

FONAS NEWSLETTER

Forschungsverbund Naturwissenschaft Abrüstung und internationale Sicherheit



Teilnehmer(innen) des 16th Summer Symposiums on Science and World Affairs in Beijing.
(Abbildung: Matthias Englert)

**Es ist
schwieriger,
eine vorgefasste
Meinung
zu zertrümmern
als ein Atom.**

**Eine neue Art
von Denken
ist notwendig,
wenn die Welt
überleben
will.**

Albert Einstein

In dieser Ausgabe:

- 3 Proliferationsrisiken von Spallationsquellen von Matthias Englert
- 8 Landminendetektion durch NQR von Achim Gädke
- 11 Ohne Vertrauen keine Kontrolle. Zur Rolle der Vertrauensbildung in der Evolution des Biowaffen-Kontrollregimes von Iris Hunger
- 12 Tagungsberichte
- 12 Kurzbericht von der Sitzung des DPG-Arbeitskreises „Physik und Abrüstung“ in München 2004 von Christoph Pistner
- 13 Forschungsaufenthalt in Peking von Götz Neuneck
- 13 16th Summer Symposium on Science and World Affairs von Matthias Englert
- 14 Bericht zur 54. Pugwash-Jahrestagung in Seoul, Südkorea von Götz Neuneck
- 16 FONAS-Herbsttagung 2004 von Ulrike Kronfeld-Goharani
- 19 FONAS Intern
- 22 Termine, Publikationen, Mitteilungen
- 26 Impressum

Naturwissenschaft, Abrüstung und internationale Sicherheit

Liebe(r) Leser(in),

der FONAS Newsletter präsentiert in diesem Jahr zwei Physik-Diplomarbeiten, die an der Technischen Universität Darmstadt im Fachbereich Physik entstanden sind. Der Physiker Matthias Englert stellt seine Arbeit über „Proliferationsrisiken und Spallationsneutronenquellen“ vor, der Physiker Achim Gädke beschreibt die Ergebnisse seiner Arbeit über Landminendetektion mit Hilfe des Kern-Quadrupol-Resonanz-Verfahrens. Bereits im November 2003 hat FONAS-Mitglied und Biochemikerin Iris Hunger ihre Dissertation im Fachbereich Politikwissenschaften an der TU Darmstadt erfolgreich beendet. Der Newsletter enthält eine kurze Zusammenfassung über ihre Arbeit, die die Rolle von Vertrauensbildung in Prozessen der Entstehung und Wandlung internationaler Regime am Beispiel des Biowaffen-Kontroll-Regimes untersucht.

Auch in diesem Jahr wurden von FONAS eine Reihe von Veranstaltungen durchgeführt, über die wir hier informieren möchten. Wieder hat es eine rege Beteiligung von FONAS-Mitgliedern an Konferenzen, Symposien und Sommerschulen gegeben.

Bereits seit Mitte des Jahres sind einzelne FONAS-Mitglieder an der Vorbereitung mehrerer Veranstaltungen im Einstein-Jahr 2005 beteiligt. Anlässlich des 100. Geburtstages der Relativitätstheorie und des 50. Todestages des weltberühmten Wissenschaftlers Albert Einstein feiert Deutschland 2005 das Einstein-Jahr in einer gemeinsamen Initiative von Bundesregierung, Wissenschaft, Wirtschaft und Kultur. Da Albert Einstein, der durch seine fünf 1905 veröffentlichten Aufsätze die klassische Vorstellung von Raum, Zeit, Materie und Energie revolutionierte, von 1914 bis zu seiner Emigration in die USA 1933 in Berlin und Potsdam lehrte, sind dies die zentralen Veranstaltungsorte im nächsten Jahr.

Und es gibt einen weiteren Geburtstag: Das „Bulletin of Atomic Scientists“ mit seiner berühmten „The Clock“ feiert seinen 60-jährigen Geburtstag. Aus diesem Anlass sind in verschiedenen Städten der Welt Veranstaltungen geplant, um dieses Ereignis würdig zu begehen und das Bulletin noch bekannter zu machen. Annette Schaper, FONAS-Mitglied und zur Zeit Mitglied im Direktorium des Bulletin bereitet eine Veranstaltung dazu in Deutschland vor.

Aber auch auf zwei weitere Ereignisse sei hingewiesen: Nächstes Jahr jährt sich zum 60. Mal der Abwurf der Atombomben auf die japanischen Städte Hiroshima und Nagasaki am 6. und 9. August 1945.

Und zu guter Letzt: Nachdem im August dieses Jahres die Stelle für die Carl Friedrich von Weizsäcker-Stiftungsprofessur ausgeschrieben war und der Bewerbungsvorgang im Herbst begonnen hatte, hoffen wir, dass die Stiftungsprofessur 2005 möglichst schnell besetzt wird und sich daraus positive Effekte auch für die FONAS-Arbeit entwickeln.

Ulrike Kronfeld-Goharani

Postanschrift:

FONAS

Forschungsverbund Naturwissenschaft, Abrüstung und internationale Sicherheit

c/o IANUS: Interdisziplinäre Arbeitsgruppe Naturwissenschaft, Technik und Sicherheit

Technische Universität Darmstadt, Hochschulstr. 4a, D - 64289 Darmstadt

Tel.: 06151/16-4368, -3016

Fax: 06151/16-6039

E-mail: fonas@www.ianus.tu-darmstadt.de

Internet: <http://www.fonas.org/>

Proliferationsrisiken von Spallationsneutronenquellen

Von Matthias Englert

Folgender Artikel gibt Teile der Ergebnisse meiner Physik-Diplomarbeit[1] bei der Interdisziplinären Arbeitsgruppe Naturwissenschaft, Technik und Sicherheit (IANUS) an der Technischen Universität Darmstadt wieder. Das Thema der Qualifikationsarbeit ist in das zweiteilige Rahmenprojekt „Kernwaffenrelevante Materialien und präventive Rüstungskontrolle“ eingebettet, das durch die Deutsche Stiftung Friedensforschung (DSF) gefördert wird. Teil A des Projektes untersucht „Optionen zur Plutoniumbeseitigung“, Teil B „Wege zur Erhöhung der Proliferationsresistenz von Forschungsneutronenquellen (Spallationsneutronenquellen)“.

Das Rahmenprojekt „Kernwaffenrelevante Materialien und präventive Rüstungskontrolle“ ist Teil des FONAS-Projektverbundes „Präventive Rüstungskontrolle (PRK)“.

Kernwaffenrelevante Materialien und Nichtverbreitung

Der Zugang zu Kernwaffen ist aufgrund der hohen technologischen Hürde nur mit entsprechend hohem Aufwand möglich. Dies bezieht sich vor allem auf die Beschaffung kernwaffenrelevanter Materialien, weniger auf den konkreten Bau eines Kernsprengkörpers. Die Beschaffung des nuklearen Spaltstoffes ist gewissermaßen das Nadelöhr, durch das staatliche und substaatliche Akteure gehen müssen, bevor sie mit dem Bau eines Kernsprengkörpers beginnen können. Die Kontrolle der Materialbeschaffung stellt daher eine der effektivsten Eingriffsmöglichkeiten dar, den Zugang zu Kernwaffen zu erschweren, bzw. unmöglich zu machen.

Proliferationsgefahren gehen einerseits von bereits bestehenden zivilen und militärischen Mengen kernwaffenrelevanten Materials aus, andererseits von bereits existierenden und zukünftigen Technologien, die zur Produktion der Materialien geeignet sind.

Eine Strategie zur Vermeidung des Zugriffs auf sensitive Produktionstechnologien besteht daher in der internationalen Kontrolle bestehender und einer frühzeitigen Analyse neuer oder neuartiger Technologien, die Zugriffswege auf Waffenstoffe ermöglichen könnten. Letzteres ist auch das Anliegen der vorliegenden Untersuchung zu Spallationsneutronenquellen (SNQs) und wird mit dem Ziel verfolgt, schon frühzeitig Gestaltungsmöglichkeiten ausfindig zu machen, die eine möglichst weitgehende proliferationsresistente Auslegung dieser Technologie ermöglichen. Damit verbunden wäre idealerweise das Ziel, alternative Anlagenkonzepte aufzuzeigen, die durch die Perspektive der Non-Proliferation bestimmt sind. Die idealen alternativen Konzepte wären in sich so ausgelegt, dass ausschließlich eine zivile Nutzung erfolgen kann. Weniger ideale Konzepte könnten die benötigte Zeit zur Abzweigung bzw. Herstellung von Waffenstoffen erheblich verlan-

gern und den Aufwand für die jeweiligen Akteure vergrößern. Realistisch erscheint zumindest das Ziel, durch Analyse der Spallationstechnologie, sensitive Anlagenteile und -parameter, Materialien sowie Nutzungszwecke festzustellen, um den Betrieb dieser Anlagen besser kontrollierbar zu machen.

Die gängigen kernwaffenrelevanten Materialien sind im Zusammenhang mit der Weiterverbreitung (horizontale Proliferation) Uran (U233, U235) und Plutonium (alle Isotope, insbesondere Pu239). Im Zusammenhang mit der Weiterentwicklung von Kernwaffen in fortgeschrittenen Waffenprogrammen (vertikale Proliferation) ist Tritium von besonderem Interesse. Da diese kernwaffenrelevanten Materialien durch Neutronenreaktionen produziert werden[2], ist jede Technologie, mit der Neutronen produziert werden, also auch SNQs, im Prinzip dazu geeignet Pu239, U233 oder Tritium zu erbrüten.

Die hier vorgestellte Diplomarbeit beschäftigt sich nur mit der möglichen Erzeugung von Plutonium, die anderen kernwaffenrelevanten Materialien Tritium und Uran (U233) werden derzeit im oben genannten Teil B des Rahmenprojektes untersucht.

Wie viel kernwaffenrelevantes Material wird benötigt?

Um festzustellen, ob eine neutronenproduzierende Technologie wie die SNQ ausreichend kernwaffenrelevantes Material zum Bau einer Kernwaffe produzieren könnte, soll als „ausreichende Menge“ zunächst die Masse an Plutonium zum Bau einer einzelnen Kernwaffe definiert sein. Damit hängt die benötigte Masse vom technologischen Stand des Akteurs und von der Sprengkraft dieser Waffe ab. Für ein technisch einfaches Waffendesign wird mindestens eine Masse von 4-5 kg Pu239 benötigt, um eine kleine Waffe mit einer Sprengkraft von 10-20 Kilotonnen zu bauen.[3]

Um die Proliferationsgefahr von SNQs zu beurteilen, eignet sich am besten die Angabe von Produktionsraten, denn nicht nur die benötigte Masse, sondern auch der Zeitrahmen der Produktion spielt eine Rolle. Im Rahmen dieses Artikels wurden ein maximaler Produktionszeitraum von 10 Jahren und eine minimale Masse von 5 kg Pu239 als sinnvolle Extreme gewählt. Es ergibt sich daher eine minimale Produktionsrate von 500 g/a Pu239, die als gerade noch signifikant angenommen wird.

Es ist offensichtlich, dass dieser Schwellwert eine gewisse Willkürlichkeit beinhaltet und auch anders gewählt werden könnte. Im Falle von Reaktoren etwa werden Safeguards der IAEO schon ab 100 g/a ausgelöst, dies entspräche allerdings einem Produktionszeitrahmen von 50 Jahren, um genug Plutonium für eine einfache kleine Kernwaffe zu erhalten. Nach Meinung

des Autors ergibt der Wert von 500 g/a eine geeignete untere Schwelle für die vorliegende Untersuchung.

Spallationsneutronenquellen (SNQs)

In SNQs werden Protonen mit Hilfe von Beschleunigern auf Energien bis zu wenigen Gigaelektronenvolt (GeV) beschleunigt und prallen anschließend auf ein Ziel (Target) aus Schwermetall. Es erfolgt eine Reaktion des Protons mit einem Atomkern des Targetmaterials, die als elastische Partikel-Partikel Kollision beschrieben werden kann (intranukleare Kaskade). Die Energie der Protonen (\sim GeV) ist vergleichsweise hoch gegenüber der Bindungsenergie der Nukleonen im Atomkern (\sim 8 MeV), ein eintreffendes Proton kann daher einige Nukleonen aus dem Atomkern herausschlagen bzw. abspalten lassen (to spall).

Der resultierende Atomkern ist hochangeregt und dampft Neutronen ab, um einen niedriger angeregten Zustand zu erreichen. Der Kern kühlt ab. Das ursprüngliche einfallende Proton oder ein herausgeschlagenes Teilchen kann auch noch genug Energie besitzen, um ein oder mehrere Spallationsreaktionen in weiteren Kernen zu verursachen (internukleare Kaskade).

In spaltbaren Materialien können die Neutronen darüber hinaus noch Kernspaltungen verursachen, welche die Anzahl der produzierten Neutronen nochmals erhöhen.

Die Neutronenausbeute, d.h. die Anzahl der erzeugten Neutronen pro Proton, ist eine der wichtigsten Parameter einer SNQ und hängt von der Energie des einfallenden Teilchens, vom Material und der Geometrie des Targets und weiteren Parametern ab. Typisch ist ein Wert von 40 Neutronen pro Proton (Zylinder aus natürlichem Uran, $R=5\text{cm}$, $L=60\text{cm}$, 1 GeV Protonen). Der Fluss der Neutronenquelle ($\text{neutronen}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$) und damit ein wesentliches Merkmal der Güte einer SNQ, hängt wiederum direkt von der Neutronenausbeute und vom Strom des Beschleunigers (bzw. der Anzahl der Protonen im Strahl pro Zeiteinheit) ab.

Zur Beschleunigung der Protonen werden üblicherweise Linearbeschleuniger (LINAC), Cyclotrons oder Synchrotrons verwendet. Typische Beschleunigerparameter, die für existierende Spallationsquellen genutzt werden, sind Ströme im Bereich zwischen 0.5-1.8 mA und Energien zwischen 0.5-1 GeV. Die äußere Dimension einer solchen Anlage hängt vom verwendeten Beschleunigertyp und der zu erreichenden Energie ab. Ein Linearbeschleuniger hätte typischerweise eine Länge von hundert bis zu einigen hundert Metern, Cyclotrons sind wesentlich kompakter und haben einen Durchmesser von etwa ein bis zu zwanzig Metern (zB: PSI, 590 MeV, 1.8 mA, ca. 9m Durchmesser).

Spallationsneutronenquellen (SNQ) – die Neutronenquelle der Zukunft ?

Bisher wurde Plutonium fast ausschließlich in Reaktoren produziert, deren Proliferationsrisiken bekannt und sehr gut untersucht sind und für die deshalb ausführli-

che Safeguards sowie Exportkontrollen bestehen. Die Produktion von Plutonium in SNQs galt wegen der nötigen Verwendung von Hochstrombeschleunigern als technische Herausforderung und kostenintensiv im Vergleich zum Reaktor. Ihre Proliferationsgefahren wurden daher als gering eingeschätzt. Für SNQs wurden deshalb bisher noch keine Safeguards und Kontrollmechanismen entwickelt.

Im folgenden soll argumentiert werden, dass sich dieses Bild der Proliferationsgefahr von SNQs aus folgenden drei sich wechselseitig beeinflussenden Gründen wandeln könnte.

1. Die technologische Dynamik der Beschleunigerentwicklung hat in den letzten 20 Jahren zu einer Steigerung der verwendeten Beschleunigerströme um den Faktor 10 geführt. Standen in den 80er Jahren Anlagen mit Strömen von einigen 100 μA an der Spitze der Entwicklung, sind heute Anlagen mit bis zu 1.8 mA in Betrieb und im niederenergetischen Bereich bereits kommerziell erhältlich.[4] Der Betrieb von Prototypen (LINAC-RFQ) mit bis zu 100 mA wurde erfolgreich demonstriert und eine weitere Steigerung des Stromes von Beschleunigeranlagen auf 10 mA in den nächsten 10-20 Jahren ist daher anzunehmen.

Bei der Abschätzung des Proliferationsrisikos von SNQs kann daher als konservative Annahme ein Strom von mehreren 100 μA , als moderate Annahme ein Strom von 1mA und als progressive Annahme ein Strom von 10 mA verwendet werden.

