

Ist eine kernwaffenfreie Welt verifizierbar?

Schaper, Annette; Frank, Katja

Veröffentlichungsversion / Published Version

Forschungsbericht / research report

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:

Hessische Stiftung Friedens- und Konfliktforschung (HSFK)

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Schaper, A., & Frank, K. (1998). *Ist eine kernwaffenfreie Welt verifizierbar?* (HSFK-Report, 6/1998). Frankfurt am Main: Hessische Stiftung Friedens- und Konfliktforschung. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-75485-6>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

BIBLIOTHEK
DER HESSISCHEN STIFTUNG
FRIEDENS- UND KONFLIKTSFORSCHUNG

HSFK-Report 6/1998



**HESSISCHE
STIFTUNG
FRIEDENS- UND
KONFLIKT-
FORSCHUNG**

Annette Schaper und Katja Frank

Ist eine kernwaffenfreie Welt verifizierbar?

HSFK-Report 6/1998

Frankfurt am Main

**HESSISCHE
STIFTUNG
FRIEDENS- UND
KONFLIKT-
FORSCHUNG**

Annette Schaper und Katja Frank

Ist eine kernwaffenfreie Welt verifizierbar?

HSFK-Report 6/1998

November 1998

© Hessische Stiftung Friedens- und Konfliktforschung (HSFK)

Adresse des Autors:

Hessische Stiftung Friedens- und Konfliktforschung (HSFK)

Leimenrode 29

D-60322 Frankfurt

Telefon (069) 95 91 04-0

Telefax (069) 55 84 81

e-mail: info@hsfk.de

Internet: <http://www.hsfk.de>

ISBN 3-933293-08-1

DM 12,00

Vorwort

Dieser Report ist im Rahmen des Nichtverbreitungsprojektes der HSFK entstanden, das von Harald Müller geleitet wird. Ihm und den Gruppenmitgliedern danken wir herzlich für viele interessante und lehrreiche Diskussionen, von denen unsere Arbeit stark profitiert hat.

Viele hilfreiche Kommentare haben wir von Matthias Dembinski, Alexander Kelle, Bernd Kubbig, Bernhard Moltmann, Harald Müller, Hans-Joachim Schmidt, Christoph Stephan, Simone Wisotzki und Rudolf Witzel bekommen, die frühere Fassungen ganz oder teilweise kritisch durchgesehen haben. Auch ihnen möchten wir für diese Mühe danken. Für alle Fehler und Meinungen sind wir jedoch ausschließlich selbst verantwortlich.

Frau Susanne Schmidt hat dem Manuskript in kurzer Zeit den letzten formalen Schliff gegeben, dafür herzlichen Dank.

Dieser Report ist ein Teilergebnis des HSFK-Projektes "Ein realistischer Weg zu vollständiger nuklearer Abrüstung", das von der Volkswagenstiftung gefördert wird. Das Nichtverbreitungsprojekt wird außerdem unterstützt von der W. Alton Jones Foundation und the Merck Foundation. Genutzt wurden auch Titel der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Spezielsammlung "Außenpolitik der USA". Die HSFK und wir danken allen Förderern für die Unterstützung.

Zusammenfassung

Dieser Report entstand im Rahmen eines Projekts, das sich mit den Voraussetzungen, Strategien und Problemen vollständiger nuklearer Abrüstung befaßt und wendet sich einem wichtigen Teilaspekt der Abrüstungsproblematik zu – der Verifikation.

Eine hundertprozentig erfolgreiche Verifikation kann es nicht geben, aber es ist ein Fehlschluß, zu glauben, daß eine kernwaffenfreie Welt nur unter der Bedingung perfekter Verifikation akzeptabel sei. Die Anforderungen an die Verifikation hängen in starkem Maße vom Vertrauen der Staaten ineinander und von bisherigen Erfahrungen der nuklearen Abrüstung und ihrer Verifikation ab. Allerdings werden die Anforderungen im Verlauf des Abrüstungsprozesses steigen. Gerade in den letzten Phasen, wenn die Arsenale sich unter die Hundert bewegen, wird Verifikation sowohl qualitativ als auch quantitativ extrem hohen Ansprüchen genügen müssen.

Die nukleare Abrüstung der Kernwaffenstaaten kann in vielen Einzelschritten erfolgen, wobei die ersten schon jetzt oder bald stattfinden. Zu den Schritten gehören u.a. Deaktivierungsmaßnahmen, weitere Reduzierungen, Zerlegung von Sprengköpfen, Entsorgung des Nuklearmaterials aus abgerüsteten Sprengköpfen und schließlich die Zerstörung oder Konvertierung von kernwaffenbezogenen Anlagen. Nur wenige Schritte werden bereits heute verifiziert. Wichtig sind neben Deklarationen und Transparenzmaßnahmen auch die international bindende Verpflichtung, einmal getroffene Maßnahmen nicht zurückzunehmen. Die Verifikation müßte aus einer Synergie verschiedener Methoden bestehen: Diese sind u.a. die Identifizierung von Sprengköpfen mit Hilfe kernphysikalischer Messungen, Versiegelungen, alle Methoden der IAEO-Sicherungsmaßnahmen in Nichtkernwaffenstaaten, weitgehende Zugangsrechte bei Verdachtsinspektionen, die Nutzung von Satellitenbeobachtungen, von Nationalen Technischen Mitteln, die Öffnung historischer Unterlagen, die Schaffung maximaler Transparenz in ehemaligen Kernwaffenstaaten und die Möglichkeit, die Aufklärung eines Verdachts notfalls zu erzwingen. Beachtet werden muß der Schutz proliferationsrelevanter Informationen. Falls ein Kernwaffenkomplex einmal zerstört ist, ist weiterer Kernwaffenbesitz äußerst unwahrscheinlich.

Auch nach der vollständigen Abrüstung wird die Welt mit permanenter Verifikation leben müssen, um zukünftige heimliche Wiederaufrüstversuche rechtzeitig zu entdecken. Hierfür muß ein universales Verifikationssystem eingerichtet werden, das die verschiedenen Elemente eines Kernwaffenprogramms früh genug entdecken kann. Sie sind u.a. die Beschaffung entweder von hochangereichertem Uran oder von Plutonium, die Entwicklung der Zündtechnologie, die Erarbeitung der theoretischen Grundlagen, der Aufbau einer Infrastruktur, Beschaffungsaktivitäten und nicht zuletzt Maßnahmen zur Geheimhaltung. Auch hierfür wird eine Synergie verschiedener Verifikationsmaßnahmen implementiert werden müssen, die auf einer Weiterentwicklung der IAEO-Sicherungsmaßnahmen einschließlich aller Reformen beruhen sollte. Wichtige Elemente dieser Synergie sind daneben u. a. die Einbeziehung aller Informationen einschließlich der aus nationalen technischen Mitteln und Spionage, weitestgehende Zugangsrechte der Verifikationsbehörde, die Nutzung moderner technischer Mittel einschließlich Satelliten, maximale Transparenz aller relevanten Aktivitäten, die Rekonstruktion der Produktionsgeschichten anhand historischer Unterlagen, die Unmöglichkeit, Verdachtsinspektionen abzulehnen, die Kooperationsbereitschaft

möglichst vieler Staaten oder der Schutz von Informanten. Die Wahrscheinlichkeit, daß trotz eines solchen Verifikationssystem die Konstruktion mehrerer Sprengköpfe unentdeckt bleibt, ist sehr gering.

Es wird immer einige wenige Staaten unter Verdacht geben, die nicht mit der Verifikationsbehörde kooperieren. Gerade ihre Aktivitäten muß aber die Verifikation aufdecken. Historische Fallbeispiele von Proliferation sind Südafrika, der Irak und Nordkorea. In allen drei Fällen entsprach die Verifikation nicht dem Standard, der für eine kernwaffenfreie Welt nötig wäre. Die Fälle zeigen, daß mit der damaligen unzureichenden Verifikation zwar einige Verdachtsmomente etabliert werden konnten, aber daß wichtige Informationen der internationalen Gemeinschaft nie bekannt wurden, z. B., daß Südafrika sechs Sprengköpfe gebaut hatte oder daß der Irak intensiv elektromagnetische Urananreicherung entwickelt hatte. Mit den heute implementierten Maßnahmen wäre ein Verdacht bereits früher entstanden. Südafrikas Aktivitäten wären mit vollständigen Sicherungsmaßnahmen nicht unentdeckt geblieben. Im Falle Nordkoreas waren die Maßnahmen der IAEO bereits einschneidender, und dies führte zum Entstehen eines konkreten Verdachts. Eine genaue Aufklärung der nordkoreanischen Aktivitäten ist jedoch bis heute nicht möglich, da es keine Möglichkeiten gibt, Inspektionen gegen den Willen eines Staates zu erzwingen. Eine wichtige Rolle bei der Frühentdeckung verdächtiger Beschaffungsaktivitäten spielt die Beobachtung internationalen Technologietransfers. Wie weit eine nachträgliche Verifikation möglich ist, ob ein Staat vollständig abgerüstet hat, kann am Beispiel Südafrikas studiert werden, allerdings gibt es Grenzen im Vergleich zwischen Südafrika und den etablierten Kernwaffenstaaten.

Ein wichtiges Element eines zukünftigen Systems muß die Möglichkeit sein, jede Art von Information und nationale technische Mittel zu nutzen. Voraussetzung ist weiterhin eine maximale Transparenz aller Nuklearaktivitäten in allen Staaten, die weit über die heutige Transparenz hinausgehen muß. Dies betrifft insbesondere die Nuklearaktivitäten abrüstender Kernwaffenstaaten. Darüber hinaus muß es möglich sein, Maßnahmen flexibel einzusetzen: In Fällen eines Verdachts und mangelnder Kooperation müssen Verifikationsaktivitäten verstärkt werden, in Fällen, in den sich das Vertrauen über längere Zeit verfestigt hat, muß der Aufwand dagegen reduziert werden können.

Die erfolgreiche Umsetzung von Verifikationsmaßnahmen hängt auch, und nicht zuletzt, von der organisatorischen Ausgestaltung des Verifikationssystems ab und muß deshalb sorgfältig bedacht werden. Von großer Bedeutung sind schnelle Entscheidungsstrukturen und Durchsetzungsvermögen. Das Entscheidungsgremium muß repräsentativ für die Staatengemeinschaft sein. Der Sicherheitsrat käme hierfür nur nach einer umfangreichen Reform in Frage. Alle verwendeten Technologien sollten so weit wie möglich internationalisiert werden, so z. B. die Verwendung von Satelliten, die zur Zeit fast ausschließlich als Nationale Technische Mittel eingesetzt werden. Langfristig könnten einzelne Verifikationsorganisationen zusammengefaßt werden. Die IAEO sollte Ausgangspunkt für die Entwicklung der abschließenden Organisationsform für die Verifikation sein. Die Rolle von sozialer Verifikation muß verstärkt werden. Auch wenn der Prozeß vollständiger nuklearer Abrüstung von einer relativ kleinen Zahl von Staaten eingeleitet wird, müssen sich am Ende alle Staaten zum Kernwaffenverzicht verpflichtet haben.

INHALT

1	Einleitung	1
2	Vertrauen und Kontrolle	4
2.1	Technische Grenzen und ihre politische Tolerierung	4
2.2	Das Verhältnis von Verifikation und nationaler Sicherheit bei vollständiger nuklearer Abrüstung	7
3	Aufgaben und Methoden der Verifikation einer kernwaffenfreien Welt	9
3.1	Abrüstung und Verifikation bei ehemaligen Kernwaffenbesitzern	9
3.1.1	<i>Erste Maßnahmen</i>	11
3.1.2	<i>Verifikation vereinbarter Reduzierungen</i>	12
3.1.3	<i>Entdeckung undeklariertter Sprengköpfe</i>	16
3.1.4	<i>Zerlegung der Sprengköpfe</i>	17
3.1.5	<i>Entsorgung des Nuklearmaterials aus abgerüsteten Kernwaffen</i>	20
3.1.6	<i>Entdeckung undeklarierten Materials</i>	23
3.1.7	<i>Zerstörung oder Konvertierung von Anlagen</i>	24
3.2	Zusammenfassung: Wie zuverlässig kann die Verifikation nuklearer Abrüstung sein?	27
3.3	Aufgaben und Methoden der Frühentdeckung der verschiedenen Elemente heimlicher Kernwaffenprogramme	28
3.3.1	<i>Hochangereichertes Uran (HEU)</i>	30
3.3.2	<i>Plutonium</i>	35
3.3.3	<i>Zündtechnologie</i>	38
3.3.4	<i>Theoretische Grundlagen</i>	40
3.3.5	<i>Nukleartests</i>	42
3.3.6	<i>Entscheidungsprozesse, Infrastruktur und Logistik</i>	42
3.3.7	<i>Beschaffungsaktivitäten</i>	44
3.3.8	<i>Geheimhaltung und Legendenbildung</i>	45
3.4	Zusammenfassung: Wie zuverlässig kann die Frühentdeckung heimlicher Kernwaffenprogramme sein?	47

4	Drei Beispiele und einige Lehren daraus	49
4.1	Südafrika: nukleare Aufrüstung und Abrüstung	49
4.1.1	<i>Wann und wodurch sind die Aktivitäten entdeckt worden?</i>	49
4.1.2	<i>Hätten die Aktivitäten früher entdeckt werden können?</i>	51
4.1.3	<i>Beschaffungsaktivitäten als Verdachtsmerkmal</i>	51
4.1.4	<i>Verifikation der nuklearen Abrüstung</i>	53
4.2	Irak: Ausbruchsversuch aus dem NVV	54
4.2.1	<i>Wann und wodurch sind die Aktivitäten entdeckt worden?</i>	54
4.2.2	<i>Hätten die Aktivitäten früher entdeckt werden können?</i>	56
4.2.3	<i>Beschaffungsaktivitäten als Verdachtsmerkmal</i>	57
4.3	Nordkorea: Ausbruchsversuch aus dem NVV	58
4.3.1	<i>Wann und wodurch sind die Aktivitäten entdeckt worden?</i>	58
4.3.2	<i>Hätten die Aktivitäten früher entdeckt werden können?</i>	59
4.3.3	<i>Beschaffungsaktivitäten als Verdachtsmerkmal</i>	60
5	Auf dem Weg zu einer Verifikation	62
5.1	Möglichkeiten und Grenzen	62
5.1.1	<i>Zwei Komponenten: NTM und implementierte Verifikationsmethoden</i>	62
5.1.2	<i>Geheimhaltung versus Transparenz</i>	64
5.1.3	<i>Subjektivität für mehr Flexibilität und Effektivität?</i>	68
5.2	Organisatorische Gestaltung des Verifikationssystems	69
5.3	Schlußfolgerungen	74
	Anhang A: Funktionsweise der Kernwaffen	77
	Anhang B: Anreicherungsverfahren im Vergleich	80
	Anhang C: Glossar einiger Fachausdrücke in der Verifikation der IAEO	81
	Abkürzungen	82

1 Einleitung

Das Ziel einer kernwaffenfreien Welt war in der Debatte um die Möglichkeiten der Rüstungsreduzierung lange Zeit völlig in den Hintergrund getreten. Die letzten offiziellen Entwürfe für eine vollständige nukleare Abrüstung, die vor dem Ende des Kalten Kriegs entwickelt wurden, stammen aus den 60er Jahren¹. Die permanenten Fehlschläge bei dem Versuch, einen Modus zur Abschaffung der Kernwaffen zu finden, die Zementierung der bipolaren Struktur des Kalten Kriegs und der damit einhergehende nukleare Rüstungswettlauf ließen die Erfolgsaussichten der nuklearen Abrüstungsbemühungen auf Null sinken. Erfolgversprechender schien in dieser Situation das Konzept der partiellen Rüstungskontrolle. Man löste sich von dem Ziel vollständiger nuklearen Abrüstung und versuchte in Teilgebieten zu Abkommen zu gelangen, die die internationale Sicherheit erhöhen sollten. Rüstungskontrollabkommen zielten dabei nicht zwangsläufig auf eine Reduzierung oder Abschaffung von Kernwaffenpotentialen, sondern konnten auch Rüstungsbegrenzung (im Sinne von Obergrenzen) oder gar kontrollierte Aufrüstung beinhalten. Wichtigstes Ziel war es, die Stabilität des fragilen nuklearen Abschreckungssystems der beiden Supermächten zu gewährleisten. Das hieß zum einen, die nationalen Kontrollen über die Nuklearwaffen zu stärken, um die Gefahr eines "unbeabsichtigten" Nuklearkriegs auszuschließen. Zum anderen mußte die Struktur der Kernwaffenarsenale so gestaltet werden, daß die Abschreckung auch in Krisenzeiten wirksam blieb und ein Erstschlag demzufolge sinnlos wäre.² Rüstungskontrolle war nicht viel mehr als eine Ergänzung der nuklearen Abschreckungsdoktrin. Nukleare Abrüstung rückte innerhalb dieses Denkggebäudes in eines der hintersten Zimmer.

Heute, einige Jahre nach dem Ende des Ost-West-Konflikts, erlebt die Idee der kernwaffenfreien Welt eine Renaissance. Träger der Idee sind zunächst Nichtregierungsorganisationen. Im Rahmen einer ganzen Reihe von Projekten befassen sie sich zur Zeit mit den Bedingungen für weitere Abrüstungsschritte mit dem Endziel einer kernwaffenfreien Welt.³ Auf Regierungsebene, insbesondere in den Kernwaffenstaaten und bei ihren Verbündeten, wird der Möglichkeit vollständiger Denuklearisierung hingegen immer noch mit Skepsis,

1 Franz W. Seidler, Die Abrüstung. Eine Dokumentation der Abrüstungsbemühungen seit 1945, München/Wien (Günter Olzog Verlag), 1974.

2 Harald Müller, Von der Feindschaft zur Sicherheitspartnerschaft - Eine neue Konzeption der Rüstungskontrolle, in: Berthold Meyer (Red.), Eine Welt im Chaos?, Frankfurt/M. (Edition Suhrkamp, Friedensanalysen 25), 1996, S. 399-426 und Uwe Nerlich (Hg.): Strategie der Abrüstung, Gütersloh (Bertelsmann), 1962; Erhard Forndran, Rüstungskontrolle. Friedenssicherung zwischen Abschreckung und Abrüstung, Düsseldorf (Bertelsmann), 1970, insb. S. 85-124.

3 Neben der Hessischen Stiftung Friedens- und Konfliktforschung befassen sich u.a. das Henry L. Stimson Center, das Center for Strategic & International Studies, die Union of Concerned Scientists, das International Network of Engineers and Scientists Against Proliferation (Inesap) und das Verification and Technology Centre (Vertic) mit Fragen vollständiger nuklearer Abrüstung. Eine der ersten internationalen Studien mit technischem Schwerpunkt ist: Federation of American Scientists in collaboration with the Committee of Soviet Scientists for Global Security and the Center for Program Studies of the USSR Academy of Sciences, Ending the production of fissile materials for weapons, verifying the dismantlement of nuclear warheads - The technical basis for action, Washington D.C., Juni 1991.

z.T. auch mit Ablehnung begegnet. Der Kreis der Befürworter nuklearer Abrüstung weitet sich jedoch zunehmend aus. 1995 rief die australische Regierung die Canberra-Kommission ins Leben. Das international zusammengesetzte Forum diskutierte umfassend und systematisch die Möglichkeiten und Probleme vollständiger nuklearer Abrüstung.⁴ Im Dezember 1996 sprachen sich 61 ehemalige hochrangige Militärangestellte u.a. aus Rußland, Frankreich und den USA für eine umgehende starke Reduzierung und spätere Abschaffung aller Kernwaffen aus. Im Februar 1998 folgte eine Erklärung von über 100 politischen Führungspersonlichkeiten, Staatsoberhäuptern und ehemaligen Staatsoberhäuptern aus aller Welt, die die Abschaffung von Kernwaffen unterstützen.⁵

Dieser Report entstand im Rahmen eines Projekts, das sich mit den Voraussetzungen, Strategien und Problemen vollständiger nuklearer Abrüstung befaßt und wendet sich einem wichtigen Teilaspekt der Abrüstungsproblematik zu – der Verifikation.

Verifikation, d.h. die Überprüfung der Einhaltung der Verpflichtungen, die die Parteien einer Rüstungskontrollvereinbarung eingegangen sind, ist häufig eine wichtige Voraussetzung für das Zustandekommen eines Abkommens. Sie wird insbesondere dann relevant, wenn die Verträge in solche Waffenbestände eingreifen, die als besonders bedrohlich empfunden werden oder die in den Einsatzplänen der Militärs eine große Rolle spielen. An der Verifikationsfrage scheiterten verschiedene Vorschläge der USA und der ehemaligen UdSSR zur vollständigen nuklearen Abrüstung, und auch heute ist keine Reduzierung der Nuklearpotentiale der Kernwaffenstaaten ohne hinreichend zuverlässige Verifikation denkbar. Dabei ist die Frage umstritten, wie gut ein Verifikationssystem arbeiten muß, damit Staaten Einschränkungen ihrer Rüstungspotentiale akzeptieren. Je nachdem wie hoch sie ihre Anforderungen schrauben, stehen ihnen eine ganze Reihe von Maßnahmen zur Verfügung, die einzeln oder im Zusammenspiel angewendet werden.

In der Regel basiert Verifikation im Rüstungskontrollbereich darauf, daß Deklarationen über Art, Anzahl und Standort von bestimmten Waffensystemen kontrolliert werden. Die Prüfung kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Bei der Anwendung sogenannter Nationaler Technischer Mittel (NTM) erfolgt die Verifikation meist ohne aktive Zusammenarbeit mit dem zu kontrollierenden Staat. Klassische NTM sind Satelliten, seismische Sensoren und Radaranlagen, aber auch nachrichtendienstliche Aktivitäten, sowie das Sammeln und Verarbeiten von Informationen durch Behörden⁶ gehören dazu. Vor-Ort-Inspektionen sind weitreichender als NTM, denn sie greifen tiefer in die Souveränitätsrechte von Staaten ein und setzen die Bereitschaft zur Kooperation voraus. Routineinspektionen erlauben es Inspektoren, zu festgelegten Zeiten an vorher vereinbarten Orten auf dem Territorium eines Staates, Kontrollen durchzuführen. Verdachtsinspektionen dienen dazu, spezifischen Anhaltspunkten für einen Vertragsbruch nachzugehen. Sie sind einschneidender als Routine-

4 Siehe Report of the Canberra Commission on the Elimination of Nuclear Weapons, August 1996.

5 Disarmament Diplomacy, Nr. 11, (Dezember), 1996, S. 38 und Nr. 23 (Februar), 1998, S. 24.

6 Nachrichtendienste sammeln natürlich auch Daten. Hier sind Behörden gemeint, die aufgrund ihrer Tätigkeit Informationen besitzen, die für die Verifikation eines Abkommens von Nutzen sein können, beispielsweise eine Behörde, die Ausfuhren genehmigt.

kontrollen, da sich der zu inspizierende Staat, wollte er wirklich etwas verbergen, nicht so einfach auf sie einstellen kann. Ihre Durchführung ist allerdings immer an ganz bestimmte Voraussetzungen geknüpft, um unkontrollierte Datensammlung (sprich Spionage) zu verhindern. Die Ergebnisse der Datensammlung aus NTM und Vor-Ort-Inspektionen müssen in einigen Fällen von Labors analysiert werden, bevor Rückschlüsse auf die Einhaltung der Vertragsverpflichtungen gezogen werden können. Auch das ist Teil der Verifikation. Schließlich ergänzt das sogenannte "Whistle-blowing" die Reihe der Verifikationselemente. Ein Whistle-blower ist jemand, der Informationen über verbotene Aktivitäten an eine geeignete Stelle (eine Verifikationsorganisation, Medien, Geheimdienste...) weitergibt. Whistle-blower sind häufig Mitarbeiter an verbotenen Projekten.

Verifikationssysteme bestehen also, trotz enormer Unterschiede im Detail, aus immer wiederkehrenden Elementen:

- Deklarationen
- Nationale Technische Mittel (NTM)
- Routineinspektionen
- Verdachtsinspektionen
- technische Datenanalyse bzw. Datenverarbeitung
- "Whistle-blowing"

Diese Elemente werden meist in Kombination eingesetzt. Es gibt aber auch Verifikationsvereinbarungen, die sich z.B. allein auf NTM stützen.

Die Verifikation von Rüstungskontroll- bzw. Abrüstungsvereinbarungen stößt in vielen Fällen auf ein prinzipielles Problem: das der zivil-militärischen Ambivalenz. Viele der Komponenten, aus denen Waffen gefertigt werden, finden auch in der zivilen Wirtschaft Verwendung und können deshalb nicht einfach verboten werden. Bei diesen sogenannten dual-use-Gütern ist die Verifikation sehr schwierig, denn nicht ihr Vorhandensein, sondern die Art und Weise der Nutzung sind entscheidend. Die Verifikation nuklearer Abrüstung und einer kernwaffenfreien Welt steht vor eben diesem Problem. Nukleares Spaltmaterial und eine ganze Reihe von anderen Komponenten einer Kernwaffe haben eine Vielzahl von zivilen Verwendungsmöglichkeiten, nicht zuletzt in der Kernenergiewirtschaft.

Im vorliegenden Report stellen wir die Frage, ob eine kernwaffenfreie Welt verifizierbar ist. Dabei arbeiten wir zunächst heraus, welche Anforderungen an die Kontrolle des Abrüstungsprozesses und darauffolgend an die Verifikation einer bereits denuklearisierten Welt zu stellen sind und skizzieren die Methoden, mit denen die Verifikation durchgeführt werden könnte. Diese beiden Abschnitte haben auch die Aufgabe, das für das Verständnis der folgenden Erörterungen nötige Hintergrundwissen bereitzustellen. An drei Fallbeispielen – Südafrika, dem Irak und Nordkorea – illustrieren wir im Anschluß mögliche Probleme und Grenzen der Verifikationsmethoden, die sich in der Praxis ergeben können und mit denen ein zukünftiges Verifikationssystem für nukleare Abrüstung fertig werden muß.

Nach diesem umfangreichen Problemaufriß folgt eine Bestandsaufnahme der Möglichkeiten und Grenzen der verwendbaren Methoden und der organisatorischen Varianten für ein nukleares Verifikationssystem. Im Anschluß daran können wir die politischen Anforderungen und die praktischen Probleme nuklearer Abrüstung mit den technischen und organisatorischen Möglichkeiten ins Verhältnis setzen.

2 Vertrauen und Kontrolle

2.1 Technische Grenzen und ihre politische Tolerierung

Die Verifikation von Rüstungskontrollverträgen wird zu einem guten Teil erst durch den Einsatz von moderner Technologie möglich. Die Entwicklungen der letzten Jahrzehnte in Satellitenüberwachung, Sensortechnologie, Kommunikation und Datenverarbeitung eröffnen heute ein Spektrum an Kontrollmöglichkeiten, das früher unerreichbar schien. Das Vorhandensein dieser modernen Technologien verbessert die Chancen für den Abschluß von Abkommen, die aufgrund fehlender technischer Verifikationsmöglichkeiten vormals nicht akzeptabel waren. Dennoch muß man sich darüber im klaren sein, daß der Technik Grenzen gesetzt sind. Selbst mit dem Einsatz optimaler Mittel ist weder heute noch in absehbarer Zukunft hundertprozentige Gewißheit über die Einhaltung von Rüstungskontrollvereinbarungen zu erreichen. Es wird immer ein gewisses Maß an Unsicherheit bestehen bleiben. Diese Tatsache ist jedoch kein Grund, auf Rüstungskontrolle ganz zu verzichten und war es auch in der Vergangenheit nicht. Sonst wären Abkommen wie der Vertrag über Konventionelle Streitkräfte in Europa, das Chemiewaffenübereinkommen, der Umfassende Teststopp-Vertrag (CTBT) oder die START-Verträge nie zustande gekommen.⁷ Perfektion ist nicht der Maßstab, mit dem Verifikationssysteme zu bewerten sind, entscheidend ist, daß die Sicherheit der teilnehmenden Staaten gewährleistet bleibt. Das Zustandekommen dieser Verträge verdankt sich nicht der Perfektionierung von Verifikationsmethoden, sondern einem Zusammenspiel von verbesserten technischen Mitteln und der Veränderung der politischer Rahmenbedingungen, die das Ende des Ost-West-Konfliktes kennzeichnen.

Als Beispiel soll der CTBT, dessen Verhandlungen 1996 abgeschlossen wurden, erwähnt werden: Für seine Verifikation stand ein ganzes Spektrum unterschiedlich aufwendiger technischer System zur Auswahl. Geeignet hatte sich das Verhandlungsforum nicht auf das technisch aufwendigste (und teuerste) sondern auf eines, das einen akzeptablen Kompromiß darstellte bezüglich verschiedener Entscheidungskriterien wie Kosten, Vertrauen, Effektivität und Kontrolle.⁸ Es wurde also nicht an die äußerste technische Grenze gegangen, dagegen wurde eine gewisse Restunsicherheit, daß ein Vertragspartner betrügen könnte, von den Verhandlungsdelegationen toleriert.

7 Erläuterungen der Abkürzungen im Anhang.

8 A. Schaper, Der umfassende Teststoppvertrag: kurz vor dem Ziel - oder gescheitert?, Frankfurt/M. (HSFK-Standpunkte Nr. 7), August 1996.

Ein weiteres Beispiel ist die Verifikation des NVV, die von der Internationalen Atomenergieorganisation (IAEO) durchgeführt wird. Eine Aufgabe ist "the timely detection of diversion of significant quantities of nuclear material from peaceful nuclear activities to the manufacture of nuclear weapons or of other nuclear explosive devices or for purposes unknown".⁹ Die Begriffe "*timely detection*" und "*significant quantity*" werden von der IAEO quantitativ definiert, und sie sind ein anpaßbares Maß für den Kompromiß zwischen Vertrauen und Kontrolle.¹⁰ Auch hier spielen noch weitere Kriterien, wie z.B. die Kosten, eine Rolle. Während der letzten Reform der IAEO-Sicherungsmaßnahmen gingen die Diskussionen genau um dieses Verhältnis zwischen Vertrauen und Kontrolle: die Verifikation in Staaten, die betrügen wollen, z. B. Irak, sei unzulänglich, während gleichzeitig der Aufwand in vertrauenswürdigen Staaten mit ziviler Nuklearindustrie, z.B. die Zahl der Inspektionen in Japan, Deutschland oder Kanada, zu hoch sei. Die Reform versucht, dieser Kritik Rechnung zu tragen und die Anwendung der Maßnahmen flexibler zu gestalten. Gleichzeitig wurden die technischen Möglichkeiten erweitert und die Möglichkeit geschaffen, den Aufwand selektiv quantitativ zu verringern.¹¹ Dabei soll von den vorher rein rechnerisch festgelegten Regeln zu einem qualitativeren System übergegangen werden.¹²

Die Frage, wie gut ein Verifikationssystem sein muß, zieht sich wie ein roter Faden durch die Debatte um Rüstungskontrolle und Verifikation. Gegner vollständiger nuklearer Abrüstung argumentieren, daß die Abschaffung oder auch nur starke Reduzierung von Kernwaffen, wenn überhaupt, nur dann erfolgen dürfe, wenn Versuche der heimlichen Kernwaffenbeschaffung mit hundertprozentiger Sicherheit frühzeitig entdeckt werden können. Da dies, zumindest in absehbarer Zeit, nicht möglich sei, sei vollständige nukleare Abrüstung nicht durchführbar, ja stelle ein Risiko für die abrüstenden Staaten und ihre Verbündeten dar.¹³ Befürworter einer kernwaffenfreien Welt fragen statt dessen, wie hoch das Maß an Unsicherheit bezüglich der Vertragseinhaltung sein darf, damit den Sicherheitsbedürfnissen der Staaten Rechnung getragen wird.

Es wurden verschiedene Versuche unternommen, eine verallgemeinerbare Formel für die Bestimmung der Anforderungen an Verifikation zu entwickeln. In der Debatte um vollständige nukleare Abrüstung findet sich immer wieder ein Ansatz aus den 60er Jahren. Der damalige Wissenschaftsberater Präsident Kennedys, Jerome Wiesner, entwickelte ein Modell, das ein umgekehrt proportionales Verhältnis zwischen der Anzahl erlaubter Waffen-

9 IAEO, INFCIRF/153 (corrected), para. 28.

10 IAEA Safeguards Glossary, 1987 (Edition), Wien, 1987. Einige Begriffe sind im Anhang (Glossar einiger Fachausdrücke in der Verifikation der IAEO) erläutert.

11 Zum Problem des Übergangs von starren, quantitativen Regelungen zu flexibleren, allerdings auch subjektiveren Regelungen, die einen Verdacht berücksichtigen, siehe A. Schaper, Implementing Safeguards in Countries of Concern, in Erwin Häckel (Hg.), in Vorbereitung.

12 Die Reform steht zur Zeit am Beginn ihrer Implementierung, daher gibt es noch keine praktischen Erfahrungen, die sich schon für eine kritische Bewertung eignen.

13 C. Paul Robinson /Kathleen C. Bailey, To Zero or Not to Zero: A US Perspective on Nuclear Disarmament, in: Security Dialogue, Jg. 28, Nr. 2, 1997, S. 149-158; Kathleen C. Bailey, Problems Facing Total Nuclear Disarmament, in: Director's Series on Proliferation, Nr. 5, 1994, S. 71-86.

systeme und der Häufigkeit von Inspektionen verlangte. Mit anderen Worten: mit sinkender Zahl zur Verfügung stehender Waffen müsse die Zahl von Inspektionen steigen. Wiesners Modell basiert auf der Annahme, daß nationale Sicherheit an der militärischen Verteidigungsfähigkeit zu messen sei. Die Intensität von Inspektionen hänge von den Gefahren ab, die durch unentdeckte Verstöße entstehen.¹⁴ Werden die Waffenbestände eines Staates nur mäßig beschränkt, d.h. bleiben noch relativ hohe Restbestände in Dienst, so bringen kleinere Vertragsverletzungen keinen relevanten militärischen Vorteil für den potentiellen Gegner. Je tiefgreifender aber die Reduzierung, um so größer die Gefahr, die von nur kleinen unentdeckten illegalen Beständen ausgeht und um so höher die Anforderungen an das Verifikationssystem.

Wiesners Ansatz wird heute vom Prinzip her immer noch akzeptiert, man ist lediglich von seiner rein quantitativen Ausrichtung abgekommen. Zum einen begreift man Verifikation heute nicht mehr als Ausdruck von Inspektionshäufigkeiten, sondern als ein umfassendes Kontrollsystem, das vor allem auch an qualitativen Standards zu messen ist. Zum anderen wird nicht mehr nur die Anzahl von Waffensystemen betrachtet, sondern nach Typ und Leistungsfähigkeit differenziert. Daraus ergibt sich folgende Ergänzung bzw. Modifikation des Wiesnerschen Modells:

1. Je größer die potentielle Bedrohung ist, die von den durch Kontrollmaßnahmen betroffenen Waffensystemen ausgeht, um so wichtiger ist die frühzeitige Entdeckung illegaler Bestände und um so höher sind die Anforderungen, die an die Leistungsfähigkeit des Verifikationssystems gestellt werden.
2. Je schwieriger es ist, einer militärischen Bedrohung, die durch illegale Waffensysteme verursacht wird, etwas entgegenzusetzen, um so stärker gefährden sie die nationale Sicherheit und um so höher werden die Anforderungen an das Verifikationssystem.

Der Einfluß von Wiesners Modell ist in der akademischen und politischen Debatte zu Rüstungskontroll- und Abrüstungsfragen unverkennbar zu spüren. So kam die Palme-Kommission 1982 zu dem Schluß, daß, " [je] tiefer ein Vertrag in die existierenden Arsenale eingreift [...], desto umfassender müssen die Mittel sein, die in der Vereinbarung zu seiner Verifikation bestimmt wurden."¹⁵ Während der Verhandlungen zum INF-Vertrag bezweifelte der Vorsitzende des amerikanischen Senate Intelligence Committee die Verifizierbarkeit des Abkommens, denn "the value of any Soviet cheating would be far greater

14 Siehe Jerome B. Wiesner, Umfassende Systeme der Rüstungsbeschränkung, in: Uwe Nerlich (Hg.), Strategie der Abrüstung, Gütersloh (Bertelsmann), 1962, S. 219-257, insb. S. 234.

15 Siehe Der Palme-Bericht. Bericht der Unabhängigen Kommission für Abrüstung und Sicherheit, Berlin (Severin und Siedler), 1982, S. 152.

after substantial cuts in superpowers arsenals"¹⁶. Auch viele der jüngsten Bemühungen um Nukleare Abrüstung gehen von dieser Prämisse aus.¹⁷

2.2 Das Verhältnis von Verifikation und nationaler Sicherheit bei vollständiger nuklearer Abrüstung

Wendet man die beiden o. g. Kriterien auf die Verifikation vollständiger nuklearer Abrüstung bzw. eine kernwaffenfreie Welt an, kommt man auf den ersten Blick zu einem ernüchternden Ergebnis:

In den Anfangsphasen des Abrüstungsprozesses¹⁸, d.h. solange sich die Zahl der Kernwaffen noch in den Hunderten befindet, müßte eine relativ große Zahl von Sprengköpfen heimlich produziert werden, um einen substantiellen militärischen Vorteil gegenüber anderen abrüstenden Staaten zu erzielen. Die Anforderungen an ein Verifikationssystem wären zu diesem Zeitpunkt geringer, da kleine Bestände an illegalen Kernwaffen die Sicherheit anderer Vertragsstaaten nicht beeinträchtigen würden, die Beschaffung einer großen Menge dagegen schwer zu verheimlichen wäre. Mit fortschreitender Reduzierung der nuklearen Arsenale müßte die Leistungsfähigkeit des Verifikationssystems aber immer weiter verbessert werden, da, so die Annahme, die Gefahr, die von jeder Kernwaffe ausgeht, bei sinkender Gesamtzahl steigt.

Die potentielle Bedrohung, die von Kernwaffen ausgeht, wird im allgemeinen als sehr hoch eingeschätzt. Kernsprengköpfe haben ein enormes Zerstörungspotential. In Verbindung mit modernen Trägersystemen können sie in kürzester Zeit auch weit entfernte Ziele erreichen. Die langfristigen Schäden durch radioaktive Verseuchung erhöhen die Gefahr, die von ihnen ausgeht und stellen sie deutlich über die Bedrohung durch konventionelle Waffen. Die Anforderungen an das Verifikationssystem sind nach dieser Einschätzung dementsprechend hoch.

16 Zitiert in James A. Shear, *Verification, Compliance and Arms Control: The Dynamics of Domestic Debate*, in: Lynn Eden /Steven E. Miller (Hg.), *Nuclear Arguments* Ithaca/London (Cornell Univ. Press), 1989, S. 284.

17 Als Beispiele seien hier das Projekt zur Eliminierung von Massenvernichtungswaffen des amerikanischen Stimson Centers und die Arbeiten des britischen Verification Technology Information Centre (VERTIC) genannt. *An Evolving US Nuclear Posture, Second Report of the Steering Committee. Project on Eliminating Weapons of Mass Destruction*, The Henry L. Stimson Center, Report Nr. 19, Dezember, 1995, S. 3; Patricia Lewis, *Laying the Foundations. Verifying the Transition to Low Levels of Nuclear Weapons* (VERTIC), Juli, 1998.

18 Wir gehen davon aus, daß eine kernwaffenfreie Welt nicht in einem einzigen Schritt zu erreichen ist, sondern am Ende einer ganzen Reihe von Abrüstungsschritten stehen wird. Dies sei hier erwähnt, weil es auch andere Meinungen über das Wie und vor allem die Geschwindigkeit nuklearer Abrüstungs Bemühungen gibt.

Aus der Sicht der Gegner vollständiger nuklearer Abrüstung kann auf eine nukleare Drohung bzw. einen Kernwaffeneinsatz nur mit Kernwaffen effektiv reagiert werden.¹⁹ Würden die heutigen Kernwaffenstaaten unter ein bestimmtes Niveau abrüsten, könnten sie einem Vertragsbrecher nicht mehr adäquat begegnen und könnten auch ihre Verbündeten nicht mehr schützen. Wenn sie ihre bestehenden Arsenale und die zu ihrem Bau benötigte Infrastruktur erst einmal völlig abgerüstet hätten, verlängere sich die Zeit für eine Renuklearisierung dermaßen, daß ihr staatliches Überleben in Gefahr sei. Macht man sich diese Argumentation zu eigen, gilt auch hier: je weiter die Abrüstung der Kernwaffen fortgeschritten ist, desto höher sind die Anforderungen an ein Verifikationssystem. Vollständige Abschaffung kann aus dieser Sicht nur mit einem perfekt arbeitendem Verifikationssystem genügend Sicherheit gewähren.

