

Sorgen angesichts der zivil-militärischen Ambivalenz



Universität für Bodenkultur Wien

UnivProf. Dr. Wolfgang Liebert

„Zukunft der Kernenergienutzung 10 Jahre nach Fukushima!“
ISR-Tagung, Wien, 11.-12. März 2021

Sorgen angesichts der zivil-militärischen Ambivalenz

1. Militärische Vorprägung der Kerntechnik
2. Proliferationsgefahr auf Basis von zivilen Programmen
3. Nichtverbreitungsvertrag löst das Problem nicht
4. Sorgen hinsichtlich nuklearer Newcomer

Spaltfähige (und weitere) Nuklearmaterialien als zentrale Voraussetzung für Waffen und für Reaktoren

Natururan enthält

nur 0,7 % spaltfähiges **Uran-235** (→ „Anreicherung“ notwendig)
> 99 % fast nicht spaltfähiges **Uran-238** (aber Ausgangsstoff für Plutonium)

Materialbedarf für eine Kernwaffe (je nach wiss.-techn. Stand)

Hochanger. Uran (HEU): 10 – 50 kg
(Uran-235 > 90%)

Plutonium: 3 – 6 kg
(unabh. v. Isotopenvektor)

Tritium (zusätzlich): 2 – 3 g
(fusionsfähiger Stoff zur
Erhöhung der Spaltausbeute,
d.h. Sprengkrafterhöhung)

Materialbedarf für Reaktoren (für großen Gigawatt-Reaktor (LWR))

Schwach anger. Uran (LEU): ~ 25 t/a
(3-5% Uran-235)

ODER

Plutonium: (ca. 5% in U) ~ 400 kg/a
plus LEU ~ 15-20 t/a

Zukünftiger (??) Fusionsreaktor
Tritium: > 100 kg/a

Notwendigkeiten für Atomwaffenprogramme

Zugriff auf Spaltmaterial (bzw. waffenrelevante Nuklearmaterialien):

- Hochangereichertes Uran (HEU) oder
 - Plutonium oder
- ggf. Produktion von fusionsfähigem Material:
- Tritium (schwerer Wasserstoff)
-
- Urananreicherungstechnologie oder
 - Plutonium-Abtrennung (bzw. Wiederaufarbeitungstechnologie)
plus Reaktoren (oder größere Forschungsreaktoren)
 - ggf. Tritium-Abtrennung (in Verbindung mit n-Quelle)
-
- Entwicklung von **Waffenkonzepten**: n-Generatoren, Zündtechnik, ...
(einfaches Kanonenrohrprinzip (HEU), komplexe Implosionsbombe (Plutonium),
Boosterbombe (plus Tritium), hochkomplexe Fusionsbombe, ...)
 - **Waffensysteme** inkl. Träger (Bomber, ballistische Raketen, U-Boote)
Kernwaffenphysik (Tests, unterirdische Tests,....., Trägheitseinschlussfusion,...)

Proliferationsgefahren durch Zugriff auf (potentiellen) Waffensstoff

Vorliegen waffengrädiger Materialien im zivilen Bereich:

HEU- oder MOX-Brennstoff (U-Pu-Mischoxid), abgetrenntes Plutonium

Sensitive Technologien (starker Indikator für Proliferationsgefahren):

- Urananreicherung in Betrieb oder beherrscht
- Plutonium-Abtrennung (Wiederaufarbeitung) in Betrieb oder beherrscht
- ausreichendes Know-how (für eine der beiden Technologien) in ~ 20 Staaten

(schwächere Indikatoren für Proliferationsgefahren:

31 Länder mit Betrieb von Leistungsreaktoren
~ 60 Länder mit Betrieb von Forschungsreaktoren)

- Plutonium-Nutzung (MOX) ohne eigene Abtrenntechnologie

„We are dealing with almost as I call them **virtual nuclear weapons states** ...
Another 20 or 30 who have the capacity to develop nuclear weapons
in a very short time span.“

Mohamed ElBaradei (damaliger IAEA-Generaldirektor), Reuters 16.10.2006

Das „nukleare Zeitalter“ ist geprägt durch ...

... **militärische Wurzel** wesentlicher Technologien

... militärisch-zivile Ambivalenz der Nukleartechnologie und der verwendeten Nuklearmaterialien (Quelle für **Dual-use-Programme**)

... militärische Nuklearprogramme oder **latente** militärische Optionen unter Nutzung von zunehmend weiter verbreiteter ziviler Technologie („**virtuelle Kernwaffenstaaten**“)

... **Proliferations-Tendenz**: der Klub der Kernwaffenstaaten konnte nicht auf die ersten drei (U.S., SU/R, UK) beschränkt werden:

- 1960 France – 1964 China –1967 (?) Israel
- 1970er South Africa
- 1974/1998 Indien – 1984/1998 Pakistan
- 2006 Nordkorea

Nichtverbreitungsvertrag (NVV)

ausgehandelt 1965-68, seit 1970 in Kraft

ARTIKEL 3

„Jeder Nichtkernwaffenstaat (...) verpflichtet sich, Sicherungsmaßnahmen anzunehmen (...) mit der Internationalen Atomenergieorganisation [IAEO (...)] auszuhandeln (...) damit verhindert wird, dass Kernenergie von der friedlichen Nutzung abgezweigt und für Kernwaffen (...) verwendet wird. (...) Jeder Staat verpflichtet sich, (...) spaltbares Material oder Ausrüstungen und Materialien, die (...) einem Nichtkernwaffenstaat für friedliche Zwecke nur dann zur Verfügung zu stellen, wenn das (...) Sicherungsmaßnahmen unterliegt.