2. Aufgrund der Dynamik in der Beschleunigerentwicklung werden SNQs die Rolle von Reaktoren zur Neutronenerzeugung für die Forschung ergänzen bzw. ersetzen, was sich wiederum positiv auf die Dynamik der Beschleunigerentwicklung auswirkt. Die erreichbaren Neutronenspitzenflüsse sind heute schon höher als die von Reaktoren. Beim bisher erreichten mittleren Fluß sind die Reaktoren Spallationsquellen allerdings noch überlegen, Spallationsquellen besitzen hier jedoch im Gegensatz zu Reaktoren noch ein erhebliches Entwicklungspotential.

3. Seit den 1990er Jahren erleben Pläne zur Energieerzeugung mit beschleunigergetriebenen Systemen (subkritische Reaktoren etc.) sowie der Transmutation von radioaktiven Abfällen neuen Auftrieb. Bisher beschränkte sich das Interesse jedoch auf Forschung und Entwicklung. Sollte in diesem Bereich ein staatliches Programm zum Bau einer solchen Anlage aufgelegt werden, wird dies mit Sicherheit einen starken Einfluss auf die Fortentwicklung und Kommerzialisierung der Spallationstechnologie haben.

Plutoniumproduktion mit Spallationsneutronenquellen

Schon mit Grobabschätzungen[5] lässt sich zeigen, dass eine Produktion von Plutonium im Kilogrammbe- reich mit einer Spallationsneutronenquelle prinzipiell möglich ist. Um konkretere und realistische Produktionsszenarien zu untersuchen, war es jedoch zunächst

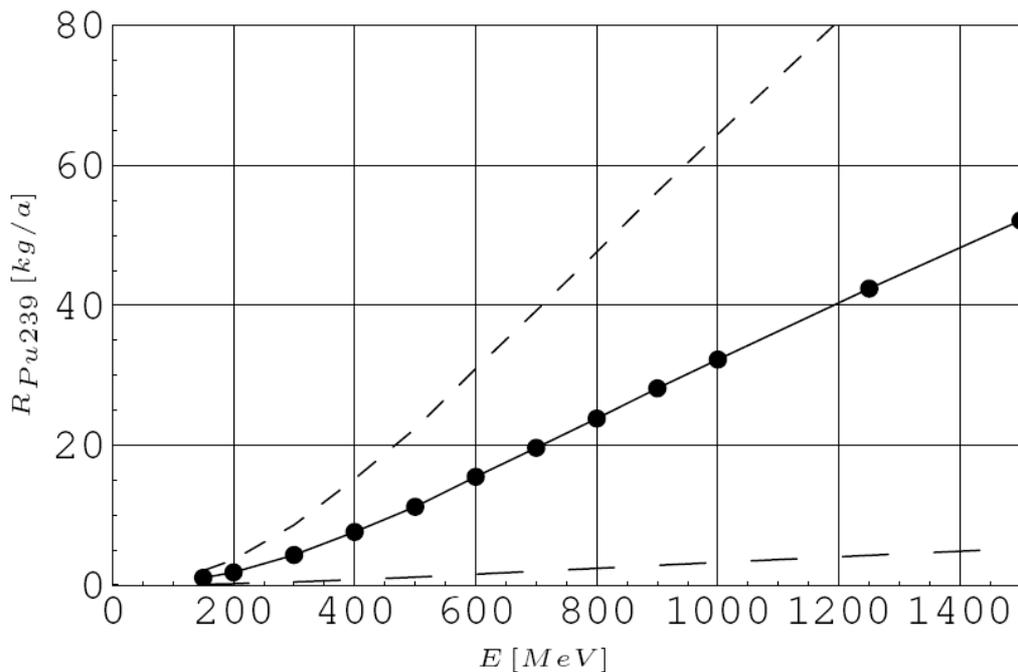


Abb. 1: Eigene MCNPX Berechnung der Produktionsrate von Pu239 [kg/a] in einer quasi-infiniten Kugel aus natürlichem Uran ($R = 500$ cm) mit einer isotropen Punktquelle im Zentrum in Abhängigkeit der Protonenenergie. Die durchgezogene Linie entspricht einem Strom von 5 mA, die gestrichelten Linien einem Strom von 1 bzw. 10 mA.

notwendig, sich eingehender mit den relevanten Parametern einer Spallationsneutronenquelle zu beschäftigen. Dazu gehören unter anderem der Strom des Beschleunigers, die Energie des einfallenden Teilchens, die Targetdimensionen, das Strahlprofil, der Abbrand des Targets und die Energiedeposition. Zur Untersuchung der Parameterabhängigkeiten und ihres Einflusses auf die Plutoniumproduktionsrate, sowie zur Bestimmung des Fehlers im Vergleich zum Experiment, diente zunächst die Simulation des Protonenbeschusses einfacher Zylindergeometrien aus natürlichem Uran mit Hilfe des Computercodes MCNPX[6]. Im weiteren soll eine Auswahl der Ergebnisse und Parameter wiedergegeben werden. Folgende vereinfachenden Annahmen lagen hierbei allen Berechnungen zugrunde:

- Der Einfluss des Abbrandes wurde in allen Rechnungen, außer bei der Untersuchung des Abbrandes selbst, vernachlässigt. Dies entspricht der Annahme einer kontinuierlichen Extraktion des entstandenen Plutoniums aus dem Zylindertarget.
- Es wurde ein kontinuierlicher Strom des Beschleunigers angenommen.
- Die angegebenen Produktionsraten wurden für einen kontinuierlichen Betrieb ohne Strahlunterbrechungen durch Wartung, Targetaustausch etc., die typischerweise bei einem Betrieb einer Spallationsanlage auftreten, berechnet. Entsprechend der Betriebssicherheit und den Wartungsperioden müssen die Werte korrigiert werden.

Maximale Produktion:

Abbildung 1 zeigt die jährliche Plutoniumproduktion in einer quasi-infiniten Kugel aus natürlichem Uran mit einer isotropen Protonenpunktquelle im Zentrum in Abhängigkeit der Protonenenergie. Die Simulation in einer unendlichen Kugel gibt die maximal erreichbare Produktionsrate des direkten Beschusses eines Uran-targets unter den obigen vereinfachenden Annahmen an, da keine Neutronenverluste durch die Oberflächen auftreten. Demnach ist mit einem 5 MW Strahl eine maximale Produktion von 32.24 kg Pu239 pro Jahr möglich. Die gestrichelten Linien geben die Produktion für einen Protonenstrom von 1 mA (moderat) bzw. 10 mA (progressiv) wieder, die Produktionsrate hängt linear vom Beschleunigerstrom ab.

Energiedeposition:

Ohne auf weitere Details eingehen zu können muss erwähnt werden, dass die Energiedeposition zwar keinen direkten Einfluss auf die Produktionsrate hat, aber zu weiten Teilen die verwendete Geometrie und die Dimensionierung des Targets bestimmt und die mit einer bestimmten Geometrie verwendbare Leistung des Beschleunigerstrahls und damit die maximal erreichbare Produktionsrate limitiert. Die Verwendung eines kompakten Uranzylinders ist daher aus Gründen der Energiedeposition in der Realität nicht möglich. Allerdings sind die Probleme des Wärmetransportes durch die Verwendung komplexerer Geometrien und ausgefeilter Kühltechniken in bestimmten Grenzen lösbar und es lässt sich zeigen, dass der Fehler in der Produktionsrate durch die Computersimulation mit einfachen Zylindern

dergeometrien im Vergleich zu realen Targetkonstruktionen nicht allzu groß ist.

Abbrand:

In Hinsicht auf die Produktion kernwaffenrelevanten Materials muss darauf hingewiesen werden, dass bei der expliziten Berücksichtigung des Abbrandes in der Simulation sogar nach 500 Tagen Abbrand (1 GeV Protonen, 5 mA Strom, Zylinder aus natürlichem Uran, R=60 cm, L=60 cm) das erzeugte Plutonium zu 99% aus dem Isotop Pu239 besteht und damit ideal zum Bau von Kernwaffen geeignet ist.

Energie, Strom und Targetdimensionen:

Energie, Strom und Targetgeometrie bzw. die Dimensionierung des Targets bestimmen weitgehend die Produktionsrate. Für eine vorgegebene Produktionsrate von 500 g/a, 2kg/a und 5 kg/a Pu239 zeigt Tabelle 1 beispielhaft die benötigte Energie der Protonen in Abhängigkeit vom Strom des Beschleunigers. Je höher der Strom, desto weniger Energie ist nötig um dieselbe Produktionsrate zu erreichen. Niedriger Strom und niedrige Energie können durch Vergrößerung des Targets (und damit der Minimierung von Neutronenverlusten durch die Oberflächen) kompensiert werden.

Schon bei moderaten Strömen von 1 mA (derzeitiger Stand der Technologie) reicht eine Protonenenergie von 428 MeV bei einem mittleren Uranzylinder mit einer Masse von 2.2 t aus, um die angenommene Signifikanzschwelle von 500 g/a Pu239 zu überschreiten. Zieht man in Betracht, dass die Ströme von Beschleunigern in den nächsten 10-20 Jahren auf 10 mA oder gar auf bis zu einige 10 mA steigen können (progressive Annahme) ist schon mit sehr kleinen Beschleunigeranlagen eine signifikante Produktion zu erreichen.

Realistische Szenarien

Wie schon oben erwähnt, eignet sich die Verwendung von Zylindergeometrien zur Berechnung der Produktion ausschließlich zu analytischen Zwecken, zur Untersuchung der Dependenz der relevanten Parameter und der Validierung des Simulationsmodells. Schon mit relativ einfachen geometrischen Maßnahmen ließe sich die Produktionsrate steigern. Ebenso wurden bei der Betrachtung des direkten Protonenbeschusses von Uran alle Fälle ausgespart, in denen das Neutronen produzierende Target nicht aus Uran, sondern aus einem anderen Schwermetall besteht und daher das Brutblanket aus Uran zur Produktion von Plutonium räumlich vom eigentlichen Target getrennt ist. In solchen Szenarien könnten die entstandenen Neutronen vor dem Erreichen des Brutblankets aus Uran auch geeignet moderiert werden.

Realistische Szenarien des Einsatzes einer SNQ zur Produktion von Plutonium hängen darüber hinaus erheblich vom Akteur und dem ursprünglichen Zweck der Anlage ab.

Klassifikation von Produktionsszenarien

Um die Vielzahl der Möglichkeiten, mit SNQs Plutonium zu produzieren, einzuordnen, wurde eine grobe Klassifikation nach zwei einfachen Kriterien entwickelt: Ist die Anlage 1) eine umgewandelte Forschungsneutronenquelle, 2) speziell zur Produktion von Plutonium konzipiert und ist a) das Neutronen produzierende Target identisch mit dem Brut-Blanket zur Erzeugung des Plutoniums oder ist b) das Neutronen produzierende Target räumlich vom Plutonium produzierendem Blanket getrennt. Nicht für alle Szenarien wurden detaillierte Rechnungen durchgeführt, da einige schon mit groben Abschätzungen auszuschließen sind, oder schon von anderen Autoren bearbeitet wurden (s.u.).

Zylinder, R = 90 cm, L = 90 cm, m=43.6 t U238				
	0.5 mA	1 mA	5 mA	10 mA
500 g/a Pu239	438 MeV	342 MeV	187 MeV	150 MeV
2 kg/a Pu239	1071 MeV	684 MeV	312 MeV	255 MeV
5 kg/a Pu239	>1500 MeV	1253 MeV	483 MeV	341 MeV
Zylinder, R = 25 cm, L = 60 cm, m=2.2 t U238				
	0.5 mA	1 mA	5 mA	10 mA
500 g/a Pu239	609 MeV	428 MeV	216 MeV	162 MeV
2 kg/a Pu239	>1500 MeV	924 MeV	380 MeV	283 MeV
5 kg/a Pu239	>1500 MeV	>1500 MeV	609 MeV	428 MeV
Zylinder, R = 10 cm, L = 40 cm, m=0.24 t U238				
	0.5 mA	1 mA	5 mA	10 mA
500 g/a Pu239	>1500 MeV	1078 MeV	396 MeV	289 MeV
2 kg/a Pu239	>1500 MeV	>1500 MeV	910 MeV	587 MeV
5 kg/a Pu239	>1500 MeV	>1500 MeV	>1500 MeV	1078 MeV

Tab. 1: Benötigte Protonenenergie zur Erzeugung von 500g, 2kg oder 5kg Pu239 pro Jahr für verschiedene Beschleunigerströme und Zylinderdimensionen nach Berechnungen mit MCNPX.

Die Kombination führt zu vier Hauptszenarien (1a, 1b, 2a, 2b):

1. Umfunktionierte Forschungs-SNQ:

1a: Target besteht aus Uran und wird zur Produktion von Plutonium verwendet. Bsp.:

1a-1 Forschungs-SNQ mit einem Uran Target.

1a-2 Forschungs-SNQ mit Beam-Dump aus Uran.

1b: Brutblanket aus Uran ist getrennt vom Spallationstarget. Bsp.:

1b-1 Forschungs-SNQ mit einer Bestrahlungsposition für ein Uranblanket direkt im Moderator oder in der Nähe des Targets.

1b-2 Forschungs-SNQ mit Nutzung der Neutronen eines Strahlrohres zur Bestrahlung eines Uranblankets.

2. SNQ konzipiert zur gezielten Produktion von Plutonium

2a: Target und Blanket (Uran) identisch. Bsp.: Kleinere gut tarnbare Anlagen.

2b: Target und Blanket getrennt. Bsp:

2b-1 Spallationstarget zur Neutronenproduktion umgeben von einer Uranhülle.

2b-2 Alle möglichen Arten moderierter Anlagen, bis hin zu subkritischen Reaktoranlagen, die von einer SNQ gespeist werden.

An dieser Stelle soll auch explizit zum Ausdruck gebracht werden, dass der Autor in keiner Weise einen militärischen Gebrauch von bestehenden Forschungsanlagen wie der SINQ, ISIS etc. vermutet, untersucht oder befürchtet. Die Beispiele dienen lediglich dazu, bisherige Erfahrungen im Umgang mit Spallationsneutronenquellen zu nutzen, um bestimmte mögliche Szenarien zu untersuchen, ohne auf tatsächlich existierende oder vermutete Akteure in der heutigen Welt Bezug nehmen zu müssen. Eine militärische Nutzung der oben genannten Anlagen ist daher nicht zu erwarten.

1a-1: In einer Forschungsneutronenquelle könnte ein Urantarget eingebaut und zur Plutoniumproduktion genutzt werden. Anhand der Ergebnisse für die Zylindergeometrie ergeben Abschätzungen für existierende Anlagen eine Produktionsrate von 90-360 g/a Pu239 für SINQ (Paul Scherrer Institut, 1.8 mA, 590 MeV, 17x17x50 cm Rohrbündelkonzept-Target) und 16-64 g/y für ISIS (Rutherford Appleton Laboratory, 0.2 mA, 800 MeV, 11x11x32 cm Plattenkonzept-Target). Größere Targetdimensionierungen oder höhere Ströme würden auch höhere Produktionsraten ergeben. Szenarien für die Nutzung des Targets einer Forschungs-SNQ zur Plutoniumproduktion sind eher relevant für hohe Energien und Ströme, da die Targetdimensionierung üblicherweise klein ausfällt, um dem Optimierungsziel eines möglichst hohen Neutronenverlustes durch die Oberflächen des Targets gerecht zu werden.

1a-2: In jeder Beschleunigeranlage gibt es einen Beam-Dump (Strahlvernichter) zur Wartung und Konstruktion der Anlage, der zur Plutoniumproduktion genutzt werden könnte.

Detaillierte Berechnungen eines MCNPX Modells für ein geplantes Konzept eines 500 kW Beam-Dump der bisher nicht gebauten ESS (European Spallation Source) ergeben eine Produktionsrate von 353 g/a

Pu239. Die 353 g/a liegen zwar unterhalb der Signifikanzschwelle von 500 g/a, aber eine Änderung der Geometrie zur Erhöhung der Produktionsrate ist ebenso denkbar, wie die Konstruktion eines Beam-Dumps für höhere Strahlleistungen. Eine Beam-Dump Konstruktion aus Uran ist auch für die vollen 5 MW einer Anlage wie die ESS denkbar und bei einer Produktion von 3.53 kg/a Pu239 sollten die Probleme der Wärmeabfuhr lösbar sein. Andere und bessere Konzepte sind ebenfalls vorstellbar und machbar.