Die Anziehungskraft von Wiesners Modell ist fatal und zwar nicht deshalb, weil seine Annahmen grundsätzlich falsch wären, sondern weil sie ohne weitere Reflexion angewendet werden und so zu dem Fehlschluß verleiten, daß eine kernwaffenfreie Welt nur unter der Bedingung perfekter Verifikation akzeptabel ist. Das liegt daran, daß selbst die heute verwendete modifizierte Version von Wiesners Modell wichtige Aspekte bei der Risikokalkulation von Staaten außer Acht läßt.

Ein erster Fehler entsteht bei der Bestimmung der Bedrohung, die von einem bestimmten Waffenarsenal ausgeht – einem politischen Vorgang, der immer ein starkes subjektives Element enthält. Bei diesem Vorgang wird eine Regierung stets auch das Verhältnis zu den anderen an der Vereinbarung beteiligten Staaten in ihre Überlegung einbeziehen. Das heißt, je angespannter die Beziehungen bzw. je größer das Mißtrauen zwischen den Verhandlungspartnern ist, desto geringer darf die Wahrscheinlichkeit sein, daß eine Vertragsverletzung unentdeckt bleibt und vice versa. Nach Wiesners Modell nimmt mit fortschreitender Abrüstung das Vertrauen in den Vertragspartner ab, da die Bedrohung, die von jeder einzelnen Waffe ausgeht, mit sinkender Gesamtzahl steigt. Diese Schlußfolgerung ist ein Irrtum. Nukleare Abrüstung ist ein Prozeß, in dessen Verlauf die Vertragsstaaten Erfahrungen machen, die sie in die Kalkulation einfließen lassen. Diese Erfahrungen erstrecken sich auch auf den Ablauf und die Ergebnisse von Verifikationsmaßnahmen. Sind diese durchgehend positiv verlaufen, so steigt das Vertrauen in die Beteiligten am Abrüstungsprozeß. Indikatoren für einen positiven Verlauf von Verifikation sind z. B. ein stetiges Ansteigen des Maßes an Transparenz, keine wahrnehmbaren Versuche der Verweigerung von Datentransfer oder Inspektionen und keine Feststellungen von Vertragsverletzungen.

19 Diese Annahme ist weit verbreitet. Siehe z. B. William J. Perry, Desert Storm and Deterrence, in: *Foreign Affairs*, Jg. 70, Nr. 4, 1991, S. 66-82. Sie ist aber angesichts der heutigen Möglichkeiten im konventionellen Bereich überholt. Selbst wenn man hohe Anforderungen an die Verteidigungsfähigkeit stellt, können diese von konventionellen Streitkräften erfüllt werden. Eine genauere Untersuchung der Frage nach konventioneller Verteidigungsfähigkeit bzw. Abschreckung findet sich bei Alexander Kelle, *Security in a Nuclear Weapons Free World – How to Cope with the Nuclear, Biological and Chemical Weapons Threat*, Frankfurt/M. (PRIF Report Nr. 50), 1998; sowie Charles T. Allan, *Extended Conventional Deterrence: In from the Cold and Out of the Nuclear Fire?*, in: *Washington Quarterly*, Jg. 17, Nr. 3, 1994, S. 203-233.

Ein zweiter Fehler entsteht bei der Bewertung der Reaktionsmöglichkeiten auf eine nukleare Bedrohung. Konventionelle Abschreckung gegen Nuklearwaffen wird heute durchaus als realistische Option gesehen.²⁰ Wenn dem so ist, kann ein Staat auf Kernwaffen verzichten, ohne hundertprozentige Gewißheit durch das Verifikationssystem zu haben. Auf die Frage der Möglichkeit oder Unmöglichkeit nicht-nuklearer Abschreckung bzw. Verteidigung kann hier nicht weiter eingegangen werden.²¹ Vollständige nukleare Abrüstung führt jedoch auf keinen Fall zur Verteidigungsunfähigkeit von Staaten.

Trotz der Kritik, die hier geübt wurde, ist das Wiesnersche Modell für die Diskussion der Verifikationsfrage von Bedeutung. Tatsächlich werden die Anforderungen, die an Verifikation gestellt werden, im Verlauf des Abrüstungsprozesses steigen. Gerade in den letzten Phasen, wenn die Arsenale sich unter die Hundert bewegen, wird Verifikation sowohl qualitativ als auch quantitativ extrem hohen Ansprüchen genügen müssen. Die Reduzierung der Kernwaffen unter die Schwelle, die für eine Minimalabschreckung als unabdingbar betrachtet wird, ist nicht nur ein militärstrategisch einschneidender Schritt, sondern setzt die Überwindung einer psychologische Barriere voraus. Kernwaffen verlieren zwar ihre Bedeutung als Grundbaustein des Abschreckungssystems, aber die Wahrnehmung des hohen Bedrohungspotentials, das von Kernwaffen ausgeht, und die Einschätzung der Möglichkeit alternativer Verteidigungsmittel spielen bei der Bewertung der zulässigen "Marge tolerierbarer Nicht-Verifizierbarkeit"²² eine nicht zu unterschätzende Rolle. Man muß sich aber gegen den Determinismus wenden, der aus Wiesners Modell abgeleitet wird und der die kernwaffenfreie Welt zur unerfüllbaren Utopie degradiert. Auch in der letzten Phase nuklearer Abrüstung benötigt man kein "perfektes" Verifikationssystem, sondern eines, daß den Sicherheitsbedürfnissen der Staaten Rechnung trägt. Wie diese Sicherheitsbedürfnisse aussehen, hängt nicht alleine von der Anzahl der noch zur Verfügung stehenden Kernwaffen ab, sondern in beträchtlichem Maß auch von der gegenseitigen Wahrnehmung der staatlichen Akteure und ihrer Ziele und Handlungsmotive.

3 Aufgaben und Methoden der Verifikation einer kernwaffenfreien Welt

3.1 Abrüstung und Verifikation bei ehemaligen Kernwaffenbesitzern

Eine Reihe von Schritten nuklearer Abrüstung können schon stattfinden, bevor bereits eine Entscheidung darüber gefällt werden muß, wie weit der Prozeß letztendlich reichen soll; ob

20 Siehe z. B. Marc Dean Millot/Roger Molander/Peter A. Wilson, "The Day After...", Study: Nuclear Proliferation in the Post-Cold War World, Jg. 1, Summary Report. Santa Monica, Calif. (Rand), 1993, S. 19.

21 Siehe dazu Kelle und Allan, Anm. 19.

22 Bettina Wieß, Verifikation und "compliance issues". Die amerikanische Diskussion um strategische Rüstungskontrolle (1977-1985) und der INF-Vertrag, Studien zur Friedensforschung, Band 1, Münster/Hamburg (Lit), 1994, S. 6.

er sich wirklich gegen Null bewegen soll, oder ob es nur bei Reduzierungen bleiben soll. Die Anforderungen an die Verifikation von Reduzierungen sind geringer als die an die Verifikation vollständiger nuklearer Abrüstung, denn es muß nur sichergestellt werden, daß eine bestimmte Anzahl von Sprengköpfen zerstört worden ist. Im Fall vollständiger nuklearer Abrüstung verschieben sich dagegen die Aufgaben: einerseits muß verifiziert werden, daß mit hoher Wahrscheinlichkeit keine versteckten Restarsenale mehr existieren, eine im Vergleich zur Verifikation der Abrüstung deklarerter Sprengköpfe anders und schwieriger geartete Aufgabe, andererseits werden in einer kernwaffenfreien Welt keine speziellen Sprengkopffabriken und -materiallager mehr existieren, so daß eine nukleare Wiederaufrüstung technisch schwieriger wird und die Entdeckungswahrscheinlichkeit illegaler Aktivitäten steigt.

Eine erste, realistischerweise auch in Zukunft zu erwartende Anwendung einer Verifikation nuklearer Reduzierungen könnte in einem zukünftigen START-III-Vertrag implementiert werden. Im Gegensatz zur Verifikation von START-I und START-II, die sich auf die Zerstörung von Trägersystemen beschränkt und die Abrüstung der Sprengköpfe nicht verifiziert, würden in einem START-III-Vertrag wahrscheinlich auch Transparenz- und Verifikationsmaßnahmen der Zerstörung von Kernsprengköpfen selbst implementiert werden. Dies ist bereits im Helsinki-Gipfel diskutiert worden, und soll Teil zukünftiger START-III-Verhandlungen sein.²³ Eine Reihe weiterer Abrüstungsmaßnahmen erscheint ebenfalls als realistische Option für die nähere Zukunft, z.B. weitere START-Verträge, ein Vertrag zur Abrüstung taktischer Kernwaffen, Maßnahmen zur Verlängerung der Vorwarnzeiten oder die verifizierte Entsorgung waffenfähigen Nuklearmaterials.²⁴

Der Übergang zu einer kernwaffenfreien Welt setzt die erfolgreiche Implementierung von solchen Zwischenschritten und ihre Verifikation voraus. Dadurch würden realistische Erfahrungen im Umgang mit den technischen und organisatorischen Verifikationsverfahren gewonnen und das Zutrauen in ihre Funktionsfähigkeit, in ihre Zuverlässigkeit und der Vertragspartner ineinander verstärkt. Dies ist eine unabdingbare Voraussetzung für weitergehende Schritte. Die Verifikation des Übergangs wird dann über die bis dahin implementierte Verifikation weitere, einschneidendere Maßnahmen erfordern, die auf den Vorläufern basieren und aus diesen entwickelt werden. Hierzu gehört insbesondere die – dem inzwischen aufgebauten Vertrauen entsprechend zuverlässige – Verifikation der Abwesenheit noch übriggebliebener versteckter oder "vergessener" Kernwaffen. Nach einer vollständigen Beendigung des Abrüstungsprozesses wird der größte Teil der Verifikationsmaßnahmen obsolet. Einige müssen aber weiterhin angewendet werden, um als Abschreckungs-

23 Präsident Clinton und Präsident Jeltsin, Joint Statement on Parameters on Future Reductions in Nuclear Forces, White House Fact Sheet, Helsinki, 21. März 1997, vollständig abgedruckt in: Disarmament Diplomacy, April 1997, S. 32. Konkret heißt es, daß ein START-3-Vertrag u.a. folgendes Element enthalten soll: "Measures relating to the transparency of strategic nuclear warhead inventories and the destruction of strategic nuclear warheads ..."

24 Harald Müller, Far-Reaching Nuclear Disarmament, Unidir Newsletter, Nr 31, 1995, S. 31; Lewis, a.a.O. (Anm. 17); Harald Müller/Annette Schaper, Vollständige nukleare Abrüstung – Wunschtraum oder konkrete Möglichkeit?, in: Bruno Schoch,/Friedhelm Solms/Reinhard Mutz (Hg.), Friedensgutachten 1998, Münster (Lit), 1998, S. 289.

maßnahme stichprobenartig mit der Suche nach übriggebliebenen Sprengköpfen fortzufahren. Dies wird in den folgenden Abschnitten genauer erläutert.

Der technische Prozeß der nuklearen Abrüstung umfaßt viele Einzelmaßnahmen. Einige davon finden bereits im Rahmen des INF-Vertrages und der START-Verträge statt, nämlich Deaktivierungsmaßnahmen, Trennung der Sprengköpfe von den Trägern, Zerstörung oder Konversion der Träger und Zerstörung der Silos.²⁵ Einige weitere finden statt, ohne daß dies bisher in einem Vertrag festgelegt worden wäre, z.B. die Zerstörung von Sprengköpfen. Sie werden bisher nicht verifiziert, könnten aber in zukünftigen Abrüstungsverträgen integriert werden. Einer der letzten Schritte wäre die zivile Entsorgung oder Weiterverwendung des Spaltmaterials. Die Tabelle 1 bietet einen Überblick über die wichtigsten Maßnahmen der nuklearen Abrüstung und ihre derzeitige Verpflichtung und Transparenz. In der ersten Spalte (Maßnahme) listet sie verschiedene Stufen nuklearer Abrüstung auf. Die zweite Spalte (Implementierung) gibt an, ob und in welchem Rahmen die Maßnahme bereits implementiert wird. In der dritten Spalte (Grad der Verpflichtung) wird angegeben, ob und in welcher Form es bereits eine Verpflichtung zur Durchführung dieser Maßnahme gibt. Je stärker diese Verpflichtung ist, desto schwieriger wird es, eine Maßnahme wieder rückgängig zu machen, d.h. es steigt der Grad der *Irreversibilität*. Bereits öffentlicher Druck kann eine kleine Reibung bei dem Versuch, eine Maßnahme zurückzunehmen, erzeugen und damit eine gewisse Irreversibilität bewirken, stärker ist eine Verpflichtung jedoch im Fall von gültigen internationalen Verträgen. In der letzten Spalte wird angegeben, ob die Maßnahme verifiziert wird, oder ob zumindest ein gewisses Maß an Transparenz hergestellt wird. Anhand der Tabelle erhält man einen Überblick über den derzeitigen Stand der nuklearen Abrüstung und mögliche zukünftige Maßnahmen. In den folgenden Abschnitten des Kapitel 3 werden die Methoden zur Verifikation dieser Maßnahmen diskutiert.

3.1.1 Erste Maßnahmen

Die ersten und dringlichsten Schritte sind Deaktivierungsmaßnahmen, um die Gefahr eines versehentlichen nuklearen Schlagabtausches zu minimieren (Maßnahmen Nr. 1-7 der Tabelle 1). Die Notwendigkeit hierfür wird nicht bestritten, wie weit sie bereits erfolgreich umgesetzt worden sind, ist aber umstritten.²⁶ Beispiele für solche Maßnahmen sind Deakti-

25 Anatoli S. Diakov (Hg.), Nuclear Arms Reduction: The Process and Problems, Report des Center for Arms Control Energy and Environmental Studies at the Moscow Institute of Physics and Technology, Dolgoprudny, Oktober 1997.

26 In letzter Zeit mehren sich warnende Stimmen, die auf weiterbestehende Gefahren, z.B. fortdauernde Alarmbereitschaft, mangelhafte Kontrollen und ihre ungenügende Maßnahmen zur Reduzierung dieser Gefahren hinweisen. Siehe hierzu Alexej Arbatov, Dealerting Nuclear Forces: A Substitute or Supplement to Disarmament?, in: Background Papers of the Canberra Commission on the Elimination of Nuclear Weapons, August 1996, S. 303. Bruce G. Blair, Global Zero Alert for Nuclear Forces, Brookings Occasional Papers, Washington D.C., 1995; siehe auch Lachlan Forrow/Bruce G. Blair/Ira Helfand/George Lewis/Theodore Postol/Victor Sidel/Barry S. Levy/Herbert Abrams/Christine Cassel, Accidental Nuclear War – A Post-Cold War Assessment, The New England Journal of Medicine, April 30, 1998, Jg. 338, Nr. 18.

vierung, Verminderung der Alarmbereitschaft, Löschen der Zielprogrammierung oder Verlängerung der Vorwarnzeiten. Es gibt verschiedene Varianten von Vorschlägen, mit welchen technischen Mitteln dies bewerkstelligt werden kann. Zusätzlich zum START-II-Vertrag vereinbarten die Außenminister Albright und Primakov, die zur Abrüstung vorgesehenen Raketen bereits vorher zu deaktivieren.²⁷ Einige technische Maßnahmen sind einfach und könnten leicht verifiziert werden, z.B. die Verlängerung von Vorwarnzeiten durch Aufschütten von Erde auf Silos, die durch Satellitenaufnahmen oder Vor-Ort-Inspektionen verifizierbar sind. Andere, wie z.B. die Löschung der Zielprogrammierung, können leicht rückgängig gemacht werden, und ihre tatsächliche Implementierung ist schwer zu überprüfen.²⁸ Eine Maßnahme, die die Vorwarnzeiten zuverlässig verlängert, ist die Trennung der Sprengköpfe von den Trägern und die Zerstörung der Träger. Diese findet im Rahmen der START-Verträge bereits statt²⁹ und wird auch verifiziert. Die wichtigsten Mittel hierbei sind Vor-Ort-Inspektionen, Untersuchung bestimmter Träger (Bomber, Raketen), Beobachtung der Zerstörung von Trägern und der Konversion von Silos.

3.1.2 Verifikation vereinbarter Reduzierungen

Eine Voraussetzung für Abrüstung ist der Überblick über das, was abgerüstet werden soll, also Inventare und Register des Bestandes (Maßnahme Nr. 8 der Tabelle 1).³⁰ Ein Kernwaffenstaat, der eine festgelegte Zahl von Sprengköpfen abrüstet, würde hierzu Erklärungen abgeben. Die Aufgabe der Verifikation besteht darin, diese Erklärungen zu überprüfen. Ein internationales Kernwaffenregister wird derzeit allerdings noch von den Kernwaffenstaaten abgelehnt.³¹ In einer Sitzung des NATO-Rußland-Rates haben die Verbündeten Rußland eine Bestandsaufnahme der in Europa stationierten Nuklearwaffen überreicht, mit der Bitte um Reziprozität. Bisher ist die russische Seite über Absichtserklärungen noch nicht hinausgekommen. Ein dringendes Problem stellen vor allem taktische Kernwaffen dar, deren

27 Briefe von Außenministern Primakov und Albright "On Early Deactivation", 26.9.1997, im Internet unter <http://www.acda.gov/factshee/wmd/nuclear/start2/albrltr.htm> und <http://www.acda.gov/factshee/wmd/nuclear/start2/primakov.htm>.

28 Die derzeitigen Probleme der Deaktivierung und Vorschläge für Maßnahmen und ihre Verifikation sind ausführlich dargestellt von Blair, siehe Anm. 26.

29 Matthias Dembinski, Mit START zum Ziel der allgemeinen und vollständigen Abrüstung? Stand und Perspektiven der Bemühungen um "kooperative Denuklearisierung", Frankfurt (HSFK-Report Nr. 3), 1993.

30 Ein Überblick über alle stationierten Kernwaffen ist von einer NGO mit Hilfe öffentlich zugänglicher Quellen zusammengestellt worden: William M. Arkin/Robert S. Norris/Joshua Handler, Taking Stock – Worldwide Nuclear Deployments 1998, NRDC Nuclear Program, Washington, D.C., März 1998.

31 Harald Müller, The Nuclear Weapons Register – A Good Idea Whose Time Has Come, PRIF Reports Nr. 51, Juni 1998. Die britische Regierung hat in ihrer "Strategic Defence Review" vom Juli 1998 bemerkenswert genaue Angaben zu der Zahl der Sprengköpfe gemacht: Strategic Defence Review, Presented to Parliament by the Secretary of State for Defence by Command of Her Majesty, Juli 1998, im Internet unter: <http://www.mod.uk/policy/sdr/index.htm> (August 1998). Den Vorschlag eines Kernwaffenregisters lehnt allerdings auch die neue britische Regierung noch ab.

Tabelle 1: Maßnahmen der nuklearen Abrüstung und ihre derzeitige Verpflichtung und Transparenz

	Maßnahme	Implementierung	Grad der Verpflichtung ("Irreversibilität")	Internationale Transparenz, Verifikation
1.	Inventare und Register d. Bestands	unbekannt	keiner, wird aber gefordert	Keine
2.	Verminderung der Alarmbereitschaft	teilweise, Erfolg umstritten	keiner, aber es gibt öffentlichen Druck	Keine
3.	Löschen der Zielprogrammierung	teilweise, Erfolg umstritten	keiner, aber es gibt öffentlichen Druck	Keine
4.	Verlängerung der Vorwarnzeiten, z.B. durch Aufschütten von Erde auf Silos	teilweise, Erfolg umstritten	keiner, aber es gibt öffentlichen Druck	keine
5.	Deaktivierungsmaßnahmen	teilweise, Erfolg umstritten	Briefe von Außenministern Primakov und Albright "On Early Deactivation", 26.9.1997	keine
6.	Trennung der Sprengköpfe von den Trägern	findet statt	START-Verträge	START-Verträge sehen Verifikation vor
7.	Zerstörung oder Konversion der Träger	findet statt	START-Verträge	START-Verträge sehen Verifikation vor
8.	Identifizierung der Sprengköpfe (Messungen, Siegel ..)	unbekannt	keiner	keine
9.	Transport der Sprengköpfe zu den Lagerstätten	internationale technische Hilfe	keiner, aber es gibt öffentlichen Druck und internationale Kooperationsprojekte	keine, aber einige Informationen aus der Kooperation sind bekannt
10.	Transport in die Demontagefabrik	internationale technische Hilfe	keiner, aber es gibt öffentlichen Druck und internationale Kooperationsprojekte	keine, aber einige Informationen aus der Kooperation sind bekannt
11.	Zerstörung des Zündmechanismus	findet statt	keiner	keine
12.	Trennung der Primär- von den Sekundärteilen	findet statt	keiner	keine
13.	Trennung des Spaltmaterials (in Form eines sog. "Pit") von den anderen Teilen	findet statt	keiner, aber die geplante internationale Kooperation wird dies erfordern	keine
14.	Lagerung der Einzelteile	geplant, internationale technische Hilfe	keiner, aber die geplante internationale Kooperation wird dies erfordern	möglicherw. Überprüfung, ob eine mit internationaler Finanzierung gebaute Lagerstätte ihrem Zweck entspr. verwendet wird
15.	Zerstörung (Verbrennung) des konventionellen Zündmechanismus	unbekannt	keiner	keine
16.	mechanische Zerstörung des Pits (Zersägen, Auflösen, ...)	findet nur in sehr geringem Maße statt (Experimente)	keiner	keine
17.	Lagerung des Spaltmaterials	als Pits (wie 13)	keiner, aber die geplante internationale Kooperation wird dies erfordern (wie 14)	wie 14, 10 Tonnen U Material unter freier IAEA-Sicherungsmaßnahmen, mehr zu erfordern
18.	zivile Verwendung oder Entsorgung des Materials	geplant, internationale technische Hilfe	keiner, aber die geplante internationale Kooperation wird dies erfordern	Bedingung vieler internationaler Kooperationsmaßnahmen: IAEA-Sicherungsmaßnahmen
19.	Stilllegung und Zerstörung oder Konvertierung aller Anlagen	veraltete Anlagen werden stillgelegt	ein Cutoff würde die Produktion von Pu und HEU zu Sprengstoffzwecken verbieten	ein Cutoff würde Verifizieren, sonst

dann geht es nur darum, zu überprüfen, daß deklarierte Sprengköpfe keine Attrappen sind. Dabei muß bis zum Abschluß des Zerstörungsprozesses sichergestellt werden, daß sie nicht mit Attrappen vertauscht werden können. Dies schließt die Überwachung während verschiedener Transporte ein, insbesondere vom Stationierungsort zu einem Zwischenlager und von dort zu der Fabrik, in der er zerlegt werden soll. Es ist wahrscheinlich, daß einige der hierfür nötigen Maßnahmen bereits in einem zukünftigen START-III-Vertrag vorgesehen werden. Die prinzipielle Schwierigkeit bei der Identifizierung deklarerter Sprengköpfe besteht darin, daß sensitive Informationen nicht bekannt werden dürfen, so z.B. die Konstruktionsweise eines Sprengkopfes (vgl. Abschnitt 5.1.2. Geheimhaltung versus Transparenz).

Die Verifikationsmethoden sind technischer Natur. Da es sich hier um einen Schritt handelt, dessen Implementation auch in nächster Zukunft realistisch erscheint, gibt es bereits eine Vielzahl von Studien, die sich konkret mit Methoden beschäftigen.³² Einige befassen sich bereits ausführlich mit der technischen Umsetzung, also mit der Konstruktion einer technischen Anwendung.³³

Dabei wird davon ausgegangen, daß sich ein Sprengkopf in einem versiegelten Behälter befindet.³⁴ Da ein Sprengkopf radioaktives Material enthält, sendet er radioaktive Strahlung aus. Die Art der Strahlung, die nach außen dringt, hängt von den Strahlungs- und Absorptionseigenschaften der verwendeten Materialien, weiterer Abschirmungen und ihrer geometrischen Verteilung, also vom Sprengstofftyp, ab. Im einfachsten Fall läßt sich diese Strahlung trotz der Abschirmung messen (sogenannte "*passive Detektion*"). In bestimmten Fällen reicht dies nicht, und es müssen durch "*aktive*" Maßnahmen wie Neutronenbestrah-

-
- 32 Beispiele sind: S. Fetter, Verifying Nuclear Disarmament, The Henry L. Stimson Center Occasional Paper Nr. 29, Oktober 1996; eine Sammlung verschiedener technischer Beiträge in: F. v. Hippel/R. Z. Sagdeev, Reversing the Arms Race — How to Achieve and Verify Deep Reductions in the Nuclear Arsenals, New York 1990; frühere Fassungen dieser Beiträge sind in Science and Global Security, Bd. I (1989-90) erschienen; Christopher E. Paine/Thomas B. Cochran/Robert S. Norris, Techniques and Procedures for Verifying Nuclear Weapons Elimination, Background Papers of the Canberra Commission on the Elimination of Nuclear Weapons, August 1996, S. 167, Natural Resources Defense Council, Report on the Third International Workshop on Verified Storage and Destruction of Nuclear Warheads, Moscow and Kiev, Dezember 16-20, 1991; Federation of American Scientists and Natural Resources Defense Council, Report on the Fourth International Workshop on Verified Storage and Destruction of Nuclear Warheads, Washington D.C, Februar 26-27, 1992. Sutcliffe, W.G., Warheads and Fissile Materials: Declarations and Counting, Report UCRL-JC-108073, CTS-27-91, Livermore, August 5, 1991; Chinesische Beispiele sind enthalten in dem Band des Institute of Applied Physics and Computational Mathematics, Program for Science and National Security Studies (Arms Control Collected Works), Beijing 1995.
- 33 W. Rosenstock/J. Schulze/A. Tüchsen/T. Köble/G. Krzinski/G. Jaunich/J. Peter, M. Diedrichs, Entwicklung und Untersuchung von transportablen Meßsystemen zur Verifikation von Kernwaffen, INT-Bericht Nr. 162, Euskirchen, Dezember 1995; W. Rosenstock/A. Tüchsen/T. Köble/G. Krzinski/M. Jeske/A. Herzig/J. Peter, Aufbau einer transportablen Detektoranordnung zur Verifikation von A-Waffen, INT-Bericht Nr. 169, Euskirchen, April 1997.
- 34 Quelle des folgenden: Steve Fetter/Valery A. Frolov/Marvin Miller/Robert Mozley/Oleg F. Prilutsky/Stanslav N. Rodionov/Roald Z. Sagdeev, Detecting Nuclear Warheads, in: v. Hippel/Sagdeev, a.a.O. (Anm. 32), S. 265.

lung Kernreaktionen induziert werden, die von außen gemessen werden können. Auch Röntgenaufnahmen zählen zu den aktiven Detektionsmaßnahmen. Die nach außen dringende Strahlung ist charakteristisch für einen bestimmten Sprengkopftyp, man spricht bei einem gemessenen Spektrum daher auch von einem sogenannten "*Fingerabdruck*". Fingerabdrücke für alle Sprengkopftypen können einmal aufgenommen werden, so daß sie dann als Vergleich für weitere Messungen dienen können. Damit wären nicht nur echte von falschen Sprengköpfen zu unterscheiden, es könnte auch der Typ identifiziert werden, ohne proliferationsrelevante Merkmale zu verraten. Am 5. Juli 1989 wurde ein gemeinsames russisch-amerikanisches Experiment, das sogenannte "Schwarzmeer-Experiment", zur Entdeckung eines Cruise-Missile-Sprengkopfes mittels solcher passiver Methoden durchgeführt.³⁵

Allerdings gibt es den Einwand, nämlich von Seiten einiger ihrer Regierung nahestehender chinesischer Experten, daß Fachleute auch aus einem solchen Spektrum noch zu viele Informationen ablesen könnten.³⁶ Die Autoren beziehen sich direkt auf die Meßergebnisse des Schwarzmeer-Experiments. Ihnen gelang es, anhand des dort gemessenen Spektrums, einige Rückschlüsse auf die Konstruktion des sowjetischen Sprengkopfes zu ziehen, die den Beteiligten an dem Experiment entgangen waren. Obwohl diese Informationen nicht proliferationsrelevant sind, finden die Autoren sie zu transparent. Hier wird ein prinzipielles politisches Problem der Verifikation nuklearer Abrüstung deutlich, nämlich die Tradition in allen Kernwaffenstaaten, kernwaffenbezogene Informationen geheimzuhalten, selbst wenn ihre Veröffentlichung keine Proliferationsgefahr oder Bedrohung der eigenen Sicherheit wäre. Dieses politische Problem stellt sich in technischen Geheimhaltungsvorschriften dar und ist ausführlicher in Abschnitt (5.1.2 Geheimhaltung versus Transparenz) erläutert. Einen technischen Ausweg erläutern die chinesischen Autoren selbst: sie sind der Ansicht, daß eine Identifikation von Sprengköpfen auch möglich wäre, wenn ein großer Teil des Spektrums versteckt würde und nur ein kleiner Ausschnitt gezeigt würde. Eine weitere Möglichkeit wäre, den Prozeß weitgehend mit Hilfe "versiegelter" Computerprogramme zu automatisieren. Dabei würde zunächst ein Referenz-Fingerabdruck aufgenommen. Dieser wird in einen Computer eingespeist und braucht danach nicht mehr Inspektoren eingesehen werden, solange durch die Software und Versiegelungsmaßnahmen sichergestellt wird, daß an dem Programm nicht manipuliert werden kann. Später kann automatisch festgestellt werden, ob ein Sprengkopf vom gleichen Typ ist.³⁷

35 Steve Fetter/Thomas B. Cochran/Lee Grodzins/Harvey L. Lynch/Martin S. Zucker, Measurements of Gamma Rays from a Soviet Cruise Missile, in: v. Hippel/Sagdeev (Anm. 32); S. 379; S. T. Belyaev/V. I. Lebedev/B. A. Obinyakov/M. V. Zemlyakov/V. A. Ryazantsev/V. M. Armashov/S. A. Voshchinin, The Use of Helicopter-borne Neutron Detectors to Detect Nuclear Warheads in the USSR-US Black Sea Experiment, ebd. S. 399.

36 Tian Dongfeng/Xie Dong/Liu Gongliang, High Energy Gamma-Ray "Fingerprint" – A Feasible Approach to Verify Nuclear Warhead, in: Institute of Applied Physics ... (Anm. 32), S. 63.

37 Software zur Authentizierung und Verschlüsselung ist weit entwickelt, ein Beispiel ist PGP ("Pretty Good Privacy").

3.1.3 Entdeckung undeklariierter Sprengköpfe

Schwieriger wird die Aufgabe, die Zerstörung von Sprengköpfen zu verifizieren, wenn alle erfaßt werden sollen. In diesem Fall müßte nicht nur überprüft werden, ob deklarierte Sprengköpfe echt sind, wie im vorigen Abschnitt beschrieben, es müßte außerdem sichergestellt werden, daß die Deklarationen vollständig sind, also daß es keine weiteren, nicht-deklarierten Sprengköpfe mehr gibt.

Es gibt zwei Gründe, warum überhaupt – im völkerrechtlichen Bruch eines Abrüstungsvertrages – nach einer vollständigen Abrüstung noch Sprengköpfe vorhanden sein könnten. Der eine ist simples "Vergessen", zu erklären mit schlampigen Aufzeichnungen und chaotischer Kompetenzverteilung. In diesem Fall würde der betroffene Staat selbst eine nachträgliche und verifizierte Abrüstung initiieren.³⁸ Der andere Grund wäre, daß ein Kernwaffenstaat von Beginn an den Plan hatte, zu betrügen. Hierbei kann aber angenommen werden, daß in dem politischen Umfeld, in dem überhaupt ernsthaft über die vollständige Abschaffung aller Kernwaffen nachgedacht würde, eine Betrugsabsicht relativ unwahrscheinlich und das gegenseitige Vertrauen bereits sehr hoch wären. Trotzdem kann diese Möglichkeit nicht völlig ausgeschlossen werden. Je genauer bereits vorher Inventare der existierenden Sprengköpfe erfaßt, deklariert und der internationalen Gemeinschaft transparent gemacht worden sind, desto schwieriger wird es für einen Kernwaffenstaat, noch danach Betrugsstrategien zu entwickeln, in denen eine bestimmte Anzahl von Sprengköpfen oder Sprengkopfkomponenten unentdeckt bleibt.

Im Fall eines Verdachts, daß sich an einem bestimmten Ort undeklarierte, "übriggebliebene" Sprengköpfe befinden, kann er mit Messungen und Untersuchungen vor Ort aufgeklärt werden. Die Methoden sind die gleichen wie im vorigen Abschnitt beschrieben. Verstecke können mit technischen Mitteln aus kurzen Entfernungen aufgespürt werden. Diese beschränken sich aber auf wenige Meter. Damit diese Möglichkeit auch ausgeschöpft werden kann, müssen Verdachtsinspektionen stattfinden können, die nicht zurückgewiesen werden dürfen.

Was jedoch nicht garantiert werden kann, ist das Zustandekommen eines Verdachts. Es gibt keine technischen Methoden, die Kernwaffen aufspüren könnten, wenn nicht der Ort einigermaßen genau bekannt ist, an dem gesucht werden soll. Ein Verdacht entsteht durch gefundene Unterlagen, Indizien, Zuträger und Geheimdienstaktivitäten. Um die Wahrscheinlichkeit für das Entstehen eines Verdachts groß zu halten, müssen alle Informationen zur Auslösung einer Verdachtsinspektion genutzt werden dürfen, gerade auch die aus ungenannten Quellen, aus den Verifikationsergebnissen anderer Verträge und aus NTM.³⁹ Unabdingbar ist auch eine maximale Transparenz aller vergangenen Aktivitäten. Je größer die Transparenz ist und je weitreichender die Zugangsrechte für Inspektionen sind, desto

38 Ein Abrüstungsvertrag müßte eine gesichtswahrende Prozedur für diese Eventualität vorsehen.

39 NTM ist inzwischen ein anerkanntes Element fast aller Rüstungskontrollverträge. Durch die Reform S3 wurde ebenfalls die Möglichkeit implementiert, jede Art von Information als Auslöser für Verdachtsinspektionen nutzen zu dürfen.

stärker wächst das internationale Vertrauen in die Ehrlichkeit aller Deklarationen. Betrüger werden durch eine genügend hohe Entdeckungswahrscheinlichkeit abgeschreckt.

Über die Einbeziehung von Verdachtsmomenten hinaus wäre es außerdem wünschenswert, die Vollständigkeit der Deklarationen zu überprüfen, da eine Restunsicherheit besteht, ob sie bereits in betrügerischer Absicht abgegeben worden sind. Je größer das gegenseitige Vertrauen ist, desto weniger wird von einer solchen Annahme ausgegangen (vgl. Abschnitt 2.2 Das Verhältnis von Verifikation und Nationaler Sicherheit bei vollständiger nuklearer Abrüstung.). Diese Überprüfung würde eine Rekonstruktion der Produktionsgeschichte der Sprengköpfe erfordern. Je mehr Transparenz bereits vorher über die Produktionsgeschichte geschaffen wurde, desto glaubwürdiger sind auch Deklarationen. Eine Verifikation der Vollständigkeit eines Kernwaffenregisters wäre, wenn überhaupt, nur mit Hilfe historischer Unterlagen möglich. Dies wäre ein aufwendiges Unterfangen, denn nicht nur die Produktion, sondern auch die "Verlustrate", z.B. durch Zerstörung von Sprengköpfen, Verwendung in Nukleartests und anderen Experimenten oder durch versunkene U-Boote müßten dazu gehören.⁴⁰ Eine Voraussetzung dafür wäre volle Transparenz über die Geschichte jedes einzelnen Sprengkopfes und jeder Produktionsanlage in allen Kernwaffenstaaten. Es müßten auch viele sensitive Informationen der Verifikationsbehörde oder den Partnern bekannt gegeben werden, z.B. die in einem bestimmten Sprengkopftyp verwendete Menge an Plutonium. Selbst dann bestünde eine Restunsicherheit bezüglich der Vollständigkeit der Unterlagen. Es ist zudem wahrscheinlich unmöglich, ein Anfangsinventar allen Plutoniums und Urans zu rekonstruieren und auszumessen ohne signifikante Diskrepanzen, da die Produktionsgeschichten einfach zu umfangreich und zu komplex sind (siehe Abschnitt 3.1.5 Entsorgung des Nuklearmaterials).

Man sollte trotzdem den Versuch unternehmen. Dadurch wird man einen Prozeß implementieren, durch den die Transparenz stetig erhöht wird, und der zur Schaffung und zur Klärung von Verdachtsmomenten beiträgt. Voraussetzung ist, daß das Vertrauen muß dann so groß ist, daß einige Ungenauigkeiten und Diskrepanzen bei gleichzeitigem kooperativem Bemühen um Transparenz und Klärung toleriert werden können.

3.1.4 Zerlegung der Sprengköpfe

Ein Kernsprengkopf ist aus verschiedenen Komponenten zusammengesetzt (Zu genaueren Erläuterungen siehe Anhang: Funktionsweise von Kernwaffen). Ein unverzichtbarer Bestandteil ist das Spaltmaterial, entweder Plutonium oder hochangereichertes Uran (HEU = highly enriched uranium). Dieses liegt in modernen Sprengköpfen in Form einer Hohlkugel vor, dem sogenannten "*Pit*".⁴¹ Dieser ist Teil eines Sprengkopfes, dessen Wirkung auf

40 Fetter, a.a.O. (Anm. 32).

41 Die Masse des Pits variiert von Sprengkopf zu Sprengkopf und ist geheim. Geschätzte Mittelwerte und fiktive Annahmen in Studien liegen bei wenigen Kilogramm. Der im südafrikanischen Kernwaffenprogramm gewählte Sprengkopftyp (Kanonenrohrprinzip) war eine Ausnahme. Es ist davon auszugehen, daß alle existierenden Sprengköpfe auf dem Implosionsprinzip basieren, einschließlich der Indiens, Pakistans und Israels.

Kernspaltung beruht, des sogenannten "*Primärteils*". Der Primärteil enthält neben dem Pit konventionelle Sprengstoffe, elektronische Zündvorrichtungen, einer Vorrichtung zur Einleitung von Tritium-Deuterium-Gas, und einen Neutronengenerator. Alle heute in den Arsenalen der Kernwaffenstaaten stationierten Sprengköpfe sind sogenannte "*Wasserstoffbomben*", die neben der Kernspaltung auch auf Kernverschmelzung ("*Fusion*") beruhen. Diese enthalten neben dem Primärteil auch einen sogenannten "*Sekundärteil*", der aus Fusionsmaterial besteht. Primär- und Sekundärteil befinden sich zusammen in einem Gehäuse aus Schwermetall, z.B. Uran.

Bei der Zerlegung werden zunächst der Primär- und der Sekundärteil voneinander getrennt. Der elektronische Zündmechanismus, das Gehäuse und der Sekundärteil können in ihre Bestandteile zerlegt werden. Diese können gelagert, zerstört oder zivil verwendet werden. In einem weiteren Schritt wird der Primärteil zerlegt. Auch die konventionellen Sprengstoffe und elektronischen Teile können gelagert oder entsorgt werden. Der Pit ist die Komponente, deren Herstellung am aufwendigsten ist. Wenn er zerstört ist, z.B. zersägt oder chemisch aufgelöst, hat der Abrüstungsprozeß einen wichtigen weiteren Grad an technischer *Irreversibilität* erreicht. Bisher wurden die Pits aus den von den USA und Rußland zerstörten Sprengköpfen nur intakt gelagert. Im September 1998 soll aber in Los Alamos mit der Demonstration der Zerstörung der Pits und der Konvertierung des Nuklearmaterials begonnen werden. Nach dieser Demonstrationsphase, die auf ungefähr drei Jahre geschätzt wird, soll mit dem Bau einer Demontagefabrik begonnen werden.⁴² Der Prozeß wird neun Schritte umfassen, darunter auch die Separierung verschiedener in Plutonium vorhandener Verunreinigungen.⁴³ In Rußland (Mayak) soll mit westlicher Hilfe eine Lagerstätte für Kernwaffenkomponenten gebaut werden. In Rußland hat die Zerstörung der Pits noch nicht begonnen, vor allem weil Rußland Wert auf Reziprozität legt.⁴⁴

Zur Zeit findet keine Verifikation der Zerstörung von Sprengköpfen statt. Die Notwendigkeit für die Einführung von Verifikations- und Transparenzmaßnahmen wird aber nicht nur von Beobachtern gesehen, sondern auch von Entscheidungsträgern in den USA und Rußland zumindest diskutiert, wie es auch aus der gemeinsamen Erklärung des Helsinki-Gipfels deutlich wird. Seit 1996 findet bilaterale technische Zusammenarbeit zum Thema der Verifikation der Zerstörung von Nuklearsprengköpfen statt, deren Ergebnisse auch in

42 Nuclear Fuel, LANL wins Pu pit demonstration; Pnatex, SRS fight for big project, Jg. 23, Nr. 17, 24. August 1998, S. 24.

