Zeitschrift: Schweizer Monatshefte : Zeitschrift für Politik, Wirtschaft, Kultur
Herausgeber: Gesellschaft Schweizer Monatshefte
Band: 47 (1967-1968)
Heft: 12

Artikel: Die Verbreitung der nuklearen Verfahrenskunde in der Welt
Autor: Maddox, John
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-162039

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: 06.01.2026

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

Die Verbreitung der nuklearen Verfahrenskunde in der Welt

JOHN MADDOX

Vor rund einem Jahrzehnt hat die «National Planning Association» in den Vereinigten Staaten erstmals auf die Problematik der nuklearthermischen Energie hingewiesen. Damals wurde betont, «daß bereits 1970 die meisten militärisch bedeutenderen Länder über Atomwaffen — strategische, taktische oder beiderlei — verfügen» würden. Schon bald aber hat das erwähnte Gremium selber eingesehen, daß zwischen den Möglichkeiten und Wahrscheinlichkeiten oft große Lücken klaffen. Im öffentlichen Gespräch wurde denn auch immer wieder darauf hingewiesen, daß die technischen Voraussetzungen allein noch nicht darüber entscheiden, ob ein Land sich zur Herstellung eigener Nuklearwaffen entschließt. Wie die Dinge liegen, gibt es heute weniger Atommächte auf der Welt, als es eigentlich geben könnte. Ein nicht nur technisch bedingter Zwang zur Beschränkung mag dabei bremsend gewirkt haben. Anderseits wird sich in zehn Jahren möglicherweise zeigen, daß ein Land, um nukleare Explosivstoffe herzustellen, nicht unbedingt eine neue Industrie auf die Beine stellen muß.

So wie die zwanziger Jahre von der Verbreitung der Automobiltechnik geprägt waren, werden die siebziger Jahre im Zeichen der Atomtechnik stehen. Zahlreiche Länder haben eine kerntechnische Planung bereits sehr weit vorgetrieben, was zu dem Schluß berechtigt, daß die Energieproduktion schon in der ersten Hälfte der kommenden Dekade zu einem wesentlichen Teil auf der Atomkraft basieren wird. Diese Tendenz dürfte durch die vorauszusehende Entwicklung völlig neuer Reaktortypen — sogenannter Brutreaktoren — noch verstärkt werden. Es liegt auf der Hand, daß die neuen Erkenntnisse in der nuklearen Verfahrenskunde auch der Kernwaffentechnik neue Impulse verleihen werden. Voraussichtlich dürften lange vor Ablauf der siebziger Jahre mehr als ein Dutzend Länder über die nötigen Kenntnisse für die Eigenherstellung von Kernwaffen verfügen.

Die skizzierte Entwicklung wird natürlich das Problem der Weiterverbreitung solcher Waffen nachhaltig beeinflussen. Bis jetzt haben finanzielle und technische Schwierigkeiten verhindert, daß sich die nukleare Verfahrens-

kunde allzu rasch ausbreitete. In den siebziger Jahren aber dürften bereits zahlreiche Staaten über eine so hoch entwickelte zivile Technik verfügen, daß ihnen die Herstellung nuklearer Explosivstoffe verhältnismäßig wenig Mühe und Kosten bereiten wird. Das wiederum heißt, daß andere Kriterien — nicht rein technischer Art — bei der Zurückbindung der Proliferation an Bedeutung gewinnen könnten. Das partielle Teststoppabkommen etwa dürfte dannzumal — sofern es überhaupt noch existiert — noch wirksamer werden, als es heute ist. Im übrigen wird bis dahin auch die Einsicht vermehrt Platz gewinnen, daß ein Land erst dann eine Atommacht im eigentlichen, militärischen Sinne darstellt, wenn es neben nuklearen Explosivstoffen auch die erforderlichen Trägerwaffen herstellen kann. Wenn also Frankreich oder China ein paar Atombomben explodieren lassen, dann läßt das zwar aufhorchen, aber ein Beweis, daß diese Länder nun zu Atommächten aufgerückt wären, ist damit noch nicht erbracht.

Die Kernindustrie in den siebziger Jahren

Seit Beginn des Jahres 1967 hat die Atomenergie einen beispiellosen Aufschwung erlebt. Zahlreiche Pläne für Kernkraftwerke, die bereits in drei bis vier Jahren den Betrieb aufnehmen sollen, liegen ausgearbeitet vor. Für die amerikanische und westeuropäische Industrie, welche die entsprechenden Einrichtungen zu liefern haben, verliefen die vergangenen Monate äußerst dramatisch. Die einschlägigen Firmen werden mit Aufträgen überhäuft. In vielen Ländern konnte bereits die Erfahrung gemacht werden, daß elektrische Energie aus Atomkraft billiger zu stehen kommt als solche aus konventionell-thermischen oder Wasserkraftwerken.

Diese Entwicklung kam nicht unerwartet; sie konnte auf mehrere Jahre vorausgesehen werden. Erstaunlich ist einzig, daß es so lange gedauert hat, bis sich die Atomkraft die Favoritenrolle in der Elektrizitätsherstellung erobern konnte. In den Vereinigten Staaten und in Großbritannien haben parallele, wenn auch voneinander verschiedene technische Entwicklungen mehr oder weniger gleichzeitig zur Konzipierung relativ «einfacher» Kernreaktoren geführt, die aber immerhin gegenüber konventionellen, ölbefeuerten thermischen Anlagen zu konkurrenzieren vermögen. Sowohl die britischen wie die amerikanischen Reaktortypen können ohne wesentliche Schwierigkeiten in ganz Europa, Afrika und dem Fernen Osten in Lizenz nachgebaut werden. Und dabei ist das erst ein Anfang. Verschiedene andere Länder, etwa Italien, die Bundesrepublik Deutschland, Frankreich und Japan arbeiten ebenfalls intensiv und erfolgreich an der Entwicklung von Reaktoren und dürften in der kommenden Dekade zweifellos ihren Beitrag zum Siegeszug der Kernelektrizität leisten.

Schon die elektrische Energie aus Kernreaktoren der ersten Generation ist wirtschaftlich durchaus konkurrenzfähig. In Großbritannien scheint zum Beispiel schon jetzt festzustehen, daß die zurzeit im Bau befindlichen Kernkraftwerke, die mit diesen «älteren», für den kommerziellen Einsatz gebauten Reaktoren betrieben werden sollen, einen Strom liefern werden, der um rund 15 Prozent billiger sein wird, als derjenige aus den meisten kohle- und ölbetriebenen konventionellen thermischen Kraftwerken. Die gesamten Gestehungskosten für elektrische Energie belaufen sich in England heute auf rund eine Milliarde Dollar; noch vor Ende der siebziger Jahre dürften sie das Doppelte davon betragen. Daraus folgt, daß durch den sukzessiven Ersatz der konventionellen durch Kernkraftwerke in ungefähr zehn Jahren jährlich etwa 150 bis 300 Millionen Dollar eingespart werden können, und dies selbst unter der Annahme, daß — was unwahrscheinlich ist — der Wirkungsgrad von Kernkraftwerken nicht mehr verbessert werden kann. In den Vereinigten Staaten rechnet man gar mit Einsparungen in der Größenordnung von Milliarden Dollar.