1b-1: Dieses Szenario ist eher unwahrscheinlich, da Bestrahlpositionen üblicherweise klein sind und relevante Produktionsmengen nur für größere Schwermetallmengen auftreten. Allerdings wären auch Bestrahlpositionen für größere Materialmengen im Moderator vorstellbar und es müsste daher auch detaillierter über dieses Szenario nachgedacht werden.

1b-2: Dieses Szenario ist sehr unwahrscheinlich, da der Neutronenfluss am Ende eines Strahlrohres um Größenordnungen zu klein ist, um eine Produktion oberhalb der Signifikanzschwelle zu erreichen.

2a: Ein Akteur könnte eine oder mehrere kleine verdeckte Produktionsanlagen mit einem kleinen Beschleuniger errichten. Die Produktionsraten des allgemeinen Zylinders können verwendet werden, um diese Szenarien Targetkonzepte abzuschätzen. Sogar mit einem kleinen Beschleuniger mit 1 mA Strom und Energien um 400 MeV sind Produktionsraten von über 500 g/a möglich. Lässt man den Strahl im Zentrum des Zylinders statt auf einer Grundfläche auftreffen und verwendet Reflektoren, können die Produktionsraten der Tabelle 1 im Vergleich zum einfachen Zylindermodell leicht verdoppelt werden.

2b-1: Komplexere Targetkonzepte wie das Split-Target Design, können dazu genutzt werden Wärmeprobleme zu lösen. (z.B. Tantalum Targetplatten mit sehr guten Wärmeeigenschaften zur Neutronenproduktion). Produktionsraten sind ähnlich wie in 2a.

2b-2: Es ist auch eine Reihe von Szenarien vorstellbar, in denen Anlagen mit einem Neutronen produzierendem Spallationstarget umgeben von einer subkritischen moderierten Reaktorordnung genutzt werden. Eine amerikanische Studie[7] kommt zu dem Schluss, dass mit einer moderaten Spallationsanlage (z.B. 1mA, 400 MeV) und etwa 10 t Uran im Reaktorteil Produktionsraten von 2kg/a Pu239 erreicht werden können. Die Signifikanzschwelle von 500 g/a kann schon mit einem konservativen Strom von 0.25 mA und Energien um 500 MeV erreicht werden (Details siehe [7]).

Zusammenfassung

Die Untersuchung des Beschusses einer Zylindergeometrie aus natürlichem Uran mit Protonen durch Simulationsrechnungen mit MCNPX hat gezeigt, dass maximale Produktionsraten bis zu 30 kg Pu239 pro Jahr mit der Technologie heutiger Spallationsanlagen erreicht werden können, wenn auch solche Anlagen noch teuer und sehr groß sind. Kleinere, aber immer noch signifi-

kante Produktionsraten (500 g/a) können sogar mit moderaten Beschleunigerparametern erreicht werden.

Die Ergebnisse der Zylindergeometrie haben auch gezeigt, dass die Isotopenzusammensetzung des produzierten Plutoniums sehr gut für den Waffenbau geeignet ist. Im Gegensatz zu einem Reaktor ist die benötigte absolute Menge an Uran sehr gering und es kann natürliches (sogar abgereichertes) Uran zur Plutoniumproduktion verwendet werden.

Aufgrund der hohen Abhängigkeit der Produktionsrate von den diskutierten Parametern ist es schwierig, generalisierte Aussagen zu Produktionsraten in realistischen Anlagen zu machen, außer dass im Prinzip signifikante Mengen hergestellt werden können. Um die tatsächlichen Produktionspotenziale zu quantifizieren ist es daher unerlässlich das konkrete Design einer bestimmten Anlage zu betrachten. Die Klassifikation von Szenarien versuchte daher möglichst viele Szenarien und Anlagenauslegungen zu sortieren und wird im weiteren Verlauf des Rahmenprojektes noch verbessert.

Von allen Szenarien ist nur das Szenario 1-b2, die Benutzung eines Strahlrohres, irrelevant. Für alle anderen Szenarien besteht die Möglichkeit kernwaffenrelevantes Material (Pu239) in signifikanten Mengen (500g/a) herzustellen, in einigen Szenarien (2a, 2b) auch mit relativ kleinen Beschleunigeranlagen. Diese Szenarien, also Anlagen gebaut und konzipiert zum Zweck der Plutoniumproduktion, sind nach Ansicht des Autors auch diejenigen mit dem größten Proliferationspotenzial. Diese Szenarien besitzen nicht nur eine große Flexibilität im Anlagenaufbau, auch die Verwendung sehr kleiner und billiger Beschleuniger (eventuell in größerer Anzahl) ist denkbar und viele der benötigten Komponenten sind schon oder werden bald kommerziell erhältlich sein. Zusammen mit der Dynamik in der Entwicklung von Beschleunigertechnologien und

SNQs, die in den nächsten Jahren und Jahrzehnten erwartet werden kann, zeigen die quantitativen Ergebnisse, dass es essentiell ist, die zukünftigen Entwicklungen zu beobachten.

Da die Technologien gerade die Schwelle der Kommerzialisierung erreichen und eine weltweite Verbreitung der Technologie erst begonnen hat, ist es möglich in dieser frühen Phase Kontrollmechanismen zu implementieren, um eine friedliche und nachhaltige Nutzung von Spallationsneutronenquellen zu ermöglichen.

Referenzen

1. *Englert, M.E.W.*: Neutronenphysikalische Berechnungen zur Analyse von Nichtverbreitungsaspekten bei Spallationsneutronenquellen – Physical Neutronics Calculations for the Analysis of Nonproliferation Aspects of Neutron Spallation Sources, Diplomarbeit Fachbereich Physik, TU-Darmstadt, 2004.
2. $U238 \xrightarrow{n,\gamma} U239 \xrightarrow{\beta} Np239 \xrightarrow{\beta} Pu239$,
 $Th232 \xrightarrow{n,\gamma} Th233 \xrightarrow{\beta} Pa233 \xrightarrow{\beta} U233$,
 $He3 + n \longrightarrow T + p$; $Li6 + n \longrightarrow T + He4$
3. *Cochran, T.B. and C.E. Paine*: Nuclear Weapons Data-book: The Amount of Plutonium and Highly-Enriched Uranium Needed for Pure Fission Nuclear Weapons. 1995: Natural Resources Defense Council (NRDC).
4. Siehe etwa das CYCLOTRON 30 der Firma IBA. <http://www.iba-worldwide.com>.
5. *Magill, J.; Peerani, P.*: (Non-) Proliferation Aspects of Accelerator Driven Systems. J. Phys. IV France, 1999. **9**: S. 167-181.
6. *Waters, L.S.*: MCNPX User's Manual, Version 2.3.0. 2002.
7. *Riendeau, C.D., Moses, D.L.; Olson, A.P.*: Proliferation Potential of Accelerator-Driven Systems: Feasibility Calculations. U.S. Department of Energy 1999.

Landminendetektion durch NQR

von Achim Gädke

Der folgende Artikel beschreibt die Ergebnisse einer Diplomarbeit über „Landminendetektion durch NQR“ im Fachbereich Physik an der TU Darmstadt.

Die Kern-Quadrupol-Resonanz (NQR) eignet sich gut, um schnell zwischen Sprengstoffen und anderen organischen Materialien zu unterscheiden, was z.B. mit Röntgen-Methoden schwer möglich ist. Das aufgenommene Resonanzspektrum ist charakteristisch für die Substanz. Diese Methode kann eingesetzt werden, um Sprengstoffe oder Rauschgifte zu identifizieren.

Stickstoff (^{14}N) und Wasserstoff (^1H) sind neben Kohlenstoff und Sauerstoff Bestandteil der meisten organischen Substanzen. Die Ladung des Stickstoffatomkerns ist nicht exakt kugelförmig verteilt, sondern ellipsoidisch; ein Quadrupolmoment der Ladungsdichte ent-

steht. Durch Kristallgitter und chemische Bindung erzeugen die Elektronenhüllen der Nachbaratome am Kernort einen typischen elektrischen Feldgradienten.

Zur NQR Untersuchung wird das Material kurz einem Radiofrequenz-Feld ausgesetzt. Die Radiowellen wechselwirken mit den Stickstoffkernen und ändern deren Orientierung relativ zum Feldgradient. Das Antwortsignal (Resonanz) gibt Aufschluss über den Stoff.

Die charakteristischen NQR-Frequenzen für Stickstoff erstrecken sich von 100 kHz bis zu einigen MHz. Andere Kerne (Chlor, Iod) erzielen wesentlich höhere Frequenzen. Solange kein Metall den Stoff von der Radiostrahlung abschirmt, eignet sich die NQR-Spektroskopie zum Nachweis von Sprengstoff [5]. Damit wird dieses Verfahren eine sinnvolle Ergänzung zu Metalldetektoren, die für metallarme Sprengsätze unzuverlässig

sind, weil durch die hohe Empfindlichkeit viele Fehlalarme auftreten.

Um jedoch einen Minendetektor aufzubauen, sind mobile Geräte zu entwickeln, die oberhalb der Erdoberfläche den Boden darunter untersuchen können. Das funktioniert bei Sprengstoffen wie RDX, gelingt jedoch nicht bei TNT, das in vielen Minentypen enthalten ist: hier liegen die Frequenzen erheblich niedriger wodurch die Signale zu schwach sind. (Abb. 1) Darüber hinaus liegen sie in einem Bereich, der von Mittelwellen-Radiosendern benutzt wird, was Störungen hervorruft.

Durch das Verfahren des Fieldcycling ist es möglich, die NQR-Niveau-Struktur des TNT durch höhere Frequenzen abzutasten: Zur Polarisation der ^1H -Kerne ist zunächst ein Magnetfeld nötig, das die Kernspins des Wasserstoffs polarisiert. Anschließend wird die Magnetfeldstärke so angepasst, dass die Zeeman-Übergangsenergien des Wasserstoffs mit den NQR des Stickstoffs Übergängen übereinstimmen. So tritt die Übertragung von magnetischer Polarisation von benachbarten Wasserstoffkernen auf die des ^{14}N ein. Diese Energie ist spezifisch für TNT und bewirkt einen

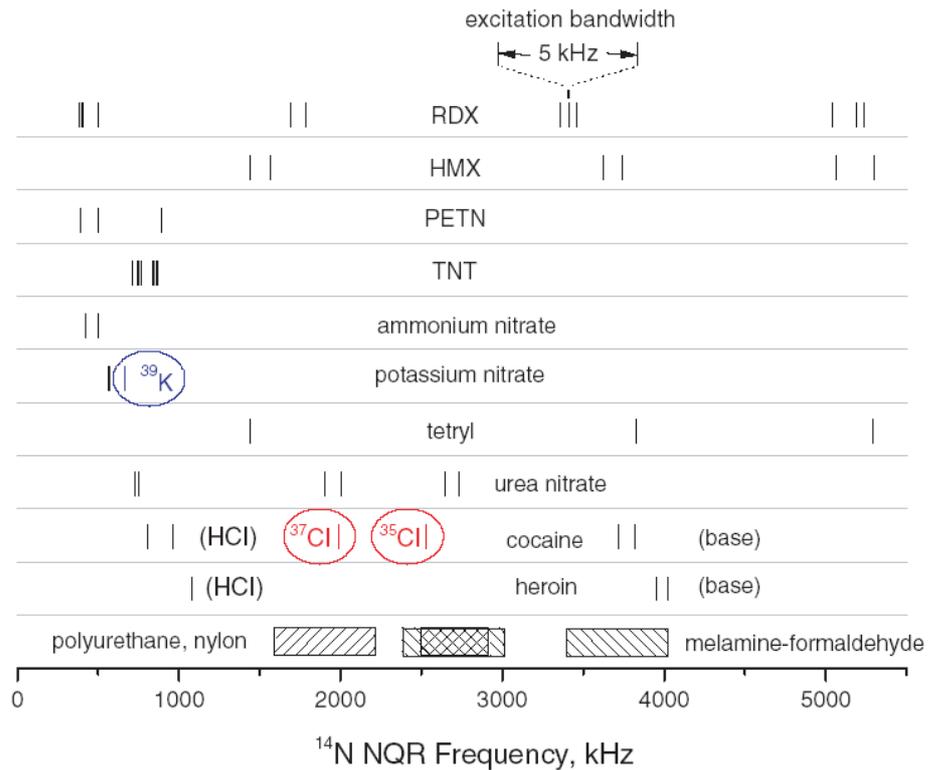


Abb. 1: NQR Frequenzen des ^{14}N von Sprengstoffen, Harnstoff, Rauschgiften, gängigen Kunststoffen und Düngemitteln (Grafik von Garroway aus [1]).

Polarisationsverlust der Wasserstoff-Kerne. Gelingt es, diesen Verlust zu messen, so ist dies ein klares Indiz dafür, dass TNT unter dem Detektor liegt (Abb. 2).

In Darmstadt konnte gezeigt werden, dass in einer Volumengeometrie dieser Polarisationstransfer

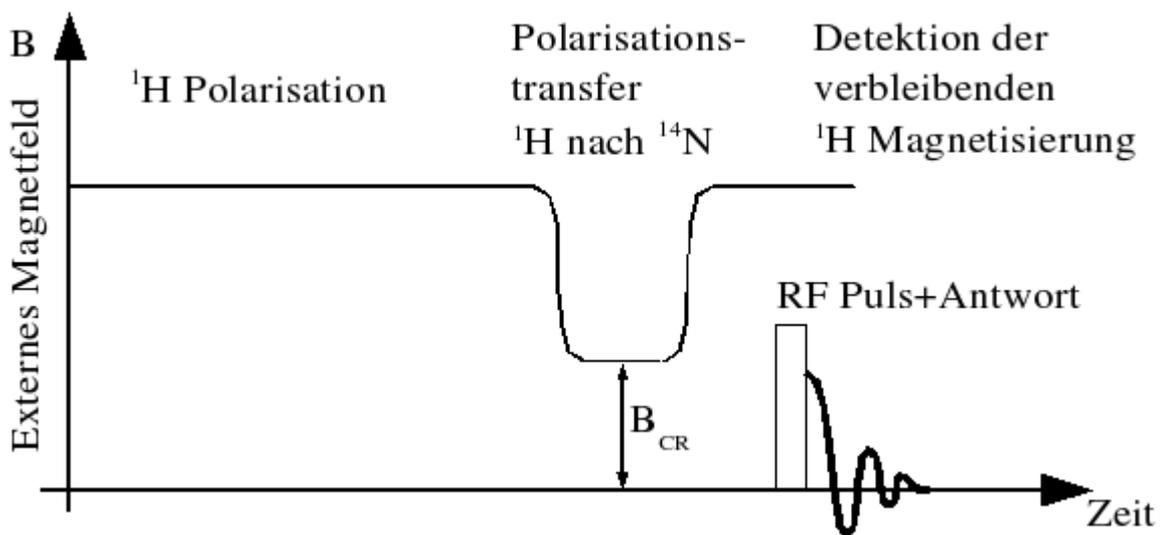


Abb. 2: Feldzyklus zum indirekten Nachweis von TNT: Die Polarisation ist mit etwa 30 Sekunden wesentlich länger als die Transferzeit. Die Detektion der Restmagnetisierung des Wasserstoffs dauert weniger als eine Sekunde.