43 Zur Stabilisierung der Kristallstruktur des metallischen Plutoniums ist Gallium enthalten.

44 U.S. General Accounting Office (GAO), Weapons of Mass Destruction: Status of the Cooperative Threat Reduction Program, Letter Report, 09/27/96, GAO/NSIAD-96-222.

den Helsinki-Konsultationen verwendet worden sind.⁴⁵ Die Ergebnisse der technischen Zusammenarbeit sind bisher noch nicht veröffentlicht worden.⁴⁶

Die Aufgabe der Verifikation besteht darin, sicherzustellen, daß echte Sprengköpfe und keine Attrappen zerstört worden sind. Dafür ist es nicht unbedingt nötig, die vielen Zwischenschritte ebenfalls zu verifizieren (Maßnahmen 11-16 der Tabelle 1). Statt dessen muß gewährleistet werden, daß identifizierte Sprengköpfe in versiegelten Behältern in der Demontagefabrik abgeliefert werden, und daß kein Sprengkopf aus dieser Fabrik intakt entwendet werden kann.⁴⁷ Der Ausgang muß ebenfalls kontrolliert werden. Falls alle nichtnuklearen Komponenten so weit wie möglich zerstört worden sind, werden die ausgehenden Teile keine sensitiven Informationen mehr preisgeben. Zusätzliche Maßnahmen könnten aus Messungen der Zusammensetzung der Abgase bestehen; damit würde überprüft, ob z.B. Komponenten aus konventionellem Sprengstoff verbrannt worden sind. Falls der Pit noch intakt ist, könnte er in einem verschlossenen Behälter in eine gesicherte Lagerstätte transportiert werden. Dies kann auf die gleiche Weise verifiziert werden wie die Identität und der Transport ganzer Sprengköpfe. Als Übergang ist dies ein realistisches Szenario. Wenn in dieser Fabrik auch der Pit zerstört wird, wie es langfristig geplant ist, so muß am Ausgang die Menge des "losen Materials", also des Uran- und Plutoniumoxids, erfaßt werden. Solange durch genaue Bewachung überprüfbar bleibt, daß kein Pit und kein loses Material entwendet worden ist, ist es nicht einmal nötig, die Menge des in einem bestimmten Sprengkopf enthaltenen Materials zu kennen. Hilfreich wäre aber ein Mittelwert. Falls diese Menge und ihre Zusammensetzung bekannt werden darf, kann auch die chemische Auflösung eines einzelnen Pits verifiziert werden, ohne daß die genaue geometrische Konstruktion bekannt wird. Dazu findet der Prozeß in einem geschlossenen Behälter statt. Es wird verifiziert, daß ein Pit eingelegt wird, und es wird die herausfließende Pu- oder Uranlösung erfaßt.

45 Die Partner dieser Zusammenarbeit sind das Sandia National Laboratory (SNL) und das Russian Federal Nuclear Center – All Russian Research Institute of Technical Physics (RFNC–VNIITF). Bei dem letzteren handelt es sich um ein Forschungslabor in Sneschinsk (früher Tscheljabinsk-70 genannt). Diese Forschungseinrichtung war bisher zuständig für Forschung und Entwicklung an neuen Kernwaffen. Siehe N.F. Rubanenko, Nuclear Weapons Transparent Dismantlement, Paper presented at the International Pugwash Workshop, September 11-13, 1997, Snezhinsk, Russia.

46 Es gibt einen Tagungsband mit rund 50 technischen Beiträgen von einer Konferenz der beiden Forschungseinrichtungen vom 18.-22. August 1997. Er ist bisher jedoch nur der amerikanischen und russischen Regierung zugänglich gemacht worden.

47 Es gibt verschiedene, zum Teil sehr preisgünstige Methoden der Versiegelung. Viele werden von der IAEO und Euratom angewandt und weiterentwickelt. Ein Beispiel ist eine fälschungssichere Methode, bei der charakteristische optische Muster durch Lichtleiterbündel erzeugt werden: IAEA, Safeguards Techniques and Equipment, International Nuclear Verification Series Nr. 1, Vienna 1995; siehe auch Japanese Atomic Energy Research Institute (JAERI), Research on Safeguards Technology, <http://inisjp.tokai.jaeri.go.jp/ACT95E/12/12-1.HTM>; Zheng Yu Tian/Shi Hong Ju/Gongh Xia Bi/Deng Jun; The Study of Fiber-Optic Seal Technology for Arms Control; Paper for the 8th International Summer Symposium on Science and World Affairs, Beijing, Juli 23-31, 1996.

Falls zunächst intakte Pits gelagert werden sollen, gibt es eine einfache und verifizierbare Methode, ihre Wiederverwendung zu verhindern:⁴⁸ Jeder Pit besitzt einen Hohlraum und eine schmale Öffnung zum Einfüllen des Tritium-Deuterium-Gemischs, das für die Fusionsverstärkung erforderlich ist. Durch diese Öffnung könnte ein gebogener Draht eingeführt werden, in einer Weise, die nicht rückgängig zu machen ist und die eine Kompression des Pits verhindert. Mit Hilfe der oben beschriebenen Methoden, z.B. Gammaskopie, kann das Vorhandensein eines solchen Drahtes verifiziert werden. Der Fingerabdruck würde dadurch modifiziert, die Möglichkeiten der Automatisierung und des Schutzes sensibler Informationen blieben aber die gleichen.

Mit diesen Methoden kann verifiziert werden, daß eine bestimmte Zahl von Sprengköpfen zerstört worden ist, nicht jedoch, ob alle erfaßt worden sind. Die Wahrscheinlichkeit der Entdeckung undeckelter Sprengköpfe muß daher hoch gehalten werden (Abschnitt 3.1.3).

In einer kernwaffenfreien Welt muß dieser Prozeß zu einem Abschluß gebracht worden sein. Am Ende steht daher die Zerlegung aller Anlagen einschließlich der Demontagefabriken und Zwischenlagerstätten. Auch hier könnten noch proliferationsrelevante Informationen bekannt werden, z.B. durch die Art der verwendeten Werkzeuge. Ihr Besitzer muß diese daher innerhalb der Anlage zerstören bis genügende Unkenntlichkeit erreicht ist, und dann die ehemalige Anlage internationalen Inspektionen öffnen.

3.1.5 *Entsorgung des Nuklearmaterials aus abgerüsteten Kernwaffen*

Zur Entsorgung des losen Materials, d.h. der technischen Vorgehensweise, die zu einer weiteren zivilen Verwendung oder zu einer Endlagerung führt, gibt es bereits eine Vielzahl von Plänen und Studien, da schon im START-Prozeß große Mengen von überschüssigem Material anfallen. Am fortgeschrittensten sind Pläne, das HEU zu nicht waffentauglichem schwach angereichertem Uran zu verdünnen und als Reaktorbrennstoff zu verwenden, und das Plutonium entweder ebenfalls als Reaktorbrennstoff, sogenanntem "Mischoxid" (MOX), zu verarbeiten und einzusetzen, oder es zusammen mit radioaktivem Abfall zu verglasen und endzulagern.⁴⁹ Aber von den Plänen ist noch nichts umgesetzt, und die geschätzten nötigen Zeiträume erstrecken sich über viele Jahrzehnte.

48 Matthew Bunn, 'Pit-Stuffing': How to Disable Thousands of Warheads and Easily Verify Their Dismantlement, Federation of American Scientists Public Interest Report, Jg. 51, Nr. 2, März/April 1998, S. 3-5.

49 Einflußreiche Studien zur Entsorgung von Waffenplutonium sind z.B. von der U.S. National Academy of Sciences durchgeführt worden: National Academy of Sciences (NAS), Committee on International Security and Arms Control (CISAC), Management and Disposition of Excess Weapons Plutonium, Washington 1994; NAS, CISAC, Management and Disposition of Excess Weapons Plutonium: Reactor Related Options, Washington 1995. Zu den fortgeschrittensten Konkretisierungen gehört ein deutsch-französisch-russisches Projekt zum Bau einer MOX-Pilotanlage für russisches Abrüstungsplutonium und ein amerikanisch-russisches Abkommen zur zivilen Verwendung russischen Abrüstungsurans. Siehe Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Siemens Aktiengesellschaft und Ministerium für Atomenergie der Russischen Föderation (MINATOM): Basisauslegung für eine Pilotanlage zur Produktion von Uran-Plutonium-Brennstoff aus waffengrädigem Plutonium und zum

Auf jeden Fall wird das Material vorher zwischengelagert, und die Aufgabe der Verifikation wird sein, sicherzustellen, daß es nicht wieder militärisch verwendet wird. Die Menge des für Kernwaffen verwendeten Plutoniums wird auf über 200 Tonnen und die des Kernwaffen-HEU auf über 1700 Tonnen geschätzt.⁵⁰ Die technischen Methoden dieser Art der Verifikation sind durch die Sicherungsmaßnahmen der IAEA und Euratoms seit Jahrzehnten erprobt und verfeinert worden.⁵¹ Aber nur wenige Tonnen amerikanischen Materials unterstehen bereits Kontrollen der IAEA. Die Absicht bei den USA und Rußland besteht jedoch, diesen Anteil zu erhöhen, wenn auch Konkretisierungen sich nur zögerlich entwickeln. Es gibt mehrere – technische und politische – Gründe für die Verzögerungen, einer ist der technische Aufwand, der nötig ist, das Material von sensitiven Informationen zu befreien (vgl. Abschnitt 5.1.2. Geheimhaltung versus Transparenz).

Als Fortschritt sind Verhandlungen zwischen den USA, Rußland und der IAEA zu bewerten, das Abrüstungs-Spaltmaterial IAEA-Verifikationsmaßnahmen zu unterstellen.⁵² Obwohl es über die Einführung internationaler Sicherungsmaßnahmen noch keinen Konsens gibt, ist ein eindeutiger Trend in Richtung Internationalisierung der Kontrolle und Sicherheit von Kernmaterial auch in Kernwaffenstaaten festzustellen:⁵³ Absichtserklärungen oder Verpflichtungen zu Einzelmaßnahmen finden sich u.a. in einer Erklärung des G8-Gipfels in Moskau 1996⁵⁴, in verschiedenen internationalen Kooperationsprojekten mit Rußland, in der Implementation der IAEA-Safeguards-Reform 1997, genannt "*Strengthened Safeguards System*" (S³),⁵⁵ oder in den Richtlinien für den Umgang mit Plutonium, die 1997

Einsatz dieses Brennstoffs in Kernreaktoren, Abschlußbericht, 28.02.1997; R. A. Falkenrath, The U.S.-Russian HEU Purchase Agreement: Achievements, Problems, Prospects; Report of the Center for Science & International Affairs, Harvard University, Juli 1995. Erläuterungen zu weiteren Projekten finden sich in: A. Schaper, A Treaty on the Cutoff of Fissile Material for Nuclear Weapons – What to Cover? How to Verify?, Frankfurt/M. (PRIF Reports Nr. 48), Juli 1997, Kapitel 2.4.1.

- 50 David Albright/Frans Bèrkhout/William Walker, Plutonium and Highly Enriched Uranium 1996 – World Inventories, Capabilities and Policies, SIPRI (Oxford University Press), 1997.
- 51 Tom Shea, On the Application of IAEA Safeguards to Plutonium and Highly Enriched Uranium from Military Inventories, *Science & Global Security*, Jg. 3, 1993, S. 223.
- 52 Department of Energy, Press Statement: Trilateral Initiative on Verifying Excess Weapon Origin Fissile Materials, November 8, 1996; B. Pellaud, International Verification of US and Russian Materials Released for Storage and Disposition, Paper presented at the International Policy Forum: Management & Disposition of Nuclear Weapons Materials, Landsdowne, Virginia, 12 Februar 1997.
- 53 A. Schaper, The Case for Universal Full Scope Safeguards on Nuclear Material, *The Nonproliferation Review*, Jg. 5, Nr. 2, Winter 1998, S. 69.
- 54 Moscow Nuclear Safety and Security Summit Declaration, April 20, 1996.
- 55 Festgelegt im Modellprotokoll INFCIRC/540. Verpflichtungen einiger Kernwaffenstaaten wurden ausgedrückt in: French declaration: *Measures that France Intends to Apply for the Implementation of the 93+2 Programme*, 13 Mai 1997 (unofficial English translation from French); British declaration: *Implementation in the UK of Measures Provided for in the Programme 93+2 Model Protocol*, 13 Mai 1997. Die Elemente der Reform sind in Einzelheiten beschrieben in: Suzanna van Moyland, Verification Matters: The IAEA's Programme '93+2', Report VERTIC, Januar 1997. Zum Stand der Implementation siehe: Suzanna van Moyland, Progress on Protocols: The IAEA's Strengthened Safeguards System, *Disarmament Diplomacy*, Juni 1998, S. 9.

zwischen den wichtigsten plutoniumnutzenden Ländern vereinbart wurden⁵⁶. Die USA hat in einer Transparenzinitiative 1993 damit begonnen, ihre Plutoniumbestände zu veröffentlichen. Der Zeitpunkt, zu dem die internationalen Kontrollen einsetzen sollen, ist jedoch nicht festgelegt und hängt von der Bereitschaft der betroffenen Regierungen ab. Großbritannien hat 1998 ebenfalls die Bestände seines Nuklearmaterials veröffentlicht und die Absicht geäußert, Abrüstungsplutonium Inspektionen der IAEA zugänglich zu machen.⁵⁷ Ihr überschüssiges HEU will die britische Regierung jedoch für ihre U-Boote zurückbehalten.

Eine wichtige Verstärkung dieses Trends wird sich durch den Vertrag zur Beendigung der Produktion von Spaltmaterial für Kernwaffenzwecke (FMCT = Fissile Material Cutoff Treaty), zu dessen Verhandlung sich die Genfer Abrüstungskonferenz im August 1998 entschlossen hat, ergeben.⁵⁸ Es ist zwar unklar, ob dieser Vertrag auch Material berücksichtigen wird, das vor dem Inkrafttreten produziert wurde, und wie umfangreich seine Verifikationsmaßnahmen sein werden, sicher ist aber, daß er die Vorstellung, daß die Kontrolle von Nuklearmaterial und -Anlagen nur Angelegenheit der Kernwaffenstaaten sei, beenden wird. Inzwischen wird der FMCT zunehmend als "Instrument eines Prozesses" gesehen, "der sich in ein umfassendes Regime der internationalen Kontrolle von Nuklearmaterial entwickelt".⁵⁹ Die Universalisierung vollständiger Sicherungsmaßnahmen wird zunehmend als erstrebenswertes Ziel auch unabhängig von einer vollständigen nuklearen Abrüstung angesehen, so auch von der deutschen Regierung.⁶⁰

Während der Abrüstungsphase werden Übergangsregelungen realistischerweise nicht zu vermeiden sein. So müssen zunächst die technischen und rechtlichen Voraussetzungen für die Einführung internationaler Sicherungsmaßnahmen geschaffen werden.⁶¹ Diese Aufgabe steht allerdings ohnehin an, nicht zuletzt, wenn es gelingen sollte, einen FMCT auszuhandeln. Ein wichtiges Problem ist der Schutz proliferationsrelevanter Informationen, der berücksichtigt werden muß, solange der Abrüstungsprozeß nicht vollständig abgeschlossen ist. Erschwert wird diese Aufgabe durch – zum Teil übertriebene – Geheimhaltung in

56 Richtlinien für den Umgang mit Plutonium, Übersetzung des AA vom 2. Februar 1998.

57 Strategic Defence Review, a.a.O. (Anm. 31).

58 Im August gab es in der CD Fortschritte zur Realisierung eines Verhandlungsforums, die zur Einrichtung eines Ad-Hoc-Komitees zur Verhandlung eines FMCT führten: Rebecca Johnson, Geneva Update, The CD: 1998 Round-up, Disarmament Diplomacy, Nr. 29, August/September 1998, S. 16.

59 So ausgedrückt zum Beispiel in einem Papier, das die australische Regierung der Genfer Abrüstungskonferenz am 29. April 1998 vorgelegt hat: Australia, Fissile Material Cut-off Treaty, Concept Paper, 29 April 1998. Zu möglichen Variationen des Verbotstatbestandes und der Verifikation siehe Schaper, a.a.O. (Anm. 49).

60 Auswärtiges Amt, Bericht zur Rüstungskontrolle, Abrüstung und Nichtverbreitung 1996, S. 56; siehe auch Jörg H. Gösele/Hans Herman Remagen/Gotthard Stein, "A German view on safeguards beyond 1995," in: Proceedings of the Symposium on International Nuclear Safeguards, Jg. II (Vienna: International Atomic Energy Agency, März 14-18, 1994), S. 701, Hartmut Blankenstein, "Political Considerations on the Future of Safeguards," Proceedings of the 17th Annual Symposium on Safeguards and Nuclear Material Management, (Aachen, Germany, 9-11 Mai 1995), S. 21.

61 Einzelheiten dieser Aufgaben sind beschrieben in Schaper, a.a.O. (Anm. 49), Kapitel 4.5.4.

Kernwaffenstaaten. Es ist immerhin anzunehmen, daß ein Umdenken bezüglich dieser Geheimhaltung einhergeht mit dem Statusverlusts des Kernwaffenbesitzes, falls die Entschlossenheit zu weitgehender oder vollständiger nuklearer Abrüstung wächst (siehe hierzu Abschnitt 5.1.2. Geheimhaltung versus Transparenz).

3.1.6 *Entdeckung undeklarierten Materials*

Im Fall einer vollständigen nuklearen Abrüstung muß die Verifikation weit über alle diese Ansätze hinausgehen. Der Besitz und die Produktion von Nuklearmaterial außerhalb internationaler Kontrollen wird nicht mehr legal sein können. Die Verifikation muß mit genügend hoher Wahrscheinlichkeit illegale Abzweigungen dieses Materials aufdecken und eventuell vorhandenes, nicht deklariertes Material aufspüren und identifizieren. Dies wird auch in den Nichtkernwaffenstaaten im NVV verifiziert. Die Aufgabe in ehemaligen Kernwaffenstaaten ist aber schwieriger wegen der langen und komplexen Produktionsgeschichte und der jahrzehntelangen Abwesenheit internationaler Kontrollen.

Eine wichtige Methode ist die Rekonstruktion der vergangenen Produktion. Dafür ist eine maximale Transparenz der Produktionsgeschichte militärischen Materials eine Voraussetzung. Die Aufgabe der Verifikation besteht dann darin, anhand der Dokumentation Meßdaten zu überprüfen und neu aufzunehmen und so einen Buchbestand zu etablieren und diese mit den Deklarationen zu vergleichen. Diese ist auch in Südafrika angewandt worden (Abschnitt 4.1.4). Darüber hinaus ist es möglich, anhand von radiologischen Messungen in stillgelegten oder noch arbeitenden Nuklearanlagen Rückschlüsse auf vergangene Produktion zu ziehen.⁶²

Allerdings wird es eine größere Fehlerquote bei der Bestimmung des Anfangsinventars geben als bei allen bisherigen Erfahrungen der IAEO. So wurde in den von den USA veröffentlichten Plutoniumbeständen eine Diskrepanz zwischen dem gemessenen Inventar und dem aus der Dokumentation errechneten Inventar angegeben, das sich auf rund 2,7 t beläuft, ausreichend für rund 1000 Sprengköpfe.⁶³ Dies heißt nicht, daß diese Menge beiseitegeschafft wurde, die Diskrepanz erklärt sich mit unzureichender Dokumentation und ungenauen Messungen in früherer Zeit. Die Fehler in zukünftigen Zahlen einiger anderer KWS werden eher noch darüber liegen. So beruhte z.B. die Materialbuchhaltung in der ehemaligen Sowjetunion nur auf Dokumentation, nicht jedoch auf Messungen.⁶⁴ Internationale Anstrengungen konzentrieren sich inzwischen aber speziell auf eine Modernisierung der Materialbuchhaltung und ihre Anpassung an IAEO-Standards. In NKWS, deren

62 Steve Fetter, Nuclear Archaeology: Verifying Declarations of Fissile-Material Production, *Science & Global Security*, Jg. 3, Nr. 3, 1993, S. 237-259.

63 Department of Energy, Plutonium: The First 50 Years. United States plutonium production, acquisition, and utilization from 1944 to 1994, Februar 1996; siehe auch Albright/Berkhout/Walker a.a.O., (Anm. 50).

64 A. N. Roumyantsev, Establishing a SSAC in Russia: Structural, Organizational, Budgetary and Political Problems, Conference on Fissile Material Security in the CIS, Deutsche Gesellschaft für Auswärtige Politik, Bonn, 7.-8. April 1997.

Nuklearindustrie frühzeitig international überwacht wurde, gibt es ebenfalls Meßungenauigkeiten, allerdings in kleineren Größenordnungen, in dessen Korrektheit vertraut wird. Als Ergänzung müssen Messungen in Anlagen und an Materialien durchgeführt werden.

Für diese Probleme gilt das Gleiche wie bei der Verifikation der Inventare von Sprengköpfen (Abschnitt 3.1.3): Man wird mit Diskrepanzen und Ungenauigkeiten leben müssen. Aber mit maximaler Transparenz, der Zuhilfenahme verschiedenster Informationsquellen und der Möglichkeit von Verdachtsinspektionen entsteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, daß undeklarierte Materiallager früher oder später entdeckt werden, was auch eine abschreckende Wirkung gegen Betrüger hat.

3.1.7 Zerstörung oder Konvertierung von Anlagen

Der Besitz von Kernwaffen ist nicht möglich ohne eine regelmäßige Wartung, um die Funktionsfähigkeit, Zuverlässigkeit und Unfallsicherheit zu garantieren. Der Grund ist, daß es bei Sprengköpfen verschiedene Alterungseffekte gibt:

1. Die Zusammensetzung des Plutoniums ändert sich infolge radioaktiven Zerfalls. Das im Plutonium (zu einem kleinen Anteil) enthaltene Isotop Pu-241 zerfällt zu gasförmigen Am-241 (Americium), das die Kristallstruktur zerstört.⁶⁵ Je nachdem, wie hoch der Anteil des Pu-241 ist, muß früher oder später der Pit erneuert und das alte Plutonium vom Americium gereinigt werden. Die Größenordnung dieser Zeit ist 10-20 Jahre. Daher werden Sprengköpfe in regelmäßigen Abständen zerlegt und wieder neu zusammengebaut. Beides geschieht in den Sprengkopffabriken. Darüber hinaus sind Lagerstätten für ausgemusterte Sprengköpfe und Komponenten erforderlich.

Die gleichen Sprengkopffabriken und Lagerstätten werden auch für die Demontage im Zuge der Abrüstung verwendet. In einem ersten Schritt müssen alle diese Anlagen deklariert werden. Die meisten sind ohnehin schon längst bekannt. Im Zuge der Verifikation der Demontage von Sprengköpfen werden dann die bereits oben beschriebenen Maßnahmen angewandt, z. B. die Maßnahmen an den Ein- und Ausgängen solcher Anlagen oder Überwachung von Transporten. Der letzte Schritt der nuklearen Abrüstung wäre dann die Zerstörung der Anlagen und die Konvertierung der Gebäude, mit anschließenden Vor-Ort-Inspektionen. Auch in Zukunft müssen an beliebigen Orten Vor-Ort-Inspektionen möglich sein, um zu überprüfen, daß keine auf Kernwaffen abzielende Aktivitäten mehr stattfinden können.

2. Infolge der radioaktiven Strahlung der Pits werden die elektronischen Komponenten und die konventionellen Sprengstoffe beeinträchtigt. Diese müssen daher regelmäßig überprüft und erneuert werden. Ältere elektronische Komponenten werden infolge technischer Weiterentwicklungen oft nicht mehr produziert, daher sind neugebaute

65 Die Halbwertszeit des Pu-241 ist 14,4 Jahre, die des Am-241 dagegen 433 Jahre, als typischer Anteil von Pu-241 in amerikanischen Waffenplutonium gilt 0,35 % (C. Mark, Anm. 94). Das Americium reichert sich daher an, und zwar sind nach 10 Jahren schon ein Drittel des Pu-241 zerfallen, nach 20 Jahren knapp 2 Drittel.

Sprengköpfe häufig etwas modifiziert und müssen auf ihre Funktionsfähigkeit überprüft werden. Dies geschieht mit Hilfe sogenannte "*hydrodynamischer Tests*" und Tests von Komponenten, wofür Testanlagen notwendig sind.⁶⁶ Früher wurden zu diesem Zweck auch Nukleartests durchgeführt.

Diese Aktivitäten müssen spätestens beim Übergang in eine kernwaffenfreie Welt beendet werden. Dies muß durch Vor-Ort-Inspektionen ehemaliger Testanlagen überprüft werden. Eine Reihe dieser Aktivitäten ist ambivalenter Natur: so können Testanlagen für konventionelle Sprengstoffe sowohl für hydrodynamische Tests als auch für konventionelle Munition verwendet werden. In diesem Fall müssen Arrangements für einen "*kontrollierten Zugang*" bei Verdachtsinspektionen getroffen werden. Dieses Verifikationsinstrument wurde im Chemiewaffenübereinkommen (CWÜ) entwickelt, das einen Meilenstein in der Entwicklung der Verifikation darstellt.⁶⁷ Hierbei wird einerseits ein uneingeschränkter Zugang für Inspektoren festgelegt, andererseits den Betreibern der Anlage die Möglichkeit gegeben, Industriegeheimnisse z.B. durch Abdeckungen von Geräten oder Wegschließen von Unterlagen zu schützen. Die Einzelheiten werden zwischen Betreibern und Inspektoren gemeinsam ausgehandelt. So kann man z.B. durch Umweltanalysen feststellen, welche Materialien verwendet worden waren, technische Einzelheiten müssen dagegen nicht gleichzeitig bekannt werden.

3. Das für das Boosting erforderliche Tritium zerfällt mit einer Halbwertszeit von rund 12 Jahren und muß regelmäßig erneuert werden. Einfache Nuklearsprengköpfe können auch ohne Tritium funktionieren. Die technisch fortgeschrittenen Sprengköpfe in den Kernwaffenstaaten sind aber auf Tritium angewiesen. Ein Verzicht würde eine Neukonstruktion von Sprengköpfen erfordern, die nach Abschluß des CTBT aber nur noch für sehr primitive Modelle möglich ist.

Für die Herstellung von Tritium gibt es verschiedene technische Möglichkeiten, vor allem die Produktion mit Hilfe von Lithium-6 in Reaktoren, die Extraktion aus dem Primärkühlkreislauf in Schwerwasserreaktoren oder Spallationsneutronenquellen.⁶⁸ Die meisten dieser Anlagen sind auch für die Produktion von Plutonium geeignet. Es ist

66 Hydrodynamische Experimente sind Teil der Aktivitäten, die nach dem Teststopp in den KWS durchgeführt werden, um das Nukleararsenal zu warten. In den USA sind Aktivitäten dieser Art unter dem Namen "Stockpile Stewardship" bekannt geworden. Siehe z.B. JASON and the MITRE Corporation, Science Based Stockpile Stewardship, Report JRS-94-345, November 1994. Ein Überblick ist Richard L. Garwin, Stockpile Stewardship and the Nuclear Weapon Complexes, Pugwash Meeting Nr. 206, Moscow, 19-23 Februar 1995. Siehe auch: A. Schaper, The problem of definition: Just what is a nuclear test?, in: Eric Arnett (Hg.), Implementing the Comprehensive Test Ban: New Aspects of Definition, Organization and Verification, SIPRI-Research Report (Oxford University Press), Oxford, 1994.

67 Alexander Kelle, Das Chemiewaffen-Übereinkommen und seine Umsetzung – einführende Darstellung und Stand der Diskussion, Frankfurt/M, (HSFK-Report Nr. 12), 1996. Walter Krutzsch/Ralf Trapp, A Commentary on the Chemical Weapons Convention, Dordrecht/Boston/London (Martinus Nijhoff Publishers) 1994.

68 M. Kalinowski/L. Colschen, International Control of Tritium to Prevent its Horizontal Proliferation and to Foster Nuclear Disarmament, Science and Global Security, Jg. 5, Nr. 2, 1994/95, S. 130. Vgl. auch Abschnitt 4.5.2: Tritium in Schaper, a.a.O. (Anm.. 49).

daher wahrscheinlich, daß sie bereits infolge eines FMCT Verifikationsmaßnahmen unterstellt werden, u. a. auch mit der Aufgabe, zwischen Plutonium- und Tritiumproduktion zu unterscheiden. Falls eine Entscheidung für vollständige nukleare Abrüstung getroffen wird, wird eine Konsequenz auch ein Verbot der Produktion von Tritium für Sprengkopfzwecke sein, das dann ebenfalls verifiziert werden muß.⁶⁹

4. Es ist außerdem notwendig, die Qualifikation einer genügenden Zahl von Wissenschaftlern und Technikern aufrecht zu erhalten. Zu diesem Zweck ist regelmäßiges Training erforderlich. Auf der technischen Seite muß der Umgang mit speziellen Materialien, Produktionstechnologien und Werkzeugen geübt werden, auf der wissenschaftlichen die tiefgehende theoretische und experimentelle Beschäftigung mit den speziell kernwaffenorientierten Problembereichen, die in der öffentlichen Literatur kaum zu finden sind (zu genaueren Einzelheiten siehe Abschnitt 3.3.4 Theoretische Grundlagen). Außerdem besteht die Notwendigkeit, qualifizierten Nachwuchs zu rekrutieren und auszubilden.

Die Weiterbeschäftigung einer Zahl von Kernwaffenspezialisten in einem Kernwaffenstaat über den Zeitpunkt der vollständigen nuklearen Abrüstung hinaus birgt ein hohes Entdeckungsrisiko. Die bisherige Tätigkeit dieser Experten ist einem größeren und nicht gut überschaubaren Personenkreis bekannt, und zur Verschleierung der heimlichen Aufrechterhaltung einer Option müßte eine aufwendige Legendenbildung betrieben werden. Die Methoden hierfür sind die gleichen wie im Fall einer heimlichen nuklearen Neuaufrüstung, die im folgenden Kapitel ausführlich behandelt ist (vgl. Abschnitt 3.3.8 Geheimhaltung und Legendenbildung). Die Entdeckungswahrscheinlichkeit kernwaffenorientierter Forschungsaktivitäten kann zusätzlich dadurch erhöht werden, daß größere Forschungseinrichtungen prinzipiell für internationale Fachkollegen offenstehen müssen.⁷⁰ So dürfte z. B. der Betrieb der Laserfusionsanlage NIF in Livermore, USA, (im Rahmen des "*Stockpile Stewardship*") unter Ausschluß nichtamerikanischer Kollegen, in einer kernwaffenfreien Welt nicht mehr gestattet sein.⁶⁶

Wie gezeigt wurde, ist die Entdeckungswahrscheinlichkeit für die Beibehaltung von Wartungsaktivitäten sehr hoch. Es gibt ein kleines Restrisiko, daß nicht entdeckt wird, daß ein Kernwaffenstaat eine nichtdeklarierte Zahl von Sprengköpfen zurückbehält. Jedoch ist es sehr unwahrscheinlich, daß er dies völlig ohne Wartungseinrichtungen und Personal tun würde, da nach nur kurzer Zeit die Funktionsfähigkeit und Sicherheit dieses Arsenal nicht mehr garantiert werden kann. Damit ist insgesamt die Wahrscheinlichkeit, daß eine unvollständige nukleare Abrüstung nicht entdeckt wird, äußerst klein.⁷¹

69 Kalinowski/Colschen, a.a.O. (Anm.. 68).

70 Dies käme einem natürlichen Trend der Wissenschaft entgegen: So sind Auslandsaufenthalte typisch in wissenschaftlichen Karrieren, und das Personal in zivilen Großforschungseinrichtungen ist stets international gemischt.

71 Es gibt den Vorschlag der "*virtuellen nuklearen Arsenale*" (Avner Cohen, *Assessing Virtual Nuclear Arsenals*, *Survival*, Jg. 40, Nr. 1, 1998 (Spring)): Dabei sollen zwar alle Sprengköpfe abgeschafft, die Nuklearkomplexe jedoch aufrechterhalten werden, um im Fall einer Proliferation schnell wieder nuklear aufrüsten zu können. Die Verifikation wäre in diesem Fall sehr viel weniger überzeugend, da sie durch

3.2 Zusammenfassung: Wie zuverlässig kann die Verifikation nuklearer Abrüstung sein?

Die in diesem Abschnitt skizzierte Übersicht zeigt, daß es sich um zwei Aufgaben handelt: die erste ist die Verifikation, daß deklarierte Abrüstungsmaßnahmen tatsächlich stattfinden, die andere, daß Deklarationen von Beständen vollständig sind.

Die erste Aufgabe kann mit technischen Mitteln mit hoher Zuverlässigkeit bewältigt werden. Das zentrale Element hierbei ist die Identifizierung von Sprengköpfen und die zuverlässige Unterscheidung von Attrappen. Begleitende Methoden sind die sichere Bewachung von Transporten und die Versiegelung von Behältern. Techniken und Methoden hierfür sind so ausgereift, daß an der prinzipiellen Machbarkeit und einem hohen Grad an Zuverlässigkeit kein Zweifel besteht. Eine Schwierigkeit ist das Problem der Geheimhaltung vieler technischer Details, dieses wäre aber mit einer Kombination aus politischen und technischen Methoden bewältigbar. Ein wichtiges Prinzip ist das der geschlossenen Fabrik mit einem verifizierten Eingang und einem verifizierten Ausgang. Eine Voraussetzung, die die Aufgabe erheblich erleichtern würde, ist eine starke Erhöhung der Transparenz in den beteiligten Staaten (vgl. Abschnitt 5.1.2 Geheimhaltung versus Transparenz). Es kann der Schluß gezogen werden, daß die in der nächsten Zeit anstehende weitere nukleare Abrüstung, z.B. ein START-III-Vertrag mit zufriedenstellender Genauigkeit verifiziert werden könnte, vorausgesetzt, der politische Wille ist vorhanden. Genau wie die Abrüstungsmaßnahmen selbst können auch ihre Verifikationsmaßnahmen schrittweise eingeführt und ausgebaut werden. Jede neue Maßnahme kann auf den bisher gewonnenen Erfahrungen aufbauen.⁷²

Die zweite Aufgabe, die Verifikation, daß keine Sprengköpfe und kein Nuklearmaterial übriggeblieben sind, ist mit technischen Methoden allein nicht zu bewältigen. Technische Methoden greifen im Falle eines konkreten Verdachts: Speziell geschulte Inspektoren mit entsprechender Ausrüstung wären in der Lage, Sprengköpfe an einem konkreten Ort zu finden und zu identifizieren. Das Zustandekommen eines Verdachts kann aber nicht garantiert werden, es ist nur möglich, die Wahrscheinlichkeit dafür zu erhöhen. Hierfür sind folgende Faktoren wichtig:

1. Möglichst hohe Transparenz der Produktionsgeschichten, d.h. vor allem freiwillige Deklarationen und Dokumentationen, Veröffentlichungen historischer Unterlagen und Möglichkeiten für Interviews mit ehemaligen Mitarbeitern.
2. Die Ausnutzung aller technischen Möglichkeiten der Verifikation, darunter insbesondere auch Luftaufklärung und Umweltmessungen, darüber hinaus außerdem die Möglichkeit der Einbeziehung nationaler technischer Mittel einschließlich Geheimdiensten.

mangelnde Transparenz und eine Vielzahl kaum aufklärbarer verdächtiger Aktivitäten weiter behindert würde. Darüber hinaus gibt es auch sicherheitspolitisch begründete Einwände, siehe z. B. Kelle, a.a.O. (Anm. 19).

72 Diakov, a.a.O. (Anm. 25).

3. Eine freie Presse und ein demokratisches Klima, das im Fall der Mißachtung internationaler Verpflichtungen bei beteiligten Individuen ein entsprechendes Unrechtsbewußtsein erzeugen würde.
4. Die Möglichkeit, im Falle eines Verdachts die Aufklärung notfalls zu erzwingen, also z.B. die Unmöglichkeit, Verdachtsinspektionen abzulehnen.
5. Internationales Vertrauen, infolgedessen quantitative Unstimmigkeiten realistisch bewertet werden würden.

Jeder dieser Faktoren stellt für sich genommen eine notwendige Voraussetzung für die Verifikation vollständiger nuklearer Abrüstung dar, zusammen würden sie die Verifikation so stark verbessern, daß von einer hinreichenden Voraussetzung gesprochen werden kann.

3.3 Aufgaben und Methoden der Frühentdeckung der verschiedenen Elemente heimlicher Kernwaffenprogramme

Die Aufgabe der frühzeitigen Entdeckung eines nuklearen Aufrüstungsversuchs wird auch in einer kernwaffenfreien Welt niemals obsolet. Da Kernwaffen nicht ent-erfunden werden können,⁷³ und da infolge der engen Verknüpfung zwischen der zivilen und militärischen Nutzung der Kernenergie die technischen Hürden zur Beschaffung von Kernwaffen immer überwindbar sein werden, wird die Welt auch nach einer vollständigen nuklearen Abrüstung mit permanenter Verifikation leben müssen. Dies ist bereits der Fall in Nichtkernwaffenstaaten (NKWS) im NVV, die sich verpflichtet haben, auf die Verfügung über Kernwaffen zu verzichten und dies von der IAEO verifizieren zu lassen. Die Sicherungsmaßnahmen der IAEO sind aufgrund jahrzehntelanger Erfahrungen reformiert und verbessert worden, außerdem sind sie einschneidender geworden.

In einer kernwaffenfreien Welt wären diese Anforderungen noch höher. Wie bei jeder Verifikation ist jedoch eine hundertprozentige Gewißheit nicht möglich. Die Restungewißheit ist im Laufe der Zeit immer mehr reduziert worden, aber es ist prinzipiell nicht möglich, sie ganz zu eliminieren. Das Maß an Unsicherheit, das im Fall einer kernwaffenfreien Welt noch toleriert werden kann, liegt unter dem einer Welt, in der es noch einige Kernwaffenstaaten gibt. Zusammen mit weitreichender nuklearer Abrüstung muß also auch das derzeitige Verifikationssystem so weit ausgebaut werden, daß es von der internationalen Ge-

73 Es gibt Überlegungen, die von der Möglichkeit des Verschwindens des technischen Wissens über Kernwaffen ausgehen: Donald MacKenzie/Graham Spinardi, Tacit Knowledge, Weapons Design, and the Uninvention of Nuclear Weapons, American Journal of Sciences, Jg. 101, Nr. 1, Juli 1996'5, S. 44-99. Tatsächlich würde in einer kernwaffenfreien Welt eine große Menge von technischen Fertigkeiten verschwinden. Diese Überlegungen sind unserer Ansicht nach jedoch nur für die Ingenieursebene, nicht jedoch für die der Grundlagenphysik richtig. Die grundlegenden Prinzipien von Kernwaffen werden immer bekannt bleiben. Auf diesen kann aufgebaut werden, so daß es für Neuentwicklungen auch in Zukunft kein prinzipielles Hindernis geben wird. Die vielen Möglichkeiten, wissenschaftliche und technische Ergebnisse aus zivilen Bereichen für Kernwaffen zu übertragen, dürfen nicht unterschätzt werden.

meinschaft anerkannt wird.⁷⁴ Wie weit Unsicherheiten toleriert werden, hängt dabei erstens von dem internationalen Vertrauen ab, das sich Staaten im Laufe der Zeit erworben haben, zweitens von der Wirksamkeit der Gegenmaßnahmen, die im Fall eines heimlichen nuklearen Aufrüstversuchs ergriffen werden können. Das Ziel eines weiteren Ausbaus muß sein, potentielle Ausbrecher möglichst frühzeitig zu entdecken, weniger, den Verifikationsaufwand in zuverlässigen Mitgliedsstaaten weiter zu erhöhen.