ARTIKEL 4

„Dieser Vertrag ist nicht so auszulegen, als werde dadurch das unveräußerliche Recht aller Vertragsparteien beeinträchtigt, unter Wahrung der Gleichbehandlung und in Übereinstimmung mit Art I und II die Erforschung, Erzeugung und Verwendung der Kernenergie für friedliche Zwecke zu entwickeln.“

Rolle des Watch-Dog IAEO

IAEO – Internationale Atomenergieorganisation (seit 1957):
seit 1970 auch mit **Safeguards** (Sicherungsmaßnahmen) betraut
(Inkrafttreten des nuklearen Nichtverbreitungsvertrags NVV)

- „Förderung und Kontrolle“ ziviler Kernenergienutzung
- Aufdeckung der Abzweigung von sensitiven Materialien mit möglichst hoher Wahrscheinlichkeit (Mittel: Buchführungskontrolle, Siegel, Kameras, Inspekture, Messungen, Spaltmaterialflüsse)
- bislang nur Überwachung „deklarerter“ Anlagen
- mehr Möglichkeiten aufgrund sog. „Zusatzprotokolle“ (INFCIRC/540)
[viele Staaten haben ratifiziert, aber Beitritt kann nur freiwillig sein]
- prinzipielle Safeguard-Schwierigkeiten in „Bulk-handling Facilities“
[insbes. sensitive Anlagen wie Urananreicherung, Wiederaufarbeitung, (Brennelementfertigung)]

Grenzen von Safeguards (und Verifikation) I

- Safeguards kommen tendenziell zu spät
- „Material unaccounted for“ $MUF \gg 0$ (→ unentdeckbare Mengen einer potenziellen „Abzweigung“)
- Verifikationsmaßnahmen sind stets technisch begrenzt
(sogar Wide Area Environmental Sampling:
krit. entdeckbare Mengen, Ausbreitungsmodelle, Abstand, ...??)
- Umgehungsstrategien häufig machbar
- unwirksam bei nicht-staatlichen Akteuren
- Wenn erst einmal sensibles Know-how und Anlagen vorhanden,
stets „Umnutzung“ und „besseres Verstecken“ möglich !!

Grenzen von Safeguards (und Verifikation) II

- Safeguards sind im Kern „vertrauensbildende Maßnahmen“ (confidence building measures).
- Die bloße Existenz von Safeguards sollte nicht als Lizenz zum Umgang mit **sensitiven, Proliferation-förderlichen** Technologien missverstanden werden.
- Die Aufdeckung von nicht-deklarierten, **geheimen** Aktivitäten (auch oder gerade basierend auf deklariertem und beherrschtem zivilen Know-how) ist kaum möglich.
- Ein NVV-Mitgliedsland könnte sich auch “legal” einen Vorrat an Spaltstoff anlegen, den Vertrag verlassen und dann das Material für ein Kernwaffenprogramm verwenden.

Ansatz der Proliferationsresistenz

genutzter nuklearer Technologie
als Beitrag zu präventiver („vorbeugender“) Rüstungskontrolle

- „robust machen“ gegen Proliferation auf der technischen Ebene
- intrinsische technische Hürden stärken gegenüber extrinsisch-institutionell wirksamen Hürden (über Safeguards u. techn. Verifikation hinaus !)
- Fokus: Anlagendesign, Auslegungsmerkmale, Zugriffsmöglichkeiten auf sensitive Materialien (erkennen und nutzen von Alternativpfaden)
- proliferation resistant \neq proliferation proof

Hilft der Ansatz der Proliferationsresistenz denn?

Positives Beispiel:

Seit Ende 1970ern internationale Bemühungen um eine Umrüstung von Forschungsreaktoren von waffengrädigem HEU-Brennstoff auf praktisch nicht waffentauglichen hochdichten LEU-Brennstoff

ABER: Sind Hoffnungen auf eine proliferationsresistente Auslegung von

- Small Modular Reactors (SMR)
- Reaktoren der sogenannten 4. Generation (Gen IV)

berechtigt?

Oft geht es auch um Plutonium-Abtrennung und –Nutzung...

Nukleare Newcomer

Weißrussland

Bangladesch

Türkei

Vereinigte Arabische Emirate

Ägypten

Jordanien

Kenia

Polen

Saudi Arabien

Ghana

Indonesien

Kasachstan

Malaysia

Niger

Sudan

...

...

Nukleare Newcomer

Regionale Nuklearisierung ?

Weißrussland

Bangladesch

Türkei

Vereinigte Arabische Emirate

Ägypten

Jordanien

Kenia

Polen

Saudi Arabien

Ghana

Indonesien

Kasachstan

Malaysia

Niger

Sudan

...

...

Südost-Asien:

Indien – Pakistan – China – N-Korea

Mittlerer Osten:

Israel – (Iran)

Afrika ??

Nukleare Newcomer

Weißrussland

Bangladesch

Türkei

Vereinigte Arabische Emirate

Ägypten

Jordanien

Kenia

Polen

Saudi Arabien

Ghana

Indonesien

Kasachstan

Malaysia

Niger

Sudan

...

...

Regionale Nuklearisierung ?

ZIVIL-MILITÄRISCH AMBIVALENT

Südost-Asien:

Indien – Pakistan – China – N-Korea

Mittlerer Osten:

Israel – (Iran)

Afrika ??

Sorgen ausgelöst durch
eine Weiterverbreitung
der Kernenergienutzung