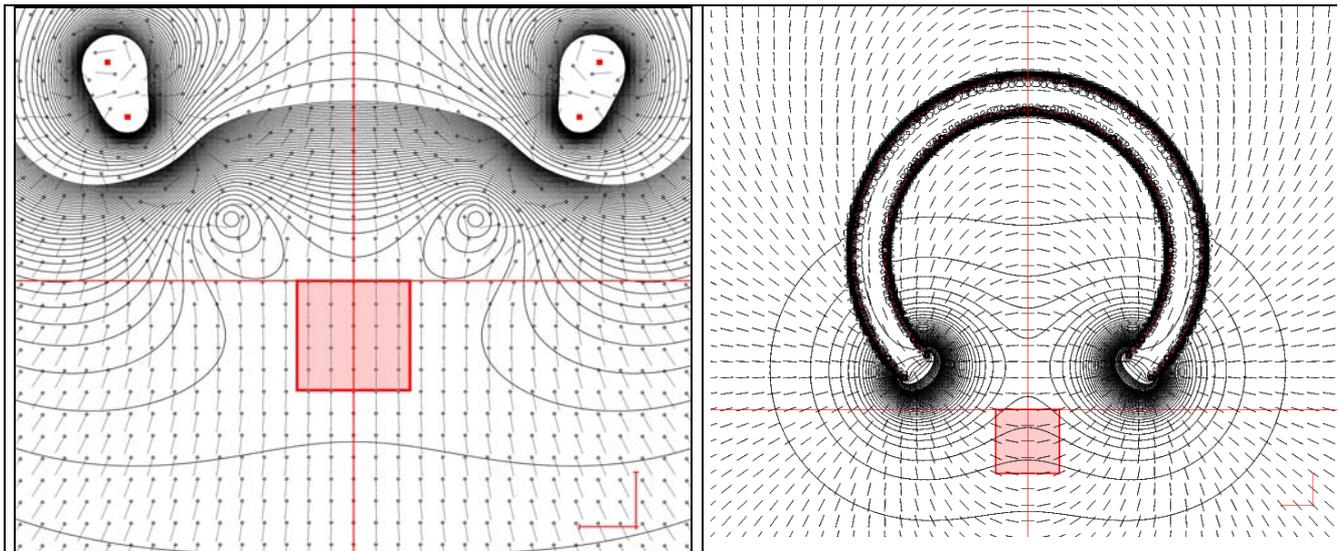


Abb. 3: Links ist eine "inside-out-Helmholtz"-Konfiguration dargestellt, rechts ein semitoridaler Solenoid. Hervorgehoben ist ein Gebiet von 20cm Tiefe und 20cm Breite. Die Inhomogenität der Feldstärke im linken Bild beträgt 1%, die Konfiguration ist rotationssymmetrisch, das Volumen ist daher zylindrisch. Rechts in der Bildebene weicht die Feldstärke um 23,7% im markierten Bereich ab, das Bild ist ein Querschnitt durch den schlauchförmigen Körper der Spule.

durch Kreuzrelaxation gut funktioniert [2]. Für die Polarisationsphase wird ein starkes Magnetfeld für etwa 30 Sekunden gebraucht. Der anschließende Polarisations-transfer benötigt 10 Sekunden, so dass in verschiedenen Tiefen nacheinander das schwächere Kreuzrelaxationsfeld eingestellt werden könnte.

Zur Bestimmung der Restpolarisation der Protonen kann im Magnetfeld durch einen wenige Mikrosekunden dauernden Radiopuls ein "Free Induction Decay" (FID) angeregt werden, der eine RF-Antwort der Protonen liefert. Dieses Signal gibt ein Maß für die verbleibende Polarisation der Wasserstoffkerne und ist umso besser detektierbar, je stärker das Polarisations- und das Detektions-Magnetfeld sind.

Für das Detektions-Magnetfeld entstehen aus der NMR-Theorie weitere Bedingungen: a) Die Magnetfeld-Komponente des Radiofrequenzpulses muss senkrecht zum Magnetfeld sein. b) Damit sich ein einheitliches Antwortsignal (gleiche Frequenz) für alle Wasserstoffatome im Probenvolumen ergibt, muss die Magnetfeldstärke homogen sein (1% Abweichung maximal).

Der Aufbau eines ausgedehnten und homogenen Magnetfeldes außerhalb einer Spule ist sehr energieaufwändig. Die Konstruktion eines Magneten, der von der Oberfläche aus die erforderlichen Felder erzeugt, und der Antenne zum Nachweis der ^1H Polarisation steht deshalb noch aus. Während meiner Diplomarbeit untersuchte ich grundlegende Geometrien zur Erzeugung solcher Felder, da die Verwirklichung des Magnetfeldes als das größte Hindernis erschien. Dabei wurde als erstes die optimale Konfiguration aus zwei entgegengesetzten Kreisströmen untersucht. Die Kreisströme, die analog zu Helmholtzspulen optimal ausgerichtet

wurden, erbrachten das homogenere Feld, jedoch ist die Homogenisierung nur durch 90 Prozent Verlust der Feldstärke zu erreichen. Verglichen wurden die Ergebnisse mit einem aufgeschnittenen Torus, der als Spulenkörper dient (Abb. 3).

Modellrechnungen in meiner Diplomarbeit zeigen die prinzipielle Erreichbarkeit der geforderten Homogenität des Magnetfeldes, jedoch ist der Verlust der Magnetfeldstärke unausweichlich. Wir arbeiten nun an der Gestaltung einer passenden Antenne, die unempfindlich gegen weiter entfernte Einstrahlungen ist und werden so den Polarisations-transfer mit oberflächengebundenen Instrumenten erforschen.

Mit der heutigen Technologie lässt sich schwer abschätzen, welchen Nutzen dieses Minen-Detektionsgerät haben wird. Nach dem heutigem Wissensstand kann man ungefähr abschätzen, dass bei alleinigem Einsatz des NQR Detektors die Räumung etwa genauso viel Zeit in Anspruch nimmt, wie bei der Verwendung von Metalldetektor und Suchnadel. Lohnend wird der Einsatz in Kombination mit Metalldetektion zur Überprüfung kleiner verdächtiger Signale (z.B. vom Zündstift einer metallarmen Mine) oder wenn die Metalldetektion ganz versagt. [3]

Militärische Bedeutung wird das Gerät auf absehbare Zeit nicht haben, da es für einen Einsatz auf einem Gefechtsfeld zu empfindlich ist und für militärische Manöver sicher die weitgehende Beseitigung von Minen durch Überrollen mit Räumpanzern und geeigneten Walzen bevorzugt wird. So würde der humanitäre Nutzen überwiegen. Das Verfahren ist zwar kostintensiv, jedoch schließt es eine "Detektions-Lücke",

wenn es zusammen mit herkömmlichen Verfahren der humanitären Minensuche angewendet wird. [3,4]

Meine Promotion wird die Simulationen der Diplomarbeit erweitern und mit Polarisationsfermesungen zusammen eine fundierte Vorhersage über die Effektivität des Detektionsverfahrens ergeben. Zusammen mit *Nikolaus Nestle* (Junior-Professor der Festkörperphysik an der TU Darmstadt) und meinem Doktoranden-Kollegen *Holger Stork* baue ich kleinere Oberflächen-NMR Systeme. Mögliche Einsatzfelder wären die Suche von Sprengstoff in Briefen und Paketen, Gepäckkontrolle oder Untersuchung von Fracht. Zusätzlich können wir deren Eigenschaften durch begleitende Simulation auf größere Anordnungen extrapolieren.

Referenzen

[1] *Garroway, Allen, N.* (Naval Research Laboratory): Nuclear Quadrupole Resonance (Paper II), Appendix K of "Alternatives for Landmine Detection", MR-1608, Santa Monica CA: RAND 2003.

[2] *Nolte, M.; Privalov, A.; Altmann, J.; Anferov, V.; Fujara, F.*: ^1H - ^{14}N cross-relaxation in trinitrotoluene – a step toward improved landmine detection, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 35 (2002) 939-942.

[3] *Altmann, J.; Fujara, F.; Gädke, A.; Nolte, M.; Privalov, A.F.*: Detection of TNT containing mines using NQR/NMR cross-relaxation, EUDEM2-SCOT Conference Proceedings, 2003.

[4] *Altmann, J.*: Das Minenräumen muss effizienter und billiger werden: Neue Technologien für die Minensuche, *Physik in unserer Zeit*, 2001.

[5] *Garroway, Allen, N.*: Detection by Magnetic Resonance, *Applied Magnetic Resonance*, Vol. 25, No 3-4, 2004.

Ohne Vertrauen keine Kontrolle. Zur Rolle der Vertrauensbildung in der Evolution des Biowaffen-Kontrollregimes

von *Iris Hunger*

Zusammenfassung der Dissertation von *Iris Hunger*, die am Institut für Politische Wissenschaft an der TU Darmstadt entstanden ist.

Die Vertragsstaaten des Biowaffenübereinkommens von 1972 (BWÜ) sind sich seit Mitte der 1980er Jahre einig, dass das internationale Verbot biologischer Waffen (BW) besser implementiert und kontrolliert werden muss. Trotzdem scheiterte der fast zehnjährige Verhandlungsprozess, der das BW-Kontrollregime durch die Schaffung eines Verifikationsinstruments stärken sollte, im Sommer 2001. Die Dissertation sollte die Frage beantworten, warum trotz geteilten Interesses an effektiverer Kontrolle des BW-Verbots der Verhandlungsprozess, der auf eine Verbesserung des BW-Kontrollregimes zielte, nicht erfolgreich abgeschlossen werden konnte.

Die Erklärung für das Scheitern der Verhandlungen über eine Stärkung des internationalen BW-Kontrollregimes wurde dabei nicht im Verhandlungsergebnis gesucht, sondern im Prozess der Verhandlungen. Als erklärende Variable wurde Vertrauen gewählt. In der Soziologie und den Wirtschaftswissenschaften genießt Vertrauen seit einigen Jahren besonderes Interesse. Es gilt als Voraussetzung für kooperatives Handeln und soziale Ordnung. Die Dissertation ging davon aus, dass Vertrauen auch im Bereich der internationalen Beziehungen, insbesondere bei der Regimeentwicklung und -anpassung, kooperatives Handeln beeinflusst. Da Vertrauen für den Bereich der internationalen Beziehungen nur sehr unzureichend konzeptionalisiert ist, wurde ein Konzept von Vertrauen entwickelt und Vertrauen als unabhängige Variable operationalisiert.

Das entwickelte Vertrauenskonzept wurde dann am Beispiel der Verhandlungen über ein BWÜ-Verifikationsinstrument auf seine Erklärungskraft hin überprüft. Dabei zeigte sich, dass dieses Konzept in der Lage ist, neue empirische und kausale Zusammenhänge offen zulegen und neue Erklärungen für Verhandlungsprozesse anzubieten.

Die Analyse der Verhandlungen über ein BWÜ-Verifikationsprotokoll ergab über den gesamten Untersuchungszeitraum von 1986-2002 eine Korrelation zwischen einem wachsenden Grad von Vertrauen und erfolgreicher Regimeevolution einerseits und zwischen einem abnehmenden Grad von Vertrauen und erfolgloser Regimeevolution andererseits. Anstrengungen, das BW-Kontrollregime zu stärken, waren immer dann erfolgreich, wenn sich der Grad von Vertrauen erhöhte bzw. hoch war. Bei geringem oder schwindendem Vertrauen stagnierten die Verhandlungen über eine Stärkung des BWÜ und kollabierten schließlich ganz.

Die empirisch nachgewiesene Korrelation zwischen wachsendem Vertrauen und erfolgreicher Regimeevolution erlaubt als erstes Ergebnis der Dissertation die Schlussfolgerung, dass Vertrauen sich wie ein „Messgerät“ für den Zustand von Prozessen der Regimeevolution verwenden lässt. Wenn viel Vertrauen besteht, dann ist eine erfolgreiche Regimeevolution wahrscheinlich. Wenn wenig oder kein Vertrauen besteht, dann ist es wahrscheinlich, dass die Regimeevolution stagniert oder erfolglos bleibt.

Die nachgewiesene Korrelation zwischen einem hohen Grad von Vertrauen und erfolgreicher Regimeevolution lässt als zweites Ergebnis der Dissertation die Vermutung zu, dass sich die Dauer, der Verlauf und

Erfolg oder Scheitern multilateraler Verhandlungen mit dem Vertrauenszustand während der Verhandlungen erklären lassen. Die Dissertation bietet zwei wesentliche neue Erklärungsmöglichkeiten für das Scheitern der Verhandlungen über ein BWÜ-Verifikationsprotokoll an: die Verhandlungen sind gescheitert, weil erstens kein gemeinsames technisches Konzept und Verständnis von Verifikation für den BW-Bereich entwickelt werden konnte – Staaten hatten kein Vertrauen in die notwendigen technischen Systeme entwickelt –, und weil zweitens kein gemeinsames Konzept der gerechten Nutzen-Lasten-Verteilung für den Bereich der BW-Kontrolle existierte – Staaten hatten kein Vertrauen in den Willen anderer Staaten entwickelt, eine gerechte

Problemlösung auszuhandeln. Diese Fehlentwicklungen, die bereits relativ zeitig im Verhandlungsprozess stattgefunden haben, müssen korrigiert werden, wenn ein neuer Anlauf für die Erarbeitung eines BWÜ-Verifikationsinstruments erfolgreich verlaufen soll.

Als drittes Ergebnis der Dissertation wurde aus den theoretischen Überlegungen und den empirischen Ergebnissen ein 4-Phasen-Modell der Regimeevolution entwickelt. Danach entstehen und entwickeln sich multilaterale Regime in mehreren Phasen; Akteure müssen in bestimmten Phasen spezifische Arten von Vertrauen entwickeln, damit der Prozess der Regimeentstehung und –entwicklung erfolgreich verlaufen kann.

Tagungsberichte

Kurzbericht von der Sitzung des DPG-Arbeitskreises „Physik und Abrüstung“ in München 2004

Die diesjährige Fachsitzung des *Arbeitskreises Physik und Abrüstung* der DPG (www.dpg-fachgremien.de/aka) fand am 25. und 26.03.2004 in München statt und demonstrierte mit 15 angemeldeten Vorträgen und drei eingeladenen Hauptvorträgen erneut die große Breite naturwissenschaftlicher Arbeiten im Spannungsfeld von Physik und internationaler Sicherheit.

Frederick K. Lamb (Univ. Illinois), Sprecher der *Boost-Phase Missile Defense Study Group* gab einen Überblick über die Ergebnisse einer von der *American Physical Society* durchgeführten zweijährigen Studie (www.aps.org/public_affairs/popa/reports/nmd03.cfm). Eine funktionsfähige Abwehr von Raketen während der Startphase ist frühestens in zehn Jahren möglich. Hierbei sind jedoch hohe technische Hürden zu überwinden, was in einigen Fällen (Weltraumsysteme, Abwehr gegen Feststoffraketen) nicht erreichbar scheint.

In einer Sitzung über „Neue Kernwaffen“ berichteten *Wolfgang Liebert* von der *Interdisziplinären Arbeitsgruppe Naturwissenschaft, Technik und Sicherheit* (IANUS) (TU Darmstadt) und *Wolfgang Rosenstock* vom *Institut Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen* (INT) in Euskirchen über Konzepte der US-Administration, kleinere erdeindringende Kernwaffen zu entwickeln. Eindringtiefen über einige 10 m sind aus heutiger Sicht praktisch ausgeschlossen, daher kann radioaktiver Fallout nicht vermieden werden. Zusätzlich gerät der Teststoppvertrag in Gefahr.

Christian Alwardt vom *Institut für Friedens- und Sicherheitspolitik* (IFSH), Hamburg, untersuchte die Fortschritte im Bereich von Cruise-Missile Technologien und deren Implikationen für die internationale Sicherheit. *Tom Bielefeld* von der *Landesmessstelle für Radioaktivität Bremen* beschrieb die aktuellen Entwicklungen, Perspektiven und Grenzen der kontinentalen US-Raketenabwehr, die demnächst stationiert werden soll. *Björn Michaelsen* vom IFSH präsentierte Untersuchun-

gen über die Konsequenzen einer Raketenabwehr mit dem Airborne Laser für den wahrscheinlichen Fall, dass Sprengköpfe zwar abgefangen jedoch nicht zerstört werden, sondern vor Erreichen des Ziels abstürzen.

Im Bereich nukleare Proliferation diskutierte zunächst *Alexander Glaser* von IANUS die besonderen Eigenschaften von Gas-Ultrazentrifugen in Hinblick auf die Nichtverbreitungsproblematik. *Götz Neuneck* vom IFSH beschrieb die Vorgeschichte und den Stand des iranischen Nuklearprogramms und analysierte die Vorwürfe, Iran betreibe ein Kernwaffenprogramm. *Christoph Pistner* von IANUS diskutierte die Eignung uranfreier Brennstoffe für eine Reduktion von vorliegenden Plutoniumbeständen.

Im Bereich der Verifikation stellte *Jürgen Altmann* (Universität Dortmund) einen kooperativen Ansatz für ein Frühwarnsystem von Raketenstarts für die USA und Russland auf der Basis von akustischen oder seismischen Sensoren vor. *Morton Canty* vom *Forschungszentrum Jülich* diskutierte Änderungsdetektungsverfahren für Satellitenaufnahmen zur Entdeckung von undeckelten nuklearen Anlagen.