Im Gegensatz zu ehemaligen Kernwaffenstaaten muß sich ein Neuanfänger zunächst die wissenschaftlichen Grundlagen für den Bau von Kernwaffen erarbeiten. Seine erste Kernwaffe würde ein technisch relativ einfaches Konstruktionsprinzip aufweisen. Eine Wasserstoffbombe kann ein Staat dagegen erst bauen, wenn er nicht nur die Konstruktion einfacher Kernspaltbomben beherrscht, sondern auch ihre Explosionsenergie genau vorausbestimmen kann. Hierfür reichen jedoch Computersimulationen und Teilerperimente nicht aus, nötig wären auch einige experimentelle Nuklearexplosionen der Prototypen für Primärteile, die mit dem Verifikationsapparat des CTBT entdeckt würden (siehe auch Anhang: Funktionsweise von Kernwaffen).⁷⁵ Daher muß sich die Verifikation in erster Linie auf die Aktivitäten zum heimlichen Bau einer einfachen Kernspaltwaffe konzentrieren.

Es ist auch nicht auszuschließen, daß sich ein Proliferator das nötige Wissen aus Kernwaffenstaaten mit Hilfe von Spionage besorgt. In diesem Fall wäre er theoretisch in der Lage, einige Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zu überspringen und ein technisch fortgeschritteneres Design zu wählen. Im Fall einer kernwaffenfreien Welt wären längerfristig allerdings die noch vorhandenen Unterlagen und Kompetenzen auf das Minimum reduziert, das für zukünftige Rüstungskontrolle noch nötig wäre. Aber auch in diesem Fall müßte eine technische Infrastruktur und die Produktion erst aufgebaut werden, deren frühzeitige Entdeckung die Aufgabe der Verifikation ist.

Eine Voraussetzung ist die Universalität der Verpflichtung zur Kernwaffenfreiheit und ihrer Verifikation. Die Verifikationsbehörde muß in allen Staaten die gleichen Rechte haben. Die überwältigende Mehrheit der Staaten wird in einer kernwaffenfreien Welt keine Kernwaffenambitionen entwickeln, genau wie auch schon heute an der Vertragstreue fast aller Nichtkernwaffenstaaten im NVV kein Zweifel besteht. Eine kleine Zahl von Ausbrechern kann es aber immer wieder geben. Ob eine Verifikation einer kernwaffenfreien Welt möglich ist, hängt entscheidend davon ab, ob diese Ausbrecher rechtzeitig entdeckt werden können. Im folgenden werden die Beschaffungsstrategien der verschiedenen Elemente ei-

74 Zur Zeit gibt es eine nicht zu unterschätzende Zahl an Kritikern, die das derzeitige System für unzureichend halten und Einfluß auf die politische Eliten ihres Landes haben: Lü Chenxi; *How high is the Threshold for Japan to Develop Nuclear Weapons?*; Paper for the 8th International Summer Symposium on Science and World Affairs, Beijing, Juli 23-31, 1996; Paul Leventhal, *Latent and Blatant Proliferation: Does the NPT Work Against Either?*, Nuclear Control Institute, Washington, 1990. Es ist prinzipiell nicht möglich, alle Kritiker zufriedenzustellen, aber es notwendig, die Anerkennung der Mehrheiten aller politischen Eliten zu finden.

75 A. Schaper, *Bombenstimmung in Indien und Pakistan*, *Spektrum der Wissenschaft*, Juli 1998, S. 110.

nes heimlichen Kernwaffenprogramms und die Maßnahmen zu ihrer Entdeckung beschrieben.⁷⁶

3.3.1 Hochangereichertes Uran (HEU)

Für ein Kernwaffenprogramm in einem Anfängerstaat gibt es im Prinzip zwei alternative technische Entwicklungslinien: entweder die Beschaffung des Kernwaffenmaterials Plutonium oder des Kernwaffenmaterials HEU.

Natururan, also solches, welches man in der Natur findet, besteht zu 99,3 Prozent aus dem Isotop U-238 und zu 0,7 Prozent aus U-235. Für eine Kettenreaktion in einer Kernexplosion ist es nicht geeignet, denn dafür muß der Anteil an U-235 sehr viel höher sein, mindestens 20 Prozent. Typisch für Kernwaffen ist ein Anteil von 90% und mehr.⁷⁷ Die Isotopenzusammensetzung des Urans muß also künstlich verändert werden. Dafür verwendete Technologien nennt man Anreicherungstechnologien.⁷⁸ Es gibt eine Reihe verschiedener Anreicherungstechnologien, die auf unterschiedlichen Prinzipien beruhen, unterschiedlich hohe technische Herausforderungen darstellen, unterschiedlich weit verbreitet sind und auch unterschiedliche Entdeckungswahrscheinlichkeiten bei heimlichem Betrieb haben. Die wichtigsten bekannten Anreicherungsverfahren heißen: Gasdiffusion-, Gaszentrifugen-, Trenndüsen-, chemische, elektromagnetische (EMIS) und Laserisotopenanreicherung (AVLIS) (vgl. Anhang B: Anreicherungsverfahren im Vergleich). Es ist prinzipiell nicht ausgeschlossen, wenn auch nicht sehr wahrscheinlich, daß es einem Proliferator gelingen könnte, ein neues, bisher unbekanntes Verfahren zu entdecken und bis zur Anwendungsreife zu entwickeln.

Anreicherungstechnologie wird nicht nur für militärische Zwecke sondern auch in der zivilen Kernenergie verwendet. Die meisten Kernreaktoren benötigen nämlich schwach angereichertes Uran (LEU = low enriched uranium) als Brennstoff. Dieses enthält ungefähr 3 – 5 Prozent U-235, weniger als in HEU, aber mehr als in Natururan. Es ist selbst nicht waffentauglich, aber zu seiner Herstellung werden die gleichen Anreicherungstechnologien

76 Office of Technology Assessment, United States Congress, Technologies Underlying Weapons of Mass Destruction, OTA-BP-ISC-115, Washington DC: U.S. Government Printing Office, Dezember 1993; A. Schaper, Kernwaffen der ersten und zweiten Generation: Forschung und Entwicklung, in: E. Müller/G. Neuneck (Hg.): Rüstungsmodernisierung und Rüstungskontrolle, Baden-Baden 1991/92; John E. Dougherty, A Summary of Indicators of Nth Country Weapon Development Programs, LA-6904-MS, Informal Report, Los Alamos, Januar 1978; Proceedings of Symposium on International Nuclear Safeguards dieses Symposiums, Jg. I, II (Vienna: International Atomic Energy Agency, März 14-18, 1994); Anthony Fainberg: Strengthening IAEA Safeguards: Lessons from Iraq, Report, Center for International Security and Arms Control (CISAC), Stanford University, April 1993; Technische Safeguardsmethoden sind beschrieben in: IAEA, Safeguards Techniques..., a.a.O. (Anm.. 47).

77 Je kleiner dieser Anteil ist, desto größer wird die für einen Sprengkopf benötigte Menge, und desto unhandlicher und technisch aufwendiger wird der Sprengkopf. Vgl. Appendix III, Glossary of technical and legal terms, in Schaper, a.a.O., (Anm. 49).

78 Allan S. Krass/Peter Boskma/Boelie Elzen/Wim A. Smit, "Uranium Enrichment and Nuclear Weapon Proliferation" (Taylor & Francis), London 1983

verwendet wie für die Herstellung von HEU. Allerdings ist eine LEU-Produktionsanlage etwas anders konfiguriert als eine zur Herstellung von HEU: Ein Anreicherungselement, z.B. eine Zentrifuge oder eine Trenndüse kann normalerweise das Material nur um einen kleinen Bruchteil anreichern.⁷⁹ Daher müssen in einer Anlage viele Elemente hintereinander, und wegen der nötigen Menge auch parallel, geschaltet werden. Aus dieser Anordnung ergibt sich die Anreicherung des Endproduktes. Anhand des Aufbaus einer Anlage läßt sich bereits feststellen, ob sie zur Produktion von HEU oder von LEU dient. Ein Umbau ist aber prinzipiell möglich, jedoch dauert er einige Zeit. Ein Staat, der Zugang zu ziviler Anreicherungstechnologie hat, ist daher prinzipiell auch in der Lage, HEU für militärischen Gebrauch zu produzieren. Es ist aber sehr unwahrscheinlich, daß eine Anreicherungsanlage, die schon unter Sicherungsmaßnahmen der IAEO steht, für die Herstellung von HEU statt von LEU genutzt wird, ohne daß dies entdeckt würde, wenn Inspektionen häufig genug stattfinden. Die alternative Methode wäre daher, eine heimliche Anlage aufzubauen.

Ein Staat, der bisher keinen Zugang zu Anreicherungstechnologie hatte, müßte sich diese erst beschaffen, durch eigene Entwicklung entweder mit oder ohne äußere Hilfe. Wegen der Gefahr des Mißbrauchs für Kernwaffenzwecke werden wichtige technische Einzelheiten geheimgehalten, so daß die meisten Verfahren ohne äußere Hilfe nur von Industriestaaten entwickelt werden können. Hierzu zählen auch die am weitesten verbreiteten Verfahren der Gasdiffusion und der Gaszentrifugen. Beide stellen eine beträchtliche technische Hürde für weniger entwickelte Staaten dar, so daß diese auf äußere Hilfen wie legalen oder illegalen Technologietransfer, Schmuggel, Spionage oder Verrat seitens ausländischer Experten angewiesen sind. Andere Anreicherungstechnologien sind aber vergleichsweise einfach zu bewältigen und können auch von weniger industrialisierten Staaten ohne äußere Hilfe entwickelt werden. Ein Beispiel ist die elektromagnetische Anreicherung mit Hilfe sogenannter "*Calutrons*", an denen der Irak in seinem Programm gearbeitet hat. Trotzdem darf auch bei einfacheren Technologien der technische, finanzielle, zeitliche und logistische Aufwand, der zur Produktion einer ausreichenden Menge erforderlich ist, nicht unterschätzt werden.

In einem geheimen Kernwaffenprogramm, das HEU verwenden soll, hätte ein Proliferator also mehrere Optionen.⁸⁰

1. **Direkte Abzweigung:** Er könnte versuchen, HEU direkt abzuzweigen, z.B. aus der zivilen Verwendung als Brennstoff für spezielle Forschungsreaktoren⁸¹, aus der militäri-

79 Die Größe dieses Bruchteils wird durch den sogenannten "Separationsfaktor" angegeben. Vgl. Tabelle 3: Anreicherungsverfahren im Vergleich. Je kleiner dieser ist, desto größer ist die Zahl der nötigen Anreicherungselemente.

80 Vgl. Tom E. Shea, *Verifying a Fissile Material Production Cut-Off: Safeguarding Reprocessing and Enrichment Plants: Current and Future Practices*, Seminar on Safeguards and Non-Proliferation, IAEA Headquarters, November 16-17, 1995.

81 Solche Forschungsreaktoren sind selten. Die meisten werden in ein paar Jahren das Ende ihrer Betriebsdauer erreicht haben. Der einzige Forschungsreaktor, der neu gebaut wird seit einem Moratorium vor 20 Jahren, ist der geplante FRM-II in Garching.

schen Verwendung als Brennstoff für U-Boot-Reaktoren⁸² oder aus einem bisher unbekanntem Lager, das keinen Sicherungsmaßnahmen unterliegt.

Zur Entdeckung des ersten Szenarios, der Abzweigung aus einem Forschungsreaktor, sind Inspektionen mit genügender Häufigkeit nötig, so daß die Zeitspanne zwischen Abzweigung und Entdeckung kurz genug bleibt.⁸³

Ein Problem könnte das HEU für militärische U-Boote darstellen.⁸⁴ Ein Verifikationsregime wird sicherstellen müssen, daß eine illegale Abzweigung für Kernwaffen früh genug entdeckt würde. Wegen des militärischen Charakters des Materials sind Konflikte über das Maß an Transparenz wahrscheinlich. Das gleiche Problem wird sich aber auch schon während der Verhandlungen zum FMCT stellen, aus denen daher Lehren für zukünftige Maßnahmen gezogen werden können. Eine das Problem zumindest abmildernde Möglichkeit wäre, in U-Booten auf sehr hoch angereichertes HEU (über 90 %) zu verzichten und es durch geringer angereichertes Uran zu ersetzen. Zumindest eine unverifizierbare Lagerhaltung dürfte nicht mehr erlaubt sein.

Zur Entdeckung eines undeklarierten Spaltmateriallagers gelten die gleichen Überlegungen wie zur Entdeckung undeklariertes Sprengköpfe (vgl. Abschnitt 3.1.3).

2. **Schmuggel:** Er könnte versuchen, sich dieses Material auf einem potentiellen Schwarzmarkt zu beschaffen. Solche Aktivitäten können durch Behörden wie Polizei, Zoll oder Geheimdienste entdeckt werden. Es gibt immer eine bestimmte Entdeckungswahrscheinlichkeit, die hoch, jedoch nie Eins sein kann. Sie ist in den letzten Jahren als Konsequenz einiger Vorfälle erhöht worden, vor allem durch bessere Ausbildung und Ausstattung der zuständigen Behörden, besseren physischen Schutz und bessere internationale Zusammenarbeit.⁸⁵ Das internationale Problembewußtsein ist inzwischen gewachsen. Als potentielle Umschlagplätze sind vor allem in dieser Hinsicht schlecht ausgestattete Länder geeignet. Daher wird es in einer kernwaffenfreien Welt nötig sein, routinemäßige internationale Kooperation auszuweiten.
3. **Nutzung ziviler Anlagen:** Er könnte versuchen, eine bereits existierende zivile Anlage heimlich für militärische Zwecke zu mißbrauchen. Hierbei gibt es zwei Varianten: die Anlage produziert bereits ziviles HEU, oder sie produziert LEU und müßte entspre-

82 Diese gibt es derzeit in keinem NKWS, der Mitglied des NVV ist, obwohl diese theoretisch das Recht hätten, solchen Brennstoff zu besitzen.

83 Der Irak hatte geplant, sein HEU, das er als Brennstoff für Forschungsreaktoren importiert hatte, für ein Crash-Programm zu entwenden. Die Inspektionen fanden nur halbjährlich statt, so daß er genug Zeit und Material zum Bau einer bis zweier Sprengköpfe gehabt hätte. Vgl. Abschnitt 4.2 Irak: Ausbruchversuch aus dem NVV und die darin zitierte Literatur.

84 Siehe hierzu die ausführlichere Diskussion in Kapitel 4.5.1: Specific verification problems – Naval fuel in: Schaper, a.a.O. (Anm. 49). Sehr hoch angereichertes Uran, wie es für Kernwaffen benötigt wird, verwenden in U-Booten nur die USA und Großbritannien. Geringer angereichertes Uran, z.B. 45%, das in vielen russischen U-Booten verwendet wird, ist rechtlich auch als HEU klassifiziert, Kernwaffen würden allerdings einen viel größeren technischen Aufwand erfordern, so daß die Proliferationsgefahr etwas geringer wäre. Die französischen U-Boote werden mit nur 7% angereichertem Uran betrieben.

85 Wie bei der Bekämpfung anderer Arten der Kriminalität wird es immer eine Grenze der Zugangsrechte der Behörden geben zum Schutz der individuellen Privatsphäre.

chend umgebaut werden. Dieses ist das Szenario, nach dem die IAEO traditionell ihre Sicherungsmaßnahmen ausgerichtet hat. Die Entdeckungswahrscheinlichkeit ist infolge vieler technischer Verbesserungen immer weiter angestiegen. Begrenzt wird sie letztlich durch die Endlichkeit der finanziellen Ressourcen.

- 4. Heimliche Anlage in Eigenbau:** Er könnte versuchen, eine geheime Anlage ohne äußere Hilfe selbst zu bauen. Hierbei würde er entweder bereits vorhandene zivile Technologie benutzen, oder ein Anreicherungsverfahren eigens entwickeln. Je weiter die Industrialisierung dieses Staates fortgeschritten ist, desto größer ist die Auswahl möglicher Anreicherungsverfahren für eigene Entwicklung.

Nach der Reform der Sicherungsmaßnahmen S³ ist ein Staat verpflichtet, eine solche Anlage auch schon zu deklarieren, bevor sie mit Nuklearmaterial beladen wird.⁸⁶ Die Reform zielt auch darauf ab, möglichst viel Transparenz über die relevanten Industrien der Mitgliedsstaaten zu entwickeln. Ein Problem entsteht allerdings durch die Notwendigkeit des Schutzes von Industriegeheimnissen.⁸⁷ Dieses Problem ist typisch für Verifikation, nicht nur im nuklearen Bereich. Die Verifikation muß hier nach dem Vorbild des CWÜ Verdachtsinspektionen mit kontrolliertem Zugang nutzen (vgl. Abschnitt 3.1.7). Im Fall des CWÜ ist das Ziel, die Abwesenheit verbotener Aktivitäten zu überprüfen, im Fall der Anreicherung wäre es, zu verifizieren, daß es sich nicht um undeklarierte Vorbereitungen zur Anreicherung handelt, je nach dem genauen Verbotstatbestand eines zukünftigen Vertrages.

Ein weitere Möglichkeit ist natürlich auch, daß solche Aktivitäten durch NTM entdeckt werden. Geheimdienstaktivitäten in diesem Bereich sind allerdings auch ambivalent, da sie mit Industriespionage einhergehen können. Die Legitimierung solcher Aktivitäten hat daher auch ihre Grenzen.

- 5. Bau einer heimlichen Anlage mit ausländischer Hilfe:** Er könnte versuchen, eine geheime Anlage mit äußerer Hilfe zu bauen. Dabei würde er versuchen, das Ausmaß dieser Hilfe zu minimieren, um die Entdeckungswahrscheinlichkeit klein zu halten. Die hierfür typischen Beschaffungsaktivitäten und die Möglichkeiten ihrer Entdeckung sind in einem eigenen Abschnitt (3.3.7 Beschaffungsaktivitäten) beschrieben. Anlagen können mit Hilfe von Satelliten gesehen werden, im Fall des Baus einer unterirdischen Anlage würde der Erdaushub Verdacht erregen.

86 Dies war vor der Reform nicht der Fall. Anlagen wurden der IAEO erst gemeldet, wenn sie mit Nuklearmaterial beladen wurden.

87 Dies war auch ein Streitpunkt während der Verhandlungen zu S³. Ursprünglich waren weitreichende Transparenzmaßnahmen und Deklarationspflichten vorgeschlagen in nichtnuklearen Technologiebereichen, die für Anreicherung und Wiederaufarbeitung relevant sind. Nachdem eine Gruppe von Nichtkernwaffenstaaten auf Wettbewerbsnachteile gegenüber den Kernwaffenstaaten wegen erhöhter Gefahr der Industriespionage verwiesen hatte und eine Universalität dieser Maßnahmen gefordert hatte, wurden die ursprünglichen Pläne zurückgeschraubt. Der Grund für das Nachgeben war vor allem die Aussicht, ähnliche Maßnahmen auch in Kernwaffenstaaten einführen zu müssen mit der wahrscheinlichen Folge, daß es auch dort Opposition der Industrie geben würde. Illustrativ ist: Statement by the Utilities Employing Nuclear Energy and the Nuclear Industry in Germany on the IAEA Programme 93+2, 3 Juni 1996.

- 6. Betrieb:** Nach Fertigstellung einer Anlage muß er sie in Betrieb nehmen und genügend HEU produzieren. Hierfür muß außerdem Rohmaterial beschafft oder abgezweigt werden, entweder Natururan oder LEU. Natururanvorräte sind allerdings weltweit verbreitet, und es können immer noch neue Lagerstätten entdeckt werden.

Die meisten Anreicherungsverfahren verwenden die chemische Verbindung Uranhexafluorid (UF_6), die flüchtig ist. UF_6 kann durch atmosphärische Messungen in der Nähe einer Anlage oder mit sogenannten LIDAR-Techniken (Light Detection and Ranging) nachgewiesen werden, wenn sie nicht mit großem Aufwand abgeschirmt wird.⁸⁸ LIDAR-Techniken untersuchen aus der Atmosphäre zurückgestreutes Laserlicht mit spektralanalytischen Methoden. Einige dieser Techniken sind auch Bestandteil des S³. LIDAR kann auch von Satelliten aus eingesetzt werden, zur Zeit findet dies aber nur als NTM einiger Staaten statt. Es gibt keine andere Anwendung für UF_6 als Anreicherung. Atmosphärische Messungen können auch nachweisen, ob HEU angereichert worden ist. Einige Verfahren, insbesondere AVLIS oder EMIS, verwenden keinen flüchtigen Arbeitsstoff, und es könnte leichter sein, sie zu verstecken. Aber EMIS würde einen hohen Energiedurchfluß benötigen und könnte daher mit Infrarotaufnahmen, z. B. von einem Satelliten, entdeckt werden. Wenn Iraks Calutrons schon in Betrieb gewesen wären, wäre dies entdeckt worden. Um diese Hitzeproduktion zu verstecken, müßte ein aufwendiges und unterirdisches Kühlsystem installiert werden, oder die Anlage müßte als Teil einer anderen Anlage, die ebenfalls einen hohen Energiedurchfluß hat, gebaut werden. Im letzteren Fall gäbe es aber wieder mehr Mitwisser. Die Anreicherungs-methode, die am einfachsten zu verstecken wäre, weil sie wenig Energie und keine verräterischen Gase freisetzt, ist AVLIS. Es ist andererseits das technologisch aufwendigste Verfahren und kann nur von wenigen industrialisierten Staaten gemeistert werden.⁸⁹ Falls es aber einem Proliferator gelingen sollte, diese Technologie zu stehlen, ist die Entdeckungswahrscheinlichkeit am geringsten. Es ist prinzipiell auch nicht auszuschließen, daß er ein neues Verfahren erfindet. Allen Verfahren ist aber gemeinsam, daß sich in einer Anlage Spuren von HEU befinden, die bei einer Vor-Ort-Inspektion nachweisbar sind. Ein Anfangsverdacht kann, wie oben beschrieben, immer entstehen.

88 In den USA wird hierfür ein aufwendiges Fu-E-Programm zur Verbesserung der NTM, das sogenannte CALIOPE (Chemical Analysis by Laser Interrogation of Proliferation Effluents) durchgeführt. Siehe Wolfgang K. H. Panofsky (Chair), Report of the Comprehensive Research and Development Review Committee for the U.S. Department of Energy, Office of Nonproliferation and National Security, Juni 8, 1996.

89 Nach vielen Jahren FuE ist in den USA mit dem Bau einer Demonstrationsanlage begonnen worden: Atomwirtschaft, Bd. 43, Juni 1998, S. 418.

3.3.2 Plutonium

Die Methode der Herstellung von Plutonium ist die *Wiederaufarbeitung* von abgebrannten Brennelementen, wie es zum Beispiel von Nordkorea versucht wurde.⁹⁰ Das Prinzip der Wiederaufarbeitung soll im folgenden kurz erläutert werden: Abgebrannte Brennelemente entstehen durch den Betrieb in den meisten Kernreaktoren, vor allem solchen, die LEU-Brennstoff enthalten. Während des Reaktorbetriebes wird im Brennstoff enthaltenes U-235 durch auftreffende Neutronen gespalten. Die U-238-Kerne werden jedoch nicht gespalten, sondern infolge einer Kernreaktion mit den Neutronen in Plutonium-239 (Pu-239) umgewandelt. Falls ein Neutron auf einen solchen Pu-239-Kern trifft, wird dieser entweder auch gespalten, oder das Neutron wird angelagert, und es entsteht Pu-240. Je länger sich der Brennstoff im Reaktor befindet, desto größer wird der Anteil höherer Plutoniumisotope (Pu-240, Pu-241, Pu-242...). Abgebrannte Brennelemente enthalten also folgende Bestandteile: Reste ungespaltenen U-235 und unveränderten U-238, Plutonium, das aus verschiedenen Isotopen zusammengesetzt ist und die Spaltprodukte. Bei den letzteren handelt es sich um eine ganze Reihe verschiedener chemischer Elemente, die mehr oder weniger stark radioaktiv sind. Das Ziel der Wiederaufarbeitung ist die Trennung zwischen Plutonium, Uran und den radioaktiven Spaltprodukten. Der effektivste und am weitesten verbreitete Prozeß heißt PUREX (plutonium and uranium recovery by extraction). Neben mechanischen Zerkleinerungsmethoden zu Beginn werden chemische Verfahren zur Trennung verwendet. Der Unterschied zwischen einer Chemiefabrik und einer Wiederaufarbeitungsanlage rührt von der hohen Radioaktivität, die eine Gefahr sowohl für die Arbeiter als auch für die Umwelt darstellt. Nicht nur müssen Brennelemente nach der Entnahme aus dem Reaktor erst Jahre lagern, bis die stärkste Radioaktivität abgeklungen ist,⁹¹ Wiederaufarbeitungsanlagen müssen vor allem auch aufwendigen Strahlenschutz implementieren. Eine typische Strahlenschutztechnologie sind zum Beispiel heiße Zellen. Der Aufwand hängt in einem gewissen Maß von Strahlenschutzstandards und damit auch von der Skrupellosigkeit eines Proliferators ab.

Im Prinzip kann zivile Kernenergie ohne separiertes Plutonium auskommen, denn abgebrannte Brennelemente aus fast allen Reaktortypen könnten endgelagert werden, ohne sie wieder aufzuarbeiten. Man nennt diese Art der Kernenergienutzung "*offenen Brennstoffkreislauf*". Falls abgebranntes Kernmaterial wiederaufarbeitet wird, spricht man von einem "*geschlossenen Brennstoffkreislauf*". Nur in einem geschlossenen Brennstoffkreislauf fällt das Kernwaffenmaterial Plutonium an, bzw. wird seine Herstellungstechnologie, Wiederaufarbeitung, benutzt. Falls es keine zivile Wiederaufarbeitung gäbe, würde ein wichtiger Weg zur Beschaffung von Kernwaffenmaterial, die Abzweigung aus ziviler Verwendung, abgeschnitten. Tatsächlich werden aber Plutonium und damit Wiederaufarbeitung in größerem Umfange zivil verwendet. Hierbei gibt es verschiedene Technologien, insbesondere

90 Eine ausführliche und allgemeinverständliche Einführung zu technischen Aspekten von Plutonium ist: Nuclear Energy Agency, Plutonium Fuel – An Assessment, OECD, Paris 1989.

91 Die Radioaktivität wird dadurch geringer, daß die am stärksten strahlenden Elemente am schnellsten zerfallen.

den Reaktortyp des "Schnellen Brütters", der Brennstoff mit hohem Pu-Gehalt nutzen kann, und plutoniumhaltigen Brennstoff für Leichtwasserreaktoren, sogenanntes "Mischoxid" (MOX). Länder, die heute Plutonium zivil nutzen oder sich die Option hierfür offenhalten wollen, sind u.a. Belgien, China, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Indien, Japan und Rußland.

Obwohl die USA aus Gründen der Nichtverbreitung einen offenen Brennstoffkreislauf betreiben und sogar die erklärte Politik verfolgen, andere ebenfalls hierzu zu bewegen, ist es unrealistisch, an die Durchsetzung eines internationalen Konsenses zur Abschaffung ziviler Plutoniumnutzung in absehbarer Zeit zu glauben. Man findet in Reflexionen zum Thema vollständige nukleare Abrüstung verschiedentlich die Forderung, diese sollte mit der Abschaffung der zivilen Nutzung von Plutonium verknüpft werden.⁹² Die Akzeptanz des letzteren ist jedoch viel unwahrscheinlicher als die Akzeptanz der Abschaffung nur der militärischen Nutzung.⁹³ Mit einer Verknüpfung würde ein zusätzliches Hindernis auf dem Weg zu vollständiger nuklearer Abrüstung aufgebaut. Solange gewährleistet ist, daß Plutonium nur zivil verwendet wird, kann auch in einer kernwaffenfreien Welt ziviles Plutonium produziert und verwendet werden. Eine unabdingbare Voraussetzung hierfür ist eine funktionierende Verifikation, die jede illegale Abzweigung früh genug mit genügender Wahrscheinlichkeit entdeckt.

Wenn ein Proliferator Wert auf einen hohen Pu-239-Gehalt legt, wird er abgebrannte Brennelemente als Ausgangsmaterial verwenden, die nur kurz bestrahlt sind, d.h., er wird einen Kernreaktor früh entladen.⁹⁴ Dies sollte ein Anlaß zu genauerer Prüfung des Verbleibs des Brennstoffs sein. Eine Alternative wäre bestrahlter Brennstoff aus einem Schnellen Brüter, da dieser aus kernphysikalischen Gründen einen besonders hohen Pu-239-Gehalt und fast keine schwereren Isotope aufweist. Plutoniumanreicherung ist technisch sehr aufwendig, da der Massenunterschied zwischen den Isotopen geringer ist als bei Uran.⁹⁵

92 INESAP, Beyond the NPT: A Nuclear-Weapon-Free World, April 1995, S. 80f.

93 Zum Thema Akzeptanz einer kernwaffenfreien Welt siehe: H. Müller/K. Frank/A. Kelle/S. Meier/A. Schaper: Nukleare Abrüstung - mit welcher Perspektive? Der internationale Diskurs über die nukleare Rüstungskontrolle und die Vision einer kernwaffenfreien Welt, Frankfurt/M. (HSFK-Report Nr. 8), 1996. Die Akzeptanz der Abschaffung der militärischen Nutzung von Plutonium ist weit verbreitet, wie aus vielen positiven Stellungnahmen zum Thema Cutoff deutlich wird, vor allem auch von Regierungen, in deren Ländern Plutonium zivil verwendet wird.

94 Dies hat einige technische Vorteile. Prinzipiell kann jedoch auch sogenanntes Reaktorplutonium mit geringerem Pu-239-Gehalt für den Kernwaffenbau genutzt werden. Dies wurde zuerst gezeigt von: Egbert Kankeleit/Christian Küppers/Ulrich Imkeller, Bericht zur Waffentauglichkeit von Reaktorplutonium, Report IANUS-1/1989., dann von Carson Mark, Explosive Properties of Reactor-Grade Plutonium, Science & Global Security, Jg. 4, 1993, S. 111.

95 1994 wurde in Tengen eine kleine geschmuggelte Plutoniumprobe aus Rußland gefunden, die aus angereichertem Plutonium bestand. Aufgrund der Isotopenzusammensetzung konnte man feststellen, daß sie mit Zentrifugen angereichert worden ist. Man kann spekulieren, daß es russische Sprengköpfe aus diesem Material gibt. Dafür spricht auch, daß russische Sprengköpfe gelötet und nicht verschraubt sein sollen. Dies ist nur bei sehr reinem Plutonium möglich, das kaum Alterungseffekte (Americium-Aufbau) zeigt und das jahrelang verwendet werden kann.

Die Technik der Wiederaufarbeitung ist die gleiche sowohl für zivile als auch für militärische Verwendung von Plutonium.⁹⁶ Ein Staat, der bisher keinen Zugang zu Wiederaufarbeitungstechnologie hatte, müßte sich diese erst beschaffen, durch eigene Entwicklung entweder mit oder ohne äußere Hilfe. Die technische Hürde ist im Prinzip geringer als bei Anreicherung, wenn allerdings eine Entdeckung vermieden werden soll, werden extrem aufwendige Abschirmungsmaßnahmen notwendig, um das Entweichen verräterischer radioaktiver Spuren zu verhindern. Der Grund ist, daß Wiederaufarbeitung verräterische Gase in viel größerem Ausmaß freisetzt als Anreicherung, darunter kaum abschirmbare Edelgase. Diese können auch über weite Strecken verteilt und nachgewiesen werden.⁹⁷ Methoden sind die Entnahme von Luftproben oder LIDAR von Flugzeugen oder Satelliten aus.⁹⁸ Durch Abschirmungsmaßnahmen würde der Aufwand wieder beträchtlich erhöht und – je nach Entwicklungsstand des Proliferators – zusätzlichen Technologietransfer erfordert. Sie würden die Emissionen auch nur reduzieren, aber nicht vollständig eliminieren.

In einem Kernwaffenprogramm, das Plutonium verwenden soll, hätte ein Proliferator also mehrere Optionen, und entsprechend gibt es mehrere Methoden der Verifikation.⁹⁹ Die Beschaffungsszenarien sind ähnlich wie die für HEU, nämlich: Direkte Abzweigung (aus der Brennstofffabrikation oder aus einem unbekanntem Lager), Schmuggel, Nutzung ziviler Anlagen, Bau einer heimlichen Anlage im Eigenbau oder mit ausländischer Hilfe (mit der oben beschriebenen etwas anders gearteten Abhängigkeit von außen) und Betrieb. Zur Verifikation, daß keine unerlaubte Wiederaufarbeitung stattfindet, gibt es neben der Messung von Umweltradioaktivität noch weitere Methoden, die auch von der IAEO angewandt werden, nämlich Sicherungsmaßnahmen im gesamten Brennstoffkreislauf, also auch z.B. in Kernkraftwerken und Anlagen, die kein direkt waffentaugliches Material enthalten. Die Entdeckungswahrscheinlichkeit unerlaubter Aktivitäten wird damit entscheidend erhöht.

96 Kleine Unterschiede können dadurch entstehen, daß die kritische Masse in geringem Maße von der Isotopenzusammensetzung abhängt. Dies kann Einfluß auf Toleranzschwellen zur Vermeidung von Kritikalitätsunfällen haben.

97 Office of Technology Assessment, Congress of the U.S., Environmental Monitoring for Nuclear Safeguards, OTA-BP-ISS-168, Washington, D.C., September 1995; Sieben Beiträge auf der Sitzung "Strengthened and more cost effective safeguards" des Symposium on International Nuclear Safeguards befassen sich mit Radionuklidmessungen in der Umwelt, siehe Proceedings dieses Symposiums, (Anm. 76), S. 411-475, Charles W. Nakleh/William D. Stanbro/Louis N. Hand/R. T. Perry, Jr./William B. Wilson/Bryan L. Fearey, Nobel-Gas Atmospheric Monitoring for International Safeguards at Reprocessing Facilities, Science & Global Security, Jg. 6, Nr. 3, S. 357-379, 1997; Martin B. Kalinowski/Hartmut Sartorius/Stefan Uhl/Wolfgang Weiss, Rückschließbarkeit auf Plutoniumabtrennungen durch Auswertung von Messungen des atmosphärischen Krypton-85 in Wochenproben bei verschiedenen Abständen von der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe, IANUS 3/1998. In den USA gibt es eine Reihe von FuE-Programmen, die diese Techniken weiter verbessern sollen. 1996 wurden sie mit einem Umfang von u.S. \$ 194,4 Mio. gefördert. Panofsky, a.a.O. (Anm. 88).

98 Panofsky, a.a.O. (Anm. 88).

99 Shea, a.a.O. (Anm. 80).

3.3.3 Zündtechnologie

Neben der Beschaffung des Kernmaterials wird ein Proliferator versuchen, eine Zündtechnik für Kernwaffen zu entwickeln. Hierbei gibt es zwei technische Alternativen für Anfänger: Die *"Kanonenrohrtechnik"*, bei der zwei Hälften einer Kugel aus HEU zusammengeschoßen werden, so daß eine überkritische Masse entsteht, und die *"Implosionstechnik"*, bei der eine Hohlkugel aus HEU oder Pu mit Hilfe von konventionellem Sprengstoff gleichmäßig implodiert und komprimiert wird. Aus technischen Gründen kann die Kanonenrohrtechnik nur bei HEU angewandt werden, die Implosionstechnik ist dagegen sowohl mit HEU als auch mit Pu möglich.¹⁰⁰

Die Beschaffung oder Herstellung der Materialien und des Zündsystems kann bis zur Anwendungsreife parallel und unabhängig voneinander erfolgen, da sie jeweils völlig unterschiedliche Technologien verwenden. Dies gilt sowohl für die Kanonenrohr- als auch für die Implosionstechnik. In den bei der Entwicklung nötigen Experimenten wird statt dessen anderes, nicht spaltbares Material verwendet. Zusammen mit Computersimulationen erlauben die Ergebnisse Rückschlüsse, ob der Sprengkopf mit Spaltmaterial gezündet hätte. Je genauer die Computersimulationen sind, desto genau wird auch die Vorhersage der Explosionsenergie.

Der technische Aufwand bei der Kanonenrohrtechnik ist geringer als bei der Implosionstechnik, aber auf der Ingenieurebene ist trotzdem aufwendige Entwicklungsarbeit nötig. Im Prinzip kann auch ein wenig industrialisierter Staat diese Technik ohne äußere Hilfe entwickeln, da keine schwer herzustellende oder zu beschaffende Hochtechnologie benötigt wird. Als Spaltmaterial muß allerdings HEU verwendet werden, dessen Herstellung größere technische Anforderungen stellt als die von Plutonium. Die nötige Menge ist zudem viel größer als die für einen auf dem Implosionsprinzip beruhenden Sprengkopf. Diesen Weg wird ein Staat daher eher nur dann beschreiten, wenn er Zugriff auf große Mengen von HEU hat. Ein Beispiel für einen solchen Proliferationsfall ist Südafrika (vgl. Abschnitt 4.1). Sprengköpfe nach dem Kanonenrohrprinzip sind so schwer, daß Raketen als Trägersysteme nicht in Frage kommen. In den Kernwaffenstaaten wird dieses Prinzip seit Jahrzehnten nicht mehr verwendet.

Bei der Implosionstechnik sind die technischen Anforderungen höher. Dies liegt vor allem daran, daß eine Kompression nur möglich ist, wenn die Implosion genau kugelförmig abläuft. Dies erfordert eine präzise kugelsymmetrische Anordnung und die Erzeugung sphärischer, nach innen laufender Stoßwellen. Hierfür werden sogenannte *"Sprenglinsen"* verwendet. Sprenglinsen sind aus speziell geformten Stücken verschiedener konventioneller Explosivstoffe zusammengesetzt. Alle in der Anordnung eingesetzten Sprenglinsen müssen zudem gleichzeitig gezündet werden, wobei die zulässige zeitliche Ungenauigkeit in der

100 Der Grund ist, daß die kritische Masse bei der Implosionstechnik viel schneller erreicht wird, als bei der Kanonenrohrtechnik, nämlich in der Größenordnung von Mikrosekunden im Gegensatz zu Millisekunden. Nur wenn diese Kompressionszeit sehr kurz ist, kann Plutonium verwendet werden, da es eine viel höhere Spontanspaltungsrate hat als HEU und damit bei längeren Kompressionszeiten die Wahrscheinlichkeit einer Frühzündung mit nur geringer Energiefreisetzung steigen würde.

Größenordnung von nur Mikrosekunden liegen darf. Die hierfür nötigen Technologien sind auf dem Weltmarkt nicht ohne weiteres zu beschaffen, und die technischen Anforderungen bei der eigenen Entwicklung sind hoch. In Vorversuchen wird ein Proliferator zunächst versuchen, ebene Stoßwellen zu erzeugen. Ein Beispiel für einen solches Programm ist das des Irak (vgl. Abschnitt 4.2), das nach mehrjähriger Forschungsarbeit hierüber nicht hinausgekommen war. Beispiele für Technologien, die für Experimente zur Erzeugung geformter Stoßwellen benötigt werden, sind Röntgenblitzmaschinen¹⁰¹, Hochenergie-Kurzzeitschalter, oder Metallurgie mit den verwendeten Schwermetallen. Falls diese nicht selbst produziert werden können, was in weniger industrialisierten Ländern der Fall sein kann, müssen sie auf internationalen Märkten beschafft werden.¹⁰² Erforderlich ist außerdem ein Gelände, auf dem Experimente mit Explosionen durchgeführt werden können.

Es gibt einen wichtigen Unterschied zwischen der Beschaffung der Zündtechnologie und der der Spaltmaterialien: Wenn alles notwendige technische Wissen einmal vorhanden ist und Blaupausen als Vorlage existieren, kann eine Zündvorrichtung mit vergleichsweise geringem Aufwand auch gebaut werden. Die nötigen Materialien und Komponenten, z.B. konventionelle Hochexplosivstoffe und Hochenergie-Kurzzeitschalter sind im Vergleich einfacher zu beschaffen oder herzustellen. Der technische Aufwand bei der Herstellung von Plutonium oder HEU ist im Gegensatz dazu sehr hoch, auch wenn die Vorgehensweise bekannt ist. Trotzdem würden Beschaffungsaktivitäten in diese Richtung einen ernstzunehmenden Verdachtsgrund darstellen.

Während *sphärische* Stoßwellen genau eine einzige Anwendung haben, nämlich nur die Implosionstechnik für Kernwaffen, gibt es für die vorbereitenden Experimente, die Erzeugung *ebener und anders geformter* Stoßwellen, eine Vielzahl von Anwendungen.¹⁰³ Hierzu gehört zivile Forschung¹⁰⁴, aber vor allem auch konventionelle Militärforschung. Häufige Anwendungen in der letzteren sind Hohlladungsgeschosse mit panzerbrechender Wirkung.¹⁰⁵ Unterschieden werden könnten legitime Experimente zu Stoßwellen von illegitimen zu sphärischen Stoßwellen erst, wenn die Forschung schon stark fortgeschritten ist, d.h. wenn die erzeugten Stoßwellen eine sphärische Form bekommen. Im nächsten Schritt würden dann Materialien komprimiert. Bei solchen Experimenten handelt es sich um die in

101 F. Jamet, G. Thomer, "Flash Radiography", Amsterdam 1976.

102 Alle diese Technologien unterliegen Ausfuhrrestriktionen.

103 Ebene Stoßwellen werden mit Hilfe sogenannter "Experimente mit fliegenden Platten" erzeugt, siehe z.B. Hans-Rudolf Kleinhanß, F. Lungenstraß und Helmut Zöllner, "Initiation Threshold of High Explosives in Small Flyer Plate Experiments", Proceedings of the Ninth Symposium on Detonation, Portland, Oregon, USA, August 28 - September 1, 1989, S. 66 und Hans-Rudolf Kleinhanß, Stoßwellen, Vorlesung, Universität Düsseldorf, Sommersemester 1979. An dem Symposium in Portland haben auch irakische Wissenschaftler teilgenommen.

104 Z.B. für einen Explosivgenerator zur Erzeugung von kurzzeitigen Hochstromeimpulsen, der in der Plasmaphysik Verwendung finden kann. Ein Beispiel mit zylinderförmigen Stoßwellen ist: Herbert Scholles, Untersuchungen zur Stromverstärkung durch magnetische Flußkompression in einem koaxialen Explosivgenerator, Doktorarbeit, Universität Düsseldorf, 1982.

105 Siehe z.B. Rheinmetall, Hohlladungsgeschosse, in: Waffentechnisches Taschenbuch, 9. Auflage, Ratingen 1995, S. 474f.

Abschnitt 3.1.7 erwähnten hydrodynamischen Tests. Wenn also bei einer Vor-Ort-Inspektion eines solchen Versuchsgeländes nachgewiesen würde, daß Experimente zur sphärischen Implosion stattgefunden haben, wäre dies ein eindeutiger Indikator. Nach einem Experiment sind aber naturgemäß die beteiligten Komponenten zerstört, so daß selbst bei einer Vor-Ort-Inspektion ein solcher Nachweis schwierig wäre. Es müßten darüber hinaus weitere Unterlagen und Versuchsaufzeichnungen oder die Besichtigung des Versuchsaufbaus vor der Explosion herangezogen werden. Hier entsteht wieder das Problem nicht nur des Schutzes von Industrie- sondern auch von Militärgeheimnissen. Es bleibt spezielleren Studien vorbehalten, zu untersuchen, inwieweit hier Verdachtsinspektionen mit kontrolliertem Zugang nach dem Vorbild des CWÜ angewandt werden könnten.

In einem Kernwaffenprogramm, das die Implosionstechnik verwenden soll, hätte ein Proliferator also mehrere Optionen, deren Wahl auch vom Grad seiner Industrialisierung abhängt, nämlich Schmuggel der Komponenten, Anwerbung ehemaliger Kernwaffenfachleute, und FuE ohne oder mit Technologietransfer von außen unter Tarnung als FuE für konventionelle Militärtechnik. Falls ein zukünftiges Verifikationsregime nicht nur die Beschaffung des Spaltmaterials, sondern auch der Zündtechnologie berücksichtigen soll, muß zumindest für eine gewisse Wahrscheinlichkeit gesorgt werden, daß jede dieser Aktivitäten entdeckt wird. Solange die Entdeckungswahrscheinlichkeit, daß die Beschaffung oder Abzweigung von HEU oder Pu frühzeitig entdeckt wird, hoch genug ist, kann die für Zündtechnologieaktivitäten darunter liegen. Wünschenswert ist natürlich ein möglichst hoher Wert. Theoretisch könnten auch kleinere Explosionen mit Hilfe von Mikrofonen entdeckt werden. Wegen der riesigen Zahl weltweit stattfindender konventioneller Explosionen wäre dieser Aufwand aber völlig unverhältnismäßig.¹⁰⁶ Die Anwendbarkeit von Verdachtsinspektionen oder zufälligen Stichproben sollte aber zumindest genauer untersucht werden. Ein ehemaliger Kernwaffenstaat benötigt zwar nicht ein so umfangreiches Entwicklungsprogramm, aber auch er würde bei einer heimlichen nuklearen Wiederaufrüstung begleitende hydrodynamische Tests durchführen. Diese werden um so umfangreicher, je länger die Abrüstungsphase zurückliegt, und desto mehr Unterlagen, Infrastruktur und informelles Wissen bereits zerstört oder verschwunden ist.

3.3.4 *Theoretische Grundlagen*

Die Auswertung der Meßdaten hydrodynamischer Tests erfordert umfangreiche theoretische Arbeit, einschließlich Computersimulationen. Berechnet werden muß erstens, wie sich die Neutronen in einer Kettenreaktion vermehrt hätten, wenn es sich um Pu oder HEU gehandelt hätte, zweitens, wie das Material aufgeheizt worden wäre und wie sich die Energie verteilt und ausgebreitet hätte, und drittens, wie sich die Kompression infolge der ansteigenden Energiedichte verlangsamt und umgekehrt hätte. Alle drei Vorgänge beeinflussen

106 Auch bei den Verhandlungen zum CTBT wurde diskutiert, wie weit konventionelle Explosionen erfaßt und überprüft werden sollten, um sicherzustellen, daß es sich nicht um Nuklearexplosionen handelt. Wegen der großen Zahl täglich stattfindender kleinerer Explosionen wurde von einer systematischen Erfassung abgesehen. Die hierbei in Betracht gezogenen Explosionsenergien lagen noch weit über denen hydrodynamischer Versuche.

sich gegenseitig und können daher nicht getrennt voneinander berechnet oder simuliert werden, obwohl jeweils Theorien aus sehr verschiedenen Bereichen verwendet werden müssen.¹⁰⁷ Alle drei Bereiche erfordern zudem Kenntnis von speziellen Materialeigenschaften, nämlich die von Plutonium oder Uran bei extremen Temperaturen und Drücken. Viele dieser zur Berechnung nötigen Parameter sind nur im Zusammenhang mit Kernwaffenforschung, z.B. bei unterirdischen Nukleartests gemessen worden und wurden niemals veröffentlicht.¹⁰⁸ Daher müssen auch dafür theoretische Näherungswerte angenommen werden. Da jedoch für einen Anfänger zunächst die Information ausreicht, ob das Konzept eines Sprengkopfes überhaupt funktionieren würde, und er keinen großen Wert auf eine genaue Vorhersage der Explosionsenergie legt, reichen für ihn auch Näherungen aus. Heutige PCs sind außerdem für umfangreiche numerische Berechnungen unvergleichlich besser geeignet als z.B. die ersten Computer, die in den Anfängen des amerikanischen Kernwaffenprogramms zur Verfügung standen.

Obwohl die Einzelheiten der Berechnung von Kernwaffenzündung nicht in der öffentlichen Literatur zu finden sind, gibt es auch hier verwandte zivile Wissenschaftsbereiche, die ein Proliferator ausnutzen wird, und die ihm ermöglichen, ein theoretisches Kernwaffenmodell zu entwickeln. Diese Bereiche sind vor allem Kernphysik, Astrophysik, d.h. die Physik des Inneren von Fixsternen, Hochenergieplasmaphysik (z.B. Trägheitseinschlußfusion (ICF)), Stoßwellenphysik und Strömungslehre. Die Ausgangsbasis der theoretischen Arbeit, nämlich das grundlegende Prinzip, ist seit langem veröffentlicht.¹⁰⁹

Zur Sicherung des theoretischen Hintergrundes seines Kernwaffenprogrammes hätte ein Anfänger mehrere Optionen, die vom Grad seiner wissenschaftlich-technischen Entwicklung abhängen. Er würde versuchen, vor allem Wissenschaftler aus verwandten zivilen Gebieten für diese Arbeit zu verpflichten. Dabei wird er zunächst eigene Staatsangehörige rekrutieren, mit deren Hilfe, falls nötig, auch weitere ausländische Kollegen angeworben werden können. Die Zahl der ausländischen Mitarbeiter würde er wahrscheinlich minimieren, um die Entdeckungswahrscheinlichkeit klein zu halten. Es ist wahrscheinlich, daß diese Experten im Ausland studiert oder gearbeitet und zeitweise mit ausländischen Kollegen kooperiert und kommuniziert haben. Daher kann es auffallen, wenn sich mehrere in den oben beschriebenen Gebieten qualifizierte Wissenschaftler aus ihren internationalen Wissenschaftsgemeinden zurückziehen. Im Zusammenhang mit weiteren Aktivitäten eines Proliferators könnte dies als Verdachtsmoment gewertet werden. Weitere mögliche Aktivitäten sind gezielte Spionage und Anwerbungsversuche von Wissenschaftlern aus ehemaligen Kernwaffenkomplexen. Die Verifikation hätte die Aufgabe, die Entdeckungswahrscheinlichkeit solcher Vorgänge zu erhöhen und Einzelbeobachtungen in einen Zusammenhang einzuordnen. Je größer und entwickelter die wissenschaftliche Infrastruktur eines Staates ist, desto unauffälliger werden solche Verdachtsmomente. Methoden sind die Be-

107 Neutronenvermehrung wird mit kernphysikalischen Theorien berechnet, die Temperaturverteilung und -dissipation mit Theorien aus der Astrophysik, und die Implosion und Expansion des Plasmas mit hydrodynamischen Theorien.

108 Diese sind vor allem Wirkungsquerschnitte für Kernreaktionen, Opazitäten und Zustandsgleichungen.

109 Robert Serber, *The Los Alamos Primer*, Berkeley (University of California Press), 1992.

obachtung der internationalen Wissenschaftsgemeinden und Geheimdienstmethoden. Nicht zuletzt birgt jeder Anwerbungsversuch eines Wissenschaftlers das Risiko, daß er diesen Vorgang einem ausländischen Geheimdienst oder der Verifikationsbehörde meldet (vgl. Abschnitt 3.3.6).

3.3.5 *Nukleartests*

Eine einfache Kernwaffe kann im Prinzip völlig ohne Nukleartests entwickelt werden. Es reichen die im Abschnitt 3.3.3 Zündtechnologie beschriebenen FuE-Methoden, wie z.B. hydrodynamische Tests. Einem Anfänger kommt es – zumindest zunächst – nicht auf eine präzise Messung der Explosionsenergie oder physikalischer Parameter der Explosion an. Es gibt jedoch trotzdem zwei Gründe für Nukleartests: Ein Staat könnte daran interessiert sein, eine bereits vorhandene Kapazität weiterzuentwickeln, so z.B. den Schritt zu Wasserstoffbomben zu vollziehen, der ohne einige Nukleartests nicht möglich ist¹¹⁰ und er könnte das politische Interesse haben, der Welt seine Fähigkeiten zu demonstrieren. Der erste Fall setzt voraus, daß vorangegangene Aktivitäten nicht entdeckt worden sind.

Die Aufgabe der Verifikation besteht darin, einen Nukleartest zu entdecken und zu identifizieren. Dies wird von der Verifikation des CTBT geleistet, wofür zur Zeit in Wien eine Behörde aufgebaut wird.¹¹¹ Darüber hinaus muß in einer kernwaffenfreien Welt auch die Vorbereitung eines Tests in der Frühphase entdeckt werden. Hierfür sind NTM geeignet, insbesondere Satellitenaufnahmen.¹¹² Langfristig sollten möglichst viele der heute noch in der Regie von NTM angewandten Methoden international organisiert werden (vgl. Abschnitt 5.2 Organisatorische Gestaltung des Verifikationssystems).

3.3.6 *Entscheidungsprozesse, Infrastruktur und Logistik*

In jedem Kernwaffenprogramm muß eine wissenschaftliche, technische und logistische Infrastruktur aufgebaut werden. Hierzu gehört zunächst die Rekrutierung und Ausbildung von speziell qualifiziertem Personal und der Aufbau eines Forschungs- und Produktionskomplexes, einschließlich Gebäuden, Zufahrten, Verpflegung, technischer Ausstattung, Werkstätten, Wartung, Rekrutierungsabteilung, Beschaffungsabteilung, Behausung, Leitung, Verwaltung, Koordinierung mit externen Aktivitäten und vielem mehr. All diese Aktivitäten und Einrichtungen müssen vor allen Verifikationsmaßnahmen und Entdeckungsrissen geschützt werden. Das amerikanische Manhattan-Programm wurde in dem abgelegenen Bergdorf Los Alamos versteckt.¹¹³ Die über tausend Mitarbeiter und ihre Familien

110 Schaper, a.a.O. (Anm. 75).

111 Joachim Schulze, Atomteststopp-Verifikation I: Struktur des Verifikationssystems, Spektrum der Wissenschaft, Juli 1997, S. 94.

112 So sind z.B. im Dezember 1995 indische Testvorbereitungen mit Hilfe kommerzieller Satelliten entdeckt worden: Vipin Gupta, Frank Pabian, Investigating the Allegations of Indian Nuclear Test Preparations in the Rajasthan Desert – A CTB Verification Exercise Using Commercial Satellite Imagery, Science & Global Security, Jg. 6, Nr. 2, 1997, S. 101-188.

113 Richard Rhodes, The Making of the Atomic Bomb, New York 1986.

mußten extrem strenge Geheimhaltungsbestimmungen einhalten. Selbst die Postadresse bestand nur aus einem Postfach in dem 30 km entfernten Santa Fe. Externe Mit- und Zuarbeiter wurden bis auf wenige Ausnahmen über den Zweck des Unternehmens im Unklaren gelassen. Ähnlich extreme Geheimhaltungsmaßnahmen gab es auch in allen anderen Kernwaffenprogrammen. Je größer ein Komplex wächst, desto stärker steigt die Entdeckungswahrscheinlichkeit an. Die wahrscheinlichsten Entdeckungsmechanismen waren damals Spionage und Verrat.

Es ist wahrscheinlich, daß ein Staat, der sich in einer kernwaffenfreien Welt heimlich Kernwaffen beschaffen will, eher nichtdemokratisch ist und einen ausgeprägten Bespitzelungs- und Einschüchterungsapparat besitzt, der ihm bei der inneren Disziplinierung nützt.¹¹⁴ Es kann angenommen werden, daß die Transparenz politischer Entscheidungen weit unterentwickelt ist. Die Entscheidungsprozesse in einer Demokratie beteiligen im Gegensatz dazu mehr Akteure, und für eine kleine Gruppe dürfte es kaum möglich sein, ein hierarchisch organisiertes Projekt aufzubauen, das riesige Ressourcen benötigt, ohne daß dies in irgendeiner Weise bekannt würde. Man könnte einwenden, daß das Manhattan-Projekt auch in einer Demokratie stattgefunden hat. Jedoch gibt es einen entscheidenden Unterschied: die Beteiligten hielten ihre Arbeit für notwendig und legitim, und sie empfanden sie als Beitrag zur Rettung der Demokratie. Ein Kernwaffenprogramm in einer kernwaffenfreien Welt wäre hingegen ein Bruch des Völkerrechts, was in einer Demokratie auch den meisten Beteiligten bewußt wäre und im Widerspruch zu ihrem Unrechtsbewußtsein stünde (vgl. Abschnitt 3.3.8 Geheimhaltung und Legendenbildung).

Zum Aufbau einer Infrastruktur und der Logistik seines Kernwaffenprogrammes würde ein Anfänger im Prinzip folgendermaßen vorgehen:

1. **Entscheidungsphase:** In einer ersten Phase wird die politische Entscheidung für ein Kernwaffenprogramm getroffen. Hierbei gibt es viele Abstufungen. Beispiele für verschiedene Stufen sind: - eine Studie zur Exploration der technischen Möglichkeiten, - das Offenhalten einer Option durch eine Bereitstellung technischer Möglichkeiten, - die Fabrikation weniger einzelner Sprengköpfe oder - die Fabrikation eines strategisch bedeutsamen Arsenal. Ein Entscheidungsprozeß kann sich über Jahre hinweg hinziehen und von Stufe zu Stufe fortschreiten. Es ist auch möglich, daß von Anfang an die maximale Stufe, der möglichst schnelle Aufbau eines Arsenal, geplant ist.
2. **Vorstudien:** Der Proliferator wird zunächst mit wenigen Wissenschaftlern und Akteuren, deren Loyalität er vorher überprüft, Vorstudien betreiben, einschließlich der ersten Planung, weiterer Rekrutierung und Logistik. Hierbei werden sein Auslandsgeheimdienst und inländische Bespitzelungsbehörden von Anfang an beteiligt, um maximale Sicherheit vor Entdeckung aufzubauen.

114 Haarsträubende Einzelheiten der Einschüchterungsmethoden Saddam Husseins sind kürzlich durch einen Überläufer berichtet worden: Khidir Hamza, Inside Saddam's secret nuclear program, Bulletin of the Atomic Scientists, September/Oktober 1998, S. 26.

3. Infrastruktur: In der nächsten Phase werden Orte ausgewählt und die Infrastruktur aufgebaut. Dabei ist es wahrscheinlich, daß – soweit vorhanden – bereits existierende Einrichtungen konvertiert und genutzt werden. Spätestens ab jetzt müssen neben Akademikern auch andere spezialisierte Facharbeiter und weiteres unqualifiziertes Personal eingesetzt werden. Nicht alle können über die wahre Zweckbestimmung im Unklaren gelassen werden.

Solche Planungen können nur durch Zufall, d.h. Überläufer und geheimdienstliche Methoden, entdeckt werden. Die Entdeckungswahrscheinlichkeit erhöht sich mit dem Fortschritt der Aktivitäten.

3.3.7 Beschaffungsaktivitäten¹¹⁵

Um seine Produktionsindustrie aufzubauen, benötigt der Proliferator Technologien, Komponenten, Werkzeuge, Materialien, technische Fertigkeiten, Kompetenzen, Schulung und Beratung. Je weniger industrialisiert er ist, desto stärker ist er hierbei von ausländischer Hilfe abhängig. Falls er keinen Zugang zu einer Technologie bekommt, wird er versuchen, sich geeignete Produktionstechnologie zu beschaffen, und falls er diese auch nicht bekommt, wird er die Produktionstechnologie für die Produktionstechnologie besorgen. Ein Beispiel ist HEU, hergestellt wird es z.B. mit Zentrifugen, für deren Produktion braucht man Werkzeugmaschinen, Lagerungen, Auswuchtmaschinen und vieles mehr. Je weiter nach unten man diese Kette verfolgt, desto ausgeprägter wird der *Dual-use-Charakter*. Eindeutig für Kernwaffen verwendbare Technologien stehen auf Exportkontrolllisten, Werkzeuge und Komponenten sind dagegen fast immer für mehrere Zwecke verwendbar. Eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt der Wissenstransfer und die Hilfe von Experten.

Typische Beschaffungsaktivitäten konnten beim irakischen Proliferationsfall beobachtet werden. Es gibt legale und illegale Strategien. Dazu gehört die Beschaffung von Gütern oder Teilkomponenten, die nicht auf Listen standen, von Werkzeugen für die eigene Produktion, der Einsatz von Zwischenhändlern, Scheinfirmen, Transit durch Länder mit Gesetzeslücken und schwacher Umsetzung, falsche Endverbleibserklärungen, Schmuggel, Ausnutzung des Status von Diplomaten, Industriespionage, Beratung vor Ort durch ausländische Experten und Bestechung solcher Experten.

Aus den Erfahrungen mit dem Irak wurden Lehren gezogen, die zu den umfangreichen Reformen der Exportkontrollen in vielen Industrieländern führten.¹¹⁶ Diese Reformen zielen in erster Linie auf ab, solche Exporte zu verhindern,¹¹⁷ aber eine wichtige Funktion ist

115 Harald Müller/Matthias Dembinski/Alexander Kelle/Annette Schaper, *From Black Sheep to White Angel? – The New German Export Control Policy*, Frankfurt (PRIF Report Nr. 32), Januar 1994; vgl. auch Abschnitt 4.2.3..

116 H. Müller (Hg.), *Nuclear Export Controls in Europe*, Brussels 1995; Müller et al. a.a.O. (Anm. 115).

117 V. a. durch stärkere Verpflichtungen zur Beantragung von Genehmigungen, z.B. auch, wenn nur der Verdacht einer Verwendung in einem Beschaffungsprogramm für Massenvernichtungsprogramm besteht selbst wenn das Transfergut in keiner Liste steht, durch Ausbau der Kontrollbehörden, durch Aus-

aber auch die Frühentdeckung von Beschaffungsaktivitäten. Wie schnell ein Verdacht aufgrund von Beschaffungsaktivitäten entsteht, hängt stark von nationalen Exportkontrollsystemen und der internationalen Kooperation und Transparenz ab. Aus diesem Grund gibt es nun internationale Bemühungen, Datenbanken sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene einzurichten, in denen alle Informationen über verdächtige Vorgänge und Technologietransfer gesammelt werden sollen.¹¹⁸ Neben Informationen der Exportkontrollbehörden spielen auch die von Zollbehörden, Polizeien und Geheimdiensten eine wichtige Rolle. Auch die IAEO wird eine solche Datenbank aufbauen, in die u. a. auch Informationen der Mitglieder über Ein- und Ausfuhren sensitiver Güter gesammelt werden¹¹⁹ und mit deren Hilfe Länderprofile erstellt werden sollen.¹²⁰ Die Spur eines Transfergutes kann nur verfolgt werden, wenn alle Staaten an der Informationssammlung beteiligt sind, ganz besonders die Kernwaffenstaaten, bzw. in einer kernwaffenfreien Welt die ehemaligen Kernwaffenstaaten.¹²¹ In einer kernwaffenfreien Welt müßte die weltweite Beobachtung von Technologietransfer und Beschaffungsmaßnahmen systematisch implementiert werden.

3.3.8 Geheimhaltung und Legendenbildung

Ein zentrales Interesse eines Proliferators ist Geheimhaltung, und diese wird durch internationale Sicherungsmaßnahmen, ausländische Geheimdienste und Verräter bedroht. Daher wird jedes geheime Nuklearwaffenprogramm die systematische Planung enthalten, wie mit diesen Bedrohungen umgegangen werden soll. Ein Teil davon wird Gegenspionage mit ihren typischen Methoden sein. Dazu gehört die sorgfältige Auswahl und Kontrolle der Mitarbeiter. Darüber hinaus werden soziale und psychologische Methoden wie Indoktrinationen, Einschüchterungen, Belohnungen oder Ehrungen angewandt werden, um die Zuverlässigkeit der Mitarbeiter zu garantieren und Verrat zu verhindern.

Ein weiteres Element wären die systematische Analyse der existierenden Verifikations- und Sicherungsmaßnahmen und die konsistente Entwicklung einer Legende zur Ver-

weitung der Straftatbestände, durch Festlegung von Verantwortlichkeiten oder durch Abschreckung mit höheren Strafen.

118 So z.B. beim Bundesausfuhramt (BAFA).

119 Infcirc/540 enthält eine Liste dieser Güter: Annex II: List of Specified Equipment and Non-Nuclear Material for the Reporting of Exports and Imports According to Article 2.a.(IX).

120 Richard Hooper, The System of Strengthened Safeguards, IAEA Bulletin 39/4, Dezember 1997, S. 26. Über die genaueren Konzepte und Methoden dieser Länderprofile ist bisher nichts bekannt.

121 Dies war ein Streitpunkt bei den Verhandlungen zum S3, wobei die Kernwaffenstaaten zunächst gezögert haben, diese Maßnahmen auch auf sich selbst anzuwenden. Inzwischen haben sie Erklärungen abgegeben, welche Maßnahmen auch für sie gelten sollen, wobei die von Rußland und China noch unbefriedigend sind. French declaration: *Measures that France Intends to Apply for the Implementation of the 93+2 Programme*, 13 Mai 1997 (unofficial English translation from French); British declaration: *Implementation in the UK of Measures Provided for in the Programme 93+2 Model Protocol*, 13 Mai 1997; Chinese declaration: *Statement by China on its Contribution to the Implementation of "Programme 93+2"*, 15 Mai 1997 (translation from Chinese), Russian declaration: *Statement by the Delegation of the Russian Federation at the Special Session of the IAEA Board of Governors*, 15 Mai 1997 (unofficial translation from Russian).

schleierung der wahren Bestimmung. Diese Legende wäre in großen Teilen technischer Natur. So muß z.B. erklärt werden, wie die Zusammensetzung radioaktiver Proben zustandekommt. Die nordkoreanische Verletzung des NVV ist nicht zuletzt durch Inkonsistenzen zwischen Analyseergebnissen und nordkoreanischen Erklärungen aufgedeckt worden. Als Tarnorganisationen bieten sich bestehende zivile Forschungseinrichtungen, die zivile Kernenergie, konventionelle militärische FuE und industrielle Einrichtungen an (vgl. bisherige Abschnitte). In jedem Fall sind technische Veränderungen und Ausbauten nötig und werden Personen involviert, vor denen die wahre Zweckbestimmung verheimlicht werden muß. Geheimhaltungs- und Sicherheitsbestimmungen könnten mit konventioneller Militärforschung und Sicherheitsmaßnahmen in der Kernindustrie gerechtfertigt werden. Ein wichtiges Element des irakischen Programms war dies systematische Analyse der IAEO-Sicherungsmaßnahmen und die Identifizierung der damaligen Lücken. Auch die Legendenbildung wurde systematisch betrieben und trainiert.¹²²

Die Legenden müssen zwischen allen Beteiligten abgestimmt und den Mitarbeitern gelehrt werden, in einer Weise, daß möglichst viel davon auch von den Mitarbeitern selbst geglaubt wird. Übungen zum Umgang mit Inspektoren sind eine wahrscheinliche Methode. In einigen Aspekten wird nicht zu vermeiden sein, daß wichtigen Mitarbeitern bewußt wird, gegen nationale Gesetzgebung zu verstoßen. Diese wird es im Fall einer kernwaffenfreien Welt geben, denn die Staaten werden zu deren Implementierung verpflichtet sein. In einer Demokratie gehört hierzu kriminelle Energie, in Staaten ohne Demokratie wäre ein entsprechendes Unrechtsbewußtsein nicht in gleicher Weise ausgeprägt, und es könnten leichter die typischen sozialen und psychologische Methoden angewandt werden, die auch Personen zu einer Beteiligung bewegen, denen in einer Demokratie mit Tradition die Mentalität einer kriminellen Energie völlig fehlen würde.¹²³

Ein weiteres Element wären wahrscheinlich Planungen, wie im Fall eines internationalen Verdachts zu reagieren wäre. Typische Szenarien wären Zugangsverweigerungen bei Inspektionen wie in Nordkorea und Irak, Verzögerungstaktiken durch langwierige diplomatische Verhandlungen, um in der Zwischenzeit verräterische Spuren zu beseitigen (Irak).

Entdeckt werden können solche Planung wieder nur durch Zufall. Je mehr Beobachtungen dieser Art sich häufen, desto stärker prägt sich ein Verdacht aus, der Anlaß für weitere, einschneidendere Verifikationsmaßnahmen sein sollte. Ein Instrument zur Aufdeckung von Legenden könnten Interviews mit Mitarbeitern verdächtiger Anlagen und Einrichtungen sein. Darüber hinaus könnten Mechanismen implementiert werden, die Whistle-Blowern Schutz bieten. Dieser Schutz könnte von juristischem Beistand in arbeitsrechtlichen Konflikten über einen internationalen Hilfsfond bis zu typischen Geheimdienstmethoden zum

122 Hamza, a.a.O. (Anm. 114).

123 Zur Illustration dieser Argumentation soll auf die sozialen Mechanismen verwiesen werden, die zur Beteiligung an Institutionen wie der Stasi in der ehemaligen DDR führten. Sie wären in Staaten mit demokratischer Tradition nicht vorstellbar.

In einer Demokratie müßten die Urheber eines geheimen Kernwaffenprogramms Personen finden, die nicht nur den sehr hohen Anforderungen an ihre wissenschaftlichen und technischen Fähigkeiten genügen, sondern denen außerdem noch ein Unrechtsbewußtsein fehlt.

Verstecken eines geflohenen Informanten reichen. Ersteres wird eher in demokratischen Staaten relevant, letzteres in Staaten, in denen die Grundrechte nicht geachtet werden und Gefahr für Leib und Leben besteht. Diese Maßnahmen sollten möglichst international organisiert werden.¹²⁴

3.4 Zusammenfassung: Wie zuverlässig kann die Frühentdeckung heimlicher Kernwaffenprogramme sein?

Für die Frühentdeckung heimlicher Kernwaffenprogramme gilt Ähnliches wie für die Verifikation der Abrüstung (Abschnitt 3.2). Es gibt zwei Aufgaben, nämlich die Überprüfung, ob Deklarationen korrekt sind, und die Frühentdeckung heimlicher, nichtdeklarerter Aktivitäten bezüglich der Beschaffung von Kernwaffen. Die IAEO-Sicherungsmaßnahmen vor der Reform S³ konzentrierten sich auf die erste Aufgabe, die zweite wurde jedoch vernachlässigt. Erst die Reform führte viele Maßnahmen ein, die die Möglichkeiten der Frühentdeckung stark vermehren.

Die Korrektheit der Deklarationen kann mit einer Vielzahl technischer Methoden, die seit Jahrzehnten erprobt und verbessert worden sind, überprüft werden. Es gibt keine Zweifel, daß eine theoretisch extrem hohe Genauigkeit möglich ist. Begrenzt wird sie durch die Endlichkeit finanzieller Ressourcen.

Für die Frühentdeckung heimlicher Kernwaffenprogramme gibt es ebenfalls technische Methoden, z. B. weiträumige Messungen atmosphärischer Radioaktivität oder Messungen von Satelliten oder Flugzeugen. Allein reichen sie jedoch noch nicht aus, da es verschiedene Szenarien gibt, in denen sie nicht greifen würden. Nötig ist die Synergie vieler weiterer Maßnahmen, insbesondere auch die Einbeziehung von NTM, da diese die Wahrscheinlichkeit einer Entdeckung erhöhen würde.

Eine nicht zu unterschätzende Rolle spielen Satelliten:¹²⁵ Mit ihrer Hilfe können Landschaftsveränderungen beobachtet werden, z. B. Gebäude, Straßen oder auch Erdaushub im Fall des Baus einer unterirdischen Anlage. Weiterhin ist es möglich, Energieflüsse zu detektieren, z. B. im Fall des Betriebs einer Anreicherungsanlage oder eines Reaktors. Schließlich können auch verschiedene Abgase analysiert werden, die z. B. durch heimliche Wiederaufarbeitung oder durch die Verwendung von Uranhexafluorid bei Anreicherung entstehen. Auch können verdächtige Anlagen beobachtet werden, um festzustellen, ob dort

124 Der Schutz von Informanten und Beobachtung wissenschaftlich-technischer Aktivitäten durch gesellschaftliche Gruppen, z.B. Fachverbände, könnte als Element in eine zukünftige Kernwaffenkonvention aufgenommen werden. Siehe hierzu: Frank Blackaby, Societal Verification, in: Background Papers of the Canberra Commission on the Elimination of Nuclear Weapons, August 1996, S.264.

125 Wolfgang Fischer/Wolf-Dieter Lauppe/Bernd Richter/Gotthard Stein/Bhupendra Jasani, The Role of Satellites and Remote Data Transmission in a Future Safeguards Regime, in Proceedings of the Symposium on International Nuclear Safeguards, Jg. I (Vienna: International Atomic Energy Agency, März 14-18, 1994), S. 411; Space Applications Institute – Advanced Techniques, EC-Joint Research Centre, Minutes of the Informal Meeting on the Use of Remote Sensing Data in Support to Non-Proliferation, Ispra, Italy, 28 Mai, 1997.

überdurchschnittlich viele Aktivitäten, z. B. Verkehr, stattfinden. Uranabbau kann mit Hilfe von Satelliten entdeckt werden. Nicht zuletzt spielen Satelliten bei der Vorbereitung von Nukleartests eine wichtige Rolle.

Von zentraler Bedeutung ist die Möglichkeit, alle Informationen zu nutzen, um einen Verdacht zu etablieren, einschließlich die von Whistle-Blowern, Geheimdiensten oder der offenen Presse.

Wenn alle die in den vorangegangenen Abschnitten erwähnten Verifikationsmethoden angewandt würden, wäre ein unentdecktes Programm, das bis zur Konstruktion mehrerer Sprengköpfe führt, äußerst unwahrscheinlich.

Welchen Maßnahmen in der Synergie welches Gewicht zukommt, hängt von einer Reihe verschiedener Merkmale ab: so ist es ein Unterschied, ob es sich um einen ehemaligen Kernwaffenstaat handelt, in dem es immer noch Unterlagen, Fachleute und Materialien geben könnte, die bestimmte Entwicklungsarbeiten überflüssig machen würden, oder um einen Neuanfänger. Ein bedeutsamer Unterschied besteht in der Schwierigkeit bei der Erfassung des Anfangsinventars ehemaliger Kernwaffenbesitzer im Gegensatz zu allen anderen Staaten, also der Überprüfung, ob die Deklarationen zu Anfang korrekt und vollständig waren, wie in 0 beschrieben. Der Grund sind das späte Einsetzen und die Komplexität der Aufgabe. Die illegalen Beschaffungsszenarien wären aber die gleichen wie in Nichtkernwaffenstaaten. Wenn in der Abrüstungsphase die Deklarationen korrekt waren, und bei der Erfassung genügend Transparenz geschaffen worden war, wird eine spätere Regierung keine undeckelten Bestände mehr vorfinden.

Ein anderes Unterscheidungsmerkmal ist der Grad der Entwicklung der Nuklearindustrie. Je größer ihr Umfang ist, desto aufwendiger ist auch die Verifikation. Dies ist bereits heute der Fall. Alle Staaten mit Nuklearindustrie außer der KWS und Indien, Pakistan und Israel unterliegen umfassenden Sicherungsmaßnahmen der IAEO. Eine rein rechnerische Anpassung nur an den Umfang dieser Industrie hat aber in der Vergangenheit dazu geführt, daß der größte Teil der Aktivitäten für Routineinspektionen in einigen wenigen Ländern, u.a. Deutschland, Japan und Kanada, gewidmet war. Im Irak fanden dagegen Inspektionen zu selten statt. Die Reformen hatten daher auch das Ziel, den Umfang der Maßnahmen nicht nur an der Nuklearindustrie auszurichten, sondern auch stärker das bereits gewachsene Vertrauen in die Staaten zu berücksichtigen.

Weitere Unterscheidungsmerkmale sind dieses Vertrauen und die auf S. 27 aufgelisteten Voraussetzungen. Man wird damit rechnen müssen, daß es immer Länder gibt, in denen sie nicht alle gegeben sind. Im Gegenteil, es ist wahrscheinlich, daß heimliche Kernwaffenprogramme eher in undemokratischen und wenig transparenten Ländern stattfinden, wie z. B. Irak, Nordkorea oder Südafrika vor seiner fundamentalen Veränderung. Gerade in solchen Ländern muß aber die Frühentdeckung greifen. Die folgenden Beispiele sollen die historischen Erfahrungen mit diesen Beispielen daraufhin untersuchen, wie leistungsfähig die Verifikation war, und ob die Programme mit besseren Methoden früher entdeckt worden wären.

4 Drei Beispiele und einige Lehren daraus

Es gibt einige historische Fallbeispiele von Kernwaffenprogrammen, die typische Vorgehensweisen von Proliferatoren illustrieren und mögliche Grenzen der Verifikation aufzeigen. Drei Beispiele sollen im folgenden genauer analysiert werden. Diese Beispiele sind die Nuklearprogramme Iraks, Nordkoreas und Südafrikas. Ein Verdacht gegen Südafrika bestand bereits lange, aber er konnte nie präzisiert werden, weil es nicht Mitglied im NVV war und keine umfassenden Inspektionen zuließ. Das Beispiel Südafrika ist außerdem interessant, weil hier eine nachträgliche Verifikation, daß nukleare Abrüstung erfolgreich war, stattgefunden hat. Auch im irakischen Fall ist verifiziert worden, ob ein Kernwaffenprogramm wieder rückgängig gemacht worden ist. Charakteristisch für diesen Fall sind die einerseits extremen Zugangsrechte der Inspektoren, andererseits aber – im krassen Gegensatz zur Verifikation der südafrikanischen Abrüstung – die völlig fehlende Kooperationsbereitschaft der Iraker. Auch in Nordkorea fehlt es an Kooperationsbereitschaft, zusätzlich aber auch an Möglichkeiten, einen Zugang zu suspekten Anlagen zu erzwingen. Trotzdem war es möglich, eine Hintergehung des NVV aufzudecken.

Allen drei Beispielen ist gemeinsam, daß die Akteure Geheimhaltungsstrategien entwickelten und daß keine Bereitschaft zur Kooperation und Transparenz existierte, während die Programme durchgeführt worden. Die leitende Frage ist, ob trotz fehlender Kooperation eine frühzeitige Entdeckung möglich gewesen wäre. Hierfür soll untersucht werden, wodurch die Aktivitäten entdeckt worden sind und ob und mit welchen Methoden es möglich gewesen wäre, sie früher aufzuspüren. Hierbei spielen vor allem Inspektionen, Geheimdienste und die internationale Beobachtung von Beschaffungsmaßnahmen eine wichtige Rolle.

4.1 Südafrika: nukleare Aufrüstung und Abrüstung¹²⁶

4.1.1 Wann und wodurch sind die Aktivitäten entdeckt worden?

Die ersten Verdachtsmomente waren Südafrikas Weigerung, dem NVV beizutreten und alle seine Nuklearanlagen IAEO-Sicherungsmaßnahmen zu unterstellen. Einen konkreteren Verdacht, daß Südafrika ein geheimes Kernwaffenprogramm betreibe, hatte die CIA schon

126 Statement by South African President De Klerk to Parliament on März 24, 1993 regarding South Africa's construction of nuclear weapons; Waldo Stumpf, South Africa's Limited Nuclear Deterrent Programme and the Dismantling Thereof Prior to South Africa's Accession to the Nuclear Non-Proliferation Treaty, Mitschrift eines Vortrags, Botschaft Südafrika, Washington, D.C., 23. Juli 1993; David Albright/Mark Hibbs, South Africa: The ANC and the Atom Bomb, Bulletin of the Atomic Scientists, April 1993, S. 32; Zachary S. Davis, South Africa's Nuclear Status, CRS Issue Brief, Updated Mai 25, 1993; Zondi Masiza, A Chronology of South Africa's Nuclear Program, The Nonproliferation Review, Bd. 1, Nr. 1, Herbst 1993; David Albright, South Africa's Secret Nuclear Weapons, Report, Institute for Science and International Security, Mai 1994; Frank V. Pabian, South Africa's Nuclear Weapon Program: Lessons for U.S. Nonproliferation Policy, The Nonproliferation Review, Bd. 3, Nr. 1, Herbst 1995, S. 1.

Mitte der siebziger Jahre.¹²⁷ Dieser Verdacht beruhte vor allem auf Südafrikas Bemühungen, eine eigene Kapazität zur HEU-Produktion aufzubauen. Klarheit über die Absichten wurden spätestens 1977 geschaffen, als der sowjetische Geheimdienst mit Hilfe von Beobachtungssatelliten Vorbereitungen für einen südafrikanischen Nukleartest entdeckte. Die weitere Frage war nicht mehr, ob die Südafrikaner überhaupt eine Kernwaffenoption anstrebten, sondern wie weit sie schon fortgeschritten waren. In einem Bericht der CIA von 1984 heißt es, daß "Südafrika genug HEU für zwei bis vier Sprengköpfe" beisammen habe, "je nachdem, welches Design sie benutzen wollen".¹²⁸ "Beweise einer signifikanten Kernwaffenfähigkeit" seien "beträchtlich und zwingend".¹²⁹ Ein wichtiges Mittel der Aufklärung waren Satellitenaufnahmen, darüber hinaus gab es eine "massive Anstrengung der Geheimdienstgemeinde, das Stattfinden einer Nuklearexplosion durch andere Mittel als Satellitenbeobachtung zu bestätigen".¹³⁰ 1979 gab es infolge einer Satellitenbeobachtung den Verdacht, daß im Südatlantik ein Nukleartest stattgefunden habe. Bis heute ist aber umstritten, ob das Ereignis wirklich einer war und ob in diesem Fall Südafrika und/oder Israel beteiligt waren.

Einige Anlagen standen unter Sicherungsmaßnahmen der IAEA, aber da diese nicht vollständig waren und vor allem nicht in den Urananreicherungsanlagen stattfanden, konnte der bereits bestehende Verdacht hierdurch nicht weiter präzisiert werden.

1991, als Folge des südafrikanischen NVV-Beitritts im gleichen Jahr, begann die IAEA, vollständige Sicherungsmaßnahmen zu implementieren und das Anfangsinventar zu erfassen (siehe Abschnitt 4.1.4). Kurz nach Beginn der Inspektionen entstand in der IAEA der Verdacht, daß es ein geheimes Programm gegeben haben müsse. Der Grund waren die großen Mengen – deklarierten – metallischen HEU, denn als Verwendungszweck kommt diese Art des Materials in dieser Quantität nur eine Kernwaffenoption in Frage. Die IAEA hatte den Verdacht für sich behalten, denn ihre Aufgabe besteht darin, die jetzige und zukünftige zivile Verwendung des Materials zu sichern, nicht vergangene Zweckbestimmungen aufzuklären.

Gewißheit erhielt die Welt, als im März 1993 Präsident de Klerk verkündete, daß Südafrika ein kleines Nukleararsenal aufgebaut und wieder abgerüstet hatte. Es seien sieben Sprengköpfe nach dem Kanonenrohrprinzip geplant gewesen, sechs davon fertig gebaut und wieder zerlegt. Materialien, Anlagen, Unterlagen und Werkzeuge seien vollständig konvertiert oder zerstört worden. Das komplette Bild entstand durch Veröffentlichungen südafrikanischer Behörden. Das Programm hatte einen kleinem Umfang, nämlich die Konstruktion von zwei 2 Sprengköpfen pro Jahr. Es lief von 1960 bis 1989, wobei die intensive Phase 1970 begonnen hat.

127 Davis, a.a.O. (Anm. 126).

128 Director of Central Intelligence, Trends in South Africa's Nuclear Security Policies and Programs, Report, 4. Oktober 1984, Case Number F-1992-00809, in Auszügen veröffentlicht am 27. April 1997; hier S. 1.

129 CIA 1984, a.a.O. (Anm. 128).

130 CIA 1984, a.a.O. (Anm. 128).

4.1.2 *Hätten die Aktivitäten früher entdeckt werden können?*

Südafrika hielt sein Programm extrem geheim, nur wenige Regierungsangehörige waren eingeweiht. Insgesamt waren über 1000 Mitarbeiter beschäftigt, deren Zuverlässigkeit genau überprüft wurde. Sie waren fast alle nur teilinformiert, und nur fünf bis zehn hatten überhaupt einen Gesamtüberblick.¹³¹ Aus dem gleichen Grund der Geheimhaltung wurde auch versucht, die eigene Selbständigkeit zu maximieren, um so wenig wie möglich von ausländischen Beschaffungen abhängig zu sein. Tatsächlich wurde das Ziel trotz des Embargos erreicht.

Das technische Design, das Südafrika gewählt hatte, war das einfachstmögliche, nämlich das Kanonrohr-Design. Es hatte nicht einmal eine Neutronenquelle, die eine gewisse technische Hürde dargestellt hätte.¹³² Durch solche technischen Minimalansprüche wurden der Aufwand, die Zahl der Mitarbeiter und Mitwisser und die Beschaffungsmaßnahmen minimiert. Noch 1984 wußte der CIA nicht, auf welches Design das südafrikanische Programm abzielte (s.o.). Obwohl die Bemühungen der Geheimdienste anscheinend beträchtlich waren, war es ihnen nicht möglich, mehr in Erfahrung zu bringen.

Der Verdacht war jedoch frühzeitig etabliert, spätestens Mitte der 70er Jahre, also nur wenige Jahre nach Beginn der intensiveren Beschaffungsphase. Auch daß sich Südafrikas Bemühungen auf die Beschaffung von HEU konzentrierten, war bekannt. Aus der Art seiner Anreicherungstechnologie hat Südafrika kein Geheimnis gemacht, da es sie auch zivil nutzte.¹³³ Weitere Klärungen waren nicht möglich, weil Südafrika außer einigen Sicherungsmaßnahmen in weniger relevanten Anlagen weiter keine Verpflichtungen zur Transparenz hatte. Hätte es damals bereits unter vollständigen Sicherungsmaßnahmen gestanden, wäre eine illegale Abzweigung in den Mengen, die für ein Kanonenrohrdesign nötig sind, mit Sicherheit entdeckt worden. Heute, nach Implementation von S³, wäre auch eine undeklarierte Anreicherungsanlage entdeckt worden, um so mehr, da bereits ein Verdacht bestand und inzwischen die IAEO einen solchen als Anlaß für Sonderinspektionen nutzen darf.

4.1.3 *Beschaffungsaktivitäten als Verdachtsmerkmal*

Auch im südafrikanischen Programm hatte es Technologietransfer gegeben. Dieser wurde vor allem genutzt, um eine technische Infrastruktur als Voraussetzung für spätere Selbständigkeit und Unabhängigkeit zu schaffen. Eines der wichtigsten Elemente war Training im Ausland und Studium offener Quellen, einschließlich deklassifizierter Unterlagen aus dem Manhattan-Projekt. Südafrikanische Kernphysiker wurden im U.S. "Atoms for Peace" ausgebildet. In den 50er und 60er Jahren erhielt Südafrikas ziviles Nuklearprogramm massive Hilfe vor allem von den USA und Europa, so z.B. einen Forschungsreaktor und für diesen

131 Stumpf, a.a.O. (Anm. 126).

132 Stumpf, in der Diskussion nach seinem Vortrag 1993 (Anm. 126).

133 Siehe z.B. die ausführliche Beschreibung des südafrikanischen Helikon-Prozesses in Krass et al 1983, a.a.O. (Anm. 78).

100 kg HEU aus den USA und Reaktortechnologie aus Deutschland, der Schweiz und den USA. In einem bekanntgewordenen Vorfall gelang es Südafrika, 25 amerikanische Kerntechniker anzuwerben, illegalerweise.

Die südafrikanische Anreicherungstechnologie, der sogenannte "Helikon-Prozess", ist verwandt mit dem deutschen Trenndüsenverfahren. In einigen Quellen wird vermutet, daß es hier einen intensiven Technologietransfer gegeben hat. Die technischen Charakteristika sind jedoch sehr unterschiedlich, und inzwischen ist man der Ansicht, daß es über das Studium veröffentlichter Quellen hinaus hierbei wenig deutschen Einfluß gegeben hat.¹³⁴ Belegt ist israelisch-südafrikanischer Technologietransfer bezüglich anderer Militärtechnologien, inwieweit auch das Kernwaffenprogramm beteiligt war, ist umstritten. Dagegen spricht, daß das israelische Programm im Gegensatz zum südafrikanischen auf Plutonium beruht und daher eine ganz andere Zündtechnologie benötigt. Bemerkenswert ist der Kauf eines Röntgenblitzgerät aus Schweden im Jahre 1986, das in den 50er Jahren für das damalige schwedische Kernwaffenprogramm entwickelt worden war.¹³⁵ Obwohl solche Geräte auch in der konventionellen militärischen Forschung und Entwicklung und auch im zivilen Bereich eingesetzt werden, unterliegen sie Exportrestriktionen, und Beschaffungsversuche stellen ein Verdachtsmerkmal dar. Weiterer Technologietransfer betraf vor allem Dual-Use-Güter, z.B. Werkzeuge. Alle Werkzeuge, die später vorgefunden wurden, waren jedoch technisch relativ einfach und standen nicht explizit auf Exportkontrolllisten.

Die südafrikanische Regierung hat sich trotz aller Offenheit und Transparenz entschlossen, ihre Lieferer und Partner nicht zu benennen, vermutlich um diesen diplomatische Komplikationen zu ersparen.

Der größte Teil des Technologietransfers fand statt, als die Exportkontrollen viel weniger entwickelt waren als heute. Stärkere Kontrollen wurden erst seit 1974 mit der Zanggerliste zu nuklearen Schlüsseltechnologien implementiert.¹³⁶ Erst 1992, nach den Erfahrungen mit dem Proliferationsversuch des Irak, wurden diese reformiert und der Liste ein "Dual-Use-Anhang" angefügt.¹³⁷

Die südafrikanische Strategie, zunächst mit Hilfe von Technologietransfer eine wissenschaftlich-technische Infrastruktur zu schaffen und dann möglichst ohne Abhängigkeit von außen ein konkretes Programm aufzubauen, hat zu einer Reduktion der Entdeckungswahrscheinlichkeit beigetragen. Inzwischen wird die internationale Beobachtung von Technologietransfer bewußt als Instrument der Frühwarnung eingesetzt, außerdem finden legale Exporte im Nuklearbereich ohne umfassende Sicherungsmaßnahmen zunehmend weniger statt. Andererseits ist die nukleare Industrialisierung vieler Länder inzwischen weiter fortgeschritten, so daß die Zahl der Länder, die massiv auf Technologietransfer angewiesen wären, sinkt.

134 Albright, a.a.O. (Anm. 126).

135 CNS Database des Monterey Institute of Internationale Studies (Doc. 605).

136 IAEI, INFCIRC/207.

137 IAEI, INFCIRC 254, Part II.

4.1.4 Verifikation der nuklearen Abrüstung

Das südafrikanische Beispiel ist nicht nur für das Studium der Entdeckungsmöglichkeiten eines Proliferators interessant, sondern auch für die Verifikation nuklearer Abrüstung. Südafrika ist das einzige Land, in dem eine vollständige nukleare Abrüstung verifiziert wurde.

Die IAEA hatte zunächst die Aufgabe, die Korrektheit der Deklarationen des Inventars zu überprüfen.¹³⁸ Hierbei gab es spezielle Schwierigkeiten: Die Anreicherungsanlagen waren nicht für Sicherungsmaßnahmen ausgelegt, und die IAEA hatte keine Erfahrungen mit der speziellen südafrikanischen Anreicherungsart. Es war daher nötig, vorher ein technisches Verständnis zu entwickeln. Zu diesem Zweck fanden gemeinsame Seminare der südafrikanischen Fachleute und der Inspektoren der IAEA statt. Zunächst ergaben die Inspektionen eine signifikante Diskrepanz zwischen den deklarierten und den von den Inspektoren unabhängig davon ermittelten Mengen. Als Konsequenz wurde die Produktionsgeschichte der Anlagen genauer rekonstruiert. Dafür wurden Tausende von täglichen Betriebsprotokollen und Aufzeichnungen mit genauen Angaben über den täglichen Zustand der Anlagen herangezogen und die tägliche Produktionsrate nachgerechnet. Auf diese Weise wurde dann tatsächlich Konsistenz erreicht.¹³⁹

Entscheidend für diesen Erfolg war die Kooperation der Südafrikaner und die extreme Transparenz, die die südafrikanischen Verpflichtungen weit übertraf. Es war in Südafrikas eigenem Interesse, Glaubwürdigkeit zu erreichen.¹⁴⁰

Die andere Aufgabe der IAEA war die Überprüfung der Vollständigkeit der südafrikanischen Angaben. Nach Bekanntgabe des ehemaligen Kernwaffenprogramms wurde die Zielsetzung erweitert: Nun sollten die Inspektionen nicht nur sicherstellen, daß alles Material zurückgegeben worden ist und daß die Informationen über die Produktionsgeschichte vollständig sind, sondern auch, daß alle nichtnuklearen Komponenten zerstört, alle Anlagen konvertiert oder stillgelegt sind und daß das Testgelände zerstört worden ist. Zu diesem Zweck wurde das Team durch Kernwaffenspezialisten verstärkt. Es hatte zudem die Aufgabe, mit den Südafrikanern über zukünftige Strategien der Irreversibilität der nuklearen Abrüstung zu beraten.

Die Inspektoren sichteten offizielle Dokumente, Aufzeichnungen und Protokolle und führten Interviews mit Mitarbeitern durch. Eine wichtige Grundlage war Südafrikas Politik der vollen Transparenz. Als Ergebnis konnte erklärt werden, daß es keine Indizien und keinen Verdacht bezüglich weiterer, nicht deklariertener Anlagen gebe, obwohl die "Einschätzungen

138 Adolf von Baeckmann/Garry Dillon/Demetrius Perricos, Nuclear Verification in South Africa, IAEA Bulletin, Bd. 37, Nr. 1, März 1995; Garry Dillon/Demetrius Perricos, Verification of Completeness and Correctness of Inventory, in Proceedings of the Symposium on International Nuclear Safeguards, Jg. II (Vienna: International Atomic Energy Agency, März 14-18, 1994), S. 231.

139 Der Grund für diese Schwierigkeit ist, daß nicht nur im angereicherten Teil des Uranflusses in einer Anlage das Isotop U-235 enthalten ist, sondern auch im abgereichertem Teil, dessen Menge viel größer ist. Wenn dessen Anteil an U-235 in die Rechnung mit einem auch nur kleinen Fehler eingeht, so kann der Gesamtfehler schnell eine signifikante Menge übersteigen.

140 Stumpf, a.a.O. (Anm. 126).

nicht frei von Unsicherheiten" seien. Die IAEA beabsichtigt, auch in Zukunft Südafrikas Einladung "zum uneingeschränkten Zugang zu allen Orten, die mit dem Kernwaffenprogramm im Zusammenhang stehen, und zu allen anderen Orten" anzunehmen.

Obwohl eine absolut vollständige Gewißheit niemals erreicht werden kann, wird inzwischen die Auffassung, daß der Abrüstungsprozeß vollständig war, allgemein akzeptiert. Auch durch noch gründlichere technische Maßnahmen allein wäre dies nicht möglich gewesen. Von entscheidender Bedeutung war die konsequente Änderung der gesamten südafrikanischen Politik, die zur Glaubwürdigkeit der nuklearen Abrüstung beigetragen hat und internationales Vertrauen geschaffen hat. Dabei war die Politik der Transparenz ein wichtiges Element. Ohne den Aufwand der Verifikation hätte andererseits die neue Politik allein auch nicht ausgereicht.

Es gibt allerdings Grenzen in der Übertragbarkeit dieses Beispiels auf die viel anspruchsvollere Aufgabe der Verifikation der Abrüstung eines der fünf etablierten KWS: Die Geschichte und der Umfang der Nuklearprogramme der KWS sind viel komplexer, so daß mit Diskrepanzen in der Rekonstruktion der Produktionsgeschichten gerechnet werden muß. Es ist eher unwahrscheinlich, daß diese alle so glücklich aufgelöst werden können wie im südafrikanischen Fall, erst recht nicht, wenn die Verifikation erst nach vollendeter Abrüstung einsetzen würde. Der Abrüstungsprozeß selbst wird daher nicht ausgeklammert werden können. Es kommt vor allem darauf an, wie mit solchen zu erwartenden Diskrepanzen umgegangen wird. Hierbei wird das inzwischen geschaffene Vertrauen ein entscheidender Faktor sein.

4.2 Irak: Ausbruchsversuch aus dem NVV

4.2.1 Wann und wodurch sind die Aktivitäten entdeckt worden?

Das Ausmaß des irakischen Kernwaffenprogramms wurde erst im Frühjahr und Sommer 1991 durch die Inspektionen der Sonderkommission der VN (UNSCOM) entdeckt.¹⁴¹ Vorher hatte es bereits einige Verdachtsmomente gegeben. Ende der 70er Jahre entstand der Verdacht, daß Irak eine Plutoniumproduktion plante, vor allem durch die Größe eines Forschungsreaktors (Osiraq) und einige Fälle entsprechenden Technologietransfers.¹⁴² 1989 wurde von Geheimdiensten der Verdacht erneuter Bemühungen geäußert.¹⁴³ Spätestens seit

141 D. Albright/M. Hibbs, Iraq's Bomb: Blueprints and Artefacts, The Bulletin of the Atomic Scientists, Januar/Februar 1992, S. 30-30; David Albright/Mark Hibbs, Iraq's Quest for the Nuclear Grail: What Can We Learn?, Arms Control Today, Juli/August 1992, S. 3-11; D. Albright/R. Kelley, Has Iraq Come Clean at Last?, The Bulletin of the Atomic Scientists, November/Dezember 1995, S. 53-64. H. Müller/A. Schaper, "Besorgnis oder Erleichterung? Was wir heute über das irakische Kernwaffenprogramm wissen", Frankfurt (Friedensforschung Aktuell, Nr. 32), Juni 1992; Leslie Thorne, IAEA Nuclear Inspections in Iraq, IAEA Bulletin; Jg. 34, Nr. 1, 1992, S. 16; Fainberg 1993, a.a.O. (Anm. 76); Hamza 1998, a.a.O. (Anm. 114).

142 1981 wurde der Osiraq-Reaktor durch einen israelischen Bombenangriff zerstört.

143 Leonard S. Spector, Nuclear Ambitions. The Spread of Nuclear Weapons 1989-90, Boulder/San Francisco/Oxford (Westview Press), 1990, S. 186-202.

1987 gab es Hinweise auf Beschaffungsaktivitäten, die auf Interesse an Zentrifugenanreicherung und Kernwaffen hindeuteten.¹⁴⁴

Irak befand sich außerdem im Besitz von 36 kg HEU mit einer Anreicherung zwischen 80 und 93%, z.T. leicht bestrahlt. Dieses unterstand IAEA-Sicherungsmaßnahmen. Die Aktivitäten der IAEA beschränkten sich aber auf halbjährliche Routineinspektionen nur in den deklarierten Anlagen. Irak hatte vorgehabt, dieses Material 1991 in einem Crash-Programm zu entwenden und innerhalb weniger Monate eine einzelne Kernwaffe zu bauen. Nach der letzten Inspektion im November 1990 war das Material noch intakt, so daß dem Irak die Einhaltung seiner Verpflichtungen aus dem NVV bescheinigt wurde. Dabei gab es verschiedene Verdachtsmomente, daß sich der Irak um die Beschaffung von Zentrifugentechnologie bemühte. Dies führte jedoch zu keinen einschneidenden Konsequenzen, obwohl sie konkrete Hinweise auf Technologien und Orte gab, beschafft vor allem von Geheimdiensten.¹⁴⁵ Die IAEA durfte damals keine solchen Informationen benutzen, obwohl sie theoretisch das Recht hatte, Sonderinspektionen durchzuführen. Aber auch die Einschätzungen der Geheimdienste lagen unter dem tatsächlichen Ausmaß der Bemühungen. Wenn Saddam nicht Kuwait besetzt hätte, wäre das Programm ungehindert fortgeführt worden, denn auch andere diplomatische Konsequenzen hatte es nicht gegeben.

Nach dem Golfkrieg wurden mit der UN-Resolution 687 spezielle Inspektionen der UNSCOM eingesetzt. Mit den Nuklearinspektionen wurde die IAEA beauftragt. Die Inspektoren haben als Folge des irakischen Status eines besetzten Landes beispiellose Kompetenzen und Zugangsrechte, die der IAEA in anderen Staaten in extremer Weise übersteigen.¹⁴⁶ Im Frühjahr stellte sich heraus, daß der Irak ein viel umfangreicheres Programm hatte als vorher angenommen. Es konzentrierte sich auf die Produktion von HEU (vgl. Abschnitt 3.3.1) und enthielt außer Plutoniumproduktion auch alle anderen oben beschriebenen Elemente (Abschnitte 3.3.5, 3.3.3 und 3.3.4). Zeitweise umfaßte es einige tausend Mitarbeiter, davon schätzungsweise einige hundert Wissenschaftler. Die bereits vorher bekannten Bemühungen um Zentrifugentechnologie wurden bestätigt und seine – überraschenden – Ausmaße genauer aufgeklärt, als Überraschung wurde aber auch bekannt, daß sich der Irak auch in großangelegten Projekten auf die Anreicherungstechnologie mit Cyclotrons konzentriert hatte (vgl. Anhang: Anreicherungsverfahren im Vergleich). Hierfür waren erste Hinweise eines irakischen Überläufers und die Analyse radioaktiver Spuren an der Kleidung von Geiseln, die der Irak in der Nähe der Anlage untergebracht hatte, wichtig. Die Aufklärungsarbeit war charakterisiert vom Widerstand der Iraker, die völlig unkooperativ waren und die Inspektoren schikanierten und bedrohten. So gaben sie immer nur das zu, was schon längst bewiesen war oder dessen Aufklärung sie nicht verhindern konnten.¹⁴⁷

144 CNS Database des Monterey Institute of Internationale Studies; Spector, a.a.O. (Anm. 143).

145 Zachary S. Davis, Iraq and Nuclear Weapons: Continuing Issues, CRS Issue Brief; Juli 15, updated, 1993.

146 Vgl. die Analyse von UNSCOM in: Katja Frank, Antreiber der Abrüstung oder Spielbälle der Mächte? Frankfurt/m. (HSFK-Report), 1998, im Erscheinen.

147 So wurde den Inspektoren 1995, kurz nachdem sich Hussein Kamel, Saddam Husseins Schwiegersohn, nach Jordanien abgesetzt hatte, von dem Plan eines Crash-Programms berichtet. Danach wurde im Au-

Andererseits waren die Rechte und Bemühungen der Inspektoren extrem einschneidend, so daß sich schließlich die Überzeugung durchsetzen konnte, daß die Aufklärung des Nuklearprogrammes zufriedenstellend abgeschlossen werden könne.¹⁴⁸

Die Entdeckung heimlicher Aktivitäten hing entscheidend von Geheimdienst- und anderen Informationen ab, die einige Staaten, vor allem die USA, geliefert hatten. Hierzu gehörten Satellitenaufnahmen zu Aktivitäten mit den Calutrons und die Auswertung von Photomaterial seitens erfahrener Kernwaffenspezialisten. Hinweise ergaben sich auch aus Angaben von Lieferfirmen bzw. Exportkontrollbehörden, die zu einer Analyse von Technologietransfer führten. So hatte die IAEA bei mehr als 182 Firmen in 28 Ländern Informationen gesammelt. Eine wichtige Rolle spielten außerdem Überläufer.¹⁴⁹ Oft konnten nur aufgrund ihrer Hinweise der Ort und die Vorgehensweise für genauere Untersuchungen ermittelt werden. Darüber hinaus wurde aufwendiges Meßgerät benutzt, z. B. um radioaktive Strahlung von Umweltproben zu analysieren.¹⁵⁰

4.2.2 *Hätten die Aktivitäten früher entdeckt werden können?*

Die Ausmaße des Kernwaffenprogramms wurden vor dem Golfkrieg weit unterschätzt, und aus vereinzelt Hinweisen und Warnungen wurden keine Konsequenzen gezogen.¹⁵¹ Die IAEA hatte sogar Entwarnungen gegeben.¹⁵² Dies lag vor allem an der damaligen Verifikationsaufgabe, die sich vor der Reform S³ auf die Entdeckung illegaler Abzweigung aus deklarierte ziviler Produktion beschränkte, nicht jedoch die parallele, undeklarierte Produktion berücksichtigte. Auch mußten Mitglieder ihre Anlagen erst dann deklarieren, wenn sie mit Nuklearmaterial beladen wurden, nicht jedoch schon in der Bau oder gar der Entwicklungsphase. Auch deshalb blieb die Entwicklung irakischer Calutrons so lange unentdeckt. Schließlich wurde der Inspektionsaufwand in einem Land nur anhand des Umfangs seiner Nuklearindustrie bestimmt, aber nicht aufgrund unterschiedlicher Verdachtsmomente.¹⁵³

gust 1990 begonnen, aus dem im Irak bereits vorhandenen HEU eine Kerwaffe zu bauen, die schon im Frühjahr 1991 fertig sein sollte. Siehe Albright/Kelley 1995, a.a.O. (Anm. 141).

148 Dies gilt nicht für die anderen irakischen Waffenprogramme, die UNSCOM ebenfalls aufklären soll.

149 So z.B. ein hochrangiger Wissenschaftler, Khidhir Abdul Abas Hamza, der sich 1994 aus dem Irak abgesetzt hatte (Anm. 114).

150 D. L. Donohue/R. Zeisler, Behind the Scenes: Scientific Analysis of Samples from Nuclear Inspections in Iraq, IAEA Bulletin; Jg. 34, Nr. 1, 1992, S. 25.

151 Nach Meinung vieler Fachleute hätte der Irak ungefähr 1996 ein kleines Arsenal beisammen gehabt, wenn nicht die Invasion Kuweits die Ereignisse ausgelöst hätte, die zu der Aufdeckung seines Programms durch die Verifikationsmaßnahmen der IAEA und UNSCOMs führten.

152 David Kay, The IAEA: How Can it be Strengthened?, in: Nuclear Proliferation after the Cold War, Michel Reiss/Robert S. Litwak (Hg.), Woodrow Wilson Center Press, 1994, S. 309-333; siehe auch: D. Kay, Detecting Cheating on Non-Proliferation Regimes: Lessons From the Iraqi Experience, Paper for the Aspen Strategy Group Meeting, 10-15 August 1996.

153 Vgl. das in Abschnitt 2.1 skizzierte Beispiel (Verifikation des NVV), S. 5.

In krassem Gegensatz dazu standen die Möglichkeiten und Bemühungen danach:¹⁵⁴ Es gab ein klares Ziel, nämlich die Aufdeckung aller vergangenen nuklearbezogenen Aktivitäten; UNSCOM konnte ohne diplomatische Komplikationen operieren, da es sich nur direkt dem Sicherheitsrat verantworten mußte; Irak machte viele Fehler, da viele seiner Betrugsabsichten und Lügen leicht zu durchschauen waren; und nicht zuletzt hatte UNSCOM Zugang zu allen erdenklichen Technologien, Orten und Informationen.

Wenn die IAEA 1990 bereits Sonderinspektionen aufgrund der vorliegenden Geheimdienst- und anderen Informationen durchgeführt hätte, wäre der Verdacht früher bestätigt und präzisiert worden. Man hätte entdeckt, daß es Arbeiten zum Bau einer Zentrifugenanreicherungsanlage gegeben hätte. Mit den Möglichkeiten, die inzwischen mit S³ eingeführt worden sind, hätte dies Anlaß für weitere, genauere Inspektionen und Nachfragen bedeutet. Das Zusammentragen von verschiedenen Informationen, insbesondere aus Geheimdiensten, aus dem, was über Beschaffungsaktivitäten auf internationalen Märkten bekannt war und aus Ergebnissen von Sonderinspektionen hätte früher ein klareres Bild ergeben.¹⁵⁵ Man kann davon ausgehen, daß der Irak auch in diesem Fall versucht hätte, nach besten Möglichkeiten zu tarnen und lügen. Wenn es ihm gelungen wäre, die Produktion der Zentrifugen- und Calutrons trotzdem geheimzuhalten, wäre aber spätestens bei Inbetriebnahme der Anreicherung ein weiteres bedeutendes Verdachtsmoment entstanden, da solche Anlagen Wärme produzieren, die durch Satelliten erkennbar ist. Wenn bereits vor dem Golfkrieg die Reform S³ implementiert gewesen wäre, hätte man einige wichtige Verdachtsmomente früher und präziser entwickeln können. Diese hätten als Anlaß für weitere Sonderinspektionen ausgereicht. Man hätte allerdings nicht die gleiche Genauigkeit und Gewißheit erreicht, die man inzwischen dank der extremen Zugangsrechte von UNSCOM hat.

4.2.3 Beschaffungsaktivitäten als Verdachtsmerkmal

Irak war nicht entwickelt genug, um sich alle nötigen Komponenten und Werkzeuge ohne Hilfe von außen herzustellen, daher baute er ein umfangreiches Beschaffungsnetzwerk auf, mit dem Lücken der Exportkontrollen in Industrienationen ausgenutzt werden sollten.¹⁵⁶ Die Aktivitäten konzentrierten sich vor allem auf Anreicherungstechnologie, aber auch auf verschiedene andere Komponenten wie z.B. elektrische Zünder. Daneben gab es umfangreiche eigene Arbeiten, die jedoch – je nach technischem Schwierigkeitsgrad – an ihre Grenzen stießen. So waren z.B. der heimisch produzierte Stahl für Zentrifugen ungeeignet, statt dessen wurden Importe aus Deutschland und einigen anderen Industriestaaten verwendet.¹⁵⁷ Gleiches gilt für eine Vielzahl weiterer Komponenten, insbesondere der Zentri-

154 Kay, Lessons, a.a.O. (Anm. 152).

155 Aber auch Geheimdienstfehler hatte es gegeben: So wurde zum Beispiel der Überläufer Hamza 1994 zunächst abgewiesen und der Irrtum erst ein Jahr später korrigiert (Anm. 114).

156 David Albright, Mark Hibbs, Iraq's Shop-till-you-drop Nuclear Program, The Bulletin of the Atomic Scientists, April 1992, S. 25-37.

157 Wichtige Lieferanten waren Deutschland, Frankreich, Italien, die Schweiz, Großbritannien und die USA, siehe Davis, a.a.O. (Anm. 145).

fugentechnologie und der Werkzeuge zu ihrer Herstellung, die hohe Qualität und Präzision erfordern. Weniger wichtig war ausländische Hilfe bei den Calutrons, die keine Hochtechnologie darstellen und deren Produktion auch keine erfordert. Tatsächlich gab es vor dem Golfkrieg keinen Verdacht, daß der Irak versuchen könnte, sich diese Technologie zu beschaffen.

Eine nicht zu unterschätzende Rolle spielte der Wissenstransfer und die Hilfe von Experten. Dies betraf insbesondere das Zentrifugenprojekt, das wesentlich von der Beratung ausländischer Experten abhängig war. Auf internationalen Konferenzen zu Themen, die den wissenschaftlichen Grundlagen der Implosionstechnik eng verwandt sind, nahmen Ende der 80er Jahre führende irakische Wissenschaftler teil.¹⁵⁸ Auch dies hätte bei aufmerksamer Beobachtung ein kleines Verdachtsmoment sein können.

Tatsächlich waren Iraks Aktivitäten eine der Hauptursachen für die ersten Verdachtsmomente, selbst vor den Reformen, die infolge der Erfahrungen mit dem Irak implementiert wurden. Aus diesem Grund hatte der Irak versucht, seine Anschaffungen weit zu streuen und die ganze Liste der typischen Strategien angewendet.¹⁵⁹

4.3 Nordkorea: Ausbruchsversuch aus dem NVV

4.3.1 Wann und wodurch sind die Aktivitäten entdeckt worden?

Der genaue Zeitpunkt der Entdeckung des nordkoreanischen Kernwaffenprogramms ist schwer bestimmbar. Der Verdacht, das Land versuche Kernwaffen zu entwickeln, kam schon Mitte der 80er Jahre auf.¹⁶⁰ Inspektionen der IAEA zwischen Mai 1992 und März 1993, erhärteten den Verdacht der Existenz eines Kernwaffenprogramms. Eine als ein radiochemisches Labor deklarierte Anlage war faktisch eine im Bau befindliche Wiederaufarbeitungsanlage. Die Analyse von Plutoniumproben, die Nordkorea der IAEA überlassen hatte, ergab, daß Nordkorea falsche Angaben über seine Produktionsgeschichte gemacht hatte. Durch einen Hinweis der USA stieß die IAEA auf zwei nicht deklarierte Gebäude in der Nähe von Jongbjon, von denen vermutete wurde, sie enthielten aufschlußreichen Nuklearabfall. Den Verdacht entwickelten die USA aufgrund von Satellitenaufnahmen, also aufgrund von NTM. Die Analyse des Abfalls hätte weiteren Aufschluß über die nuklearen Aktivitäten Nordkoreas geben können, eine Inspektion wurde der IAEA aber verweigert. Am 1. April erklärte der Gouverneursrat der IAEA die Nichteinhaltung des Sicherheitsabkommens durch Nordkorea und informierte den Sicherheitsrat der VN. Dies geschah nicht aufgrund eindeutiger Beweise für ein Kernwaffenprogramm, sondern weil die Organisation nicht mehr mit hinreichender Sicherheit das Vorhandensein eines solchen Programms ausschließen konnte. Bis heute hat keine vollständige Kontrolle des Nuklearkomplexes statt-

158 So zum Beispiel auf dem Ninth Symposium on Detonation in Portland, siehe Anm. 103.

159 Vgl. Abschnitt 3.3.7 Beschaffungsaktivitäten.

160 Arms Control Reporter, B.9, 15, 17, S. 457.

gefunden.¹⁶¹ Anders als im Fall des Irak fanden die Inspektoren auch keine schriftlichen Unterlagen über das Programm, und über seinen Entwicklungsstand gibt es nur grobe Schätzungen. Aufgrund der vorhandenen Indizien ist es jedoch unstrittig, daß es ein Kernwaffenprogramm gab.

4.3.2 *Hätten die Aktivitäten früher entdeckt werden können?*

Das nordkoreanische Kernwaffenprogramm wurde durch das Zusammenspiel von Vorortinspektionen und Datenanalysen der IAEO, sowie nachrichtendienstlichen Informationen eines Drittstaates aufgedeckt. Die nach den Erfahrungen mit dem Irak eingeleitete Safeguardsreform S³ hatte sich schon auf die Durchführung der Inspektionen ausgewirkt. Die IAEO ging sehr viel gründlicher, ja mißtrauischer bei ihren Kontrollen vor. Durch genauere Analysen von Plutoniumproben und Messungen vor Ort konnten Widersprüche in den nordkoreanischen Angaben festgestellt werden. Nordkorea hatte behauptet, erst 1990 zum ersten Mal Plutonium abgetrennt zu haben, die Analysen zeigten jedoch, daß auch schon sehr viel früher solche Aktivitäten stattgefunden hatten.¹⁶² Wenn die Nordkoreaner allerdings über den zeitlichen Verlauf ihrer Produktionsgeschichte die Wahrheit gesagt hätten, wäre ein wichtiges Verdachtsmoment weggefallen.¹⁶³

Die in der Geschichte der IAEO erstmalige Verwendung von nachrichtendienstlichen Informationen war für die Erhärtung des Anfangsverdachts von großer Bedeutung. Sie lieferten die Informationen über den Ort, an dem nichtdeklariertes, verräterisches Material vermutet wurde und ermöglichten damit erst die konkrete Forderung nach Sonderinspektionen. Auch diese Forderung, obwohl schon immer Bestandteil der Rechte der Organisation, wurde ebenfalls zum ersten Mal erhoben.

Ohne den Einsatz der neuen Maßnahmen wäre ebenfalls ein Anfangsverdacht entstanden, nämlich weil die Nordkoreaner falsche Angaben zu ihrer Wiederaufarbeitungsgeschichte gemacht haben und dies auch schon mit den traditionellen Methoden erkannt worden wäre. Ob die IAEO aber auch schon damals so genaue Messungen vor Ort durchgeführt hätte,¹⁶⁴ ist fraglich. Vor der Reform wären aber die nachrichtendienstlichen Informationen nicht

161 Den USA ist es jedoch gelungen, daß Programm durch den Abschluß eines Kooperationsabkommens zur friedlichen Kernenergienutzung mit Nordkorea faktisch zu stoppen.

162 Siehe Matthias Dembinski, Testfall Nordkorea. Die Wirksamkeit des verbesserten IAEO-Safeguardssystems, Stiftung Wissenschaft und Politik, SWP-IP 2849, Juli 1994, insb. S. 34-36; und David Albright, North Korean Plutonium Production, Institute for Science and International Security (ISIS), Washington, D.C., Juni 3, 1994 (updated Juni 24, 1994); Katja Frank, Das Nordkoreanische Atomwaffenprogramm und das Nichtverbreitungsregime: Regimestabilität unter Streßbedingungen, Diplomarbeit im Fach Gesellschaftswissenschaften an der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Mai 1996.

163 Wegen des radioaktiven Zerfalls verschiedener Isotope kann das Alter von Proben sehr genau bestimmt werden. Die Nordkoreaner machten den Fehler, sich nicht auf diese technischen Möglichkeit einzustellen. Über die produzierten Mengen können Proben jedoch keine Auskunft geben.

164 Z.B. durch die Entnahme von Proben aus benutzten Handschuhkästen. Siehe Albright, a.a.O. (Anm. 163).

benutzt worden, und daher wäre es nicht so gut möglich gewesen, den Anfangsverdacht zu präzisieren. Wenn außerdem die Nordkoreaner konsistentere Angaben gemacht hätten, wäre ohne die zusätzliche Information aus nationalen technischen Mitteln kein substantieller und vor allem kein rechtlich verwertbarer Anfangsverdacht entstanden.

Es ist nicht ganz klar, ob das Kernwaffenprogramm auch ohne den Einsatz der neuen Maßnahmen so schnell hätte identifiziert werden können. Zumindest die falsche Deklaration der Wiederaufarbeitungsanlagen wäre auch vor den Reformmaßnahmen sofort erkannt worden. Haupthindernis einer frühzeitigeren Entdeckung war zunächst die ungenügende Autorität der IAEAO, die Safeguardsmaßnahmen überhaupt zur Anwendung zu bringen.¹⁶⁵ Nordkorea ist seit 1985 Mitglied des NVV. Gemäß Vertragstext hätte es spätestens 18 Monate nach Vertragsbeitritt ein Safeguardsabkommen mit der IAEAO abschließen müssen. Diese Frist hielt Nordkorea nicht ein. Erst im Januar 1992 unterzeichnete es das Abkommen, so daß die erste Inspektion erst im Mai stattfinden konnte. Auch die modernsten Technologien und Verfahren können nicht greifen, wenn grundlegende vertragliche Verpflichtungen nicht eingehalten werden. Auch ist die Sonderinspektion bis heute nicht durchgeführt worden. Genauere Einzelheiten der nordkoreanischen Aktivitäten sind daher nicht bekannt geworden. Die Erzwingung von Inspektionen ist aber nicht die Aufgabe der Verifikationsbehörde.

4.3.3 Beschaffungsaktivitäten als Verdachtsmerkmal

Der Grundstein des nordkoreanischen Nuklearprogramms wurde, zunächst mit dem Ziel der friedlichen Kernenergienutzung, in den 60er Jahren durch Importe aus der damaligen UdSSR gelegt. Ein 1986 fertiggestellter 5-MW-Reaktor wurde in Eigenarbeit gebaut. Nordkorea mußte keinen Brennstoff für diesen gasgekühlten, graphitmoderierten Reaktortyp importieren, da er mit Natururan betrieben wurde und das Land über eigene Uran- und Graphitressourcen verfügt.¹⁶⁶ Die Beschaffung von Anreicherungstechnologie entfiel dadurch.

Nordkorea versuchte, möglichst unabhängig von Importen zu werden, ein Ziel, das es allerdings bei seinem unzureichenden technischen Entwicklungsstand nicht erreichte. Es erhielt Teile seiner Nukleartechnologie aus sozialistischen Ländern, und es ist davon auszugehen, daß Nordkorea nicht ganz ohne westliche Technologie ausgekommen ist. Einige Quellen mutmaßen, daß westliche Firmen häufig die frühere DDR und Rumänien als Kanal für Lieferungen an Nordkorea genutzt haben.¹⁶⁷ Die Angaben sind jedoch häufig ungenau

165 Dieses Problem war der IAEAO durchaus bewußt. Im September 1991 forderte die Generalkonferenz der IAEAO, offensichtlich im Hinblick auf Nordkorea und den Irak, die Stärkung der Autorität der Organisation bei der Durchführung von Inspektionen. In die gleiche Richtung geht die Einschätzung von John Jennekens, Leiter der Safeguardsabteilung einen Monat später: "The problem is that the IAEAO has no muscle to enforce the safeguards". Siehe Arms Control Reporter, B.61f, S. 457.

166 Siehe Andrew Mack, Nuclear Proliferation: The Case of North Korea, Australian National University, (August), 1994, S. 13.

167 James Adams: South China Morning Post (Hong Kong), 17. Juni 1990, S. 7.

und ihre Verlässlichkeit nicht gesichert. Konkreter sind hingegen Informationen über "dual use"-Exporte bundesdeutscher Firmen in den 80er Jahren. Die Güter wurden offensichtlich über die damalige DDR bzw. über Indien und Pakistan an Nordkorea verschoben.¹⁶⁸

Eine wichtige Rolle spielte auch in Nordkorea der Wissenstransfer und die Hilfe von Experten. Nordkoreanische Wissenschaftler wurden in den 50er und 60er Jahren in der UdSSR und China auf dem Gebiet der Kernphysik ausgebildet.¹⁶⁹ Nachdem dieser Grundstock an Wissen gelegt war, betrieb Nordkorea selbst Forschung und baute einen eigenen Stab von Wissenschaftlern, Ingenieuren und Technikern auf. Die Fähigkeiten dieses Stabs reichten zur Aufrüstung eines kleinen Forschungsreaktors. Ein größerer, 1986 fertiggestellte Kernreaktor wurde wahrscheinlich weitgehend ohne sowjetische Hilfe gebaut, wobei das primitive Design der Anlage auf dem Stand der Technik aus den 40er und 50er Jahren war. Allem Anschein nach ist der Reaktor eine Kopie des ersten britischen Calder Hall Magnox Reaktors von 1956, was darauf schließen läßt, daß die nordkoreanischen Ingenieure die deklassifizierten Designinformationen dieses Reaktortyps verwendet haben.¹⁷⁰

Mitte der 80er Jahre erhielt Nordkorea das Know-how zur Schmelzung von Uran und möglicherweise auch dessen Anreicherung. Die Informationen stammten angeblich von deutschen Firmen und gelangten illegal über die Schweiz und Pakistan nach Nordkorea, sie fanden aber offensichtlich keine Verwendung im militärischen Nuklearprogramm, das auf Plutonium basierte.¹⁷¹

Schließlich haben, nach südkoreanischen Presseberichten, nordkoreanische Wissenschaftler in den 60er Jahren an chinesischen Nukleartests teilnehmen dürfen, wobei nicht geklärt wird, inwieweit China seinen damaligen Alliierten an seiner Kernwaffentechnologie teilhaben ließ und die Verlässlichkeit der Quelle nicht überschätzt werden darf.¹⁷²

Mit hoher Wahrscheinlichkeit hätten bessere Exportkontrollen einen Großteil der illegalen Exporte verhindern können. Dazu wäre vor allem die verstärkte Einbeziehung von "dual-use"-Gütern notwendig gewesen sowie eine bessere Endverbleibskontrolle. Auf Grundlage der bekannten Informationen muß jedoch angenommen werden, daß verbesserte Kontrollen nur wenig zur Verzögerung des nordkoreanischen Kernwaffenprogramms oder dessen früherer Entdeckung beigetragen hätten. Die Lieferungen von bundesdeutschen Firmen (Zirkonium und spezielle Brennöfen) waren für das auf Plutonium basierende Kernwaffenprogramm nicht von großer Bedeutung, die Lieferung der relevanten Grundlagentechnologie aus den 60er Jahren kein Geheimnis.

168 CNS Database (Anm. 144) sowie Joseph S. Bermudez, North Korea's Programme, in: Jane's Intelligence Review, (September), 1991, S. 404-411.

169 Alexandre Y. Mansourov, The Origins, Evolution, and Current Politics of the North Korean Nuclear Program, in: The Nonproliferation Review, Jg. 2, Nr. 3, 1995, S. 25-38, insb. S. 25f.

170 CNS Database, Anm. 168

171 Mark Hibbs: "Agencies Trace Some Iraqi Urenco Know-how to Pakistan Re-export", in: Nucleonics Week, Jg. 32, Nr. 48, (November), 1991, S. 1.

172 Spector, a.a.O. (Anm. 143), S. 118-140.

5 Auf dem Weg zu einer Verifikation

5.1 Möglichkeiten und Grenzen

5.1.1 Zwei Komponenten: NTM und implementierte Verifikationsmethoden

Verifikationsmethoden sind vielfältiger Natur, sie reichen von objektivierbaren und automatisierbaren Messungen über organisatorische Methoden bis zu subjektiven Beurteilungen aufgrund nicht eindeutiger Verdachtsmomente. Maßnahmen, die in diesem Report diskutiert worden sind, sind u. a. globale und lokale Messungen der Umweltradioaktivität, Satellitenbeobachtung auf verschiedenen Frequenzen, spezialisierte Messungen vor Ort oder Versiegelungen von Objekten und Meßgeräten, Routine- und Verdachtsinspektionen, bei denen gemessen, beobachtet und interviewt werden kann, Nutzung der Verifikationsapparate anderer Verträge, insbesondere des CTBT,¹⁷³ Methoden nationaler Behörden wie Polizei und Zoll zur Aufdeckung krimineller Transferaktivitäten, Berichtspflichten und Transparenzmaßnahmen seitens der Mitgliedsstaaten (in einer kernwaffenfreien Welt aller Staaten), internationale Beobachtung von Technologietransfer und Wissenschaftsgemeinden, Nutzung von Geheimdienstinformationen und zufälliger Informationen von Überläufern und nicht zuletzt Sammlung, Abgleich und Interpretation aller dieser Informationen. Erst durch eine Synergie verschiedener Methoden wird eine weitreichende Abdeckung, eine hohe Entdeckungswahrscheinlichkeit und die Möglichkeit der Präzisierung oder Widerlegung eines Anfangsverdachts gegeben. Jede Methode für sich allein ist nicht ausreichend.

Ein unverzichtbares Element eines Verifikationssystems ist eine möglichst hohe Wahrscheinlichkeit, daß Aktivitäten entdeckt werden können, also die Nutzung von Geheimdienstinformationen und entsprechende Geheimdienstaktivitäten. Dies betrifft sowohl die Verifikation der vollständigen Zerstörung aller Sprengköpfe als auch die weitere Frühentdeckung heimlicher Aufrüstung. Auch in der Diskussion der vorigen Abschnitte gibt es kaum eine Aktivität, für deren Entdeckung Geheimdienstmaßnahmen, Überläufer oder Entdeckung durch Zufall nicht ein wichtiges Element ist, so z. B. das Verstecken von Sprengköpfen oder die heimliche Rekrutierung von Wissenschaftlern für ein Entwicklungsprogramm.

Obwohl in Verhandlungen das Element der NTM zunächst immer umstritten ist, ist es zunehmend als wesentlicher Bestandteil internationaler Verträge akzeptiert worden, so zum Beispiel auch im CTBT. Auch im S³ ist dieses Element durch die Möglichkeit der Nutzung "aller Informationen" eingeführt worden, nicht zuletzt aufgrund der Erfahrungen mit Irak, dessen Proliferationsversuch früher aufgedeckt worden wäre, wenn die IAEO diese Möglichkeit genutzt und angewandt hätte. Auch bei der Etablierung des Verdachts gegen Nordkorea spielten NTM eine entscheidende Rolle. Im Fall Südafrikas haben Geheimdienstaktivitäten zur Präzisierung eines allgemeinen Verdachts allein nicht ausgereicht, wären aber

¹⁷³ Schulze, a.a.O. (Anm. 111). Andere Verträge bieten Verifikationsmaßnahmen wie z. B. der Vertrag des Offenen Himmels, die auch für eine kernwaffenfreie Welt von Nutzen sein könnten.

auch noch Inspektionen durchgeführt worden, wäre es den Südafrikanern nicht gelungen, das Programm weiter geheimzuhalten.

NTM umfaßt mehr als nur Geheimdienste, der Begriff wird als Sammelbegriff für alle Aktivitäten verwendet, die nicht durch eine internationale Organisation geregelt werden. Dies können auch die Nutzung von Satelliten oder Messungen von Flugzeugen aus sein. Entdeckt werden können mit Hilfe von Satelliten Uranbergbau und die Energie und Gasabsonderungen betriebener Anreicherungsanlagen, Kernreaktoren oder Wiederaufarbeitungsanlagen.¹⁷⁴ Es wird immer auch Satelliten geben, die Staaten nur für sich militärisch nutzen. Die Verwendung von Aufnahmen dieser Satelliten zählt dann als NTM. Es sollte aber angestrebt werden, möglichst viele dieser Aktivitäten international zu organisieren. So ist es auch denkbar, wenn auch vergleichsweise teuer, daß eine Verifikationsbehörde selbst Satelliten betreibt. Eine Variante wäre die Nutzung kommerzieller Satellitenbilder und -meßdaten. Die Möglichkeiten der Verifikation mit Satelliten hängen stark von ihrer technischen Ausstattung ab.

Ein Problem bei NTM ist die Möglichkeit des Mißbrauchs, die immer Anlaß zu Konflikten bei Verhandlungen und bei der Anwendung war und sein wird. Auch hier gibt es sowohl unbegründete als auch begründete Vorwürfe (siehe Abschnitt 5.2 Organisatorische Gestaltung des Verifikationssystems).

Die meisten Methoden geraten an ihre Grenzen, wenn ein Staat sich weigert, zu kooperieren und wenn die Kooperation nicht zu erzwingen ist. Die nordkoreanischen Betrugsabsichten konnten zwar aufgedeckt, aber die genauere Produktionsgeschichte konnte nicht rekonstruiert werden, da Nordkorea spezielle Inspektionen verschiedener Anlagen verweigert. Auch der Irak verhält sich nicht kooperativ, aber in diesem Fall sind spezielle Inspektionen erzwungen worden, und die Geschichte seiner Aktivitäten konnte weitgehend aufgeklärt und rückgängig gemacht werden.¹⁷⁵ Zur nuklearen Abrüstung Südafrikas konnte im Gegensatz dazu mit einem hohen Maß an Glaubwürdigkeit festgestellt werden, daß sie vollständig war. Der entscheidende Grund war Südafrikas Kooperationsbereitschaft, durch die eine sehr große Transparenz möglich war.

Langfristig ist die globale Kooperation und Transparenz die entscheidende Voraussetzung für die Verifikation sowohl nuklearer Abrüstung als auch einer kernwaffenfreien Welt. NTM funktioniert zwar auch ohne die Kooperation der beteiligten Staaten, ebenso die Informations- und Datensammlung auf internationaler Ebene. Wie das Beispiel Südafrika zeigt, haben sie jedoch ihre Grenzen. Spätestens nach der Schöpfung eines Verdachts müs-

174 Wolfgang Fischer/Wolf-Dieter Lauppe/Bernd Richter/Gotthard Stein/Bhupendra Jasani, *The Role of Satellites and Remote Data Transmission in a Future Safeguards Regime*, Proceedings of the Symposium on International Nuclear Safeguards, Jg. I (Vienna: International Atomic Energy Agency, März 14-18, 1994), S. 411. Siehe auch Panofsky, a.a.O. (Anm. 88).

175 Dies gilt nur für die Nuklearaktivitäten, nicht jedoch im Bio- und Chemiewaffenbereich. Im August 1998 wurde bekannt, daß UNSCOM von den USA angehalten worden sein soll, auf spezielle Inspektionen zu verzichten, die wichtig für die weitere Aufklärung gewesen wären. Das Motiv soll die Vermeidung einer militärischen Eskalation gewesen sein: Barton Gellman, *U.S. Repeatedly Blocked UN Inspections in Iraq*, IHT, Paris, August 28, 1998.

sen auch Verifikationsmaßnahmen im Land selbst einsetzen. Die Ausräumung oder genauere Aufklärung eines Verdachts muß möglich sein. Für den Fall, daß ein Staat wie Irak oder Nordkorea die Kooperation verweigert, müssen Mechanismen existieren, diese zu erzwingen. Zumindest muß, wie im Beispiel Nordkorea, für eine Zwischenzeit bis zur endgültigen Lösung, gewährleistet werden können, daß ein Kernwaffenprogramm nicht weiter fortgeführt wird.

5.1.2 *Geheimhaltung versus Transparenz*

Das Prinzip der maximalen Transparenz ist eine Voraussetzung für die Akzeptanz der Verifikationsergebnisse. Dies gilt sowohl für die Abrüstung als auch für die weitere Überprüfung der Kernwaffenfreiheit. Insbesondere bei der Verifikation der Zerlegung von Sprengköpfen gibt es das prinzipielle Problem des Widerspruchs zwischen Offenlegung von technischen Einzelheiten und ihrer Geheimhaltung. Zur Verdeutlichung des gegenläufigen Zusammenhangs zwischen Geheimhaltung und Verifikationsmöglichkeiten sollen in der folgenden Tabelle) ein paar konkrete Beispiele aufgelistet werden. In der ersten Spalte sind einige Beispiele für sensitive Informationen aufgelistet, deren Bekanntwerden umstritten sein könnte. In der zweiten Spalte sind Verifikationsaktivitäten angegeben, durch die diese Information bekannt werden würde. Die dritte Spalte gibt die Quelle und den Staat an, aus der das Beispiel entnommen wurde. Die letzte Spalte gibt an, wie das Bekanntwerden seitens des Staates bewertet wird, bzw. wann auf eine weitere Geheimhaltung kein Wert mehr gelegt wurde.

Die Geheimhaltung hat mehrere Gründe:

1. Die Offenlegung von technischen Details hat Gefahren für die Nichtverbreitung zur Folge und könnte mit den Verpflichtungen der Kernwaffenstaaten aus Art. I NVV kollidieren.
2. Der technische Stand der eigenen Entwicklung soll der anderen Seite nicht deutlich werden; dahinter kann das Motiv stehen, eigene technische Schwächen zu verheimlichen, aber auch das Interesse, technische Überlegenheit zu bewahren.
3. Geheimhaltung hat in den Nuklearkomplexen der Kernwaffenstaaten einen traditionellen Statuswert. Die Preisgabe von Informationen kommt der Preisgabe von Status gleich und wird oft als Niederlage empfunden.

Vor allem die ersten beiden Gründe müssen bei Verifikations- und Transparenzmaßnahmen berücksichtigt werden. Der dritte Grund kann im Laufe der Zeit fortfallen, insbesondere wenn entsprechende politische Maßnahmen ergriffen werden. Man muß aber auf längere Zeit hinaus mit hinhaltendem Widerstand aus den wissenschaftlichen und militärischen Kreisen der Kernwaffenforschung, -entwicklung, -produktion und -instandhaltung rechnen. Je nach Kernwaffenstaat kann man deutliche Unterschiede im Grad der Geheimhaltung feststellen, die vor allem durch solche Traditionen zu erklären sind. Die größte Offenheit und die stärksten Bemühungen sind in den USA zu beobachten: Das amerikanische Energieministerium (DoE, Department of Energy) hat Ende 1993 – im Rahmen der Politik der "Offenheit" – eine Initiative zur Reform der Transparenz der Regierung gestar-

tet. Verschiedene Beratungskommissionen haben hierfür die der Geheimhaltung und Veröffentlichung zugrundeliegenden Prinzipien überprüft.¹⁷⁶ Ende Juni 1998 trat eine neue Verordnung zur Klassifizierung in Kraft, in die die Ergebnisse dieser Beratungskommissionen eingeflossen sind.¹⁷⁷ Das Ziel ist, der Öffentlichkeit die Möglichkeit von Beurteilungen zu geben, insbesondere in den Bereichen Umwelt, Unfallsicherheit, Gesundheit und Grundlagenwissenschaft.¹⁷⁸ Weiterhin geheim bleiben sollen aber Informationen, durch deren Bekanntwerden die "nationale Sicherheit" gefährdet würde. Diese Klassifizierung soll nach nachvollziehbaren und transparenten Regeln erfolgen. Mißbrauch von Geheimhaltungsvorschriften, etwa aus Gründen des Wettbewerbs oder des Vertuschens von Verbrechen- oder Versagen sind nicht zulässig (§1045.13 Classification Prohibitions). Entscheidungskriterien für Geheimhaltung auch in Zukunft kann man folgendermaßen zusammenfassen (§1045.16):

- a) Bereits bekannte Information soll nicht als geheim eingestuft werden.
- b) Militärische Gegenmaßnahmen und Abwehren von U.S. Waffensystemen dürfen nicht ermöglicht werden.
- c) Proliferationsgefahren sollen minimiert werden.
- d) U.S.-Außenpolitik soll nicht gefährdet werden.
- e) Das öffentliche Wohlergehen, aufgeklärte und informierte Diskussionen und wirtschaftliches Wachstum sollen gefördert werden.
- f) Die öffentliche Akzeptanz eines Programms soll gefördert und seine Kosten minimiert werden.

Tatsächlich ist in den USA als Folge der Reform eine große Zahl technischer Informationen über Kernsprengköpfe deklassifiziert worden, da für sie die Kriterien, nämlich Gefahren für die Nichtverbreitung und die unerwünschte Offenlegung des eigenen technischen Standes, als nicht mehr gegeben angesehen wurden.¹⁷⁹

Das Bemühen um Objektivierung und das Zurückdrängen der Motivation der Geheimhaltung aus subjektiven Gründen, z.B. Statusgründen, wird deutlich. Die vorgeschlagenen Prozeduren streben an, einen möglichst logischen, deduzierbaren Weg festzulegen vom

176 U.S. Department of Energy, Openness Advisory Panel, Responsible Openness: An Imperative for the Department of Energy, August 25, 1997; Albert Narath (Chair), Report of the Fundamental Classification Policy Review Group, Unclassified Version, Issued by the Department of Energy, Oktober 1997, im Internet unter: <http://www.doe.gov/html/osti/opennet/repfcprg.html>.

177 Department of Energy, Office of the Secretary, 10 CFR Part 1045, RIN 1901-AA21, Nuclear Classification and Declassification, Action (Final Rule), Effective Date: Juni 29, 1998.

178 Bei dieser Politik geht es auch um eine Stärkung des "Freedom of Information Act". Hierbei handelt es sich um ein Gesetz, das den Bürgern das Recht gibt, alle Informationen der Regierung zu erhalten, außer wenn sie ausdrücklich als geheim eingestuft sind.

179 U.S. Department of Energy, Office of Declassification, Drawing Back the Curtain of Secrecy — Restricted Data Declassification Policy 1946 to the Present (RDD-4), Januar 1, 1998. Dieses Dokument listet auf über hundert Seiten technische Details auf, die inzwischen deklassifiziert worden sind.

Tabelle 2: Beispiele für Informationen, die durch Verifikation aufgedeckt werden könnten

Information	Verifikationsaktivität	Land, Quelle	Bewertung u. Einstufung
Tatsache, daß ein Sprengkopf geboostet ist	Untersuchung des Pit-Containers	USA:	Inzwischen
Verwendung Pu der α -Phase	Beobachtung des Bohrens u. Schneidens des Metalls	Field-Test FT-34	Bekannt
Design des "■ ■ ■"-Sprengkopfes	Untersuchung Röntgenaufnahme	(ACDA), USA 1969, Fn. 183	auch heute
Radarfrequenz der MK 28			Geheim
Verwendung von Pu-239 und U-235 in hypoth. Modellsprengkopf	Auswertung γ -Spektrum	China:	Nicht
Pu-239 innen, U-235 außen, kleine Menge entw. Th-232 od. U-232	100-3000 keV	Institute of Appl. Physics & Math., Beijing, 1995 Fn. 36	Tolerierbar
Verwendung von Be im Sprengkopfdesign	Auswertung γ -Spektrum	USA: DoE: Restricted Data Declassification Policy, Fn. 179	Deklassif. Nov. 93
Pu u. U können Verbindungen eingehen	Probenanalyse		Deklassifiziert Feb. 93
hypothetische kritische Massen, z.B. 4 kg	keine		Deklassifiziert Jan. 94
durchschnittliche Masse der U.S.-Sprengköpfe	Zählung Sprengköpfe + Erfassung d. ausgehenden Nuklearmaterials		noch geheim
externe Abmessungen u. Gewicht Neutronengeneratoren	Messung, Wägung	USA: Draft Public Guidelines to DoE Classification of Information, January 1998, ¹⁸⁰	Deklassifiziert Feb. 93
U, HEU, u.a. Nuklearmat. können in Sekundärteilen vorhanden sein	n-, γ -Spektroskopie		Deklassifiziert Feb. 93
Materialien für Tamper in <i>unspezifischen</i> Waffen	Inspektion des Ausgangs einer Zerlegungsfabrik	USA: Draft Public Guidelines to DoE Classification of Information, January 1998, ¹⁸⁰	Deklassifiziert
Materialien für Tamper in <i>spezifischen</i> Waffen	Inspektion des Resultats der Zerlegung einer spezifischen Waffe		Geheim
U-233, U-235, U-238, Pu-239, Li-6, Li-7, H-2, H-3 unspezifisch in Kernwaffen	Inspektion des Ausgangs einer Zerlegungsfabrik		Deklassifiziert
Spaltmaterial für bestimmte Sprengköpfe	Inspektion des Resultats der Zerlegung einer spezifischen Waffe		Geheim
Pu-Isotopenvektor unspezifischer russischer Sprengköpfe	Sicherungsmaßnahmen Abrüstungs-Pu vor Vermischung mit ziv. Pu	Rußland: Studie Siemens/Minatom über MOX-Pilotanlage, Feb. 1997, Fn. 46	Geheim
Zahl Nuklearsprengköpfe USA, Ru, Chi, GB, F	Erklärungen (keine Verifikation)	Alle KWS: Dipl. Reaktionen auf Vorschlag Kinkel 1993, Müller, Fn. 31; Classification Guidelines (Fn. 180)	Geheim

180 Department of Energy, Office of Declassification, Draft Public Guidelines to Department of Energy Classification of Information, Juni 27, 1994.

Prinzip der "nationalen Sicherheit" bis zur konkreten Vorschrift. Dies führt zu Empfehlungen wie z. B. dieser: "A weapon type, once retirement is authorized and dismantlement completed, is not a factor in military capabilities, and all information concerning production and dismantlement rates and schedules for this weapon type can be declassified."¹⁸¹ Solche Transparenz ist zwar hilfreich bei der Verifikation der Inventare von Nuklearmaterial, müßte aber langfristig weiterreichen. So wird zum Beispiel zwar empfohlen, Deklassifizierung von Inventarzahlen zu erleichtern, sie sind aber auch im Zuge der Reformen immer noch nicht freigegeben worden. Inventarzahlen sind jedoch eine Mindestvoraussetzung für längerfristige Abrüstungspläne. Auch Produktionsgeschichten, derzeitige Aktivitäten, und Transfer zwischen den für sie zuständigen Behörden DoE und DoD werden als "Information der nationalen Sicherheit" eingestuft. Es ist natürlich unmöglich, solche Einstufungen völlig zu objektivieren, da sie letztlich immer subjektiv bleiben und von politischen Faktoren, z.B. dem internationalen gegenseitigen Vertrauen, abhängen. Daher ist es um so dringender, daß der Prozeß der Deklassifizierung auch in Zukunft ständig der politischen Situation angepaßt wird.

In dem Bericht wird z. B. die weitere Existenz amerikanischer Kernwaffen nicht in Frage gestellt. Für die nächsten anstehenden nuklearen Reduzierungen ist dies noch kein Hindernis. Im Zuge weiterreichender und vollständiger nuklearer Abrüstung würde aber die Bedeutung des Begriffs "nationale Sicherheit" neu definiert, was Auswirkungen auf die oben beschriebenen Prinzipien hätte. So ist denkbar, daß dann das Prinzip der Verhinderung von Gegenmaßnahmen gegen U.S.-Nuklearwaffen (obige Liste, b) wegfallen würden. Das Prinzip der Verminderung von Proliferationsgefahren wird dagegen immer bestehen bleiben müssen, gerade auch in einer kernwaffenfreien Welt. Zu bedenken ist aber auch, daß allgemein zugängliche Veröffentlichung eine viel größere Proliferationsgefahr darstellen können, als die gleichen Informationen, wenn sie eine internationale Behörde mit ausgesuchten Mitarbeitern vertraulich behandelt.

Ein Bemühen um Objektivität und Transparenz der Geheimhaltungsvorschriften bezüglich Kernwaffen könnte nicht nur auf nationaler Ebene, sondern auch auf internationaler Ebene stattfinden. Es ist denkbar, daß in internationalen Verhandlungen gemeinsame Prinzipien und Standards für nationale Gesetze und Verfahren ausgearbeitet werden. Hierbei gibt es viele Varianten, wann welche Staaten beteiligt werden könnten. Eines der Prinzipien sollte die Erleichterung von Verifikationsaufgaben und maximal mögliche Transparenz sein.

Die Transparenz in den USA ist bei weitem am größten im Vergleich zu der der anderen Kernwaffenstaaten, in denen das Statusdenken des militärisch-nuklearen Komplexes einen großen Einfluß auf Entscheidungsfindung hat.¹⁸²

181 Report of the Fundamental Classification Policy Review Group, a.a.O (Anm. 176), Kapitel 6.

182 Zum Beispiel ist Rußland nicht bereit, die Isotopenzusammensetzung seines Waffenplutoniums zu veröffentlichen, was auch bei der internationalen Zusammenarbeit zur zivilen Verwendung Probleme bereitet. In den USA ist dagegen die Isotopenzusammensetzung nur so lange geheim, wie sich das Material noch in der Form der Sprengkopfkomponente befindet. Sobald diese modifiziert ist, kann die Isotopenzusammensetzung veröffentlicht werden. Siehe: J.T. Markin/W.D. Stanbro, Policy and Technical Is-

Trotz der Geheimhaltung ist es möglich, technische Kompromisse auszuarbeiten. Dabei ist die Verifikation um so überzeugender, je größer die Zahl der technischen Einzelheiten ist, die bekannt werden dürfen, und die Akzeptanz der betroffenen Kernwaffenstaaten um so höher, je kleiner diese Zahl ist. Im Jahr 1969 hat die U.S.-amerikanische Arms Control and Disarmament Agency (ACDA) ein Experiment durchgeführt, bei dem der Zusammenhang zwischen der Zahl der preisgegebenen Informationen und der Wahrscheinlichkeit des Betruges untersucht wurde.¹⁸³ Aus diesem Experiment wurde bereits damals die Schlußfolgerung gezogen, daß befriedigende Kompromisse möglich seien.

Obwohl die bisherigen Entwicklungen als ein positives Zeichen begrüßt werden sollten, fällt auf, daß über die bilaterale Zusammenarbeit zum Thema Transparenz hinaus noch keine weitere internationale Beteiligung in Erwägung gezogen zu werden scheint, jedenfalls nicht für den Demontageprozeß. Die Einstellung hierzu könnte sich ändern, aus folgenden Gründen: Auch andere Abrüstung wird international verifiziert, auch andere Teilprobleme der nuklearen Abrüstung sollen transparenter für die internationale Gemeinschaft werden, wie es durch die Verhandlungen auch mit der IAEO zur Verifikation von Waffensmaterial deutlich wird,¹⁸⁴ weitere Staaten könnten an der Finanzierung beteiligt werden, und schließlich ist es ratsam, die nukleare Abrüstung aus politischen Gründen glaubhaft zu demonstrieren, nicht zuletzt, um Maßnahmen zur nuklearen Nichtverbreitung zu motivieren. Internationale Verpflichtungen und Transparenz erhöhen außerdem die Irreversibilität der Maßnahmen.

Obwohl die Nichtkernwaffenstaaten bereits ein unvergleichlich höheres Maß an Transparenz ihrer Nuklearaktivitäten bieten und der Nachholbedarf vor allem bei den Kernwaffenstaaten liegt, ist auch in den Nichtkernwaffenstaaten ein weiteres Umdenken nötig, um diesen Prozeß zu beschleunigen. So ist zum Beispiel der amerikanische Versuch, den Prozeß der Entscheidungen über Geheimhaltung und Veröffentlichung zu objektivieren, ein Beispiel, das auch in Deutschland nachahmenswert wäre. Auch ein Gesetz wie der *Freedom of Information Act* sollte Beispielwirkung für andere Länder entfalten.¹⁷⁸

5.1.3 Subjektivität für mehr Flexibilität und Effektivität?

Im Vorfeld und während der Verhandlungen zum S³ fand eine Diskussion statt, die auch bei der Verifikation einer kernwaffenfreien Welt eine Rolle spielen wird. Es wurde kritisiert, daß zu formale Regeln für die Implementation von Verifikationsaktivitäten den Aufwand uneffektiv verteilen würden: So haben vor der Reform die meisten IAEO-Inspektionen in industrialisierten Nichtkernwaffenstaaten, gegen die kein Verdacht bestand, stattgefunden, insbesondere in Japan, Kanada und Deutschland, statt im Irak, wo mehr Aufwand viel sinnvoller gewesen wäre. Mit S³ wurden daher die Möglichkeiten bei

sues for International Safeguards in Nuclear Weapon States, in: International Nuclear Safeguards 1994, Proceedings of a Symposium, Vienna, 14-18 März 1994, Jg. II, S. 639.

183 United States Arms Control and Disarmament Agency, Final Report – Volume I: Field Test FT-34. *Demonstrated Destruction of Nuclear Weapons (U)*, Januar 1969. Deklassifiziert 1990.

184 Vgl. Abschnitt 3.1.5 Entsorgung des Nuklearmaterials aus abgerüsteten Kernwaffen und Anm.. 52.

Sonderinspektionen stark verbessert und damit mehr Flexibilität eingeführt. Allerdings stellt sich nun wieder die Frage, nach welchen Kriterien entschieden werden soll, wo Verifikationsaktivitäten konzentriert werden sollen. Im Rahmen der Diskussion um solche Kriterien schlug ein IAEO-Mitarbeiter vor: "Bei der Durchführung ihres Verifikationsmandates kann die Behörde nur die *Bereitschaft ihrer Partner, Transparenz in ihren relevanten Nuklearaktivitäten zu zeigen*, berücksichtigen."¹⁸⁵ Man könnte diese Formulierung als Ansatz für die Entwicklung von Unterscheidungskriterien zur Verteilung des Aufwandes verwenden.

Allerdings stellt sich das Problem, daß hierdurch auch wieder subjektive Beurteilungen eingeführt werden. Interpretationen, was unter "Bereitschaft zur Transparenz" zu verstehen ist, können über ein weites Spektrum variieren, und es besteht zudem die Gefahr des Mißbrauchs. So könnte ein inspizierter Staat das Interesse haben, Industriegeheimnisse zu schützen, während die Behörde das Interesse haben könnte, ihn zu mehr Transparenz zu zwingen und ihm daher mit einem "schlechten Zeugnis" zu drohen. Andererseits wäre der Verifikationsaufwand viel höher und weniger effektiv, wenn objektivere, d. h. rational einfachere nachzuvollziehendere und weniger konfliktrträgliche Kriterien verwendet würden. Entscheidend sind hier entsprechende Konfliktlösungsstrategien (vgl. nächsten Abschnitt 5.2 Organisatorische Gestaltung des Verifikationssystems).

5.2 Organisatorische Gestaltung des Verifikationssystems

Die erfolgreiche Umsetzung von Verifikationsmaßnahmen hängt auch, und nicht zuletzt, von der organisatorischen Ausgestaltung des Verifikationssystems ab und muß deshalb sorgfältig bedacht werden.

Die heute vorhandenen Abkommen in der nuklearen Rüstungskontrolle, Abrüstung und Nichtverbreitung geben einen ersten Eindruck der möglichen Aufgaben und organisatorischen Strukturen von Verifikation. Verträge wie der Meeresbodenvertrag (1971) und der ABM-Vertrag (1972) werden alleine durch NTM verifiziert. Im Rahmen des INF-Vertrags (1987) und der START-Verträge (1991 bzw. 1993), in denen erstmals Nuklearwaffen abgeschafft bzw. reduziert wurden, muß die Einhaltung von Obergrenzen und die Vernichtung überzähliger Waffen kontrolliert werden. Sie haben wesentlich weitreichendere, auf Kooperation der Vertragsstaaten beruhende Regelsysteme, die auch routinemäßige Vor-Ort-Inspektionen, sowie Inspektionen mit sehr kurzen Ankündigungszeiten beinhalten. Die Verifikation des NVV liegt nicht mehr bei den Nationalstaaten, sondern bei einer internationalen Organisation. Die IAEO kontrolliert den gesamten Brennstoffkreislauf in den Vertragsstaaten.¹⁸⁶ International besetzte Inspektorenteams haben Zugang zu einer großen Zahl von kerntechnischen Anlagen. Nach der Reform des Safeguardssystems Mitte der 90er Jahre wurden Zugangsrechte erweitert, die Informationsquellen der Organisation aus-

185 Bruno Pellaud, Safeguards: The evolving picture, IAEA Bulletin 38/4, Dezember 1996, Übersetzung und Hervorhebung durch die Autorinnen.

186 Mit Ausnahme der Kernwaffenstaaten, die nur auf freiwilliger Basis kontrolliert werden.

gedehnt, die Kernwaffenstaaten, wenn auch begrenzt, in die Verifikation einbezogen. Mit dem Inkrafttreten des Teststopp Vertrags wird eine weitere Organisation, die CTBTO, ins Leben gerufen, die die vorhandenen Strukturen ergänzen wird.

Die Verifikation vollständiger nuklearer Abrüstung wird auf dieses weitverzweigte System von Instrumenten aufbauen. Da ihr Aufgabenbereich im Verlauf des Abrüstungsprozesses aber über den heutiger Abkommen hinausgehen wird, müssen ihre technischen und organisatorischen Strukturen weiterentwickelt werden.

Verdachtsinspektionen

Das Prozedere der Auslösung und Durchführung von Verdachtsinspektionen kann entscheidend für die Wirksamkeit des Verifikationsregimes sein. Ist es sehr schwierig oder langwierig, solche Inspektionen durchzusetzen, können möglicherweise wichtige Informationen verloren gehen. Andererseits können Verdachtsinspektionen, die ohne ausreichende Begründung durchgeführt werden, das Klima zwischen den Vertragsstaaten verschlechtern und das Vertrauen in das Regime erschüttern. Es müssen deshalb Regelungen geschaffen werden, die politisch motivierte Beschuldigungen und selektive Vorgehensweise vermeiden, eine Blockade von Inspektionen aber wirksam verhindern. Entscheidend ist also, wer unter welchen Bedingungen Verdachtsinspektionen auslösen kann.

Eine Möglichkeit ist, die Kompetenz an das Sekretariat, d.h. der technische Arm einer Inspektionsorganisation, zu übertragen. So kann dieses seine eigenen Daten bei der Bewertung einer Situation verwenden und mögliche Informationen von Mitgliedstaaten einer Prüfung unterziehen. Die Reaktionsgeschwindigkeit ist in diesem Fall relativ hoch und "Rufmord-Aktionen" könnten weitgehend verhindert werden. Eine solche Regelung birgt jedoch die Gefahr der Politisierung der Organisation. Jede Entscheidung für eine Verdachtsinspektion ist politisch brisant. Häufig wird sie auf Widerstand oder zumindest Kritik des betroffenen Staates treffen. Ist das Sekretariat Initiator der Inspektionen, wird es zum Zielpunkt der Kritik, selbst wenn die dortigen Entscheidungsträger nach bestem Wissen und Gewissen gehandelt haben. Es besteht die Gefahr, daß der Neutralitätsstatus des Sekretariats zur Disposition gestellt wird. Genau das geschah 1993 im Fall Nordkoreas, als der Generaldirektor der IAEO aufgrund von Unstimmigkeiten zwischen den nationalen Deklarationen und den regulären Inspektionsbefunden Sonderinspektionen durchführen lassen wollte. Nordkorea warf der IAEO daraufhin vor, ihren neutralen Standpunkt verlassen zu haben und ging sogar so weit, sie der Spionage im Auftrag der USA zu beschuldigen. Der Vorwurf war in diesem Fall offensichtlich unbegründet, dennoch kann das Ansehen einer Organisation im Verlauf eines solchen Konflikts Schaden nehmen.¹⁸⁷

Es ist deshalb besser, wenn die Verdachtsinspektionen von den Mitgliedstaaten beschlossen werden. Das Sekretariat kann in seiner Eigenschaft als Informationslieferant die Entscheidung weiterhin maßgeblich beeinflussen, ohne selbst über die Durchführung zu ent-

187 Siehe Patricia Lewis: Organizing for Effective Implementation, in: Eric Amett (Hg.), Implementing the Comprehensive Testban, SIPRI Report Nr. 8, Oxford (Oxford University Press), 1994, S. 86-102.

scheiden. Bei der Entscheidung sollte das sogenannte "red light"-Verfahren genutzt werden. Dabei wird eine beantragte Verdachtsinspektion prinzipiell durchgeführt, es sei denn, eine bestimmte Mehrheit der Staaten spricht sich explizit gegen die Inspektion aus. Wenn eine Abstimmung - am sinnvollsten innerhalb einer festgelegten Frist - nicht explizit gewünscht wird, findet die Inspektion ohne weitere Diskussion statt.¹⁸⁸

Es darf grundsätzlich keine Möglichkeit geben, formell genehmigte Verdachtsinspektionen zurückzuweisen. Sollte ein Staat sich dennoch weigern, die Inspektionen zuzulassen, müssen wirksame Sanktionsmechanismen in Gang gesetzt werden. Die Erzwingung von Sonderinspektionen, möglicherweise sogar mit Waffengewalt, ist jedoch eine heikle Angelegenheit. Einerseits ist die Erzwingung unumgänglich, um dem Verifikationsregime maximale Effektivität zu verleihen. Andererseits kann der Einsatz von Zwangsmaßnahmen nicht von einem beliebigen Gremium gefällt werden. Es darf nicht zu groß sein, damit die Entscheidungsfindung schnell erfolgen kann. Es muß aber dennoch repräsentativ für die Staatengemeinschaft sein. Aus heutiger Sicht bietet sich der Sicherheitsrat an, obwohl er die Aufgabe in seiner bestehenden Form nicht befriedigend erfüllen kann. Die Zusammensetzung der Gruppe der ständigen Mitglieder müßte geändert werden, sie darf nicht mehr nur aus den offiziellen Kernwaffenstaaten bestehen. Es darf zudem kein Vetorecht beim Beschluß von Sonderinspektionen geben. Kurz gesagt, es ist eine Reform der Vereinten Nationen notwendig, die die heutigen ständigen Sicherheitsratsmitglieder schwächen würde. Aufgrund der bestehenden Änderungsregeln erfordert das enormen Reformwillen.

Internationalisierung der Verifikation

Die Verifikation vollständiger nuklearer Abrüstung darf langfristig nicht bei den Nationalstaaten verbleiben. Die Übernahme durch eine internationale Behörde ist unumgänglich. Die Zuverlässigkeit der Verifikation darf nicht von der Bereitschaft einzelner Staaten abhängen, Informationen oder Technologie zur Verfügung zu stellen. Eine internationale Organisation mit eigenem technischen Mitarbeiterstab und eigenen Verifikationsinstrumenten ist der beste Garant für die zuverlässige und gleichmäßige Anwendung der notwendigen Verifikationsmaßnahmen. Damit wird das Vertrauen in den Verifikationsprozeß gestärkt.¹⁸⁹

Ein wichtiges Beispiel für die Internationalisierung von Verifikation ist die Satellitenobservation. Satellitenbilder stehen heute nur einer kleinen Anzahl von Staaten zur Verfügung. In einer kernwaffenfreien Welt reicht das nicht. Eine für die Verifikation zuständige Organisation muß ungehinderten Zugang zu Satellitendaten erhalten. Sie muß faktisch uneingeschränkte Verfügungsrechte über den / die Satelliten besitzen muß. Auch eine Internationalisierung der Regelungen des Open-Skies-Vertrags ist denkbar. Die Verifikation-

188 Beim sog. "green light"-Verfahren findet die Inspektion nur dann statt, wenn sich eine Bestimmte Mehrheit ausdrücklich für sie ausspricht. Dieses Verfahren macht die Durchführung von Verdachtsinspektionen schwieriger, da die Zustimmung des zuständigen Gremiums immer erfolgenderlich ist. Es wird dadurch in der Regel zumindest zu Zeitverzögerungen kommen.

189 Siehe Heinz Gmelch, Verifikation von multi- und internationalen Rüstungskontrollabkommen, Baden-Baden (Nomos), 1993, S. 227-288.

sorganisation hätte in diesem Fall eigene Flugzeuge und Sensortechnologie, mit denen sie die Territorien der Mitgliedstaaten kontrollieren könnte.

Es muß außerdem entschieden werden, ob die verschiedenen Verifikationsaufgaben im Nuklearbereich in einer "Superorganisation" gebündelt werden. Der Vorteil einer großen, für das gesamte Spektrum an nuklearen Verifikationsaufgaben zuständigen Organisation ist z.B., daß nur ein einziger Verwaltungsapparat aufgebaut werden muß, sowie, wenn gewünscht, nur eine Generalversammlung der Mitgliedstaaten und ein Exekutivrat. So ließe sich die Verifikationsmaschinerie vielleicht kostengünstiger gestalten. Labors und Datenbanken könnten gemeinsam unterhalten werden. Das würde Kosten sparen, sowie einen Datenaustausch erleichtern (z.B. auch durch Kompatibilität der Datensätze). Doppelte Inspektionen oder doppelte Anschaffung von Verifikationsgeräten könnte vermieden werden. Eine sehr große Organisation ist aber auch mit Nachteilen verbunden. Die politischen Entscheidungsträger (Generalversammlung und Exekutivrat) sehen sich einer immer größeren und komplexeren Aufgabenstruktur gegenüber. Die Anforderungen an ihr technisches Verständnis steigen, die politischen Zusammenhänge, die sie überblicken müssen, werden komplizierter. Ein großer Verwaltungsapparat kann Doppelarbeit wahrscheinlich bis zu einem gewissen Maß verringern, andererseits werden mit dem Wachsen einer Organisation erfahrungsgemäß immer mehr Verwaltungsebenen eingeführt. Das kompliziert und verzögert die Kommunikation zwischen den unteren und oberen Ebenen. Die Verbindung zwischen dem technischen Stab und der politischen Entscheidungsebene wird schwieriger. Der Rückgriff auf mehrere Organisationen ist zunächst erfolversprechender, da damit die Verifikation flexibel an die aktuellen Abrüstungsschritte angepaßt werden kann. Realistischer und gleichzeitig sinnvoller ist die Idee, einer Vernetzung der einzelnen Organisationen. Durch die Einrichtung einer gemeinsamen Koordinationsstelle kann Doppelarbeit verringert werden. Die gemeinsame Nutzung technischer Ressourcen (Labors, Computer, Transportmittel...) kann dennoch erfolgen. Die Einrichtung und Nutzung gemeinsamer Datenbanken kann ebenfalls über eine solche Koordinationsstelle organisiert werden.¹⁹⁰ Wie auch immer man sich entscheidet, jede beteiligte Organisation muß direkt an den (reformierten) Sicherheitsrat angebunden sein. Informationen über mögliche Ausbruchversuche müssen ohne Umwege an den Rat weitergegeben werden, deshalb muß der jeweilige Leiter der Verifikationsabteilung direkten Zugang zum Sicherheitsrat haben.

Die IAEA verfügt schon heute über die Expertise und die technische Ausstattung, die zur Erfüllung eines großen Teils der zukünftigen Verifikationsaufgaben notwendig sind. Sie verifiziert den zivilen Brennstoffkreislauf fast aller Nichtkernwaffenstaaten und könnte diese Aufgabe genauso gut bei den Kernwaffenstaaten und Schwellenstaaten erfüllen. Dazu ist zunächst vor allem die quantitative Aufstockung ihrer Ressourcen (z. B. in Form von Mitarbeitern, Labors und Verifikationsinstrumenten) erforderlich. Die IAEA ist zudem auch fähig, einen zukünftigen FMTC zu verifizieren. Sie sollte deshalb Ausgangspunkt für die Entwicklung der abschließenden Organisationsform für die Verifikation sein. Das heißt

¹⁹⁰ Siehe dazu Marvin Miller, Verification Arrangements, in: Backgroundpapers of the Canberra Commission, 1996, S. 181-189..

aber auch, daß sie nicht nur quantitativ expandieren muß, sondern daß ihr Status, ihre Kompetenzen und ihr Verhältnis zum Sicherheitsrat eine Änderung erfahren müssen.

Die IAE0 kann nicht alle Verifikationsaufgaben übernehmen. Für die Verifikation des Teststopps sollte man weiterhin auf die CTBTO vertrauen. Für die Verifikation der Vernichtung von Sprengköpfen, Trägersystemen und der Infrastruktur der militärischen Nuklearprogramme muß wahrscheinlich eine dritte Organisation gegründet werden, die in enger Zusammenarbeit mit der IAE0 operiert. Diese Organisation wird aber nur übergangsweise arbeiten, da am Ende des Abrüstungsprozesses ihre Verifikationsgegenstände demontiert sein werden.

Zusammenarbeit mit anderen Verifikationsorganisationen

Die Zuverlässigkeit des Verifikationssystems kann entscheidend gesteigert werden, wenn eine Zusammenarbeit mit Verifikationsorganisationen aus anderen, nicht-nuklearen Rüstungskontrollbereichen stattfindet. Eine solche Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Organisationen z.B. aus dem nuklearen und dem chemischen Bereich ist heute nicht möglich. Der OVCW ist es beispielsweise strikt untersagt, Erkenntnisse aus ihrer Tätigkeit weiterzugeben. Die Organisation steht praktisch unter einer Informationssperre. Sollte sie zufällig auf Informationen stoßen, die z. B. für die Arbeit der IAE0 von Relevanz wären, dürfte sie diese nicht weitergeben. In allen Rüstungskontrollverträgen bzw. den entsprechenden Statuten von Verifikationsorganisationen muß deshalb die Möglichkeit des Datenaustauschs festgeschrieben werden.

"Soziale Verifikation"

Zusätzlich zu den klassischen technischen Verifikationsinstrumenten wurde das Konzept der sozialen Verifikation entwickelt. Es handelt es sich um ein Kontrollsystem, daß im Gegensatz zu den traditionellen Verifikationskonzepten auf der Beteiligung der gesamten Bevölkerung eines Landes beruht und nicht auf hochspezialisierte, technisch gut ausgerüstete Expertenteams zurückgreift. Soziale Verifikation soll durch die Bevölkerung eines Landes durchgeführt werden. Im Prinzip ist jeder Bürger eines Landes aufgefordert, jede Information über eine Vertragsverletzung oder den Versuch einer Vertragsverletzung, die zu seiner Kenntnis gelangt, an eine dafür zuständige internationale Behörde weiterzuleiten. Diese Informationsweitergabe soll nicht nur das Recht, sondern auch die Pflicht eines jeden Bürgers sein und muß deshalb auch in die nationale Gesetzgebung der Staaten aufgenommen werden. Die Weitergabe der Informationen darf also nicht im eigenen Lande als Verrat oder anderes Vergehen strafrechtlich verfolgt werden. Dieses Konzept der Einbindung der breiten Bevölkerung wird auch "Citizens Reporting" genannt.¹⁹¹ In der Praxis

¹⁹¹ Ausführlich dazu Joseph Rotblat: Societal Verification, in: Joseph Rotblat/Jack Steinberger/Bhalchandra Udgaonkar (Hg.), A Nuclear-Weapon-Free World. Desirable? Feasible?, Boulder/San Francisco/Oxford, 1993, S. 103-118.

werden solche "Whistle blowers" oft Personen sein, die aufgrund ihrer Ausbildung (Ingenieure, Facharbeiter, Naturwissenschaftler) auf die eine oder andere Weise von heimlichen Projekten Kenntnis erhalten haben. Für solche Informanten muß die Möglichkeit geschaffen werden, ihr Wissen gefahrlos offenzulegen. So könnte beispielsweise ein internationaler Fond zur Unterstützung und zum Schutz von Whistle blowers geschaffen werden.

Universalität

Der Prozeß vollständiger nuklearer Abrüstung kann von einer relativ kleinen Zahl von Staaten eingeleitet werden. Am Ende des Prozesses müssen sich aber alle Staaten zum Kernwaffenverzicht verpflichtet haben. Nur wenn alle Staaten Teil des Systems sind, kann die Verifikation den hohen Grad an Sicherheit liefern, den man von ihr erwartet und nur dann können auch Sanktionsmaßnahmen gegen einen Rechtsbrecher greifen.

5.3 Schlußfolgerungen

Dieser Report hat versucht, sich der Beantwortung der Frage "Ist eine kernwaffenfreie Welt verifizierbar?" zu nähern. Es ist deutlich geworden, daß eine solche Aufgabe komplex ist. Viele verschiedene Verifikationsmethoden müssen sich gegenseitig ergänzen und verstärken. Keine Methode könnte die Aufgabe allein bewältigen, da viele Indizien für sich allein genommen ambivalent sind. Je nachdem, ob es sich um einen ehemaligen Kernwaffenbesitzer handelt oder nicht, wie umfangreich die zivile Nuklearindustrie ist, wie stark industrialisiert ein Staat ist, wie groß der Grad der Transparenz ist, und in welchem Ausmaß ein Staat mit der Verifikationsbehörde kooperiert, werden unterschiedlichen Verifikationsmethoden unterschiedliche Bedeutungen zukommen.

Von entscheidendem Gewicht ist daher die Synergie verschiedenster Methoden. Zusammen können sie jedoch mit signifikanten Wahrscheinlichkeiten frühzeitig Verdachtsmomente entwickeln und Evidenzen schaffen. Es gibt viele Variationsmöglichkeiten, wie Maßnahmen implementiert und angewandt werden können. Hierbei muß nicht für jede Technologie und jedes Verfahren die aufwendigste Variante gewählt werden, entscheidend ist eine hohe Entdeckungswahrscheinlichkeit. Wie hoch diese sein muß, hängt entscheidend von politischen Faktoren, insbesondere vom Vertrauen in einen inspizierten Staat, ab. Es wird immer viele und weitreichende Variationen geben, welcher Staat welchem anderen in welchem Maße vertraut. Der Extremfall ist die Etablierung eines konkreten Verdachts und die Notwendigkeit, diesen aufzuklären. Der andere Extremfall ist ein Staat, dem niemand mißtraut. Voraussetzung hierfür ist ein Maximum an Transparenz und Kooperationsbereitschaft dieses Staates. Das Maß dieser Transparenz und Kooperationsbereitschaft muß selbst zur Erhärtung oder Widerlegung eines Verdachts beitragen.

Eine hundertprozentig erfolgreiche Verifikation wird es niemals geben. Aber die Zahl der Möglichkeiten, ein unentdecktes Kernwaffenprogramm zu starten und zum Abschluß zu bringen, könnte gegen Null tendieren, je umfangreicher und einschneidender implementierte Verifikationsmaßnahmen werden. Allerdings ist auch deutlich geworden, daß sich das politische Umfeld, in dem eine Verifikation möglich erscheint, noch viel stärker ent-

wickeln muß, d.h. zum einen muß die Entdeckung eines geheimen Wiederaufrüstprogramms früh genug und mit hoher Wahrscheinlichkeit möglich sein, und zum anderen muß dies auch von der internationalen Gemeinschaft anerkannt werden.

Die drei Fallbeispiele - Irak, Nordkorea und Südafrika - haben auf drei der kritischen Probleme eines zukünftigen Verifikationsregimes hingewiesen.

1. Die frühzeitige Entdeckung heimlicher Kernwaffenprogramme (Irak und Nordkorea).
2. Die vollständige Erfassung der Bestände an Kernwaffen und deren Komponenten (Südafrika).
3. Die Erzwingung von Inspektionen bei nichtkooperativen Staaten (Irak und Nordkorea).

Die technischen Instrumente der Verifikation und die Kompetenzen bzw. Handlungsspielräume der Akteure, insbesondere bei der IAEO, sind, als Antwort auf die Fälle des Irak und Nordkoreas, in den letzten Jahren enorm verbessert und erweitert worden. Die bisherigen Verbesserungen, vor allem die Reform S³ reichen zwar nicht, um den Prozeß der nuklearen Abrüstung bis zum Ende zu begleiten, sind aber ein wichtiger Schritt zur Lösung des 1. Problems, die frühzeitige Entdeckung heimlicher Programme.

Die vollständige Erfassung der Bestände der Kernwaffen und ihrer Komponenten (das zweite o. g. Problem) ist kein technisches Problem. Transparenz und Kooperationsbereitschaft der Kernwaffen- und Schwellenstaaten sind die kritischen Punkte. Das Problem der Geheimhaltung von militärisch relevanten Details kann durch ausgeklügelte Methoden der Verifikation gelöst werden. Wichtig ist, daß Transparenzmaßnahmen so früh wie möglich einsetzen und das Zurückweisen von Informationsgesuchen weitgehend unterbleibt.

Das größte Problem, das sich in Zukunft stellen wird, ist die Erzwingung von Inspektionen in nichtkooperativen Staaten. Es ist unwahrscheinlich, daß die hierzu notwendigen Instrumente, insbesondere die Reform des Sicherheitsrats, in absehbarer Zeit realisiert werden können. Da die Elemente eines nuklearen Abrüstungsprozesses – die Entwicklung technischer Verifikationsmethoden, Transparenz, Kooperationsbereitschaft und Vertrauensbildung – sich gegenseitig verstärken, stellt die Erzwingung von Inspektionen auf lange Sicht hingegen kein unüberwindbares Hindernis dar.

Folgende Voraussetzungen sind unabdingbar:

- Der universale Wille, der internationalen Gemeinschaft, eine kernwaffenfreie Welt zu erreichen.
- Die Bereitschaft aller Staaten, ein Maximum an Transparenz und Kooperationsbereitschaft zu bieten: Transparenzmaßnahmen und die ihnen zugrundeliegenden Prinzipien und Kriterien müssen dafür in systematischer Weise ständig weiterentwickelt werden. Die Verletzung der international vereinbarten Transparenzstandards würde dann eine Ausnahme sein und selbst bereits ein Verdachtsmoment darstellen. Diese Transparenz ist in wichtigen Eliten vor allem der Staaten im Besitz von Kernwaffen noch unvorstellbar. Andererseits ist eine Entwicklung in Richtung stärkerer Transparenz unübersehbar.

- Ein Verifikationssystem, das auf zwei Pfeilern beruht: einem international organisierten Verifikationsapparat, der ausgehandelte Verfahren und Techniken anwendet, und der zusätzlichen Möglichkeit, auf flexible Weise weitere Informationen miteinzubeziehen, einschließlich Geheimdienstinformationen. Mechanismen, die das Bekanntwerden weiterer Informationen fördern, müssen verstärkt werden, vor allem die Ermutigung und der Schutz von Whistle-Blowern. Viele der Techniken, die heute noch unter NTM zählen wie z.B. Satellitenbeobachtung, sollten möglichst internationalisiert werden.
- Internationale Mechanismen, mit denen Konsequenzen aus einem Verdacht erzwungen werden können: Diese wären zunächst weitere Verifikations- und Klärungsmaßnahmen, und im Falle der Erhärtung des Verdachts, Maßnahmen, die das Kernwaffenprogramm rückgängig machen.

Mit welchen Einzelheiten Verifikations- und Transparenzmaßnahmen und die zukünftige Organisation gestaltet werden sollen, kann heute noch nicht gesagt werden. Sie stehen am Ende eines Entwicklungsprozeß, der jetzt erst begonnen hat. Um ihn weiterzutreiben, sind einerseits viele Einzelschritte nötig, ähnlich denen, die schon stattfinden (skizziert in den Kapiteln 0 und 0). Andererseits ist auch ein prinzipielles Umdenken nötig: Keiner der Einzelschritte darf als ein Endpunkt verstanden werden, sondern vielmehr als Teil eines Prozesses, der zu mehr Transparenz und zu weiterer nuklearer Abrüstung führen soll. Auch wenn über das Ziel einer kernwaffenfreien Welt noch Uneinigkeit herrscht, also sowohl Zustimmung als auch Ablehnung und Skepsis, sollten neue Prinzipien allgemein anerkannt werden. Diese Prinzipien sollten Transparenz und Irreversibilität der nuklearen Abrüstung sein.¹⁹² Dazu gehört das fundamentale Umdenken, daß Nuklearaktivitäten in Kernwaffenstaaten nicht mehr nur nationale Angelegenheiten sind, sondern, genau wie in Nichtkernwaffenstaaten, die internationale Gemeinschaft ein Recht auf Transparenz hat, d. h. konkret, die Einführung von Sicherungsmaßnahmen der IAEO. Die Zeit hierfür ist reif, und diese Entwicklung ist realistisch (vgl. 3.1.5 Entsorgung des Nuklearmaterials aus abgerüsteten Kernwaffen). Der FMCT wird ein wichtiger Meilenstein auf diesem Weg sein. Das Vertrauen, daß die Verifikation einer kernwaffenfreien Welt möglich ist, wird mit weiteren Fortschritten auf diesem Weg wachsen, so daß sie zuletzt eine realistische Option werden kann.

192 William Walker, Reflections on Nuclear Transparency and Irreversibility: the Re-regulation of partially disarmend states, Background paper for the Conference on the Fissile Material Cutoff, Schlangenbad (Germany), 25-27 Juli 1997.

Anhang A: Funktionsweise von Kernwaffen

Die folgende Abbildung skizziert die wichtigsten Elemente eines modernen Kernsprengkopfes¹⁹³

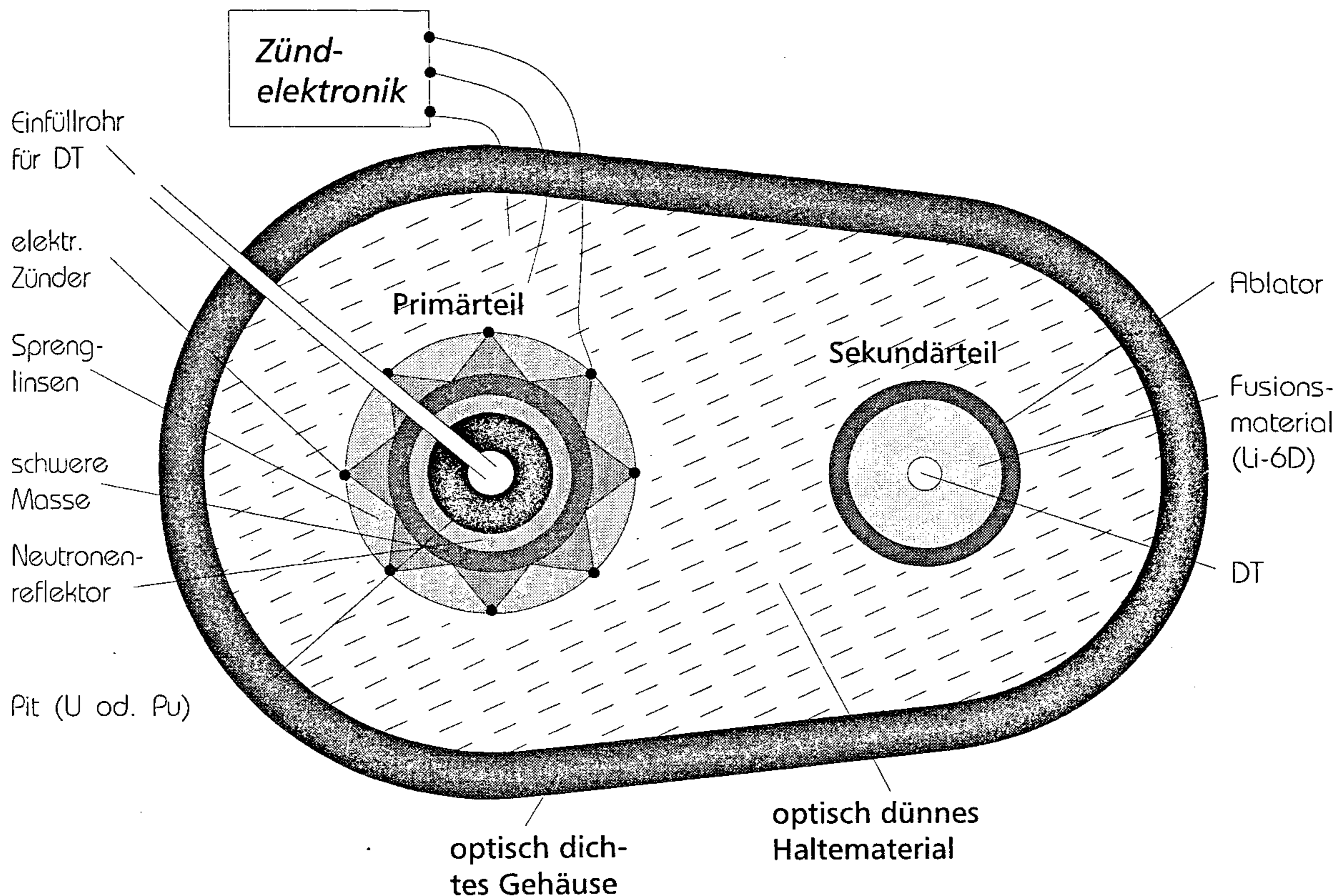


Abbildung 1: Komponenten eines modernen Kernsprengkopfes ("Wasserstoffbombe")

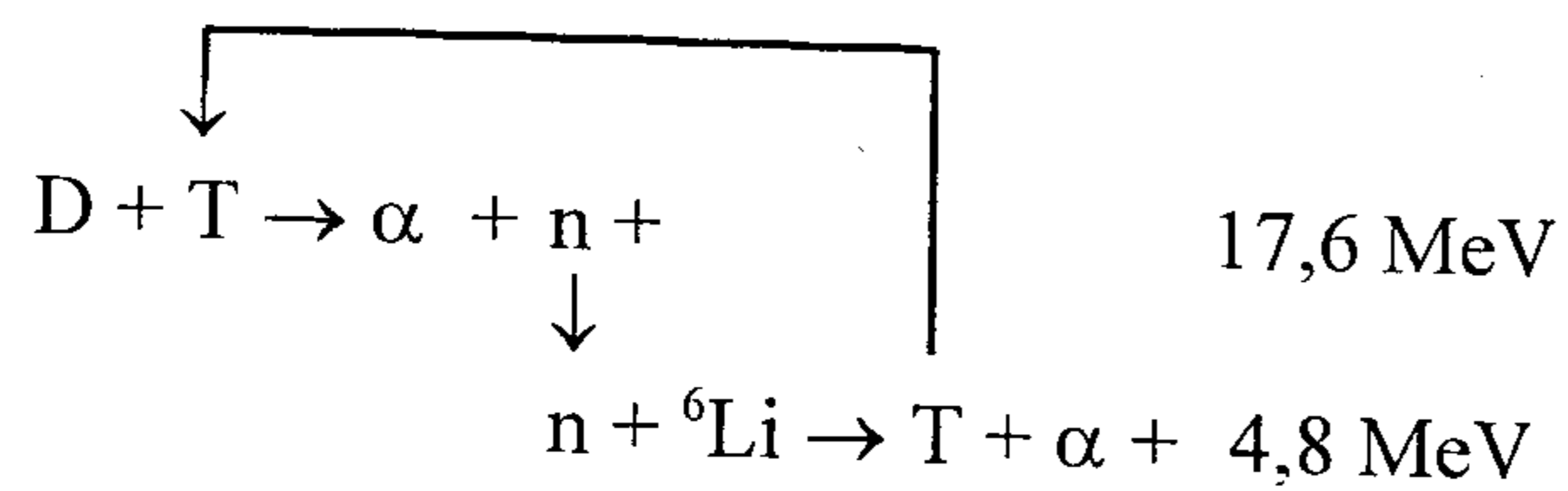
¹⁹³ In dieser Skizze und dieser Beschreibung sind nur Informationen enthalten, die inzwischen veröffentlicht sind. Technische Einzelheiten können aus ihr nicht abgelesen werden. Maßstäbe und Formen sind willkürlich und entsprechen nicht der Realität. Die Funktionsweise der Zündung des Sekundärteils (das sogenannte "Teller-Ulam-Prinzip") ist das gleiche wie bei Trägheitseinschlußfusion (ICF). Es ist schon in den frühen 80er Jahren durch deutsche und andere Publikationen bekannt geworden und Anfang der 90er Jahre auch in den USA deklassifiziert worden. Siehe z.B. Jürgen Meyer-ter-Vehn, Zur Physik des Fusionspellets, Physikalische Blätter, Bd. 43, 1987. S. 424.

Der Primärteil ist ein nur auf Kernspaltung beruhender Sprengkopf nach dem Implosionsprinzip. Eine Hohlkugel aus HEU oder Plutonium, der sogenannte "Pit", ist von einem Neutronenreflektor, z.B. aus Beryllium umgeben. Die Konfiguration ist unterkritisch. Die Sprenglinsen bestehen aus speziell geformten und zusammengesetzten Teilen aus konventionellen Sprengstoffen mit unterschiedlichen Detonationsgeschwindigkeiten und mit mehreren Zündpunkten. Wenn diese gleichzeitig gezündet werden (mit einer Ungenauigkeit in der Größenordnung einer μs), wird eine sphärisch nach innen gerichtete Detonationswelle erzeugt, die eine darunterliegende schwere Masse nach innen beschleunigt. Dies erfordert sowohl räumliche als auch zeitliche Präzision, um Instabilitäten zu vermeiden. Die Detonationswelle komprimiert Reflektor und Pit, so daß eine überkritische Masse entsteht. Kurz bevor die maximale Überkritikalität erreicht ist, müssen mit einem Neutronengenerator (nicht eingezeichnet) Anfangsneutronen für die Kettenreaktion erzeugt werden. Der Zeitpunkt muß so gewählt werden, daß die Kompression maximal ist, wenn die durch Kernspaltung erzeugte Energie gerade so groß ist, daß eine zusätzliche Expansion einsetzt. Die Kettenreaktion wird zusätzlich durch sogenanntes "Boosting" verstärkt: dabei wird in den Hohlraum des Pits kurz vor der Zündung Deuterium-Tritium-Gas (DT) eingefüllt. Wenn der Druck und die Temperatur bestimmte Schwellen überschreiten, setzt in diesem Gas Fusion ein ($D + T \rightarrow \alpha + n + 17,6 \text{ MeV}$), durch die weitere Neutronen freigesetzt werden und der Anstieg der Kettenreaktion beschleunigt wird. Dadurch wird ein größerer Anteil der U- oder Pu-Kerne gespalten, bevor die Kettenreaktion infolge der Expansion wieder zum Erliegen kommt. Mit Hilfe des Boostings ist es möglich, die Explosionsenergie zu variieren.

Der größte Teil der Energie des Primärteils wird zunächst in Form von Schwarzkörperstrahlung im Röntgenbereich freigesetzt. Primär- und Sekundärteil befinden sich zusammen in einem Gehäuse. Das Gehäuse und die äußere Schale des Sekundärteils bestehen aus optisch dichtem Material, so daß sich zwischen Primär- und Sekundärteil und dem Gehäuse schnell ein thermisches Gleichgewicht bildet, bevor signifikante mechanische Effekte eintreten. Um diese Thermalisierung nicht zu behindern, ist alles mechanische Haltematerial optisch dünn. Die äußere Schicht des Sekundärteils, der sogenannte Ablator, verdampft und erzeugt einen nach innen gerichteten Rückstoß (Ablation). Er besteht aus optisch dichtem und schwerem Material. Der innere Teil des Sekundärteils besteht aus Lithium-6-Deuterid (Li-6D). Durch die Ablation wird eine nach innen gerichtete Stoßwelle erzeugt, die das Li-6D komprimiert. Je stärker sich die Kompression einer Adiabate nähert, desto höher wird die mögliche Dichte. Der Ablator ist daher vermutlich in einer Weise konstruiert, daß mehrere aufeinanderfolgende Stoßwellen erzeugt werden, so daß insgesamt eine adiabatische Kompression angenähert wird.¹⁹⁴ Im Zentrum befindet sich DT, und dort laufen die Stoßwellen zusammen und erzeugen ein heißes Plasma hoher Entropie, die den

194 Die Theorie der sphärischen Kompression ist beschrieben in: G. Guderley, Starke kugelige und zylindrische Verdichtungsstöße in der Nähe des Kugelmittelpunktes bzw. der Zylinderachse, Luftfahrtforschung 19, S. 302, 1942; für eine kurze Zusammenfassung siehe K.A. Brueckner/S. Jorna, Laser-driven Fusion, Rev. of Mod. Physics, 46, Nr. 2, S. 325, April 1974. Hier: S. 347. Siehe auch: J. Meyer-ter-Vehn/C. Schalk, Selfsimilar Spherical Compression Waves in Gas Dynamics, Zeitschrift für Naturforschung, 37a, 955-969 (1982).

Fusionsbedingungen für DT entspricht. Als Folge setzen dort Fusionsreaktionen ein, die ihre Energie in Form der kinetischen Energie der Reaktionsprodukte in dem umliegenden komprimierten und kälteren Material deponieren. Dieses wird dadurch ebenfalls auf Fusionsbedingungen aufgeheizt, und auf diese Weise pflanzt sich eine Fusionswelle von innen nach außen fort. Dieser Vorgang ist schneller als die folgende mechanische Expansion des Plasmas. Im einfachsten Fall sind der Sekundärteil und seine Kompression sphärisch. Es gibt Spekulationen, daß auch zylindrische Kompressionen erzeugt werden können. Die Reaktion im Li-6D ist eine Doppelreaktion:



Anhang B: Anreicherungsverfahren im Vergleich

Tabelle 3: Anreicherungsverfahren im Vergleich¹⁹⁵

Verfahren	Arbeitsmaterial (flüchtige Materialien sind leichter detektierbar)	Separationsfaktor (je kleiner, desto mehr Stufen)	Energieverbrauch (kWh/SWU) (detektierbar mit Infrarotspektroskopie)	Entwicklungsstand	Verbreitung	technische Hürde bei der Weiterentwicklung
Gasdiffusion: Uranhexafluorid (UF_6 , gasförmig) diffundiert durch eine Membran, dabei diffundieren Moleküle mit U-235 häufiger. Der Gehalt des leichteren Materials ist daher auf der einen Seite etwas erhöht.	UF_6	1,0040 – 1,0045	2300 – 3000	ausgereift	USA	hoch
Gaszentrifugen: In einer schnell rotierenden Gaszentrifuge werden unterschiedlich schwere Teilchen unterschiedlich verteilt. An verschiedenen Orten in der Zentrifuge kann man daher unterschiedlich angereichertes Gas entnehmen.	UF_6	1,3 – 1,3	100 – 300	ausgereift	Europa	hoch
Trenndüsen: In einer speziell geformten Düse zeigen verschiedenen schwere Moleküle etwas unterschiedliche Strömungsverhalten. Aus einer aus der Düse austretenden Gasströmung können daher Teilströmungen abgezweigt werden, die unterschiedlich angereichert sind.	$UF_6 + H_2$	1,05	3000 – 3500	ausgereift	Südafrika	hoch
Chemische Anreicherung: Reaktionsgeschwindigkeiten hängen auch von der Masse der Reaktionspartner ab. Dies wird ausgenutzt, um in Lösungen die Anreicherung zu verändern.	wässrige und organische U-Lösungen	1,0025 – 1,003	≤ 600	Testphase		
Elektromagnetische Anreicherung (Calutrons): Ein U-Ionenstrahl wird durch Magnetfelder auf eine Kreisbahn gezogen, wobei der Radius von der Masse abhängt.	UCl_4	20 – 40	3000 – 4000	ausgereift	veraltet, deklassifiziert, wurde nicht mehr benutzt	niedrig
Laserisotopenanreicherung (atomar): Mit Hilfe von Lasern werden U-Isotope in U-Dampf unterschiedlich angeregt und anschließend selektiv ionisiert. Das ionisierte Isotop kann mit elektromagnetischen Methoden abgezweigt werden.	atomar	5 – 15	≈ 10 – 50	Testphase	USA, Frankreich, Südafrika	sehr hoch
Laserisotopenanreicherung (molekular)	$UF_6 + N_2$	5 – 15	≈ 10 – 50	Forschung	Industrieländer	sehr hoch

195 In Anlehnung an: Krass et al., Anm. 78, S. 188

Anhang C: Glossar einiger Fachausdrücke in der Verifikation der IAEO

Signifikante Mengen:¹⁹⁶ Die ungefähre Menge des Nuklearmaterials, bei der die Möglichkeit der Herstellung eines Nuklearsprengkopfes nicht ausgeschlossen werden kann, wobei man die technischen Umwandlungsprozesse berücksichtigt. (Definition der IAEO)

Material	Signifikante Menge	Sicherungsmaßnahmen werden angewandt auf
<i>Unmittelbar verwendungsfähiges Material</i> Pu ^a U-233 U (U-235 \geq 20%)	8kg 8 kg 25 kg	gesamtes Element gesamtes Isotop darin enthaltenes U-235
<i>nicht unmittelbar verwendungsfähiges Material</i> U (U-235 < 20%) ^b Thorium	75 kg 20 t	darin enthaltenes U-235 gesamtes Element

^a For Pu containing less than 80 % Pu-238.

^b Including natural and depleted uranium.

Entdeckungszeit: Die maximale Zeit, die zwischen der Entwendung von Nuklearmaterial und ihrer Entdeckung durch IAEO-Sicherungsmaßnahmen verstreichen darf. Entsprechend der derzeit gültigen Richtlinien soll sie in der Größenordnung der Konversionszeit liegen.

Konversionszeit: Die Zeit, die benötigt wird, um verschiedene Formen Nuklearmaterials in die metallischen Komponenten eines Kernsprengkopfes umzuwandeln. Schätzungen liegen zwischen der Größenordnung von Tagen für unmittelbar verwendungsfähiges Material, von Wochen für unbestrahlte chemische Verbindungen, von Monaten für abgebrannten Brennstoff und von einem Jahr für LEU, Natururan und Thorium.

Entdeckungswahrscheinlichkeit: Die Wahrscheinlichkeit, daß die Verifikation zur Entdeckung der Abzweigung einer bestimmten Menge von Nuklearmaterial führt, vorausgesetzt, diese hat stattgefunden. (Gekürzter Text, die quantitative Festlegung erfolgt mit Hilfe weiterer Begriffe und Formeln.¹⁹⁶)

Fehlalarmwahrscheinlichkeit: Die Wahrscheinlichkeit, daß die statistische Auswertung der Daten der Materialbilanzierung einen Fehlbetrag von Nuklearmaterial indiziert, der größer ist als der auf der Meßgenauigkeit beruhende Erwartungswert, vorausgesetzt, daß in Wirklichkeit keine Abzweigung stattgefunden hat. Dieser Wert wird gewöhnlich auf 5 % oder weniger gesetzt.

¹⁹⁶ IAEA-Safeguards Glossary, Anm. 10. Eigene Übersetzung.

Abkürzungen

AVLIS	atomare Laserisotopenseparation (atomic vapor laser isotope separation)
CIA	Central Intelligence Agency
CTBT	Vollständiger Teststoppvertrag (Comprehensive Test Ban Treaty)
CWÜ	Chemiewaffenübereinkommen
DoE	Department of Energy
EMIS	elektromagnetische Isotopenseparation
FMCT	Vertrag zur Beendigung von Spaltmaterial für Kernwaffenzwecke (Fissile Material Cutoff Treaty)
FuE	Forschung und Entwicklung
HEU	hochangereichertes Uran (highly enriched uranium)
IAEO	Internationale Atomenergieorganisation
ICF	Trägheitseinschlußfusion (Inertial Confinement Fusion)
INF	Mittelstrecken-Abkommen (Intermediate Nuclear Forces)
kg	Kilogramm
KSE	Vertrag über konventionelle Streitkräfte in Europa
KWS	Kernwaffenstaat
kWh	Kilowattstunde (Energieeinheit)
LEU	schwach angereichertes Uran
LIDAR	Light Detection and Ranging (ein Verfahren der atmosphärischen Spektralanalyse)
µs	Mikrosekunde (10^{-6} s)
MOX	Uran-Plutonium-Mischoxid
MUF	nicht nachgewiesenes Material (material unaccounted for)
MW	Megawatt (Leistungseinheit)
NIF	National Ignition Facility
NKWS	Nichtkernwaffenstaat
NVV	Nichtverbreitungsvertrag
NTM	nationale technische Mittel
IAEO	Internationale Atomenergieorganisation
Pu	Plutonium
PUREX	plutonium and uranium recovery by extraction (ein Wiederaufbereitungsverfahren)
SAN	Staat außerhalb des NVV
S ³	Strengthened Safeguards System
START	Strategic Arms Reduction Treaty
SWU	separative work units (Maß für die bei Anreicherung geleistete Trennarbeit)
t	Tonne
U-235	Uranisotop mit der Massenzahl 235
U-238	Uranisotop mit der Massenzahl 238
UF ₆	Uranhexafluorid
UNSCOM	Sonderkommission der Vereinten Nationen für die Irak-Inspektionen
VN	Vereinte Nationen

HSFK-Publikationen 1997/98 (Auszug*)

HSFK-Reports (jeweils DM 12,--)

Simone Wisotzki / Harald Müller

Geißel der Zivilgesellschaft. Die Landminenkrise als Herausforderung für die Abrüstung
HSFK-Report 8/1997

Christian Büttner / Elke Kronenberger / Elisabeth Stahl

**„Mit denen setze ich mich nicht an einen Tisch!“
Modelle von Streitvermittlung in multikulturellen Stadtgesellschaften**
HSFK-Report 9/1997

Hans-Jochim Schmidt

**Die Anpassung des KSE-Vertrages: Konventionelle Rüstungskontrolle
zwischen Bündnisverteidigung und Kooperativer Sicherheit**
HSFK-Report 1/1998

Bruno Schoch

Die Schweiz - ein Modell zur Lösung von Nationalitätenkonflikten?
HSFK-Report 2/1998

Berthold Meyer

In der Endlosschleife? Die OSZE-Langzeitmissionen auf dem Prüfstand
HSFK-Report 3/1998

Hans-Joachim Spanger

Globalisierung, Geoökonomie und der EURO
HSFK-Report 4/1998

Christian Büttner

Schule ohne Gewalt? Konfliktberatung im pädagogischen Arbeitsfeld Schule
HSFK-Report 5/1998

PRIF-Reports (jeweils DM 20,--)

Christian Büttner / Elke Kronenberger / Elisabeth Stahl

**'Talk to Them? No Way!' Models of Dispute Settlement in
Multicultural Urban Societies**

Published together with

Amt für multikulturelle Angelegenheiten der Stadt Frankfurt am Main

PRIF-Report No. 49

Alexander Kelle

**Security in a Nuclear Weapons Free World - How to Cope with the
Nuclear, Biological and Chemical Weapons Threat**

PRIF-Report No. 50

Harald Müller

The Nuclear Weapons Register - A Good Idea Whose Time Has Come

PRIF-Report No. 51

HSFK-StandPunkte (Bezug kostenlos)

Peter Schlotter

Jenseits von Nuklearpazifismus und Antiamerikanismus -

Zur Außenpolitik von Bündnis 90/Die Grünen

HSFK-StandPunkte Nr. 5/1997

Sonderdruck

Dokumentation - Verleihung des Hessischen Friedenspreises 1997 an Hans Koschnick

HSFK-StandPunkte Nr. 6/1997

Lothar Brock

Globaler Wandel und Staatenpolitik. Plädoyer für Multilateralismus

HSFK-StandPunkte Nr. 7/1997

Änne Ostermann

Zivilcourage - eine demokratische Tugend: Test für die

Demokratiefähigkeit einer Gesellschaft

HSFK-StandPunkte Nr. 1/1998

Lothar Brock

Die USA und die UN: Reform oder Abbau der Weltorganisation?

HSFK-StandPunkte Nr. 2/1998

Harald Müller

Weltpolitische Wasserscheide: Atomtests in Südasien und die Folgen

HSFK-StandPunkte Nr. 3/1998

Dokumentation

Verleihung des Hessischen Friedenspreises 1998 an Alexander Lebed

HSFK-StandPunkte Nr. 4/1998

Harald Müller

Der Kampf der Kulturen findet nicht statt

HSFK-StandPunkte Nr. 5/1998

Berthold Meyer

Der nahöstliche Frieden - verbaut oder noch zu retten?

HSFK-StandPunkte Nr. 6/1998

*) Sie erhalten von uns auf Wunsch jederzeit die komplette Liste unserer Publikationen.

ISBN 3-933293-08-1