Der Kernkraftindustrie dürfte in der kommenden Dekade wachstumsmäßig die Führungsrolle unter allen Industrien zukommen. Für die Vereinigten Staaten beispielsweise hat die amerikanische Atomenergiekommission folgende bis Ende dieses Jahrhunderts geltende Prognose für die in Kernkraftwerken installierte Leistung aufgestellt:

Jahr	Leistung in Megawatt
1967	1950
1970	11000
1980	110000
1990	367000
2000	950000

Nach der gleichen Voraussage sollen in den Vereinigten Staaten um 1970 so viele neue Kernkraftwerke in Betrieb genommen werden, daß daraus eine jährliche Leistungszunahme von 5700 Megawatt resultieren wird. Dies entspricht der gegenwärtigen in England (4048 MW) und in den USA (1950 MW) insgesamt verfügbaren Leistung.

Aber auch die Planungsvorhaben anderer Länder sind ambitiös. Man darf annehmen, daß gut die Hälfte der im Laufe der nächsten zehn Jahre in Europa installierten Leistung auf der Kernkraft basieren wird. Die gesamte Leistungszunahme von 1970 bis 1980 kann man auf 50000 Megawatt oder mehr veranschlagen. Italien beispielsweise, das an dritter Stelle in der Hierarchie der Kernenergie produzierenden Länder in Europa rangiert, verfügt heute über eine nukleare Leistung von 622 Megawatt; bis 1975 werden weitere 3000 Megawatt dazukommen. In der Bundesrepublik Deutschland, wo zurzeit drei noch eher unbedeutende Kernzentralen sich im Stadium der

Fertigstellung befinden, sollen in Bälde Aufträge für zwei 600-Megawatt-Reaktoren vergeben werden, und für weitere drei wird die Bestellung noch im Laufe dieses Jahres erwartet. Schweden trägt sich mit dem ehrgeizigen Plan einer 3000-Megawatt-Kernzentrale; und in der Schweiz dürften bis 1975 die nuklearen Kraftwerke mit total 6 Reaktoren eine Leistung von 2100 MW erbringen. Auch Belgien, Holland und Spanien planen den Bau von Reaktoren. In Finnland scheint die Regierung den Plan für ein Atomkraftwerk in der Nähe von Helsinki zunächst zurückgestellt zu haben. Dagegen sind in Jugoslawien, Argentinien und Australien große Pläne im Werden. In Japan kommen zu den gegenwärtig bestehenden zwei kleinen Werken von insgesamt 178 Megawatt bis 1975 mindestens fünf neue mit einer Gesamtleistung von 1500 Megawatt hinzu. Selbst in der Tschechoslowakei, wo man sich während der letzten zwölf Jahre mit dem Bau eines einzigen Reaktortyps nach sowjetischem Muster befaßt hat, sollen bis 1980 Kernkraftwerke mit einer Gesamtleistung zwischen 1500 und 2500 Megawatt in Betrieb genommen werden.

Alle diese Vorhaben werden natürlich eine bedeutende Plutoniumproduktion mit sich bringen. Die Menge des im Verlaufe des Arbeitsprozesses in einem Reaktor anfallenden Plutoniums hängt entscheidend vom Typ des verwendeten Reaktors und von der Kontinuität seines Betriebs ab. Als Faustregel gilt, daß ein Atomreaktor pro 1000 Megawatt Leistung rund 220 Kilogramm Plutonium im Jahr produziert — genug für 30 bis 40 Bomben. Die Internationale Atomenergieagentur (IAEA) in Wien schätzt, daß die Plutoniumproduktion aus Zivilzwecken dienenden Reaktoren um 1970 jährlich rund 10000 Kilogramm und um 1980 das Zehnfache davon betragen wird. In Bomben umgerechnet heißt das, daß man mit dem aus zivilen Reaktoren anfallenden Plutonium im Jahr 1975 1500 und im Jahr 1980 nicht weniger als 15000 Sprengkörper herstellen kann.

Man kann sich vorstellen, wie groß die Erwartungen sind, die gewisse Regierungen auf die Bedeutung der Atomenergie als Wirtschaftsfaktor setzen. Fest steht, daß die Vertrautheit der Völker mit der nukleartechnischen Verfahrenskunde ständig zunimmt. Die Tendenz geht dahin, daß verschiedene Länder, die sich mit bedeutenden zivilen Kernenergie-Programmen befassen, danach streben, den gesamten Komplex der dazugehörigen Arbeitsabläufe in eigener Regie abzuwickeln. Das Beispiel Italiens könnte in dieser Hinsicht auch für andere Länder richtungweisend werden. Obwohl die ersten Reaktoren, die in Italien gebaut werden sollen, britische und amerikanische Muster zum Vorbild haben, sind die Arbeiten für den Mustertyp eines anderen Reaktors (genannt «Cyrene») bereits weit fortgeschritten; «Cyrene» hat vieles mit dem kanadischen CANDU-Reaktor gemeinsam, besitzt aber die Fähigkeit, Uran-Brennstoffe zu verarbeiten, die in verschiedenem Grade mit spaltbaren Isotopen des Urans 235 angereichert sind.

Außerdem kann dieser Reaktortyp auch mit Plutonium als Brennstoff betrieben werden. Zurzeit werden die in den italienischen Reaktoren verbrauchten nuklearen Brennstoffe zwar noch im britischen Windscale-Werk nach einem Abkommen wiederaufbereitet, das dafür sorgt, daß die Rückstände nicht militärischen Zwecken zugeführt werden. Doch die italienischen Atombehörden planen zwei Versuchsbetriebe, in denen sie diese Wiederaufbereitung selbst vornehmen können; im einen der beiden Betriebe soll Plutonium von Uran getrennt werden, im anderen Uran 233 (ein spaltbares Material, das sich nicht stark von Uran 235 unterscheidet) von dem ihm verwandten Material Thorium. Die Entwicklung von Wiederaufbereitungsverfahren durch Länder wie Italien ist offensichtlich ein ernstzunehmender Faktor im Problem der Weiterverbreitung von Nuklearwaffen. Zwar bildet die rasche Zunahme von Atomreaktoren an sich noch keinen Anlaß zur Beunruhigung. Wenn aber die in diesen Anlagen arbeitenden Wissenschafter einmal so weit sind, das Plutonium zu extrahieren, das aus dem Zerfall eines Teils des als Brennstoff verwendeten Urans anfällt, dann werden sie auch fähig sein, die Anlagen für die Herstellung von Waffen zu verwenden. Unter den Diplomaten ist es denn auch Brauch geworden, scharf zu unterscheiden zwischen einem Kernkraftwerk und einer Uran-Wiederaufbereitungsanlage. Der Trend geht heute allgemein dahin, daß man Kernkraftwerke als nützlich und gut zu bezeichnen bereit ist, Wiederaufbereitungsanlagen dagegen mit Mißtrauen begegnet. Es wäre aber unrealistisch zu erwarten, daß nichtnukleare Staaten riesige Summen in Atomkraftwerken investieren, ohne sich das Recht vorzubehalten, ihre eigenen Kernbrennstoffe wiederaufzubereiten. Zunächst einmal ist es eine Maxime erfolgreichen Managements, die Hebel in einem wichtigen Sektor der nuklearen Energieproduktion keiner ausländischen Instanz anzuvertrauen, über die man keine Kontrolle ausüben kann. Und in wirtschaftlicher Hinsicht würde die Abhängigkeit von ausländischen Wiederaufbereitungsanlagen das Risiko mit sich bringen, daß die Kosten für den Unterhalt der Anlagen bedeutend höher als nötig zu stehen kommen. Angesichts dieser Umstände kann man die Errichtung von Anlagen, die Plutonium aus Uran extrahieren, in den meisten Fällen sozusagen als unvermeidbare Begleiterscheinung in allen industrialisierten Ländern bezeichnen, wo neue Elektrizitätswerke auf Kernenergiebasis entstehen. Das heißt aber nicht, daß alle diese Länder in ihren Wiederaufbereitungsanlagen auch Plutonium zu Militärzwecken herstellen werden — einige von ihnen werden sich der Kontrolle durch die Internationale Atomenergieagentur oder durch Länder, an die sie durch bilaterale Abkommen über die Lieferung von Kernbrennstoff gebunden sind, unterziehen müssen. Auf jeden Fall wird man sich mit der Tatsache abzufinden haben, daß mehrere potentielle Nuklearstaaten bis Ende der siebziger Jahre wissen werden, wie man Plutonium aus bestrahltem

Uran gewinnt, und daß einige dieser Länder über eigene Wiederaufbereitungsanlagen verfügen werden.

Man muß sich ferner vor Augen halten, daß die derzeitige Entwicklung in der Nuklearindustrie einzelne Länder dazu anspornt, selber auch Diffusionsanlagen für die Trennung des spaltbaren von nicht spaltbarem Uran zu bauen. Ein Großteil der Reaktorentypen — in den USA alle, die zivilen Zwecken dienen, in England die neueren Typen — benötigen als Brennstoff leicht angereichertes Uran. In Amerika wird von seiten der Atomenergiekommission versichert, daß die bestehenden Anreicherungsanlagen über genügend Kapazität verfügten. In England, wo erst eine einzige, relativ kleine Anreicherungsanlage besteht, werden Schritte unternommen, um das Atomzentrum von Capenhurst so zu erweitern, daß die Versorgung des dortigen neuartigen gasgekühlten Reaktors mit Kernbrennstoff gewährleistet ist. Die einzige weitere Anreicherungsanlage außerhalb der Sowjetunion und Chinas ist diejenige im französischen Pierrelatte, die wahrscheinlich in den nächsten Jahren spaltbares Material für die Herstellung von nuklearen Kriegs-Sprengköpfen produzieren wird. Unter den gegebenen Umständen wäre es sehr erstaunlich, wenn Länder, die gegenwärtig zur Realisierung großer Kernenergieprogramme schreiten, sich für den Erhalt des dazu nötigen angereicherten Urans von Bezugsquellen abhängig machen wollten, die außerhalb ihrer direkten Kontrolle liegen. Wahrscheinlicher ist es, daß einige dieser Länder früher oder später eigene Anreicherungsanlagen bauen werden.

Angesichts der hohen Kosten solcher Anlagen — bis zu 500 Millionen Dollar beispielsweise für eine relativ kleine Diffusionsanlage — werden sich Länder oder Gruppen von Ländern möglicherweise zusammenschließen, um gemeinsam ein solches Vorhaben zu verwirklichen. Wie die Entwicklung auch immer verlaufen wird, so ist es doch wahrscheinlich, daß die zurzeit von den Nuklearmächten betriebenen Anlagen anderswo nachgebaut werden und daß die Gasdiffusions-Technik auch in anderen Ländern Fuß fassen wird.

Man kann also sagen, daß viele Staaten im Laufe der siebziger Jahre aus rein wirtschaftlichen Überlegungen — vor allem um unabhängig von anderen Staaten billige Elektrizität herzustellen — sich die Verfahren und Kenntnisse aneignen werden, die bisher noch das Monopol der Nuklearmächte waren. Alle Länder Westeuropas, mit Ausnahme allenfalls noch Spaniens, dürften von diesem Trend erfaßt werden, ebenso Indien, Australien und Japan. Eher unwahrscheinlich ist es, daß sich die Länder Zentral- und Südamerikas, Afrikas und Südostasiens zu dieser Zeit schon mit den gleichen Problemen auseinandersetzen werden. Im Fall Israels und Ägyptens wiederum dürften nicht so sehr wirtschaftliche, als vielmehr militärische Überlegungen den genannten Trend begünstigen.

Das enorm rasche Wachstum der Kernenergie-Industrie, wie es vor allem in den siebziger Jahren zu erwarten ist, wird zweifellos zu einem Mangel an Uran führen. Die amerikanische Atomenergiekommission beispielsweise bemüht sich, die Wiederaufnahme von Schürfversuchen da zu ermuntern, wo der Erfolg bis dahin ausgeblieben ist. Australien hat kürzlich den Export von Uranerz durch Reglemente limitiert. Es scheint festzustehen, daß der Preis für Uranoxyd, der in den vergangenen Jahren zeitweise bis auf 5 Dollar pro Pfund gesunken war, bis zur Mitte der siebziger Jahre auf 10 oder 12 Dollar angestiegen sein wird. Bis zum Ende des kommenden Jahrzehnts werden rund 700000 Tonnen Uranoxyd zu Brennstoff für zivile Reaktoren verarbeitet worden sein. In der darauffolgenden Dekade dürfte gar das Zweifache dieser Menge benötigt werden, wenn die dannzumal verwendeten Reaktoren noch mit denselben Brennstoffen betrieben werden. Bis dahin werden alle bekannten Uranvorkommen, aus denen das begehrte Oxyd zu einem Preis von 10 Dollar oder weniger pro Pfund gewonnen werden kann, erschöpft sein, ebenso alle jene heute noch unbekannten Vorkommen, mit denen man noch zusätzlich rechnen kann. Wenn nicht unverhoffterweise völlig neue Uranerzlager entdeckt werden, so wird der Uranpreis in den achtziger Jahren ständig weiter ansteigen.

Obwohl es noch verfrüht ist, sich darüber den Kopf zu zerbrechen, liegt es auf der Hand, daß die Perspektive eines möglichen Mangels an Uran wesentlich dazu beigetragen hat, die Forschungsarbeiten auf dem Gebiete der Brutreaktoren voranzutreiben. Dieser Reaktortyp besitzt die Eigenart, träges Material wie nichtspaltbares Uran oder Thorium in spaltbares wie Plutonium oder Uran 233 umzuwandeln. Das Bemerkenswerte an Brutreaktoren ist, daß sie buchstäblich mehr Brennstoff produzieren, als sie verbrauchen. Durch die vermehrte Anwendung solcher Reaktoren dürfte sich die Verknappung an Uran nicht in einem höheren Preis für Kernelektrizität widerspiegeln. Obwohl man in letzter Zeit einige eindeutig zu optimistische Prognosen zu hören bekommen hat über das Tempo, mit welchem diese Brutreaktoren weiterentwickelt werden könnten, besteht doch kein Zweifel, daß sie ab 1975 im Kernbrennstoff-Haushalt eine bedeutende Rolle spielen werden. Zunächst dürfte bei der Konstruktion von Brutreaktoren ein System mit schnellen Neutronen zur Anwendung kommen, bei dem mehr oder weniger reines Plutonium als Brennstoff und nichtspaltbares Uran als Zusatzbrennstoff verwendet wird. Später dürfte vermehrt auch die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, Thorium in Uran 233 umzuwandeln, da Thorium sehr viel häufiger vorkommt als Uran.

Die Zwangsläufigkeit all dieser Entwicklungen scheint von allen Ländern, die über bereits weit vorangetriebene kerntechnische Programme verfügen,

erkannt worden zu sein. Länder wie Japan oder Indien sind sich natürlich bewußt, daß es innerhalb ihrer Grenzen wenig oder kein Uranerz gibt. Diese Tatsache dürfte neben dem Willen, die Kontrolle über die nukleartechnische Entwicklung im eigenen Land nicht aus der Hand zu geben, wesentlich dazu beigetragen haben, daß die beiden genannten Länder die Brutreaktor-Entwicklung ganz besonders intensiv fördern. So hat etwa die japanische Atomenergiekommission für die nächsten zehn Jahre einen Kredit von 500 Millionen Dollar für Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet zur Verfügung gestellt. Aber auch die Atombehörden Westdeutschlands, Frankreichs und Italiens sehen sich zur Forcierung ihrer Brutreaktor-Entwicklung gezwungen. Indien interessiert sich besonders für das Thorium-System, weil in diesem Lande relativ große Thoriumlager bestehen; zunächst allerdings richten sich die Bemühungen auf die Konstruktion von Uran-Schwerwasser-Reaktoren nach dem Muster der beiden kanadischen CANDU-Reaktoren, die mit kanadischer Hilfe gebaut worden sind und von denen einer bereits in Betrieb steht.

Aus verschiedenen Gründen wirkt sich das Interesse, das die sich mit Kernenergie-Programmen befassenden Länder der Entwicklung von Brutreaktoren entgegenbringen, wiederum auch auf die Entwicklung von Kernwaffen aus. Einmal geht die Versorgung von Brutreaktoren mit Kernbrennstoff mit der Trennung von spaltbarem Material in substantiell reiner Form — entweder Uran 235, Plutonium oder Uran 233 — einher. Sodann ist das bei den meisten Typen von Brutreaktoren angewandte Verfahren mit schnellen Neutronen dasselbe wie bei der Herstellung von Fissionsbomben. Ein Wissenschafterteam, das sich mit der Entwicklung von schnellen Brutreaktoren befaßt, wird also viele Schritte tun, die auch für die Entwicklung von Kernwaffen notwendig sind. Überspitzt formuliert, könnte man sagen, daß eine Fissionsbombe bald einmal das triviale Begleitprodukt beim Bau eines schnellen Brutreaktors sein wird. Die Brutreaktor-Technik ist ein Gebiet, auf welchem die internationalen wirtschaftlichen Konkurrenzverhältnisse die einzelnen Länder dazu anspornt, Selbstversorger zu werden. In verschiedenen Ländern wird damit gerechnet, daß die erfolgreiche Brutreaktor-Entwicklung später einmal reichen Ertrag abwerfen wird. Hierin mag zum Teil wohl auch die Erklärung dafür liegen, weshalb verschiedene westdeutsche Firmen anfangs des letzten Jahres gegen das Ansinnen protestierten, die deutsche Forschung auf diesem Gebiet der Kontrolle der IAEA zu unterstellen, während gleichzeitig Frankreich, Großbritannien und die USA von dieser Kontrolle ausgenommen geblieben wären.

Es liegt auf der Hand, daß der Aufbau nationaler, selbständiger Kernenergie-Industrien die Kluft zwischen «Besitzenden» und «Habenichtsen» im Laufe der siebziger Jahre noch vertiefen wird. Länder, die heute fähig sind, ein nationales Programm auf dem Gebiete der Entwicklung von kon-

ventionellen Fissions-Reaktoren durchzuführen, dürften ohne allzu große Schwierigkeiten auch in der Brutreaktor-Verfahrenskunde zumindest ein Wort mitreden können. Im Gegensatz dazu werden Länder, die auf dem einen Gebiet abseits stehen müssen, auch auf dem andern nichts erreichen. Ob ein Land zur einen oder zur anderen Gruppe gehört, scheint davon abzuhängen, ob es fähig ist, tausend oder mehr hochqualifizierte Wissenschafter in Entwicklungsprogrammen zu engagieren, bei denen kein rascher Gewinn erwartet werden kann. Bemerkenswert ist, daß Indien gerade deshalb unerwarteterweise in die Reihe der «Besitzenden» vorrücken konnte, weil die Regierung sich dazu entschlossen hatte, einen ungewöhnlich hohen Prozentsatz des Potentials an wissenschaftlichen Kräften der Kernforschung dienstbar zu machen. Für Länder wie Indien werden rein kommerzielle Überlegungen es möglicherweise zweckmäßig erscheinen lassen, mehr oder weniger die gesamte Verfahrenstechnik für nukleare Explosivstoffe von anderen Ländern zu übernehmen. Für die anderen Staaten aber bedingt die unabhängige Herstellung von Atomwaffen ein wohlvorbereitetes und notwendigerweise weitverzweigtes (und kostspieliges) separates Entwicklungsprogramm.

Wie wir gesehen haben, wird der Brutreaktor eine zusehends wichtigere Rolle spielen. Sehr wahrscheinlich werden bis Mitte der siebziger Jahre die ersten Modelle dieses Reaktortyps in Betrieb genommen worden sein. Als Primärbrennstoff werden sie angereichertes Uran oder Plutonium verwenden sowie Uran zur Erzeugung von Plutonium. Bis zu jenem Zeitpunkt werden die Technik schneller Reaktoren und die Verfahrenstechnik für die Trennung von spaltbarem Material in den am weitesten fortgeschrittenen Ländern zu einem Allgemeingut geworden sein. Alle diese Länder werden dann aber auch die Kenntnisse für die Herstellung von Nuklearwaffen besitzen, um ohne große Schwierigkeiten und Zeitverlust die paar für eine Explosion nötigen Einrichtungen zu bauen.

Neuartige Verfahren und Waffentests

Die Annahme, daß man zur Atomenergie nur auf dem traditionellen Weg über plutoniumproduzierende Reaktoren und Gasdiffusionsanlagen gelange, ist nicht unbedingt richtig. Seit mehreren Jahren hat man immer wieder darauf hingewiesen, daß andere Methoden, spaltbares Material zu gewinnen, einer ganzen Reihe von Ländern das Tor zu nuklearer Rüstung öffnen könnten. Eine große Rolle spielt in diesem Zusammenhang die Gaszentrifuge, eine Vorrichtung, die beispielsweise zur Trennung des Urans 235 vom Uran 238 verwendet werden kann, wobei ein raschdrehender Rotor zur Anwendung kommt, der die beiden zu trennenden Stoffe in Gasform enthält.

Gaszentrifugen erweckten erstmals vor vier Jahren Aufsehen, als bekannt wurde, daß eine Anzahl westdeutscher Firmen mit entsprechenden Entwicklungsarbeiten beschäftigt seien. Im Zusammenhang mit dem «Manhattan»-Projekt wurden Gaszentrifugen ernsthaft in Erwägung gezogen, doch wurden die Laborversuche unterbrochen, als man gute Erfolge mit Gasdiffusionsanlagen erzielte. Später (im Jahr 1964) wurden die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten für die Gaszentrifugen endgültig zurückgestellt. Im vergangenen Juni schuf sich die amerikanische Atomenergiekommission sogar Feinde, als sie von einer Privatfirma die Einstellung der Arbeiten auf diesem Gebiete verlangte; der Disput ist bis heute noch nicht beigelegt.

Welches sind die Vorteile und Zukunftsaussichten der Gaszentrifuge? Theoretisch eignet sich diese Methode der Trennung von Uran-Isotopen vornehmlich für die Verarbeitung relativ kleiner Mengen. Wenn der Rotor einer Gaszentrifuge auf eine genügend hohe Tourenzahl gebracht werden kann, vermag sie einen höheren Grad der Isotopentrennung zu erzielen als die Stufe einer Gasdiffusionsanlage, bei welcher die Leistung durch die molekularen Eigenschaften der verwendeten Stoffe begrenzt bleibt. Mit anderen Worten kann eine Isotopen-Trennanlage, die mit Zentrifugen arbeitet, bei der Erzeugung von Uran 235 eines bestimmten Reinheitsgrads mit weniger Stufen auskommen als eine Gasdiffusionsanlage. Hundert oder weniger Zentrifugen leisten ungefähr dasselbe wie tausend Zellen einer Diffusionsanlage. Das bedeutet, daß Zentrifugen relativ geringere Kapitalinvestitionen benötigen.

Der praktischen Nutzung dieser potentiellen Vorteile stellen sich allerdings noch Schwierigkeiten entgegen. Die größte besteht darin, Zentrifugen zu bauen, welche die für ein brauchbares Trennungsergebnis benötigte Tourenzahl erreichen, ohne unter den dabei anfallenden Kräften zerstört zu werden. Vor fünf Jahren mußte man sich damit abfinden, daß die technischen Voraussetzungen noch nicht erfüllt waren, um Werkstoffe dieser Festigkeit zu erzeugen. Gegenwärtig dürfte es aber nur noch eine Frage der Zeit sein, bis auch die Lösung dieses Problems gefunden ist. Wirtschaftlich gesehen, wird Uran aus solchen Anlagen zwar möglicherweise teurer zu stehen kommen als Uran aus Diffusionsanlagen (das zurzeit rund 10 Dollar pro Gramm kostet), vor allem infolge des relativ hohen Kostenaufwandes, den die Bedienung und der Unterhalt der Zentrifugen erfordert. Für einen Hersteller mit geringerem Potential braucht aber dieser höhere Preis nicht unbedingt einen Nachteil zu bedeuten, wenn er dafür Kapitalinvestitionen und Zeit spart. Diese Feststellung ist vielleicht deshalb wichtig, weil Zentrifugen auch bei der Herstellung reiner isotopischer Stoffe, die nicht für nuklearenergetische Zwecke bestimmt sind, eine Rolle spielen könnten. Die amerikanische Atomenergiekommission wird aber die Restriktionen auf dem Sektor der Gaszentrifugenforschung verständlicherweise so handhaben, daß die

Zahl künftiger Anlagen dieser Art — in der chemischen Industrie beispielsweise — als eher unbedeutend veranschlagt werden kann. Immerhin kann man sich denken, daß die Industrie in Ländern, die sich nicht zu den Atommächten zählen, über das Recht oder Unrecht einer solchen Restriktionspolitik eine andere Auffassung hegt.

Es ist noch nicht vorauszusehen, wann die ersten Gaszentrifugen betriebsbereit sein werden. Immerhin kann man sagen, daß bis in die Mitte der siebziger Jahre einige wesentliche Weiterentwicklungen auf diesem Gebiet erwartet werden dürfen. Weil ein großer Teil der potentiellen Nuklearmächte in der Lage sein wird, bei der Durchführung ihrer zivilen Nuklearprogramme spaltbares Material sozusagen automatisch zu gewinnen, und weil ihnen dieses Material billiger zu stehen kommt als solches aus Zentrifugen, wird die Gaszentrifugentechnik hauptsächlich für jene Staaten attraktiv sein, die an der Grenze zwischen nuklearen «Habenichtsen» und «Besitzenden» stehen. Israel kann als ein solches Land bezeichnet werden, ist es doch unwahrscheinlich, daß es in den nächsten zehn Jahren eine so umfassende und autonome Kernindustrie auf die Beine stellen kann, um daraus den Bedarf an spaltbarem Material zu decken, den es für seine militärischen Bedürfnisse zu benötigen glaubt. Aber auch andere Länder könnten auf die Gaszentrifugentechnik zurückgreifen, um sich nukleare Explosivstoffe zu beschaffen, falls in den nächsten zehn Jahren die zivilen Kernkraftwerke einer umfassenden und koordinierten internationalen Kontrolle unterstellt werden sollten. Was für Zentrifugen gilt, gilt auch für andere, relativ kostspielige Trennungsmethoden, wie etwa das elektromagnetische Verfahren, wie es im Rahmen des «Manhattan»-Projekts erprobt worden ist. Wenn also in den siebziger Jahren ein Land dringend eine kleine Menge spaltbaren Materials benötigt und bereit ist, dafür 100 Dollar oder mehr pro Gramm auszulegen, dann dürfte es ihm nicht allzu schwer fallen, solches herzustellen.

Zurzeit scheint festzustehen, daß zur Herstellung von thermonuklearen Waffen (Fusionswaffen) das Uran 235 dem Plutonium vorzuziehen ist. Nicht von ungefähr haben Großbritannien und die USA in den letzten paar Jahren Uran und Plutonium untereinander ausgetauscht. Aus dem gleichen Grunde scheint auch die Entwicklung von thermonuklearen Waffen in Frankreich von der Fertigstellung der Diffusionsanlage in Pierrelatte abzuhängen. Und man kann sich auch das rasche Vordringen Chinas zur thermonuklearen Waffe besser erklären, wenn man weiß, daß bereits die erste chinesische Fissionsbombe auf dem Uran 235 beruhte. Weil die übrigen Teile einer Wasserstoffbombe relativ leicht herzustellen sind, ist es theoretisch möglich, daß ein Land thermonukleare Waffen, wenn auch nur in geringer Zahl, auf Uran-235-Basis herstellen kann, ohne über ein Arsenal von Fissionsbomben irgendwelcher Art zu verfügen. In der Praxis dürfte

diese Entwicklung allerdings nicht so glatt verlaufen. Es ist heute zwar relativ einfach, im Laborversuch so weit zu kommen, daß eine Fissionsbombe sicher explodiert, wenn man es will; bei Fusionswaffen liegen die Dinge komplizierter, weil man scheinbar noch nicht ohne praktische Tests auskommt. Man hat schon vor ein paar Jahren die Möglichkeiten für die Herstellung thermonuklearer Waffen erörtert, die keinerlei spaltbares Material benötigen. So wurde an der Genfer Konferenz für die friedliche Verwendung der Atomkraft im Jahre 1958 über Versuche berichtet, Stoffe mit der Fähigkeit zur Kernfusion mittels konventionellen Sprengstoffs detonieren zu lassen. Solche Versuche sind jedoch bisher erfolglos geblieben. Vor nicht allzu langer Zeit hat sich die amerikanische Atomenergiekommission erneut an die Erforschung und Entwicklung von thermonuklearen Waffen gemacht, die nicht auf einem Fissionsprozeß beruhen. Alle Anzeichen deuten aber darauf hin, daß das allfällige Ergebnis dieser Versuche schließlich nicht eine einfachere, sondern eine kompliziertere Bombe sein wird. Kleinere Länder werden ihre Wünsche nach eigenen Kernwaffen also kaum über den Umweg fissionsfreier Waffen zu befriedigen suchen.

Bombentests werden sehr wahrscheinlich in den siebziger Jahren eine ähnlich wichtige Rolle spielen wie in den beiden vergangenen Dekaden. Immerhin dürfte der partielle Teststoppvertrag, der Versuche in der Atmosphäre verbietet, gewissen Ländern solche Tests erschweren. Man muß sich aber vor Augen halten, daß Länder, die Nuklearwaffen herstellen wollen, sich von ihrem Vorhaben kaum abhalten lassen werden und ihre Versuche unter der Erde durchführen. Sie werden zwar auf diese Weise weniger Informationen über ihre Testexplosionen erhalten, aber immer noch genügend, um sich selber — und anderen — die Gewißheit zu geben, daß ihre Forschungen zum Ziel geführt haben. Wenn der Teststoppvertrag weiterhin nur partiell bleiben sollte, dann dürfte er in den siebziger Jahren für nichtnukleare Mächte kaum mehr als eine unbedeutende Hürde darstellen.

Inspektionsprobleme in den siebziger Jahren

In den siebziger Jahren, wenn die nukleare Verfahrenskunde weltweite Verbreitung gefunden haben wird, wird es wohl auch bessere Methoden geben, mit denen die Verwendung des nuklearen Materials unter Kontrolle gehalten werden kann. Gegenwärtig funktioniert diese Überwachung noch auf der Basis bilateraler Abkommen oder internationaler Übereinkünfte wie derjenigen im Rahmen der Euratom oder der IAEA in Wien. Alle diese Vereinbarungen sind allerdings noch sehr rudimentär. Die Überwachungssysteme werden aller Wahrscheinlichkeit nach nie völlig frei von mensch-

lichen Unzulänglichkeiten sein; um so wichtiger dürfte die Rolle sein, die Maschinen und Meßinstrumente bei dieser Aufgabe dereinst spielen werden. In den Vereinigten Staaten und Großbritannien wurden in den vergangenen Monaten beträchtliche Summen für die Entwicklung von Überwachungsapparaturen bereitgestellt.

Noch steckten die Überwachungsmethoden in den Anfängen. Nach den Bestimmungen verschiedener bilateraler Abkommen — zum Beispiel desjenigen zwischen Großbritannien und Italien — darf spaltbares Material nicht für andere als zivile Zwecke verwendet werden. Wenn Uran als Kernbrennstoff geliefert wird und wenn im Empfängerland während des nuklearen Arbeitsprozesses daraus Plutonium entsteht, so hat der Lieferant das Recht, dieses Plutonium zurückzukaufen, wenn der Partner es aus irgendeinem Grunde nicht für zivile Zwecke weiterverwenden will. Auf alle Fälle ist der Lieferant berechtigt, Anlagen, in denen sein Material verarbeitet wird, zu inspizieren und sich auf jede mögliche Weise zu vergewissern, daß der kostbare Stoff nicht irgendwelchen geheimen militärischen Verwendungszwecken zugeführt wird. Das Abkommen zwischen den USA und der Euratom unterscheidet sich von den genannten bilateralen Abkommen dadurch, daß die Kontrolle über die Verwendung der alljährlich von den USA zu liefernden 75 Tonnen Uran 235 an die Euratom delegiert wird. Anfangs der sechziger Jahre kam es in Indien fast zu einem Skandal, als sich die Regierung in New Delhi zunächst weigerte, ihre beiden neuen kanadischen Reaktoren ausländischer Kontrolle zu unterstellen. Später revidierte sie dann allerdings ihre Haltung, und heute wacht die IAEA über die beiden Anlagen.

Ohne Zweifel wird die IAEA in den siebziger Jahren das wichtigste Instrument im internationalen Kontrollmechanismus sein. Wenn es auch zweckmäßig erscheinen mag, daß die USA die Verantwortung für die rechtmäßige Verwendung des von ihnen gelieferten nuklearen Materials der Euratom übertragen, so könnte eine solche Klausel in ein künftiges umfassendes internationales Abkommen niemals aufgenommen werden. In internationaler Sicht bedeutet die Euratom lediglich eine Gemeinschaft von in ihren Zielen gleichgerichteten Ländern. Wie wirksam oder wie nützlich deren Tätigkeit auch sein mag, ist sie ihrer Form nach doch nicht dazu prädestiniert, eine unparteiische Institution zu werden. Nur die IAEA bietet dafür die Voraussetzungen.

In den vergangenen zwei Jahren hat das Wiener Gremium Prozedurnormen ausgearbeitet. Seiner Kontrolle unterstehen zurzeit rund 80 verschiedene Reaktoren. Darunter gibt es einige wenige kommerzielle Anlagen; der große Rest sind Versuchsbetriebe. Außerdem wird die Tätigkeit einer Trennanlage, die Plutonium aus Uran extrahiert, genau beobachtet. Mit Anreicherungsanlagen hat sie sich bisher noch nicht befaßt, doch dürften

solche Anlagen, in denen Kernbrennstoff hergestellt wird, bald ebenfalls in deren Pflichtenheft stehen. Die Wirksamkeit jeder Inspektionstätigkeit, ob sie nun von der IAEA oder im Rahmen eines bilateralen Abkommens ausgeübt werde, ist von Fall zu Fall verschieden. Grundsätzlich müssen die Inspektoren Zugang zu allen Angaben haben, die ihnen erlauben, festzustellen, daß kein nukleares Material vom zivilen in den militärischen Bereich überführt wird. Praktisch heißt das, daß sich die Inspektoren im wesentlichen mit der Spaltstoffbuchhaltung befassen müssen und erst in zweiter Linie mit betrieblichen Details, obwohl auch diese nicht außer acht gelassen werden dürfen. Die Inspektionstätigkeit besteht im wesentlichen darin, daß die verantwortlichen Leiter der Kernkraft-Anlagen den Inspektoren regelmäßig Angaben über den Betrieb des Reaktors liefern; dazu kommen periodische Kontrollbesuche. Alles in allem verfügt die IAEA über dreizehn Inspektoren, die alle über eine nukleartechnische Grundausbildung verfügen. Bei der Auslese wird darauf geachtet, daß keine Leute angeworben werden, die lediglich daran interessiert sind, sich Fabrikationsgeheimnisse zu verschaffen und dann wieder abzuwandern. Obwohl die Agentur die Inspektoren sehr sorgfältig ausliest, besteht aber doch ein gewisses Unbehagen angesichts der Tatsache, daß diese Leute im allgemeinen höchstens zwei bis drei Jahre im Amt bleiben. Die Leiter von Nuklearanlagen können übrigens Inspektoren, die ihnen besonders unerwünscht sind, den Zutritt verweigern.

Man darf annehmen, daß die IAEA mit Maßnahmen wie diesen den geordneten Betrieb der nuklearen Anlagen hinreichend sicherstellen kann. Abzweigungen von nuklearem Material für militärische Zwecke, die einen Anteil von mehr als zwei Prozent des gesamten umgesetzten Materials ausmachen, sollten ihr nicht entgehen. Die Kontrolle ist somit für kleinere Reaktoren ausreichend. Größere Reaktoren, mit einer Jahresproduktion von vielleicht 1000 Kilogramm Plutonium, könnten jedoch teilweise für geheime Zwecke verwendet werden, ohne daß die Kontrollorgane etwas davon bemerken. Dies ist — neben dem erwähnten Mangel an geeignetem Personal — ein wichtiger Grund dafür, daß man nach Möglichkeiten sucht, mittels Instrumenten eine kontinuierliche Kontrolle auszuüben. Verschiedene Vorrichtungen sind schon geprüft worden, etwa solche, die im Innern von Reaktoren angebracht werden und fortlaufend deren Energie- und Plutonium-Produktion registrieren, oder solche, die schnelle und genaue Analysen von bestrahltem Material vornehmen, was heute allerdings noch erhebliche Schwierigkeiten bereitet. Die Chancen sind groß, daß bis Mitte der siebziger Jahre wenigstens einige dieser Vorrichtungen soweit vervollkommnet sein werden, daß sich damit die Schwierigkeiten bei der Inspektion verringern lassen. Den guten Willen der betreffenden Länder vorausgesetzt, wird es mit anderen Worten dannzumal leichter sein, internationale Nonproliferations- oder gar Produktionsstopp-Abkommen zu vereinbaren.

Auf den ersten Blick scheint die zunehmende Verbreitung der nuklear-technischen Verfahrenskunde die Eindämmung der Proliferation von Atomwaffen mittels formeller Verträge weiter zu erschweren. Wenn beispielsweise ein halbes Dutzend Länder — Italien, Indien, die Bundesrepublik Deutschland, Schweden, Belgien und Japan — fähig sein werden, unterirdische Tests durchzuführen, dann könnte der partielle Teststoppvertrag zur reinen Formalität absinken. Er wäre dann nur noch ein Vertrag, in dem steht, was getan oder nicht getan werden *sollte*. Er könnte aber auch von Ländern, die zwar noch nicht so weit sind, Tests durchführen zu können, aber glauben, daß auch sie das Recht haben, Atomwaffen herzustellen, als ungebührliche Behinderung empfunden werden. Zudem dürfte die «Popularisierung» der Kerntechnik gesamthaft zu einer Überforderung der Kontrollinstanzen führen. Ob diese unter diesen Umständen überhaupt noch wirksam weiterarbeiten können, muß vorderhand dahingestellt bleiben.

Das sind einige Perspektiven der Situation, wie sie Ende der siebziger Jahre bestehen dürfte. Es wäre zu begrüßen, wenn die einzelnen Länder zur Einsicht gelangten, daß das wichtigste Merkmal einer Nuklearmacht nicht das Wissen ist, wie man nukleare Explosivstoffe herstellt, sondern die Entschlossenheit, diese militärisch einzusetzen. Die Nonproliferationsbemühungen sollten deshalb nicht darauf abzielen, den Bau von Kernkraftanlagen zu verhindern, sondern darauf, die Kontrollmechanismen zu schaffen, die dafür sorgen, daß die Anlagen nicht mißbraucht werden. Eine andere Möglichkeit gibt es nicht, wenn man sich nicht einer Bewegung entgegenstemmen will, die von starken wirtschaftlichen Impulsen in Gang gehalten wird. Sogar wenn einzelne in der friedlichen Verwendung der Atomkraft weit fortgeschrittene Länder für sich kleinere Testexplosionen als notwendig erachten sollten, dürfte das nicht gleich als Symptom militärischer Machtentfaltung betrachtet werden. Die Nonproliferationsbestrebungen sollten sich ebensosehr auf die Trägerwaffen als auch auf das Produktionspotential — nicht nur das militärische — als Ganzes richten. In den späten siebziger Jahren dürften Testexplosionen — unterirdische oder andere — kaum mehr sehr ernst genommen werden, und zwar nicht einmal mehr als Beweis für technischen Fortschritt, sofern nicht feststeht, daß gleichzeitig auch ganze nukleare Arsenale und die erforderlichen Trägerwaffen vorhanden sind.

Selbstverständlich wäre es höchst wünschenswert, wenn auch «symbolische» Kernexplosionen irgendwie verhindert werden könnten. Dabei wird es möglicherweise notwendig sein, den partiellen Teststoppvertrag in dem Sinne zu erweitern, daß auch unterirdische Tests untersagt bleiben. Die Initiative für einen solchen Vorstoß muß von den nichtnuklearen Län-

dern kommen, denn so, wie die Dinge heute liegen, scheinen sowohl die USA wie die Sowjetunion noch auf unterirdische Tests angewiesen zu sein, wenn sie die Entwicklung von verbesserten Sprengköpfen für neuartige Raketen erfolgreich gestalten wollen.

Die Unterscheidung zwischen «Besitzenden» und «Habenichtsen», die heute auf dem Gebiete der Kernwaffenherstellung wie auch im Bereich der friedlichen Verwendung der Atomenergie noch besteht, wird wahrscheinlich im Verlaufe der nächsten zehn Jahre mehr und mehr ihre Berechtigung verlieren. Länder, die heute nicht zu den Nuklearmächten zählen, werden imstande sein, modernste Atomreaktoren zu bauen. Man kann sich daher schwer vorstellen, daß das Ungleichgewicht, das den vorgeschlagenen Nonproliferationsvertrag kennzeichnet, noch von langer Dauer sein wird. Ein solcher Vertrag, soweit er vorschreibt, daß angehende Nuklearstaaten keine Hilfe von außen erhalten dürfen, könnte für gewisse Länder geradezu eine Herausforderung darstellen, die eigene und unabhängige Produktion von nuklearen Explosivstoffen aufzunehmen. Aber wird der Vertrag überhaupt je unterzeichnet werden? Der an der Genfer Abrüstungskonferenz von den Vereinigten Staaten und der Sowjetunion gemeinsam vorgelegte Entwurf enthält bekanntlich keine Details über die vorgesehenen Inspektionen und Kontrollen, denen sich übrigens nur die nichtnuklearen Staaten (nicht aber die Atommächte) zu unterziehen hätten. Obwohl diese Ungleichheit in zehn Jahren aus den erwähnten Gründen nicht mehr ins Gewicht fallen dürfte, bedeutet sie für die nichtnuklearen Länder heute noch eine unannehmbare Zumutung. Niemand wird sich deshalb wundern, wenn sich diese Länder weigern werden, die von den Atommächten, namentlich den USA und der Sowjetunion, festgelegte Grenze zu respektieren.

Trotzdem wäre ein Nonproliferationsvertrag, der auch die Zustimmung der «kritischen» Länder finden würde, von großem Nutzen. Um in diesem Sinne weiterzukommen, scheinen für die nächsten paar Monate zwei Wege offenzustehen. Der eine besteht darin, zu dem vor einem Jahr diskutierten Vertragsentwurf zurückzukehren, wonach die einzelnen Länder eine freiwillige Erklärung über ihre nukleartechnische Tätigkeit abzugeben hätten, ohne daß diese Angaben durch Inspektoren nachgeprüft würden. Die Alternative wäre eine Verschärfung der Vertragsbestimmungen, möglicherweise bis zu einem totalen Herstellungsverbot für spaltbares Material. In jedem Falle aber ist es unwahrscheinlich, daß die nichtnuklearen Staaten eine Regelung annehmen werden, die sie gegenüber den etablierten Nuklearmächten von vornherein diskriminiert.

Vieles spricht für den großen Wert, der schon solchen freiwilligen Erklärungen beigemessen werden kann, vor allem deshalb, weil sie auf verschiedene Weise unabhängig nachgeprüft werden könnten. Wenn beispielsweise ein Land kein eigenes Uranerz besitzt und solches einführen muß,

dann könnte mit ziemlicher Genauigkeit festgestellt werden, wieviel davon die Grenze passiert. Wenn viele Länder mit einem solchen System einverstanden wären, dann könnte doch wohl geprüft werden, ob man auf diesem vielleicht weniger ambitiösen Weg nicht eher ans Ziel gelangt.

Auf lange Sicht erscheint es vorteilhaft, sich über die Möglichkeiten der Überwachung klar zu werden, bevor man an die Ausarbeitung von Verträgen geht, in denen solche Maßnahmen untrennbar mit den anderen technischen Zielsetzungen verknüpft sind. Eine der Schwierigkeiten bei der Ausarbeitung eines Nonproliferationsvertrags liegt ja gerade in der Tatsache, daß jene Art von Inspektion, die das Abkommen erst wirklich wirksam werden ließe, schwer zu realisieren ist. Paradoxerweise mag es leichter sein, eine Regelung durchzusetzen, bei der in einem jeden Land die gesamte Produktion an spaltbarem Material durch direkte Inspektion und mit einem Großaufwand an Instrumenten überwacht wird.

Die Lösung aller dieser Probleme böte indessen immer noch keine Gewähr für die endgültige Bannung der Proliferation. Der vorliegende Vertragsentwurf enthält beispielsweise nichts, was einem Staat verbietet, allein und aus eigenen Mitteln Atomwaffen zu entwickeln. Welchen Kurs ein Staat einschlagen wird, hängt natürlich von den politischen und strategischen Gegebenheiten ab.

Nach einem Vortrag an der Generalversammlung des Instituts für strategische Studien, London, im Herbst 1968.