Robert Schmucker (*Schmucker Technologie München*) analysierte die Proliferation von Raketen-technologien in Krisenregionen und beleuchtete die Wietergabepfade und Hauptakteure. Nach seiner Analyse sind die meisten Fernraketen der dritten Welt russischer oder chinesischer Herkunft. Die Entwicklung von Detektoren für Nuklearmaterialien an Grenzübergängen im Rahmen eines IAEO Programms zur Bekämpfung von Nuklearschmuggel wurde von *Peter Beck* vom *ARC Seibersdorf*, Österreich, vorgestellt.

Klaus Lützenkirchen vom *Institut für Transurane* (ITU) in Karlsruhe erläuterte Messverfahren für die Untersuchung von nuklearen Materialien im Rahmen von Euratom-Safeguards und beschrieb Methoden zur Bestimmung der Herkunft aufgefundener nuklearer Proben.

Über die Klassifikation von Militärfahrzeugen im Rahmen einer Verifikation von Rüstungskontrollverträ-

gen durch akustische und seismische Sensoren berichtete Axel Weiss (Humboldt Universität Berlin).

Josef Feichter vom Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg stellte Ergebnisse von globalen Transportrechnungen für die Ausbreitung von Kr-85 zum Vergleich von angenommenen Quellverteilungen und Messdaten vor. Diese könnten zur Detektion einer nichtdeklarierten Wiederaufarbeitung und Plutoniumproduktion dienen. Clemens Schlosser vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Freiburg, berichtete über die Anforderungen an das globale Messnetz für radioaktive Xenon-Isotope, welches im Rahmen des Vertrages zum umfassenden Verbot von Kernwaffentests (CTBT) zur Zeit aufgebaut wird. Abschließend schilderte Martin Kalinowski von der CTBTO (Wien), wie aufgrund von unterschiedlichen Isotopenzusammensetzungen der gemessenen Xenonproben eine Unterscheidung zwischen erlaubten Freisetzungen aus Reaktoren und solchen aus verbotenen Kernwaffentests möglich sein könnte.

Die Vorträge im Rahmen des AKA waren auch in diesem Jahr mit zwischen 50 und 150 Besuchern pro Vortrag sehr gut besucht. Die angeregten Diskussionen demonstrierten erneut, dass die Thematik Physik und Abrüstung auch aufgrund vieler aktueller Bezüge von hoher Relevanz ist und auf großes Interesse stößt.

Christoph Pistner

Forschungsaufenthalt in Peking

André Rothkirch und Götz Neuneck besuchten auf Einladung der Union of Concerned Scientists den „Workshop on Technical Aspects of Space Security“, der vom 13.-15. April 2004 in Peking stattfand und der von der Beijing University of Aeronautics and Astronautics (BUAA) organisiert wurde. An dieser Universität werden die chinesischen Raumfahrtingenieure ausgebildet. Amerikanische und chinesische Fachleute diskutierten mehrere Tage Sicherheitsfragen wie die Mög-



Abb. 1: André Rothkirch vor dem verhüllten Nachbau der legendären V-2, die über Russland nach China gelangte und die Basis für das chinesische Trägerprogramm bildete.

lichkeiten und Konsequenzen einer Weltraumbewaffnung, die Folgen von Weltraumschrott und potenzielle Möglichkeiten von künftiger Zusammenarbeit. André Rothkirch trug die Ergebnisse des IFAR-Projektes vor. Die chinesischen Gastgeber waren sehr gastfreundlich und organisierten u.a. einen Besuch im chinesischen Weltraummuseum sowie im Privatmuseum der Universität, auf der sich u. a. ein Nachbau einer deutschen V-2 (Siehe Bild) sowie alte chinesische Kampfflugzeuge und erbeutete US-Kampfflugzeuge wiederfanden. Götz Neuneck nahm zusätzlich am 17. April 2003 am „3rd Pugwash Workshop on East Asian Security“ teil, der sich insbesondere mit Nordkorea beschäftigte. Fünf hochrangige nordkoreanische Diplomaten waren anwesend. Neuneck leitete die Sitzung „A New Security Framework in North East Asia and the Development of International Economic Cooperation“.

Götz Neuneck

16th Summer Symposium on Science and World Affairs

Wie jedes Jahr, wurde auch dieses Jahr das „16th Summer Symposium on Science and World Affairs 2004“ von der amerikanischen „Union of Concerned Scientists“ (UCS, www.ucusa.org) ausgerichtet. Das internationale Treffen findet jährlich abwechselnd in verschiedenen Ländern statt, dieses Jahr in China in der Nähe der „Tsinghua University Beijing“. Lokaler Organisator war das „Arms Control Program“ des „Institute for Advanced Studies“ (<http://learn.tsinghua.edu.cn/home-page/2000990313/acp.htm>) der „Tsinghua Universität“ unter ihrem Leiter Professor Li Bin, der persönlich und durch die Mithilfe seiner Studenten für das Gelingen der Tagung sorgte.

Die Summer Symposien der UCS verfolgen die Idee junge Nachwuchswissenschaftler und etablierte Forscher im Bereich der naturwissenschaftlichen Friedens- und Konfliktforschung zusammenzubringen. Neben der wichtigen inhaltlichen Arbeit sollen die Symposien als Plattform zur besseren Vernetzung, dem Austausch von Ideen, der Hilfestellung bei Projekten, Veröffentlichungen, bei der Beantragung von Fördergeldern und zur Motivation für die Nachwuchswissenschaftler dienen. Das Format der Tagung besteht aus Vorträgen aller Teilnehmer (25 Minuten Vortrag mit 20 Minuten Diskussion) und mehreren gemeinsamen Diskussionsrunden zu ausgewählten Themen.

In diesem Jahr trafen sich in Peking 43 Teilnehmer aus 13 Ländern. Aus Deutschland nahmen vier Personen – alle aus dem FONAS Kreis – teil. Die Tagung fand in 3 Blöcken von je 2 Tagen statt, dazwischen hatten die Teilnehmer an je einem Tag Zeit, Sehenswürdigkeiten des Gastlandes zu besichtigen. Die Gruppe besuchte an einem sehr schwülen und dunstigen Tag die Chinesische Mauer und tauchte beim Obstpflücken und beim Essen in einem Landgasthaus in die Atmosphäre des ländlichen China ein. Am zwei-

ten freien Tag wurden traditionelle Viertel (Hutongs) und andere Sehenswürdigkeiten Pekings besichtigt.

Nach dem traditionellen Eröffnungssessen am Anreisetag, begann der erste Block mit Vorträgen über neue Waffenentwicklungen wie den „*bunker busters*“ im nuklearen Bereich und der kritischen Betrachtung von Möglichkeiten der Entwicklung bzw. Weiterentwicklung von Waffengattungen durch Nanotechnologien. In den folgenden Vorträgen wurden verschiedene länderspezifische Perspektiven auf Fragen nuklearer Sicherheitspolitik vorgestellt, so etwa die Einstellung der pakistanischen Bevölkerung bezüglich der nationalen Nuklearpolitik anhand einer soziologischen Studie, der derzeitige Stand und die zukünftige Entwicklung der russischen Nuklearstreitkräfte oder der Einfluss der US-amerikanischen Nuklearpolitik auf China. Auch am Vormittag des zweiten Tages lag der Schwerpunkt auf nuklearen Sicherheitsfragen. In einem Vortrag wurde die Frage nach der Zuverlässigkeit im Kontext des *U.S. Stockpile Stewardship* Programmes aufgeworfen. Ein weiterer untersuchte technische und ökonomische Aspekte nuklearer Proliferation in den letzten 15 Jahren. Ein dritter Vortrag bestimmte technische Aspekte von nuklearen Einstiegszenarien. Ein Vortrag über die Modellierung des atmosphärischen Transports von Kr-85 auf der koreanischen Halbinsel rundete das Vormittagsprogramm ab.

Das Thema des Nachmittags war das Verhältnis von Naturwissenschaft und Politik und wurde durch zwei Vorträge eingeleitet und mit einer gemeinsamen Diskussion abgeschlossen.

Der dritte Konferenztag widmete sich nach dem freien Tag dem Bereich der Weltraumsicherheit und Weltraumbewaffnung. In den Einleitungsvorträgen, unter anderem zur „*Rand*“-Studie „*Space Weapons, Earth Wars*“, wurde nochmals die Dringlichkeit einer internationalen Diskussion des Themas bewusst gemacht. Von zwei Vortragenden wurden jeweils die russischen und chinesischen Navigationssatellitensysteme vorgestellt und damit verbundene Bedenken einer Dual-Use Problematik diskutiert. Das Problem von Weltraummüll und die Waffenidee eines weltraumgestützten „*Long Rod Penetrators*“ wurden ebenfalls behandelt.

Der vierte Konferenztag stand unter dem Thema spaltbare Materialien, nukleare Energieversorgung und Proliferation. Schwerpunkt war daher zunächst der Zusammenhang von zivilen Nuklearprogrammen und der Proliferationsproblematik. Aspekte dieses Themas wurden anhand der japanischen, indischen und iranischen Nuklearprogramme diskutiert und mündeten in eine abschließende Diskussion, die gerade, weil sie teilweise kontrovers verlief, äußerst spannend war. Am fünften Tag war der Vormittag von Vorträgen zum Umgang mit Technologien, die spaltbare Materialien nutzen oder erzeugen können (Forschungsreaktoren oder Spallationsneutronenquellen), geprägt. Am Nachmittag wurden Vorträge zu Detektionsmethoden, einerseits für Sprengstoffe in Landminen aber auch in Passagiergepäck, andererseits zur Detektion nuklearer Materialien gehalten.

Der letzte Tag der Tagung begann mit einem Vortrag, der die bedenklichen Fortschritte bei der Entwicklung unbemannter Flugkörper und Cruise Missiles vorstellte. Das Abschlussthema der Tagung war das Raketenabwehrprogramm (NMD) der Vereinigten Staaten, dass nun in einer zweiten Amtszeit *Bushs* als Präsident mit Sicherheit fortgesetzt werden wird. In zwei Vorträgen wurde die Effektivität des Systems in Frage gestellt, in einem weiteren wurde der Frage nachgegangen, ob der NMD Interceptor auch als Antisatellitenwaffe genutzt werden kann. In den letzten beiden Vorträgen wurde das AEGIS Radarsystem, ein Teil des NMD Systems, kritisch untersucht.

Das Niveau der Tagung war sehr professionell und die Teilnehmer äußerst diszipliniert. Darüber hinaus gab es nicht nur auf der Konferenz selbst, sondern auch in den Abendstunden viele spannende Begegnungen und Diskussionen über die aktuelle Weltpolitik oder über technische und wissenschaftliche Details der Vortragsthemen. Am meisten beeindruckte und motivierte aber der interkulturelle Kontakt von Wissenschaftlern aus verschiedenen Nationen und Weltregionen, die das gemeinsame Ziel einer friedlichen Entwicklung von Naturwissenschaft und Technik vor Augen haben. Das nächste Summer Symposium findet nächstes Jahr hoffentlich wieder statt und ich möchte allen Interessierten eine Teilnahme empfehlen.

Matthias Englert

Bericht zur 54. Pugwash-Jahrestagung „*Bridging a Divided World Through International Cooperation and Disarmament*“ in Seoul, Südkorea

Die Pugwash-Bewegung verfolgt seit der Wahl einer neuen Führungsriege und des Councils im Jahr 2002 verstärkt das Ziel, näher an die Problemregionen heranzurücken, bei denen die Gefahr militärischer Auseinandersetzungen auch unter Einbeziehung von Massenvernichtungswaffen droht. Deshalb war es konsequent, die 54. Jahrestagung in der Hauptstadt Südkoreas Seoul stattfinden zu lassen. Die Konferenz trug bezeichnenderweise den Titel „*Bridging a Divided World Through International Cooperation and Disarmament*“ (5.-8. Oktober 2004). Es bestand lange Zeit die Hoffnung, dass für die Teilnehmer ein Ausflug nach Nordkorea möglich sein würde bzw. dass eine nordkoreanische Delegation an dem Treffen teilnehmen könnte. Erst wenige Tage vor Beginn der Tagung zerschlugen sich diese Pläne, da sie frühzeitig in der südkoreanischen Presse bekannt wurden. Angesichts des immer noch sehr gespannten Klimas beider Staaten, war damit ein Besuch der Nordkoreaner nicht mehr möglich.

Den Auftakt der gut besuchten Tagung bildete eine Grußadresse des ehemaligen Präsidenten der Republik Korea *Kim Dae-jung*, der für seine „*Sonnenschein-Politik*“ den Friedensnobelpreis erhalten hatte. Er trat für die Aufnahme eines direkten Dialogs zwischen den USA und Nordkorea ein und schlug vor, dass die USA die Sicherheit Nordkoreas garantieren



Abb. 1: Blick über die Ebene bei Panmunjeom mit Zentralabschnitt der süd- und nordkoreanischen Grenze.

könnten. Wörtlich sagte er: „Als ich den Vorsitzenden *Kim Jong-il* im Juni 2000 traf, erzählte er mir, dass Nordkorea willens ist, alle Massenvernichtungswaffen aufzugeben, wenn es seine Beziehungen zu den Vereinigten Staaten normalisieren könne.“ In seiner Antwortadresse verwies der gut genesene *Sir Joseph Rotblat* darauf, dass „die augenblickliche Krise des Nichtverbreitungsvertrages (NVV) die größte seit 34 Jahren sei.“ Er forderte eine „burst of energy“ für Pugwash und verwies darauf, dass im laufenden Jahresprogramm der Organisation folgende Devise zu finden ist: „Pugwash ist streng dem Ziel der Abschaffung der Nuklearwaffen verpflichtet. Es ist unumgänglich, dass Pugwash die internationale Gemeinschaft an die Unmoralität, Illegalität



Abb. 2: Zwei Pugwash-Mitglieder (P. Canonne (Frankreich) und G. Neunck) bei dem Versuch, die Koreanische Vereinigung zu beschleunigen.

tät und die inhärente Gefahr durch Nuklearwaffen erinnert und konkrete Schritte zu ihrer Eliminierung vorschlägt.“ Ein weiterer Höhepunkt war die Rede von *Mohammed El Baradei*, der früh seine Teilnahme zur Tagung zugesagt hatte, jedoch auch in Seoul weilte, um die Ungereimtheiten des südkoreanischen Laserisotopentrennungsprogrammes aufzuklären. In der von viel Medienrummel begleiteten Rede räumte der IAEA-Direktor freimütig ein, dass das NVV-Regime unter großem Druck stehe. Er verwies auf die große Effizienz von Verifikation für den Fall, dass politischer Wille zu Rüstungskontrolle vorhanden sei und er führte an, dass im Falle Nordkoreas auch bei Nichtvertragsinhaltung weitere Schritte zur Überwachung der nuklearen Dynamik nötig seien. „Fehlende Sicherheit erzeuge Proliferation“ war ein Schlüsselsatz der Rede, über die in vielen Medien Asiens berichtet wurde. Er forderte zur Schaffung eines kollektiven Sicherheitsnetzwerks auf und appellierte an die Nuklearwaffenstaaten, ihre Verpflichtungen zur Abrüstung einzuhalten.

Der irakische Nuklearphysiker *Al Sharistani*, der vom Diktator *Saddam Hussein* vor die Wahl gestellt wurde, ins Gefängnis zu gehen oder an der irakischen Nuklearwaffe zu arbeiten, berichtete in der „Dorothy Hodgkin Lecture“ von seinen Erlebnissen und Überzeugungen. Er betonte, die Wahl, ins Gefängnis zu gehen, sei ihm nicht sehr schwer gefallen. Ausschlaggebend seien religiöse Überzeugungen. Er rief die Physiker, die an Waffen forschen, auf diese Arbeiten einzustellen.

Ein Panel mit Wissenschaftlern aus dem Irak und Syrien erörterte anschließend die Aussichten für einen Frieden in der Region. Überhaupt standen die Krisenregionen der koreanischen Halbinsel und der Mittleren Osten im Zentrum diverser Debatten.

In den fünf Arbeitsgruppen (Nuklearwaffen, die Konsequenzen des Krieges gegen den „Terrorismus“, Sicherheit und Ökonomie in Südostasien und im Mittleren Osten sowie die nicht-militärischen Bedrohungen) wurden intensive Diskussionen über die vorgelegten Arbeitspapiere geführt. Die Kurzberichte der Rapporteurs wurden eingehend und kontrovers im Plenum diskutiert. Die südkoreanischen Gastgeber hatten im Übrigen eine ganze Serie von Essen und Darbietungen aufgeboden und präsentierten stolz ihre wirtschaftlichen und kulturellen Erfolge, was die Tagung angenehm abrundete. Ein Ausflug an die innerkoreanische Grenze ermöglichte Erfahrungen, die an die deutsche Teilung erinnerte. Eine leere Bahnstation, ein sog. Infiltrationstunnel, der von Nordkorea angelegt und an die Südkoreaner verraten wurde und die schwer bewachte Grenze waren eindrucksvolle Momente, die die Absurdität künstlicher Grenzen verdeutlichte.

In Seoul wurde der Vorschlag für einen Pugwash-Workshop für 2005 in Deutschland im Rahmen des Einstein-Jahres 2005 unterbreitet. Die nächste Jahrestagung wird im Zusammenhang mit dem 50. Geburtstag des *Russell-Einstein-Memorandums* in Hiroshima (22.-27. Juli 2005) organisiert werden. Das Jahrestreffen 2006 soll in Kairo stattfinden. Zusammen mit der französischen und italienischen Gruppe wurde vorgeschlagen, die Jahrestagung 2007 auf europäischem Boden zu veranstalten. Genannt wurden u.a. Strassburg, Bari oder Bonn. Es wurde auch erörtert, ob diese Initiative nicht von möglichst vielen europäischen Gruppen mitgetragen werden soll.

Insgesamt ist festzustellen, dass Pugwash sich nach Jahren der Stagnation deutlich erholt hat, viele regionale Initiativen gestartet hat und vermehrt Aufmerk-

samkeit bekommt. Auszunehmen ist hier leider das Territorium der Vereinigten Staaten. Beim Treffen in Südkorea nahm sehr zur Freude vieler auch *Ulrich Albrecht* teil, der sich nach seiner Krankheit gut erholt hat und bei vielen Veranstaltungen dabei war. Unterstützt wurde er von seinem Studenten *Andreas Henneke*, der gleichzeitig an der *International Student/Young Pugwash* (ISYP)-Tagung teilnahm. Auch die Aktivitäten der ISYP sind sehr erfrischend und wohltuend. So möchte die Organisation nun eine elektronische Zeitschrift herausbringen. Viele Informationen zu den o.g. Themen sind auf der Homepage von Pugwash International (www.pugwash.org) zu finden, so auch die Reden von *El Baradei* und *Al Sharistani*.

Götz Neuneck

FONAS-Herbsttagung 2004

Vom 27.-29. September fand die diesjährige FONAS-Herbsttagung in der Geschäftsstelle der Deutschen Stiftung Friedensforschung (DSF) in Osnabrück statt.

Zu Beginn sprach Prof. Volker Rittberger, Vorsitzender des Geschäftsführenden Vorstands der DSF, über „Aktuelle Herausforderungen für die Friedensforschung – Erwartungen an naturwissenschaftliche Beiträge“. Er betonte, dass die DSF bemüht sei, die naturwissenschaftlich-orientierte Friedensforschung zu unterstützen. Ein sichtbares Zeichen sei die von der DSF geförderte *Carl Friedrich von Weizsäcker Stiftungsprofessur* an der Universität Hamburg, die sich hoffentlich zu einem interdisziplinären Zentrum in Zukunft herausbilden und in Hamburg ein großes regionales Zentrum für Friedensforschung entstehen werde.

Auf die inhaltliche Arbeit von FONAS eingehend wies er auf die Notwendigkeit hin, in Hinblick auf die Missbrauchsmöglichkeiten von Naturkräften deren friedensfördernde Nutzungschancen herauszuarbeiten und nutzbar zu machen. Für die deutsche naturwissenschaftlich-orientierte Friedensforschung sah er dabei vier Themenschwerpunkte als besonders relevant an:

- Die Weltraumrüstung (z.B. Weltraumbewaffnung, Entwicklung neuer Verbotsregime, Probleme des Weltraummülls)
- Die Untersuchung von Proliferationsgefahren (z.B. Proliferationsresistenz, Proliferations-unschädliche Entsorgung nuklearer Altlasten)
- Die Untersuchung oder Erforschung neuer physikalischer Entwicklungen (z.B. im Bereich der Nanotechnologie, auf dem Gebiet sogenannter nicht-tödlicher Waffen)
- Potenzielle Gefahren von gentechnisch veränderten Krankheitskeimen

Ferner stellte er die Frage, ob es neue Herausforderungen für die Friedens- und Konfliktforschung gäbe, wo auch Anforderungen an die Naturwissenschaften bestünden. Mit Blick auf die voranschreitende Entstaatlichung von Kriegen fragte er, ob die alten Pa-

radigmen und Methoden noch gültig seien. Wäre es möglich, dass die naturwissenschaftlich ausgerichtete Friedensforschung eine ebenso wichtige Leistung bspw. zum Thema „Terrorismusfolgen, Abwehr und Überwindung“ erbringen könnte? Er erinnerte dabei an die 1971 unter der Leitung von *Carl Friedrich von Weizsäcker* erstellte Studie *"Kriegsfolgen und Kriegsverhütung"* (*Weizsäcker-Studie*), die einen bedeutsamen Beitrag von Naturwissenschaftlern zu Abrüstungsfragen in der Bundesrepublik erbracht hatte.

Mit Blick auf die Mac Arthur Foundation, die ein großes Programm (Umfang 50 Mio. Dollar/6 Jahre) zum Thema „Rethinking Global Security“ aufgelegt habe, regte er das Thema „Verwundbarkeit moderner Industriegesellschaften“ an, nicht zuletzt auch, um inhaltliche Anknüpfungspunkte zum Mac Arthur Programm aufzubauen.

Nach einer Pause begann der erste Vortragsblock. *Kathryn Nixdorff*, TU Darmstadt, sprach über „Dual-Use and Biotechnology: Future Threats“. Sie wies auf neue Gefahren durch sogenannte Bioregulatoren hin. Durch diese Stoffe, die verschiedene Zellprozesse wie Blutdruck, Herzschlag oder angeborene und angenommene Immunitäten beeinflussen könnten, gingen neue Gefahren für das Immunsystem aus.

André Rothkirch vom Institut für Friedens- und Sicherheitspolitik (IFSH) an der Universität Hamburg stellte „Open Skies-Arbeiten zur Implementation von Infrarot-Sensoren“ vor. Die Sensoren auf den Flugzeugen müssten für alle Vertragsstaaten kommerziell erwerbbar sein, um für alle gleiche Voraussetzungen zu schaffen. Die Bodenaufklärung sei vertraglich festgelegt. Die zur Anwendung kommenden zugelassenen Sensoren wie optische Kameras, Videokameras, Infrarot-Zeilenabtast- und Radargeräte müssten in ihrem Zusammenwirken eine Luftbeobachtung bei Tag und Nacht sowie bei allen Wetterbedingungen gewährleisten.

Über den Status des Open Skies-Vertrags berichtete *Hartwig Spitzer*, Universität Hamburg. Heute seien 30 Staaten dem Vertrag beigetreten. Nach dem Zerfall der Sowjetunion habe der Vertrag an Bedeutung verloren und sei heute zu einer reinen Routineaufgabe degradiert. Nach 1992 hatten acht weitere Staaten einen Antrag auf Aufnahme gestellt, darunter Bosnien, Kroatien und die Baltischen Staaten. Russland habe nach wie vor ein starkes Interesse an Überfliegungen im Rahmen des Vertrags. Hintergrund sei wohl, dass die russische Satellitenflotte stark reduziert worden sei und deshalb die Überfliegungen als zusätzliches Aufklärungsmittel benützt würden. Abschließend unterbreitete er Vorschläge für die anstehende Überprüfungskonferenz 2005 und nannte dabei u.a. Überfliegungen für Umweltaufgaben, den Aufbau einer Kooperation mit den Verifikationsregimes der Bio- und Chemiewaffenkonventionen ebenso wie mit den Vereinten Nationen und der OSZE für Aufgaben des Krisenmanagements.

Anschließend stellte *Götz Neuneck*, IFSH Hamburg, Ergebnisse des Weltraumprojekts „Weltraumbewaffnung und Präventive Rüstungskontrolle“ vor. Mit Hilfe von Modellrechnungen, in die Raketendaten (Treibstoff, Brenndauer) und deren Aufstiegsprofile eingingen, wurden Raketen-Trajektorien berechnet und Szenario-Berechnungen angestellt, um abzuschätzen, wie groß die Verwundbarkeit von Raketen durch Weltraumschrott ist.

Wolfgang Liebert, TU Darmstadt, referierte über das Thema „Proliferation resistance revisited“. Er wies darauf hin, dass es zur Zeit 40 Staaten – ohne die erklärten Nuklearwaffenstaaten – gäbe, die über das entsprechende *Know How* verfügten, Nuklearwaffen herstellen zu können. 40 Staaten hätten noch keine Leistungsreaktoren in Betrieb, dafür unterhielten aber 60 Staaten Forschungsreaktoren. In Hinblick auf Proliferationsgefahren ginge es im wesentlichen darum, den Zugriff auf diese Materialien durch multilaterale Kontrollen zu begrenzen. So sei der erreichbare Grad der Proliferationsresistenz, womit die technisch dominierte Anlagentechnik gemeint sei, ein wichtiges Kriterium bei den Energiepfadwahlen für die Zukunft. Leider habe die Proliferationsresistenz in der Vergangenheit wenig Auswirkung auf die Entwicklung der Leistungsreaktoren gehabt.

Im letzten Vortrag dieses Tages stellte *Pia Kohorst*, Absolventin des Masterstudiengangs „Friedensforschung und Sicherheitspolitik an der Universität Hamburg, ihre Masterarbeit zum Thema „Europäische Sicherheitsstrategie und Weltraumpolitik“ vor. Der Weltraum als Bestandteil einer sicherheitspolitischen europäischen Identität habe an Bedeutung gewonnen. Die „Task Force“, bestehend aus Vertretern der Europäischen Kommission und der Europäischen Weltraumagentur, soll bis Ende 2004 eine Europäische Weltraumstrategie entwerfen. Grundlegende Ziele dieser Strategie seien die Bündelung nationalstaatlicher europäischer Weltraumkapazitäten und die Durchführung gemeinsamer Projekte, um die europäische Welt-

raumindustrie auf dem Weltmarkt wettbewerbsfähig zu machen sowie den autonomen Zugang zum Weltraum unabhängig von den USA nutzen zu können.

Am Dienstagmorgen wurde die Tagung fortgesetzt. *Annette Schaper*, Hessische Stiftung Friedens- und Konfliktforschung (HSFK), Frankfurt, berichtete über das Projekt „Nuclear Transparency, Secrecy and Security“. Danach werden zukünftige Prozesse im Bereich der nuklearen Abrüstung und Rüstungskontrolle verstärkt von der Transparenz hinsichtlich Nuklearwaffen-relevanter Informationen abhängen. In dem Projekt würden technische Informationen identifiziert, die zur Verifikation von Nuklearwaffen erforderlich seien und geprüft, welche Informationen u.a. in bezug auf nukleare Gefechtsköpfe, Arsenale, Stationierungsorte sowie weitere technische Details öffentlich zugänglich seien bzw. der Geheimhaltung unterlägen. Abschließend werde analysiert, wo eine geeignete Trennlinie zwischen Geheimhaltung und Offenbarung läge.

Über „Proliferationsgefahren von Spallationsneutronenquellen – eine vorläufige quantitative Analyse“ ging es im Vortrag von *Matthias Englert*, TU Darmstadt. Spallationstechniken werden genutzt, um Neutronen zu gewinnen. Es sei ein Trend zu verzeichnen, dass Forschungsreaktoren zunehmend durch Spallationsneutronenquellen ersetzt würden. Dadurch steige die Proliferationsgefahr. Die Frage sei daher, wie man proliferationsresistente Techniken herstellen könne.

Es folgte der Vortrag von *Christoph Pistner*, ebenfalls von der TU Darmstadt, über das „Potenzial von „Inert Matrix Fuel“ zur Plutoniumbeseitigung“. 6-8 kg Plutonium benötige man, um Bomben zu bauen. Am besten eigne sich dazu Pu^{239} . Wie viel Plutonium man für die kritische Masse benötige, hänge von dem benutzten Pu-Isotop ab. Zwar bestünde ein Unterschied zwischen Reaktor-grädigem und Waffen-grädigem Plutonium, zum Bombenbau könnten jedoch beide Materialien, die ähnliche kritische Massen besäßen, benutzt werden. Auch im zivilen Bereich stiegen die Mengen des Reaktor-grädigen Plutoniums an und lägen bereits in der Größenordnung der militärischen Vorräte. Dagegen betrage der Abbau Reaktor-grädigen Plutoniums nur ca. 10 Tonnen pro Jahr. Prinzipiell gäbe es zwei Verfahren zur Beseitigung von Plutonium: einmal die sogenannten Reaktorooptionen, womit MOX-Verfahren und Abtrennungsverfahren gemeint seien und sogenannte Immobilisierungsverfahren, etwa Verglasung oder Keramisierung.

Michael Schaaf, Universität Hamburg, sprach über „Präventive Rüstungskontrolle – Normativität und Systematik“ und unternahm den Versuch, den Begriff „Präventive Rüstungskontrolle“ genauer zu fassen und zu analysieren. Schwierigkeiten lägen zum einen in der Prognosefähigkeit, die Technikfolgenabschätzung vorausschicke, zum anderen in der Festlegung von Bewertungsmaßstäben. Die Prognosefähigkeit hänge aber von der Festlegung dieser Kriterien ab. Als Kriterien

nannte er Rüstungskontrolle, Nachhaltige Entwicklung und Friedenssicherung.

Nachfolgend berichtete *Christian Alwarth*, Universität Hamburg, über „Unbemannte Flugkörper und ihre sicherheitspolitischen Implikationen“. Vorgestellt wurden Funktionsprinzipien, Einsatzoptionen und die Weiterverbreitung von Unbemannten Flugkörpern (UAVs). Eingesetzt würden UAVs u.a. für Aufklärungszwecke im Gefechtsfeld, bei Truppenbewegungen oder zu Kommunikationszwecken. Auch der Einsatz im Kampf sei denkbar, etwa der Angriff von Bodenstellungen, die Zielerfassung und Feuerleitunterstützung oder der Einsatz als Köder. Dies werde zur Zeit erprobt. Durch den Einsatz von UAV-Systemen, von denen es weltweit ca. 600 verschiedene Systeme gäbe, werde die Kriegsführung vereinfacht. Durch die hohen Reichweiten könnten UAVs, die nur schwer detektierbar seien, nahezu von jedem Terrain aus eingesetzt werden. Bis 2005 seien voraussichtlich 75 Staaten im Besitz von UAVs.

Ulrike Kronfeld-Goharani vom Schleswig-Holsteinischen Institut für Friedenswissenschaften (SCHIFF) Kiel, sprach über die potenziellen Gefahren, die von den chemischen Waffen ausgehen, die seit dem Zweiten Weltkrieg bis zum MARPOL-Abkommen 1972 im Meer versenkt wurden. Sie warnte davor, das Problem der versenkten Chemiewaffen langfristig zu ignorieren und forderte eine Risikobewertung sowie die Errichtung von Monitoring-Programmen insbesondere für die Versenkungsgebiete in der Ostsee und der Adria.

Jan van Aken, vom *sunshine project* Hamburg, referierte über das Thema „Nicht-tödliche Chemiewaffen – Tränengas, Betäubungsmittel und der futurologische Kontext“. Er gab einen Überblick über die Entwicklung von Waffensystemen und geeigneten chemischen Substanzen in den USA und Russland. Er stellte fest, dass es keine „nicht-tödlichen Waffen“ geben könne, da der Effekt dieser Waffen von ihrer Wirkung auf einen einzelnen Organismus und der Höhe der Konzentration abhänge. Der Bereich zwischen erwünschter Betäubung und tödlicher Wirkung sei klein; folglich werde es beim Einsatz dieser Waffen, wie der von Fentanyl in Russland gezeigt habe, immer auch Tote geben. Die Definition „nicht-tödliche Waffe“ sei nicht nur völlig willkürlich sondern bedeute u.U. auch eine Aufweichung der Definitionen im Chemiewaffenübereinkommen (CWÜ). Werden nicht-tödliche Waffen als Beruhigungs- und Reizstoffe zum Zwecke der Aufrechterhaltung der öffentlichen Ordnung einschließlich der innerstaatlichen Bekämpfung von Unruhen angesehen, müssen sie nach dem CWÜ nicht notwendigerweise deklariert werden. Unklar bleiben die Fälle, wo nicht-tödliche Chemikalien in Kombination mit tödlicheren Methoden (Schusswaffen, Granaten) zum Einsatz kommen.

Anschließend stellte *Christian Mölling*, IFSH Hamburg, das Forschungsprojekt „Collateral Damage“ vor, indem die Merkmale und Wirkungen moderner Kriegsführung und ihre völkerrechtlichen Implikationen

analysiert werden. Die Untersuchung basiert dabei auf vier Fallstudien und zwar dem Golfkrieg 1991, dem Kosovokrieg 1999, dem Afghanistankrieg 2001 und dem Irakkrieg 2003. Moderne Kriege zeichneten sich durch eine Technologie-basierte Kriegsführung, eine hohe Asymmetrie zwischen den Kriegskombattanten und eine hohe Intensität von Kampfhandlungen aus. Sie hätten mehr Kriegsfolgen als angenommen. Diese seien bisher aber noch kaum untersucht, obwohl die Kollateralschäden sehr komplex wären

Jan Kuhn, Universität Hamburg, referierte über „Kritische Infrastrukturen – Ergebnisse einer Diplomarbeit“. Er berichtete u.a. über das Planspiel *Cyber Terror Exercise* (CYTEX), das von einem Verbund, bestehend aus Ministerien, Sicherheitsbehörden, Unternehmen und Lobbygruppen, im November 2001 durchgeführt wurde und eine Attacke auf kritische Infrastrukturen (z.B. Energie- und Wasserversorgung, Kommunikation, Transportunternehmen, Banken, Versicherungen) simulierte. Kritische Infrastrukturen wie wichtige Rechner von Atomkraftwerken oder Energieversorgern seien jedoch nicht mit dem öffentlichen Netz verbunden und es sei unter Experten umstritten, in welchem Ausmaß kritische Infrastrukturen durch einen Cyber-Angriff verletzbar seien. Unklar sei auch, welche Auswirkungen versteckte Manipulationen von kritischen Infrastrukturen hätten.

Götz Neuneck, IFSH Hamburg, sprach über das Thema „Laserwaffen für militärische Zwecke – Stand und Projektplan“. Er stellte die Funktionsprinzipien und die technische Realisierbarkeit von Hochenergie-Lasern, etwa dem Airborne Laser (ABL) oder dem Seaborne Laser (SBL) dar. Untersucht würde die Wirkung einzelner Hochenergie-Laser auf mögliche Ziele wie Raketen oder Satelliten, Möglichkeiten der Laserblendung oder der Zielbeleuchtung mit Lasern. Insgesamt existierten große technische und ingenieurwissenschaftliche Probleme.

Im letzten Vortrag dieses Tages stellte *Achim Gädke*, TU Darmstadt, ein Verfahren zur Sprengstoffsuche vor. Das Kern-Quadrupol-Resonanz (NQR)-Verfahren sei gut geeignet, um schnell zwischen Sprengstoffen und anderen organischen Materialien zu unterscheiden, was z.B. mit Röntgen-Methoden schwer möglich sei. Da das aufgenommene Resonanzspektrum charakteristisch für die jeweilige Substanz sei, könne diese Methode eingesetzt werden, um Sprengstoffe oder Rauschgifte zu identifizieren.

Im Anschluss an diesen Vortrag fand die FONAS-Mitgliederversammlung statt.

Am Mittwochmorgen begann *Peter Carl*, Climate Dynamics Project Berlin, und sprach über die „Verfügbarkeit von Wasser als mögliche Konfliktquelle – Fragestellungen im Einzugsbereich von Mathematik/Systemtheorie, Klimaforschung und Signalanalyse“. Unterstützt durch umfangreiches Karten-, Bild- und Diagrammaterial stellte er Ergebnisse von Modellrechnungen vor und vermittelte einen Überblick über die

Verfügbarkeit von Wasser in Südostasien u.a. in Abhängigkeit von den Monsunwinden.

Anschließend berichtete *Hartwig Spitzer*, Universität Hamburg, über das Lehrprojekt „Mensch – Macht – Technik“. In einer interdisziplinären Vorlesungsreihe werden die Problemebenen Ursachen, Austragung und Überwindung von Krieg behandelt. Gekoppelt ist die Vorlesungsreihe mit insgesamt elf Begleitseminaren sowie Abschlussklausur zur weiteren Qualifikation. Neu an der Veranstaltung ist das Angebot einer Schreibwerkstatt, um zusätzliche Schulungsmöglichkeiten für Studierende anzubieten. Finanziert wird das Gesamtprojekt durch die *Zeit-Stiftung* und durch die Stiftung *Umwelt, Entwicklung und Frieden*.

Danach informierte *Jan van Aken* über die Länderstudien des sunshine projects im Bereich Biowaffen im Rahmen des Projekts „Zivilgesellschaft und Transparenz“. Er wies auf das Problem hin, dass in der Öffentlichkeit kaum bekannt sei, dass in der Biowaffenkonvention sogenannte Confidence Building Measures

(CBMs) enthalten seien und was sie aussagten. Ziel des Projekts sei es, die Inhalte der CBMs in der Öffentlichkeit bekannt zu machen und eine Evaluation ihrer Qualität vorzunehmen. Dazu gäbe es zwei Projekte: Zum einen würden die CBMs des Vertragswerkes geprüft, zum anderen exemplarische Länderstudien angefertigt. Zu klären sei, welchen Effekt CBMs hätten und ob sie vertrauensbildend oder u.U. sogar verdachtsbildend wirkten.

Zum Schluss der Vortragsreihe stellte *Wolfgang Liebert* ein neues Themenheft der TU Darmstadt mit dem Titel „Nachhaltige Gestaltung von Technik und Wissenschaft“ vor, das Ende des Jahres erscheinen soll.

Die Tagung endete mit einem allgemeinen Diskussionsblock insbesondere über die anstehenden Aktivitäten im Einstein-Jahr 2005.

Ulrike Kronfeld-Goharani

FONAS Intern

Tätigkeitsbericht des FONAS-Vorstandes für den Zeitraum 19.9.2002 bis 28.9.2004

Vorbereitet für die FONAS-Mitgliederversammlung am 28.9.2004 in Osnabrück

Dieser Bericht umfasst die wichtigsten Tätigkeitsfelder und Aktivitäten der vergangenen zwei Jahre. Insbesondere wird die Tätigkeit des seit 19. September 2002 amtierenden Vorstandes dargestellt. Vorstandsmitglieder sind: *Jürgen Altmann*, *Ulrike Kronfeld-Goharani*, *Wolfgang Liebert* (Vorsitz), *Götz Neuneck* (Stellv.Vors.), *Christoph Pistner* (Kassenwart), *Hartwig Spitzer*.

1. Stand des Vereins

FONAS ist inzwischen zum allgemein anerkannten Fachverband für naturwissenschaftlich orientierte Friedensforschung geworden.

FONAS ist seit Mitte 1998 gemeinnützig. Turnusgemäß war eine Steuererklärung des Vereins vorzulegen. Aufgrund dessen hat FONAS am 6.1.2003 die „Freistellungserklärung“ durch das zuständige Finanzamt erhalten. Mitgliedsbeiträge und Spenden können somit weiterhin steuerlich abgesetzt werden.

Die Mitgliederzahl ist auf 53 angewachsen. Im Berichtszeitraum wurden 11 neue Mitglieder aufgenommen: *Dr. Jan van Aken* (Hamburg), *Christian Alwardt* (Hamburg), *Dr. Peter Alwardt* (Hamburg) Dipl.-Phys. *Christian Aulbach* (Augsburg), *Prof. Dr. Ulrich Eckern* (Augsburg), *Dipl.-Phys. Matthias Englert* (Darmstadt), *Dipl.-Phys. Achim Gädke* (Darmstadt), *Prof. Dr. Manfred Heindler* (Graz), *Mark Hotz* (Darmstadt), *Dr. André Rothkirch* (Hamburg), *Sebastian Raupach* (Leipzig/Boston). Den Finanzstand weist ein gesonderter Bericht des Schatzmeisters aus.

2. Eigendarstellung von FONAS

Das FONAS-Faltblatt (zuletzt aktualisiert im Dez. 2001), in dem Ziele, Arbeitsweisen, Tätigkeiten und Beitrittsbedingungen knapp dargestellt sind, wurde bei Veranstaltungen verteilt. Die FONAS-Home-Page (www.fonas.org) ist durch *Christoph Pistner* in einen verbesserten Zustand gebracht worden. Pläne einer gründlichen Neubearbeitung wurden mangels Geld und Zeit zunächst aufgegeben. Sowohl die Durchführung der Fachgespräche in Berlin, die Fachsitzungen des DPG-AKA „Physik und Abrüstung“, der FONAS Newsletter und die Versendung der Rundbriefe tragen dazu bei, dass FONAS in der Fachszene und darüber hinaus bekannter wird.

3. Interne Zusammenarbeit

Nunmehr etwas formloser gehaltene Rundbriefe an die Mitgliedschaft wurden am 20.11.2002, 15.1.2003, 23.3.-2003 und 23.5.2004 versandt. Anstelle formeller Rundbriefe traten zunehmend weniger aufwändige E-mails, da alle Mitglieder zwischenzeitlich aktuelle Mail-Adressen bekannt gegeben haben. Dies vereinfacht und verbilligt die interne Kommunikation. Der Ende 2001 eingerichtete FONAS-Listserver wurde sinnvoll genutzt (Betreuung *Christoph Pistner*).

Der 4. und 5. FONAS-Newsletter erschienen zum Jahresende 2002 und 2003 (Erstellung durch *Ulrike Kronfeld-Goharani*, der an dieser Stelle gesonderter Dank ausgesprochen wird).

Wie in den letzten Jahren wurden größere halbjährliche FONAS-Treffen (bei der DPG-Frühjahrstagung und die Herbsttagung) vorbereitet. Die organisatorische Vorbereitung ist arbeitsaufwändig. Der Gewinn besteht aber in einem intensiven inhaltlichen und persönlichen

Austausch innerhalb unserer Fachszene – und über diese hinaus. Die Tabelle gibt einen Überblick über diese und weitere von FONAS durchgeführten oder mitgestalteten Veranstaltungen einschließlich der Fachgespräche (siehe weitere Erläuterungen im folgenden).

Ausgelöst durch die erfolgreichen Antragstellungen an das BMBF war Anfang 2000 der *FONAS-Projektverbund „Präventive Rüstungskontrolle“* (PRK) gegründet worden. Über den Projektverbund PRK hat sich eine besonders intensive und kontinuierliche Zusammenarbeit innerhalb von FONAS entwickelt. Durch weitere Förderanträge an die *Berghof-Stiftung für Konfliktforschung* und die *Deutsche Stiftung Friedensforschung* (DSF) konnte der FONAS-Projektverbund PRK weitergeführt werden. An den Orten Bochum/Dortmund, Darmstadt und Hamburg konnten so noch bis Mitte 2004 – und teilweise darüber hinaus – die vernetzten Arbeiten fortgeführt werden. Es hat drei Arbeitstreffen des Projektverbundes gegeben. Weiterhin wurden zwei Tagungen unter Federführung des Hamburger IFSH in Zusammenarbeit mit FONAS durchgeführt. Beide Tagungen fanden in Berlin statt: „*Zukunft der Rüstungskontrolle, Abrüstung und Nonproliferation*“ (4.-6. Dezember 2002), „*Die internationale Ordnung und die Zukunft der Rüstungskontrolle nach dem Golfkrieg*“ (3.-4. Juli 2003). An beiden Tagungen nahmen viele FONAS-Mitglieder aktiv teil.

4. Fachgespräche in Berlin

Im Anschluss an die Tagung „*Moving Beyond Missile Defense*“ des *International Network of Engineers and Scientists Against Proliferation* (INESAP), die vom 24.-26. Jan. 2003 in Berlin stattfand, wurde gemeinsam mit INESAP am 27.1.2003 das 13. FONAS-Fachgespräch als Expert Briefing „*Moving Beyond Missile Defense – Practical Steps Against Proliferation*“ in der Berliner Vertretung des Landes Hamburg durchgeführt. Daran nahmen teil: *David Krieger* (USA), *Andrew Lichterman* (USA), *Wolfgang Liebert*, *Jürgen Scheffran*, *Dingli Shen* (China), *Roland Timerbaev* (Russland).

Am 24. März 2004 fand in der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften das 14. Fachgespräch mit Prof. *Frederik K. Lamb* (University of Illinois) statt. Lamb ist Leiter der Studiengruppe der *American Physical Society* (APS) zur *Boost-Phase Missile Defense*. Er trug die Resultate dieser aktuellen APS-Studie in der Veranstaltung, die von *Götz Neuneck* eingeführt und geleitet wurde, vor. Die Häufigkeit der Fachgespräche hat in der letzten Zeit etwas abgenommen. Eine Reaktivierung ist vorgesehen.

5. Besondere Vorstandstätigkeiten

FONAS hat sich seit 1998 für eine Stiftungsprofessur im Bereich unseres Tätigkeitsfeldes eingesetzt, um eine bessere Verankerung dieser Forschungsrichtung zu erreichen. Durch die Bemühung der *Deutschen Stiftung Friedensforschung* (DSF), eine *Carl-Friedrich-von-Weizsäcker Stiftungsprofessur „Naturwissenschaft und Friedensforschung“* an einer deutschen Hochschule

einzurichten, sind wir diesem Ziel nun sehr nahe gekommen. Der FONAS-Vorstand hat sich bemüht, qualifizierte Bewerbungen auf die im August 2002 ausgeschriebene Stiftungsprofessur zu unterstützen. Die letztlich zwei Bewerberuniversitäten (TU Darmstadt und Universität Hamburg) wurden im Oktober 2003 durch eine hochrangig besetzte Auswahlkommission der DSF, der auch FONAS-Mitglied Ulrike Kronfeld-Goharani angehörte, besucht. Beide Hochschulen wurden als Trägerinstitution für eine solche Professur als geeignet angesehen und sehr positiv in Hinblick auf ihr entsprechendes Forschungsprofil evaluiert. Letztlich hat die Universität Hamburg im April 2004 den Zuschlag bekommen. In Hamburg wird nun intensiv die Verankerung dieser Professur an der Hochschule vorbereitet. Zehn Fachbereiche und Institute werden in einem Carl Friedrich von *Weizsäcker-Zentrum für Naturwissenschaft und Friedensforschung* (ZNF) kooperieren. Die Ausschreibung für die Professur selbst erfolgte im August 2004.

Der FONAS-Vorstand betrachtet es als vorrangiges Ziel, über diese Stiftungsprofessur die Zusammenhänge unseres Fachverbandes zu stabilisieren und zu stärken und die inhaltliche Ausrichtung unserer Arbeit an den Hochschulen weiterzuentwickeln und im Bereich von Qualifikationsarbeiten zu erleichtern. Der Besuch der *MacArthur Foundation* in Deutschland Ende 2003 hat gewisse Hoffnungen genährt, dass auch diese US-Stiftung in Deutschland diesbezüglich aktiv werden könnte.

Auf Anregung unseres Wiener Mitglieds *Martin Kalinowski* wurde gemeinsam mit *Petra Seibert* von der *Wiener Universität für Bodenkultur* ein deutsch-österreichisches Treffen im Rahmen der Tagung „*Naturwissenschaft und internationale Sicherheit*“ organisiert. Diese Tagung fand vom 17.-19. September 2003 in Wien statt. Der gesamte FONAS-Vorstand war mit Beiträgen vertreten. Es wird auf eine Vernetzung der thematisch interessierten Österreicher gehofft und auf eine dauerhaftere Kontaktpflege zwischen deutschen und österreichischen Wissenschaftler(innen), die zu einer Neubelebung in beiden Ländern in Hinblick auf naturwissenschaftlich-orientierte Aufgabenstellungen in der Friedensforschung führen könnte.

Am 8. Dezember hat FONAS gemeinsam mit der *IANUS-Forschungsgruppe* (TU Darmstadt) und der *Vereinigung Deutscher Wissenschaftler* (VDW) eine Erklärung zum geplanten Export der Hanauer Brennstofffabrik herausgegeben. Darin wird auf die Risiken für einen direkten oder indirekten militärischen Gebrauch dieser Anlage in China sowie auf eine bedenklich stimmende, die Plutoniumwirtschaft stimulierende Rolle der Anlage im zivil-militärisch angelegten chinesischen Nuklearprogramm hingewiesen. Daher wurde der Bundesrepublik empfohlen, den Export nicht zu genehmigen.

Der FONAS-Vorstand hat sich an der Vorbereitung einer Studiengruppensitzung der VDW zum Thema „*Militärrelevante Risikotechnologien*“ beteiligt. Die-

Naturwissenschaft, Abrüstung und internationale Sicherheit

Tabelle 1: FONAS-Tagungen, Fachgespräche und weitere Veranstaltungen im Berichtszeitraum:

2002		
18.-20. Sept.	FONAS-Herbsttagung	Physik-Zentrum Bad Honnef
4.-6. Dez.	Tagung „Zukunft der Rüstungskontrolle...“ (zus. mit IFSH Hamburg)	Berlin
2003		
27. Jan.	13. FONAS-Fachgespräch „Moving Beyond Missile Defense“ (gemeinsam mit INESAP)	Berlin
27.-28. März	DPG-Fachsitzung „Physik und Abrüstung“	Hannover
12. Juni	VDW-Studiengruppensitzung „militärrelevante Risikotechnologien“ .	Osnabrück
3.-4. Juli	Tagung „Die internationale Ordnung und die Zukunft der Rüstungskontrolle“ (zus. mit IFSH Hamburg)	Berlin
17.-19. Sept.	Tagung „Naturwissenschaft und internationale Sicherheit“ (zus. mit Univ. für Bodenkultur Wien)	Wien
30.Sept.-1.Okt.	FONAS-Herbsttagung	Osnabrück
2004		
24 März 2004	Fachgespräch zur APS-Studie-Studie „Boost-Phase Missile Defense“	Berlin
27.-29. Sept.	FONAS-Herbsttagung	Osnabrück

bewährter Weise durchgeführt. Hierdurch ist es möglich, einerseits wissenschaftliche Fachsitzungen zu FONAS-Themen abzuhalten, andererseits können FONAS-Themen vor einem wissenschaftlich interessierten Publikum präsentiert werden. Auf der Hannoveraner DPG-Tagung (2003) konnte der AKA zum zweiten Mal einen Plenarredner stellen (*Frank von Hippel*, Princeton). Alle zeitlich und räumlich günstig liegenden Vorträge in Hannover waren erfreulich gut besucht. Die Hannoveraner Fachsitzung hatte eine besonders gute Presseresonanz. Die Fachsitzung auf der Münchner DPG-Frühjahrstagung (2004) war teilweise hervorragend besucht (mehr als 100 Zuhörer).

Durch das Engagement von *Jürgen Altmann* und *Götz Neuneck* ist es gelungen, die alte DPG-Teststoppkommission, der einige nunmehr FONAS-Mitglieder angehörten, in dem Sinne wiederzubeleben, dass ein Beschluss gefasst wurde, diese unter dem Dach des AKA weiterzuführen. Als wesentliche Aktivität ist ein Bericht über die aktuelle Problematik rund um nukleares Testen und den Teststoppvertrag in Vorbereitung. Daran ist eine Reihe von FONAS-Mitgliedern beteiligt.

ses Treffen fand am 12. Juni 2003 in den Räumen der DSF-Geschäftsstelle in Osnabrück statt.

Der Vorstand hat sich in dem Berichtszeitraum mehrfach bei verschiedenen Gelegenheiten zu Sitzungen getroffen, so in Bad Honnef (20.9.2002), in Witten/Bommerholz (21.2.2003), in Hannover (26.3.2003), in Berlin (4.7.2003), in Osnabrück (30.9.2003), in Hannover (28.11.2003), in Kassel (17.5.2004), in Osnabrück (27.9.2004). Alle in diesem Tätigkeitsbericht aufgeführten Punkte waren Gegenstand der Sitzungen.

6. Kontakte und Kooperationen mit anderen Gruppen und Organisationen

Jürgen Altmann, *Götz Neuneck* und *Christoph Pistner* haben die Kontakte zur *Deutschen Physikalischen Gesellschaft* (DPG), insbesondere auch über den DPG-Arbeitskreis „Physik und Abrüstung“ (DPG-AKA), aufrecht erhalten. Zur Zeit sind drei FONAS-Mitglieder im DPG-Vorstandsrat tätig (*Jürgen Altmann*, *Alex Glaser*, *Götz Neuneck*). Die Fachsitzungen „Physik und Abrüstung“ wurden während der Frühjahrstagungen der DPG (Hannover, März 2003 und München, März 2004) in

Das erwähnte 13. FONAS-Fachgespräch am 27.1.2003 in Berlin wurde gemeinsam mit dem *International Network of Engineers and Scientists Against Proliferation* (INESAP) vorbereitet.

Im Dezember 2002 schrieb der Vorstand einen Brief an den Vorstand der *Naturwissenschaftler-Initiative Verantwortung für Friedens- und Zukunftsfähigkeit*. (Alle FONAS-Vorstandsmitglieder sind auch Beiratsmitglieder der Initiative). Darin wurde Besorgnis über die gegenwärtige Lage der Initiative ausgedrückt. Im Spätsommer 2003 ist eine Antwort des neuen Vorsitzenden der Naturwissenschaftler-Initiative (*Wolfgang Neef*) eingetroffen, die FONAS bislang durchweg partnerschaftlich verbunden war.

7. Der Newsletter

Zum Jahresende 2002 wurde der 4. FONAS-Newsletter von *Ulrike Kronfeld* erstellt und konnte Anfang 2003 FONAS-intern und an einen Adressatenkreis außerhalb von FONAS versandt werden. Ende 2003 konnte der 5. Newsletter vorgelegt werden. Auf der FONAS-Homepage findet man PDF-Versionen aller fünf Newsletter, die bislang erschienen sind.

8. FONAS-Veröffentlichungen

Die Ausgestaltung der FONAS-Schriftenreihe „*Naturwissenschaft, Abrüstung und internationale Sicherheit*“ im Agenda-Verlag Münster kommt langsam voran. Die ersten 5 Bände werden Ergebnisse aus dem FONAS-Projektverbund PRK vorstellen. Zwei Bände sind bereits erschienen. Die FONAS-Schriftenreihe sollte FONAS bekannter machen und unsere Anerkennung vergrößern. Wir sollten uns aktiv für eine weite Verbreitung einsetzen.

Jürgen Altmann, Wolfgang Liebert und Götz Neuneck konnten in einem gemeinsamen Beitrag für einen Sammelband über die deutsche Friedensforschung die naturwissenschaftliche Perspektive darstellen (erschien Anfang 2004 in dem von FONAS-Mitglied Ulrich Eckern (Augsburg) und anderen bei VS Verlag für Sozialwissenschaften herausgegebenen Band „*Friedens- und Konfliktforschung in Deutschland – Eine Bestandsaufnahme*“).

9. Aussichten

FONAS hat in den vergangenen Jahren gemeinschaftlich viel erreichen können. Darauf gilt es in der nächsten Zeit aufzubauen.

Wichtig ist der bundesweite Zusammenhalt insbesondere auch für den wissenschaftlichen Nach-

wuchs. Die Aussichten für den Nachwuchs sind bekanntlich nicht zufrieden stellend. Aber FONAS kann die Basis bieten für gewisse Verbesserungen der Lage und bietet den Rahmen einer Fach-Community.

Dies geschieht nicht von selbst. Der Vorstand ist nach wie vor weitgehend mit der Organisation der vielfältigen Treffen beschäftigt und ist um die Sicherung und den Ausbau der Anerkennung des FONAS-Zusammenhangs bemüht. Leider liegen diese Arbeiten auf den Schultern nur weniger. Dabei ist zu berücksichtigen: FONAS ist selbstorganisiert und verfügt über keine hauptamtlichen Mitarbeiter. Die Selbstorganisation kann nur gelingen, wenn möglichst viele mithelfen und Teilverantwortungen übernehmen. Die Anforderungen sind in den letzten Jahren weiter gestiegen. Der Zusammenhalt und die Erfolgsaussichten (gerade auch in Hinblick auf die „nachwachsende Generation“) hängen direkt mit dem Engagement der Mitglieder und ihrer „Selbstidentifikation“ mit FONAS zusammen. Mit den Erwartungen, die u.a. auf eine Stiftungsprofessur gerichtet werden, ist ein neuer Schub des Engagements vieler wohl unerlässlich.

Wolfgang Liebert, 25.9.2004 (im Namen des FONAS-Vorstands)

Mitteilungen, Termine, Publikationen

Mitteilungen

Einsteinjahr 2005

Die UNESCO hat das Jahr 2005 zum „Weltjahr der Physik“ erklärt. 50 Jahre nach dem Tod Albert Einsteins richten das *Bundesministerium für Bildung und Forschung* und die *Initiative Wissenschaft im Dialog* das Einsteinjahr 2005 aus. Neben diesen sind zentrale Akteure das Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, die Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, die Deutsch-Physikalische Gesellschaft, das Haus der Brandenburgisch-Preußischen Geschichte und das Einstein-Forum. Informationen zu den zahlreichen Veranstaltungen im Einstein-Jahr sind zu finden unter <http://veranstaltungen.einsteinjahr.de/>. Eine Broschüre zum Einstein-Jahr kann unter http://www.einsteinjahr.de/fileadmin/documents/einstein_broschuere.pdf heruntergeladen werden.

Im Einsteinjahr 2005 veranstaltet die Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG) eine einzige große Jahrestagung (4.-9. März 2005 in Berlin). Wichtig für FONAS-Mitglieder und -Interessent(inn)en: Der Max-von-Laue-Vortrag zu Fragen der Verantwortung wird dieses Mal gehalten vom Nobelpreisträger Jack Steinberger (CERN, Genf): "Einsteins Heritage: The Social Responsibility of Physicists and Global Nuclear Disarmament". Dies ist Teil eines Symposiums Physik – Gesellschaft – Verantwortung, in dem auch ein Vortrag

zur Abrüstungsarbeit des Starnberger Max-Planck-Instituts stattfindet. Hinzuweisen ist auch auf die Fachsitzung des DPG-Arbeitskreises *Physik und Abrüstung*, in der es u.a. um Nuklearterrorismus und Raketenabwehr geht. Näheres unter: www.dpg-einstein.de.

Stiftungsprofessuren

Die Universität Hamburg hat im August 2004 die aus Mitteln der Deutschen Stiftung Friedensforschung (DSF) geförderten Carl-Friedrich von Weizsäcker-Stiftungsprofessur Naturwissenschaft und Friedensforschung ausgeschrieben. Es wird angestrebt, das Auswahlverfahren im Frühjahr 2005 abzuschließen. Parallel dazu laufen Bemühungen. Fördermittel für die Einrichtung einer zweiten Stiftungsprofessur an der TU Darmstadt einzuwerben.

Personalien

Martin Kalinowski hat einen Ruf als Assistant Professor für "Technology and International Peace and Security Policy" an die *University of Illinois at Urbana-Champaign* erhalten. Die Stelle ist am *Nuclear, Plasma, and Radiological Engineering Department* angesiedelt. Sie ist verbunden mit einer gleichzeitigen Zugehörigkeit zum Program in *Arms Control, Disarmament, and International Security* (ACDIS). Er tritt die Stelle im Frühjahr 2005 an. Bei der Teststoppvertragsorganisation hat er sich für diese Zeit beurlauben lassen.

Jürgen Scheffran hat im August 2004 eine Stelle an der *University of Illinois in Urbana-Champaign* angetreten.

Seine neue Adresse ist:

Dr. Jürgen Scheffran

ACDIS, University of Illinois

505 East Armory Ave., MC-533

Champaign, IL 61820

USA

Tel. (+1) 217-244-0463

Fax (+1) 217-244-5157

Email scheffra@uiuc.edu (ohne "n").

Termine

19. Jan. 05: Auftaktveranstaltung Einstein-Jahr, Deutsches Historisches Museum, Berlin.

25.-27. Feb. 05: AFK-Jahreskolloquium „Gerechtigkeit – Demokratie – Frieden: (De-)Eskalation von Gewalt?“ Imperiale Weltordnung? Ev. Akademie in Iserlohn, Kontakt: Evangelische Akademie Iserlohn, Haus Ortlahn, Berliner Platz 12, 58638 Iserlohn, Tel.: 02371 / 352 – 141, Fax: 02371 / 352 – 130.

04.-09. März 05: Internationale Tagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG). Das Programm umfasst sowohl Fachsitzungen als auch zahlreiche öffentliche Vorträge, die an der TU Berlin und der Humboldt-Universität Berlin stattfinden. Das Programm sowie weitere Hinweise können unter www.dpg-tagungen.de/prog/ eingesehen werden.

07.-08. März 05: Fachsitzung "Abrüstung und Verifikation" im Rahmen der DPG-Frühjahrstagung, Berlin, Veranstalter: „Arbeitskreis Physik und Abrüstung“ (AKA) der DPG in Zusammenarbeit mit FONAS, Kontakt: Götze Neuneck: neuneck@public.uni-hamburg.de, Jürgen Altmann: altmann@ep3.ruhr-uni-bochum.de, Christoph Pistner: christoph.pistner@physik.tu-darmstadt.de.

14.-16. Okt. 05: Internationale Friedenstagung „Einstein und der Frieden“, Berlin, Veranstalter: Einstein Forum, Deutsche Stiftung Friedensforschung, Arbeitsgemeinschaft Friedens- und Konfliktforschung, Forschungsverbund Naturwissenschaft, Abrüstung und internationale Sicherheit, Naturwissenschaftler(innen)-Initiative und die Vereinigung deutscher Wissenschaftler.

Publikationen aus dem FONAS-Kreis

Altmann, J.: Emerging Technologies – Problems and Solutions, Workshop on Safeguards Perspectives for a Future Nuclear Environment, 14-16 Oct. 2003, Como, Italy, ESARDA/INMM.

Altmann, J.: Military Uses of Nanotechnology: Perspectives and Concerns, Security Dialogue 35 (1), March 2004, S. 61-79.

Altmann, J.: Acoustic and Seismic Signals of Heavy Military Vehicles for Co-operative Verification, Journal of Sound and Vibration 273 (4-5), 21 June 2004, S. 713-740.

Altmann, J.; Liebert, W.; Neuneck, G.: Dem Missbrauch von Naturkräften entgegengetreten – Naturwissenschaftli-

che Forschung für Abrüstung und Frieden, in: U. Eckern, L. Herwartz-Emden, R.-O. Schultze (eds.) Friedens- und Konfliktforschung in Deutschland – Eine Bestandsaufnahme, Wiesbaden: Verlag f. Sozialwissenschaften, 2004, S. 265-283.

Altmann, J.; Gubrud, M.: Anticipating Military Nanotechnology, IEEE Technology and Society Magazine, 23 (4), Winter 2004-05.

Altmann, J.; Scheffran, J.: New Rules in Outer Space: Options and Scenarios, Security Dialogue 34 (1), March 2003, S. 109-116.

Altmann, J.: Mikrosystemtechnik fürs Militär – Welche Gefahren bergen Implantate und Kleinroboter, wenn sie militärisch genutzt werden, und wie lässt sich einem Missbrauch vorbeugen?, Physik Journal 2 (5), Mai 2003, S. 24-28.

Altmann, J.: Roboter für den Krieg?, Wissenschaft und Frieden, 21 (3), Juli 2003, S. 18-21.

Altmann, J.: Acoustic and Seismic Measurements for the Detection of Undeclared Nuclear Activities – Considerations for a Measuring Project, JOPAG/08.03-PRG-342, Joint Programme on the Technical Development and Further Improvement of IAEA Safeguards between the Government of the Federal Republic of Germany and the International Atomic Energy Agency, August 2003.

Altmann, J.; Fujara, F.; Gädke, A.; Nolte, M.; Privalov, A.: Detection of TNT containing mines using NQR/NMR cross-relaxation, EUDEM2-SCOT-2003, International Conference on Requirements and Technologies for the Detection, Removal and Neutralization of Landmines and UXO, 15-18 Sept. 2003, Brussels, Belgium.

Barleon, L.; