

Analyse, inform and activate

LAKA

Analyseren, informeren, en activeren

Stichting Laka: Documentatie- en onderzoekscentrum kernenergie

De Laka-bibliotheek

Dit is een pdf van één van de publicaties in de bibliotheek van Stichting Laka, het in Amsterdam gevestigde documentatie- en onderzoekscentrum kernenergie.

Laka heeft een bibliotheek met ongeveer 8000 boeken (waarvan een gedeelte dus ook als pdf), duizenden kranten- en tijdschriften-artikelen, honderden tijdschriftentitels, posters, video's en ander beeldmateriaal. Laka digitaliseert (oude) tijdschriften en boeken uit de internationale antikernenergie-beweging.

De [catalogus](#) van de Laka-bibliotheek staat op onze site. De collectie bevat een grote verzameling gedigitaliseerde [tijdschriften](#) uit de Nederlandse antikernenergie-beweging en een verzameling [video's](#).

Laka speelt met oa. haar informatie-voorziening een belangrijke rol in de Nederlandse anti-kernenergiebeweging.

The Laka-library

This is a PDF from one of the publications from the library of the Laka Foundation; the Amsterdam-based documentation and research centre on nuclear energy.

The Laka library consists of about 8,000 books (of which a part is available as PDF), thousands of newspaper clippings, hundreds of magazines, posters, video's and other material. Laka digitizes books and magazines from the international movement against nuclear power.

The [catalogue](#) of the Laka-library can be found at our website. The collection also contains a large number of digitized [magazines](#) from the Dutch anti-nuclear power movement and a [video-section](#).

Laka plays with, amongst others things, its information services, an important role in the Dutch anti-nuclear movement.

Appreciate our work? Feel free to make a small [donation](#). Thank you.



www.laka.org | info@laka.org | Ketelhuisplein 43, 1054 RD Amsterdam | 020-6168294

Uraniumverrijking

SIPRI-rapport

en de verspreiding van kernwapens

Samenvatting van het boek: "Uranium enrichment and Nuclear Weapon Proliferation" door Allan S. Krass, Peter Boskma, Boelie Elzen en Wim A. Smit.
Uitgegeven door het Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI) by Taylor and Francis (London), 1983.

Inleiding

Sedert het bestaan van kernwapens is een belangrijk probleem in de internationale politiek hoe de kernwapenwedloop kan worden beheerst en hoe vervolgens tot nucleaire ontwapening te komen. Een belangrijk onderdeel van die problematiek is hoe te voorkomen dat een groter aantal landen de beschikking krijgt over kernwapens (proliferatie). Daarbij is van belang dat proliferatie langs een tweetal routes zou kunnen plaatsvinden waarbij ofwel plutonium, ofwel verrijkt uranium als splijtingsmateriaal wordt gebruikt.

Evaluaties van de proliferatieproblematiek hebben zich echter tot op heden vooral gericht op de plutoniumroute, terwijl de uraniumroute veel minder aandacht heeft gekregen. Dit vooral omdat deze laatste route minder waarschijnlijk werd geacht. In de afgelopen 10-15 jaar hebben zich echter op het terrein van de uraniumverrijking een aantal belangrijke ontwikkelingen voorgedaan die de betekenis van proliferatie via deze route hebben doen toenemen. In het boek "Uranium enrichment and nuclear weapon proliferation" worden die ontwikkelingen uitgebreid geanalyseerd en wordt nagegaan hoe die ontwikkelingen de beheersbaarheid van de proliferatie van kernwapens kunnen beïnvloeden.

Uranium, zoals dat in de natuur voorkomt, bestaat voornamelijk uit twee isotopen, te weten voor ongeveer 0,7% uit ^{235}U en voor bijna 99,3% uit ^{238}U . Uit ^{235}U kan door beschieting met neutronen grote hoeveelheden energie via kernsplijting worden vrijgemaakt. Deze eigenschap kan zowel in kerncentrales als in kernsplijtingswapens worden toegepast. Echter, voor de meeste kerncentrales moet de fractie aan ^{235}U worden opgevoerd tot ongeveer 3% (LEU=low-enriched uranium) terwijl voor kernwapens een fractie van meer dan 20% (HEU=highly-enriched uranium) nodig is. Het opvoeren van het percentage ^{235}U in natuurlijk uranium wordt uraniumverrijking genoemd.

Het bovenstaande geeft aan dat uraniumverrijking zowel civiel als militair van groot belang is. Uraniumverrijking is daarbij in de militaire sfeer geboren en de eerste installaties, die zijn gebouwd in de V.S., de Sovjet Unie, Engeland, China en Frankrijk, waren alle bedoeld voor de productie van hoog-verrijkt uranium ten behoeve van kernwapens. Vanaf het midden van de jaren '60 wordt echter de civiele toepassing steeds belangrijker. Daarbij had de V.S. tot het midden van de jaren '70 vrijwel een monopoliepositie in de westelijke wereld met betrekking tot de productie van laag verrijkt uranium. Die situatie is in de jaren daarna drastisch gewijzigd. Een aantal belangrijke veranderingen daarbij zijn:

- er bestaan nu vier verrijkingsondernemingen die opereren op de westelijke markt;
- er worden nu twee technologieën op commerciële schaal toegepast terwijl van twee andere technologieën hun technologische toepasbaarheid is gebleken;
- een groot aantal landen beschikt



De schrijver van dit artikel en mede-auteur van het behandelde boek, ir. Boelie Elzen, is medewerker van het Centrum voor vraagstukken van Wetenschap en Samenleving 'De Boerderij'. Onderzoek als dit past goed binnen de jongste THT-studierichting Wetenschap Techniek en Samenleving (WTS).

- over proefinstallaties of heeft één of meerdere onderzoeksprogramma's;
- de markt voor uraniumverrijking wordt gekenmerkt door een grote overcapaciteit.

In het onderstaande zal de betekenis van die ontwikkelingen voor de proliferatieproblematiek in het kort worden beschreven. Daartoe zullen we eerst de belangrijkste technologieën kort beschrijven en onderling vergelijken wat betreft hun "proliferatiegevoeligheid".

TECHNOLOGIEËN

De onderlinge "proliferatiegevoeligheid" van de verschillende technologieën wordt beoordeeld door te analyseren hoe gecompliceerd het is om middels de verschillende procédés hoog-verrijkt uranium te produceren. In tabel I zijn daarom voor verschillende technologieën een aantal karakteristieken samengevat die voor een dergelijke analyse van belang zijn. Deze karakteristieken betreffen:

- het aantal malen (N_t) dat het proces moet worden herhaald om het uranium tot de gewenste graad te verrijken. In de praktijk betekent dit dat er N_t verrijkingstrappen in kaskade worden worden gezet. N_t geeft een indruk van de efficiëntie van het proces.
- De evenwichtstijd (T_e) ofwel de tijd die nodig is alvorens het proces in evenwicht is. T_e geeft aan hoe lang het duurt alvorens uranium met de gewenste verrijkingsgraad kan worden afgetapt.
- De procesinventaris (I) aan uranium die permanent in het proces aanwezig is. I vormt een maat voor de hoeveelheid uranium die minstens nodig is alvorens het proces tot produktie komt.
- Het energieverbruik dat eveneens een maat geeft voor de efficiëntie van het proces. De waarden van deze karakteristieken zijn uitgerekend door een drietal situaties, te weten de produktie van LEU uit natuurlijk uranium, de produktie van HEU uit natuurlijk uranium en de produktie van HEU uit LEU.

Vergelijken we nu de verschillende technologieën dan krijgen we het volgende beeld. Daarbij is tevens aangegeven welke landen welke technologie toepassen of in onderzoek hebben.

Gasdiffusie

Het gasdiffusie procédé maakt gebruik van het feit dat in een gas de gemiddelde snelheid van de gasmoleculen afhankelijk is van hun massa.

(Bij gasdiffusie, evenals bij de meeste andere technologieën, wordt het uranium verrijkt in de vorm van de gasvormige verbinding UF_6). Lichtere moleculen zullen daarom ook sneller door een poreuze wand diffunderen dan zwaardere en op deze wijze kan $^{235}\text{UF}_6$ worden gescheiden van $^{238}\text{UF}_6$. De verrijking per stap is echter zeer klein en het proces moet dan ook voor het verrijken tot een 'redelijke' graad vele malen worden herhaald. De totale hoeveelheid in het proces aanwezige uranium is zeer groot en het duurt een lange tijd alvorens het proces zich in evenwicht bevindt. Het energieverbruik van het procédé is eveneens groot. Commerciële gasdiffusiefabrieken

Collectie Shanting Laka

staan in de Sovjet Unie, de V.S. en Frankrijk. Deze laatste is eigendom van het samenwerkingsverband Eurodif, waarin, behalve Frankrijk, ook Italië, België, Spanje en Iran deelnemen. Kleinere (militaire) fabrieken staan in Engeland, Frankrijk en China.

Ultracentrifuge

Hierbij wordt gebruik gemaakt van de eigenschap dat van een in snelle centrifuges roterend gas, de zwaardere isotopen zich relatief meer aan de periferie zullen bevinden, waardoor een zekere ontmenging optreedt. De inventaris van het proces is klein evenals de evenwichtstijd die zelfs voor HEU minder dan een uur bedraagt. Het energieverbruik is een factor 10 à 20 lager dan voor het gasdiffusieproces. Commerciële fabrieken staan in Engeland en Nederland, terwijl een derde in de BRD in aanbouw is, dit alles binnen het samenwerkingsverband Urenco. In Japan, Pakistan en de V.S. zijn proefinstallaties in gebruik of in aanbouw, terwijl Australië overweegt een commerciële fabriek te bouwen met Urenco technologie.

Aerodynamische methodes

Deze berusten op het principe dat, als op één of andere wijze in stromend gas een drukgradiënt wordt opgebouwd, de diffusiesnelheid voor moleculen met verschillende massa's ook verschillend zal zijn. Beproefde methodes zijn het *Jet-Nozzle* procédé, dat in Brazilië in samenwerking met de BRD wordt ontwikkeld en het Zuidafrikaanse *Helikon*-procédé. Beide technologieën hebben in proefinstallaties hun bruikbaarheid bewezen maar worden (nog) niet op commerciële schaal toegepast. Het aantal benodigde trappen in een kaskade en het energieverbruik liggen in dezelfde grootte-orde als bij gas-diffusie terwijl de evenwichtstijd en de proces-inventaris in liggen tussen die van de ultracentrifuge en het gas-diffusie procédé. Zuid-Afrika bezit een kleine proeffabriek terwijl volgens de plannen in Brazilië in 1982 een proeffabriek gereed zou moeten zijn.

Lasers

Verrijking met lasers maakt gebruik van het feit dat moleculen of atomen alleen diskrete hoeveelheden energie kunnen opnemen en daarbij in een aangeslagen toestand geraken. Met behulp van lasers kunnen nu energiepakketjes in de vorm van fotonen worden geproduceerd die, door het zeer smalle spektrum van het laserlicht, alle vrijwel dezelfde energie bezitten. In principe kan uranium zowel in de vorm van atomaire damp (het atomair laserproces) als in de vorm van een moleculaire gasvormige verbinding (het moleculair laserproces), veelal UF_6 , worden verrijkt. In beide gevallen verschillen de energiekwanten, benodigd voor het exciteren van ^{235}U en ^{238}U een weinig, waardoor bij een geschikte keuze van de frekwentie van het laserlicht kan worden bereikt dat het ene isotoop wel en het andere niet wordt aangeslagen. De isotopen kunnen dan vervolgens op fysische of chemische

wijze van elkaar worden gescheiden. Met beide processen kan in principe in één stap een zeer hoge graad van verrijking worden verkregen en het energieverbruik is waarschijnlijk een factor 2-10 lager dan bij de ultracentrifuge. Evenwichtstijd en procesinventaris spelen geen rol van betekenis. Beide procédés zijn echter technologisch zeer geavanceerd en verkeren nog in het ontwikkelingsstadium. Onderzoek naar laserverrijking vindt plaats in meer dan tien landen, onder meer in landen die al actief zijn op de verrijkingmarkt, maar ook in een land als Israël, dat verder geen kerncentrales heeft.

Chemical exchange

Dergelijke procédés berusten op het principe dat bepaalde chemische verbindingen met uraniumatomen een lichte 'voorkeur' hebben voor ^{235}U of ^{238}U . Wanneer nu oplossingen van twee zulke verbindingen bij elkaar worden gebracht waarbij de ene verbinding een voorkeur heeft voor ^{235}U en de andere voor ^{238}U , kan een uitwisseling van uraniumatomen en daarmee een zekere verrijking optreden. De verrijking per stap is echter zeer klein en na iedere trap moeten een aantal chemische omvormingen plaatsvinden. Het produceren van hoog verrijkt uranium zou meer dan 10 jaar duren waarbij zeer grote installaties nodig zouden zijn. Bovendien zou, door de noodzakelijke gro-

te procesinventaris, bij het produceren van HEU het gevaar bestaan van een kernsplijtingsreactie die de installatie zou kunnen vernietigen. In Frankrijk en Japan zijn proeffabrieken volgens chemische procédés in aanbouw, terwijl een aantal andere landen minder ver gevorderde onderzoekprogramma's hebben. Gebruiken we nu de proliferatiegevoeligheid als criterium dan kunnen we op grond van bovenstaande analyse, samengevat in tabel I, een rangorde aanbrenge in de technologieën. De meest proliferatiegevoelige technologie staat hier bovenaan:

Ultracentrifuge
Moleculair laser proces
Helikon
Jet Nozzle
Atomair laser proces
Gasdiffusie
Chemical Exchange

Op grond van alleen bovenstaande gegevens is deze rangorde wellicht wat willekeurig. In het boek wordt echter een meer uitgebreide verantwoording gegeven waarbij verder ook in de beschouwing worden betrokken of een land al dan niet reeds over een (verrijkings-)installatie beschikt. De betekenis van deze rangorde hier is vooral om aan te geven dat in de afgelopen 10-15 jaar een ontwikkeling heeft plaatsgevonden naar technologieën die grotere proliferatierisico's met zich meebrengen.

Tabel I: Belangrijkste karakteristieken van beproefde uraniumverrijkingstechnologieën voor een fabriek met een capaciteit van 100 t.swu/jaar (1,2)

Parameter	Technologie ⁴⁾	Samenstelling in- en uitgaande materiaalstromen ³⁾		
		$N_f = 0.72$ $N_p = 3$ $N_w = 0.2$	$N_f = 0.72$ $N_p = 90$ $N_w = 0.2$	$N_f = 3$ $N_p = 90$ $N_w = 1$
N_t	GD	1300	4000	3200
	JN	750	2300	1900
	He	2000	6100	5000
	UC	13	37	30
T_e	GD	13 dgn.	200 dgn.	150 dgn.
	JN	30 uur	17 dgn.	13 dgn.
	He	12 uur	7 dgn.	5 dgn.
	UC	3 min.	42 min.	30 min.
$P^{5)}$	--	25 ton	0.5 ton	2 ton

	Technologie ⁴⁾			
	GD	JN	He	UC
Produktinventaris	11 ton	1 ton	350 kg.	1,6 kg.
Energieverbruik (MW_e)	25-30	25-30	35-40	1-3

Noten:

- 1) De getallen vormen een afgeronde benadering.
- 2) De wsu (Separative Work Unit) is een maat voor de kwaliteit van een verrijkinginstallatie. Demonstratiefabrieken hebben veelal een capaciteit in de grootte-orde van 100 ton swu/jaar. Commerciële installaties hebben een grootte van duizenden ton swu/jaar.
- 3) N_f , N_p en N_w geven het percentage ^{235}U in respectievelijk het voedingsmateriaal (feed), het gewenste produkt en het verarmde materiaal (waste).
- 4) GD = Gasdiffusie; JN = Jet Nozzle; He = Helikon; UC = Ultracentrifuge.
- 5) De hoeveelheid verrijkt produkt. Een grote kerncentrale (1000 MW_e) verbruikt jaarlijks ongeveer 30 ton tot 3% verrijkt uranium; voor een kernwapen is 15-25 kg. tot 90% verrijkt uranium nodig.

P is niet afhankelijk van de gebruikte technologie

Motivaties

Een analyse van de verschillende technologieën is alleen zeker niet voldoende voor het beoordelen van de proliferatierisico's die zijn verbonden aan activiteiten op het gebied van uraniumverrijking. Van belang is even zeer welke landen om welke redenen met uraniumverrijking bezig zijn, of die landen al dan niet in politiek stabiele regio's zijn gelegen en hoe de houding van die landen is ten aanzien van proliferatie. Alle landen die op één of andere wijze bij uraniumverrijking zijn betrokken, zijn daarom op grond van dergelijke indices bestudeerd. Kort samengevat is het resultaat van die studie dat het merendeel van de betrokken landen in politiek tamelijk stabiele regio's is gelegen en uraniumverrijking vooral bedrijft vanuit het oogpunt van een meer onafhankelijke energievoorziening of als onderdeel van een industrie- of grondstoffenpolitiek. Hierbij streven sommige landen met belangrijke voorraden uraniumerts er naar om, met het oog op een gunstiger handelsbalans, uranium in de verrijkte vorm te gaan uitvoeren. Een aantal landen, zoals bijvoorbeeld Brazilië en Zuid-Afrika, met omvangrijke civiele nucleaire plannen, zijn echter in politiek instabiele regio's gelegen en zijn geen partij bij het Verdrag tegen de Kernwapens (NPV = Non Proliferatie Verdrag). Ook Israël en Pakistan hebben het NPV niet ondertekend terwijl zij bovendien nauwelijks een civiele nuklaire programma hebben. Hun activiteiten op het gebied van uraniumverrijking houdt daarmee een aanzienlijk proliferatierisico in.

De Markt

Behalve ontwikkelingen in een aantal konkrete landen bestaat er ook op mondiaal niveau een ontwikkeling op het gebied van uraniumverrijking welke aanzienlijke proliferatie risico's met zich meebrengt. Deze betreft de mondiale overcapaciteit die zeker tot in de jaren '90 zal blijven bestaan. Er wordt vaak aangegeven dat een dergelijke overcapaciteit niet zou bestaan door te wijzen op het feit dat de geplande productie ruwweg overeenstemt met de vraag door te verwijzen naar contracten die zijn afgesloten met exploitanten van kerncentrales. Het probleem doet zich echter voor dat veel kerncentrale exploitanten meer verrijkinsarbeid hebben gekontrakteerd dan hun behoefte zal zijn. De oorzaak daarvan ligt in het feit, dat contracten voor verrijkinsarbeid vaak voor een zeer lange periode worden afgesloten (10 of meer jaren) en dat verder in het afgelopen decennium een groot aantal kernenergieprogramma's flinke vertragingen hebben opgelopen of zijn geschrapt. Bepalen we nu de vraag naar verrijkinsarbeid door voor alle kerncentrales in de wereld na te gaan wanneer een centrale, volgens de planning, in gebruik zal worden genomen, dan komen we tot het resultaat zoals dat is weergegeven in fig. 2. Er blijkt dan, mondiaal be-

schouwd, wel degelijk een aanzienlijke overcapaciteit te bestaan. Een dergelijke overcapaciteit kan, gezien het commerciële karakter van de verrijkingmarkt, aanzienlijke proliferatierisico's met zich meebrengen.

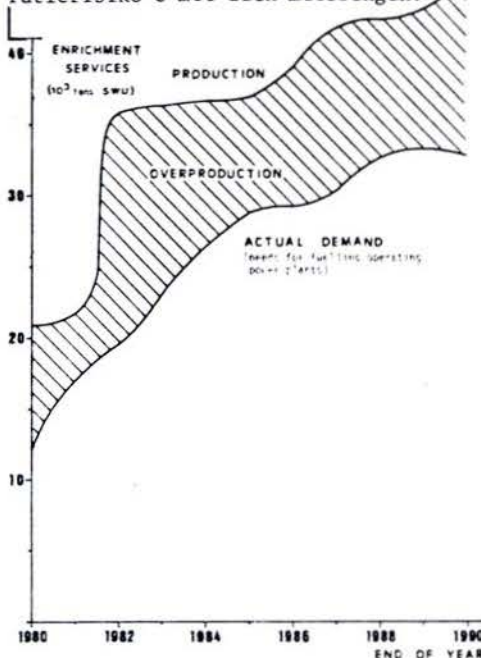


fig. 2: De mondiale ontwikkeling van de marktsituatie voor uraniumverrijking.

Om aantrekkelijk te zijn voor een relatief schaarse klantenkring zullen de verschillende ondernemingen hun diensten op voor die klanten zo aantrekkelijk mogelijk voorwaarden moeten aanbieden. Het gevaar is zeker niet denkbeeldig dat stringente waarborgen tegen de verspreiding van kernwapens de dupe worden van een dergelijke concurrentiestrijd.

Beheersing en controle

Het feit dat civiele nucleaire installaties kunnen worden 'misbruikt' voor militaire doeleinden heeft aanleiding gegeven tot een streven naar een zekere vorm van internationale controle op civiele kernenergie activiteiten. In het Verdrag tegen de verspreiding van kernwapens (het NPV) is daarom de bepaling opgenomen dat de niet-kernwapenstaten, die partij zijn bij het verdrag, al hun nucleaire installaties regelmatig moeten laten inspecteren door het internationale atoombureau (IAEA) dat gevestigd is te Wenen. Omdat deze eis echter alleen geldt voor NPV-landen betekent dit allereerst dat een aantal verrijkinsinstallaties in de wereld niet onder internationale controle staan. Verder vertonen de controlemaatregelen (safeguards) een aantal belangrijke tekortkomingen. De controle wordt in alle gevallen achteraf uitgevoerd door in- en uitgaande materiaalstromen te vergelijken om daarmee eventuele 'vermissingen' vast te stellen. Een criterium waarbij is bijvoorbeeld dat een vermissing niet significant wordt geacht indien zich in laag verrijkt uranium (minder dan 20% ^{235}U) minder dan 75 kg ^{235}U bevindt. In het geval van reaktorbrandstof (3% ver-

rijkt) betekent dat een totale hoeveelheid uranium van 2500 kg. Echter, een relatief kleine UC-fabriek van 100 t.swu/jaar zou deze hoeveelheid in 11 dagen kunnen verrijken tot voldoende materiaal voor 2 à 3 kernwapens. Dit is mogelijk door de korte evenwichtstijd van 45 minuten en doordat de procesinventaris minder dan 2 kg bedraagt (zie tabel I). Omdat een gasdiffusieinstallatie met een zelfde capaciteit een procesinventaris van 11 ton zou hebben zou een hoeveelheid van 2500 kg aldus niet tot 90% verrijkt kunnen worden. Bovendien zou een gasdiffusieinstallatie, ook bij voldoende materiaal, door de lange evenwichtstijd een klein jaar nodig hebben om dit uranium tot 90% te verrijken. Het IAEA gaat er verder bij haar controles van uit dat het ongeveer een jaar duurt om nucleair materiaal geschikt te maken voor gebruik in kernwapens, er vanuit gaande dat de niet-nucleaire delen van het wapen gemaakt en getest zijn. De frequentie van het uitvoeren van inspecties is gebaseerd op deze aanname. Gegeven het bovenstaande voorbeeld is een dergelijke aanname wellicht adequaat voor gasdiffusie, echter gegeven de korte conversietijd voor een UC-installatie zou een herwaardering zeker op zijn plaats zijn. Naast het toepassen van IAEA-safeguards wordt ook het aangaan van multinationale samenwerkingsverbanden vaak beschouwd als een instrument om de mogelijkheden voor proliferatie te beperken. Het feit dat verschillende landen samenwerken betekent dan dat er een zekere vorm van internationaal toezicht bestaat.

De beide bestaande multinationale verrijkingssmaatschappijen vertonen echter vanuit Non-Proliferatie oogpunt een aantal belangrijke tekortkomingen. Deze betreffen bijvoorbeeld:

- beide ondernemingen mogen hoog-verrijkt uranium produceren
- er mag technologie aan derden worden geleverd
- nationale onderzoeksprogramma's op het terrein van uraniumverrijking zijn toegestaan
- de deelnemende landen mogen zelfstandig nationale verrijkinsinstallaties bouwen
- in het geval van Urenco zal vanaf 1985 elk van de drie deelnemende landen een verrijkinsinstallatie op eigen bodem bezitten. Verder kan elk van de drie partners, met inachtneming van een opzegtermijn van één jaar, de samenwerking beëindigen. Dat dit gevaar zeker niet denkbeeldig is, juist in het geval van een afweging tussen commerciële en non-proliferatiebelangen, is gebleken toen de BRD en Engeland hebben gedreigd alleen verder te gaan als Nederland niet bereid zou zijn verrijkinsarbeid aan Brazilië te leveren. Een dergelijke opzet van multinationale samenwerkingsverbanden biedt dan zeker geen garantie tegen een verdere verspreiding van kernwapens omdat de route van het 'alleen verder gaan' volledig is open gelaten.

Konklusies en aanbevelingen

Een aantal belangrijke konklusies van de studie luiden nu als volgt:

1. De technologische barrière voor de proliferatie van kernwapens via de weg van uraniumverrijking zijn in de afgelopen jaren aanmerkelijk lager geworden en dreigen in de toekomst nog lager te worden.
2. Een groot aantal landen streeft het bezit van een eigen verrijgingsindustrie na, veelal gemotiveerd door het streven naar een grotere onafhankelijkheid van de energievoorziening of van uit het oogpunt van een meer winstgevende exploitatie van grondstoffen.
3. Op de uraniumverrijkingmarkt bestaat een aanzienlijke overcapaciteit die het moeilijk zal maken om tussen leveranciers overeenstemming te bereiken ten aanzien van te stellen controle-eisen.
4. Het IAEA-systeem van safeguards is, gegeven nieuwe technologische ontwikkelingen, op belangrijke punten ontoereikend.
5. De bestaande multinationale samenwerkingen vertonen als non-proliferatieinstrument een aantal belangrijke zwakheden.

Als de ontwikkelingen op het terrein van de uraniumverrijking zich volgens de huidige trends voortzetten is het daarom niet onwaarschijnlijk dat één of meer landen via deze route op niet al te lange termijn de beschikking krijgen over kernwapens. Om te proberen de barrières voor proliferatie langs de uraniumroute te verhogen worden de volgende aanbevelingen ge-

daan:

1. De verrijgingsindustrie zou onder internationaal beheer moeten worden gebracht, bijvoorbeeld volgens een zogenaamde "International Nuclear Fuel Agency" (INFA). Leden van de INFA zouden, in ruil voor een adequate controle, gegarandeerd voldoende verrijkt uranium geleverd krijgen.
2. Alle research op het gebied van uraniumverrijking zou binnen INFA verband moeten geschieden, waarbij onderzoek naar het moleculaire laserprocédé zou moeten worden uitgesloten.
3. Het INFA zou ofwel gas-diffusie ofwel chemische verrijkingstechnologieën moeten exploiteren.
4. Er zouden geen nationale verrijgingsinstallaties meer moeten bijgebouwd.
5. Een aantal criteria met betrekking tot de toepassing van safeguards dienen te worden bijgesteld.

De belangrijkste leidraad bij het opstellen van deze aanbevelingen is geweest dat, indien de voorgestelde maatregelen niet worden getroffen, een verdere verspreiding van kernwapens via de weg van uraniumverrijking niet te voorkomen zal zijn. Of de aanbevelingen in de praktijk ook haalbaar zullen zijn is mede afhankelijk van in hoeverre dat inzicht door de internationale gemeenschap wordt gedeeld en in hoeverre landen vervolgens bereid zullen zijn mondiale belangen te laten prevaleren boven nationale belangen op korte termijn.

ir. Boelie Elzen