlichen Gründen meist schwieriger als bei einer ortsfesten Kraftanlage. Das gilt ganz besonders für Kernenergieanlagen; bei ortsfesten Kraftwerken können umfangreiche Vorrichtungen für die Durchführung von Reparaturen unter Zwischenschaltung eines Strahlenschutzes eingerichtet werden, an Bord von Schiffen ist das nur in sehr beschränktem Umfang möglich.

Ein ähnliches Problem stellt die Auswechslung der Brennstoffelemente, die nach einer gewissen Zeit infolge der im Betrieb eintretenden Verschlackung gegen neue Elemente ausgetauscht werden müssen, dar. Diese Auswechslung muß ebenfalls unter Zwischenschaltung eines Strahlungsschutzes vorgenommen werden, wofür bei ortsfesten Anlagen genügend Platz zur Verfügung steht, um entsprechende Einrichtungen zu bauen. Bei Schiffsanlagen ist das nur unter besonderen Schwierigkeiten zu lösen, und es müssen auch in den anzulaufenden Häfen besondere Einrichtungen für die Auswechslung der Brennstoffelemente getroffen werden.

Wird ein Reaktor für Natururan gebaut, in dem das spaltbare U 235 nur zu 0,7% enthalten ist, so werden seine Abmessungen und sein Gewicht recht groß; das wirkt sich ganz besonders auch auf das Gewicht des Strahlenschutz-Betonmantels aus. Für Schiffsanlagen wird man wohl stets Reaktoren verwenden müssen, die mit angereichertem Uran arbeiten, um die Abmessungen und Gewichte zu verringern.

Auf die Bedeutung und die Schwierigkeiten der Ingenieurarbeit bei dem Bau eines Reaktors sowie der zugehörigen Wärmekraftanlage, bei der andere Gesichtspunkte zu beachten sind als bei den Wärmekraftanlagen herkömmlicher Bauart — was oft übersehen wird —, weisen die Entwicklungskosten der ersten Kernenergieschiffsantriebsanlage auf USS „Nautilus“ hin, die etwa 40 Mill. \$ betragen. Sie

Hartgummi  *Kunststoffe*

NEW-YORK HAMBURGER
GUMMI-WAAREN COMPAGNIE

ANGESCHL. DR. HEINR. TRAUN & SOHNE GMBH.

entfallen zu 11% auf physikalische und 89% auf technische, d. h. technologische, mechanische, elektrische, elektronische und chemische Forschungen sowie Fragen der Wärmeübertragung.

Die Unterschiede zwischen Schiffsantriebsanlagen und ortsfesten Kraftanlagen machen es erforderlich, daß auf dem Gebiet der Schiffsantriebsanlagen eine

besondere Entwicklung betrieben wird. Es gibt zwar gemeinsame Probleme für beide Arten von Kraftanlagen, z. B. auf dem Gebiet der Werkstoffe, aber die Unterschiede zwischen beiden Kraftanlagen, bedingt durch ihre Betriebsweise, sind so erheblich, daß auf eine gesonderte Entwicklungsarbeit für Schiffsantriebsanlagen nicht verzichtet werden kann.

Zusammenspiel von öffentlicher und privater Initiative in der französischen Atomindustrie

Alfred Frisch, Paris

Ein interessanter Grundzug der französischen Atomindustrie ist die Verflechtung von öffentlichen, privaten und halbstaatlichen Unternehmungen, die zwar auch in der übrigen französischen Industrie vorhanden ist, in der Atomindustrie aber eine besondere Ausprägung erfahren hat.

ATOMKOMMISSARIAT

Das Fundament der französischen Atomwirtschaft ist das bereits im Oktober 1945 gegründete Atomenergiekommissariat, eine rein staatliche Einrichtung, die sowohl für die Forschung wie für die Uranerzeugung und den Betrieb der ersten in das industrielle Gebiet hineinreichenden Anlagen, z. B. den gerade in Dienst gestellten, mit Energieerzeugung verbundenen großen Atommeiler von Marcoule, verantwortlich ist. Nach den geltenden Gesetzen bestünde die Möglichkeit, trotz der Verstaatlichung der Elektrizitätswerke Atomkraftwerke auf rein privater Grundlage zu bauen, denn die Verstaatlichung erfaßte nur die bestehenden Kraftwerke. Die staatliche Elektrizitätsgesellschaft ist sogar verpflichtet, die von privaten Werken erzeugten Energiemengen zu angemessenen Bedingungen abzunehmen, was in verschiedenen Einzelfällen, z. B. bei Überschüssen von Betriebskraftwerken, bereits geschehen ist. Ihr Monopol betrifft aber nicht die Erzeugung, sondern lediglich den Verkauf. Das Kräfteverhältnis zwischen privaten an der Atomwirtschaft interessierten Gruppen und der staatlichen Elektrizitätsgesellschaft, die selbstverständlich vom Atomkommissariat bevorzugt unterstützt wird, ist jedoch so, daß die Privatindustrie von Anfang an auf eine Beteiligung an der Energiegewinnung aus Atomanlagen verzichtet hat. Ihr Hauptziel ist die Lieferung von Materialien und Anlagen, die von der Atomwirtschaft benötigt werden. Deshalb ist sie sehr darum bemüht gewesen, sich rechtzeitig in das Arbeitsprogramm des Atomkommissariats einzuschalten, seine Forschungsergebnisse zu erfahren und parallel hierzu in eigenen Laboratorien weiterzuarbeiten. Dieses Zusammenspiel ist um so leichter möglich, als das Atomkommissariat seit einiger Zeit die Techniker und Forscher der Privatindustrie in besonderen Schulungskursen ausbildet. Außerdem gehört es zu den Eigenarten des französischen Verwaltungsapparates, seine Spitzenkräfte nach einer bestimmten Zeit an die Privatindustrie

abzugeben und sie durch die aufsteigende Elite der nächsten Generation zu ersetzen. Er bewahrt sich so vor einer bürokratischen Vergreisung und schafft sich eine fast organische Verbindung mit der Privatwirtschaft, was gerade auf dem Atomgebiet nicht ohne Bedeutung sein wird.

Das Atomkommissariat leistete jahrelang ausgesprochene Pionierarbeit. In der breiteren Öffentlichkeit fand das Kommissariat erst nach 1950 ein stärkeres Echo, als mit dem Bau größerer Atommeiler begonnen wurde. In der Anlaufperiode fehlten der Privatwirtschaft alle Anhaltspunkte, um sich auf dem Atomgebiet auch nur indirekt zu betätigen. Es ist daher nicht überraschend, wenn das Kommissariat das benötigte Uran in eigenen Gruben, vorwiegend in Mittelfrankreich, abbaute. Dies geschah keineswegs aus staatlichen Monopolansprüchen heraus, sondern einfach, weil es keinen anderen Weg gab. Erst 1955 waren die Voraussetzungen dafür geschaffen, um den Uranabbau von privaten Unternehmen durchführen zu lassen. Das Kommissariat übernimmt seither zu festgesetzten Preisen die private Uranproduktion, wobei von Fall zu Fall besondere Lieferverträge abgeschlossen werden. Häufig beteiligt sich jedoch auch jetzt noch das Kommissariat an den Abbaugesellschaften. Allein schon die direkte staatliche Abnahmegarantie scheint in vielen Fällen dem Privatkapital den Ansporn zu eigener Initiative zu geben.

GEMEINSCHAFTSGRUNDUNGEN

Sehr früh gelangte man für die Errichtung der verhältnismäßig umfangreichen Forschungsanlagen und Atommeiler des Kommissariats zu einer engen Zusammenarbeit zwischen Staat und Privatindustrie, indem das Kommissariat vermied, sich allein auf die eigene Regie zu verlassen. Diese Methode gab einer Reihe französischer Großfirmen die Möglichkeit, sich risikofrei in die Atomwirtschaft einzuarbeiten und sich auf diese Weise mit den neuen Erfordernissen vertraut zu machen. Darüber hinaus entstanden und entstehen noch Gemeinschaftsgründungen des Atomkommissariats und bedeutender Chemiefirmen, z. B. für die Erzaufbereitung. Seit einigen Jahren schreckt die französische Privatwirtschaft vor derartigen Verbindungen nicht mehr zurück, da sie z. B. für die Kohlechemie hiermit ausgezeichnete Erfahrungen machte. Die staatlichen Unternehmen werden im all-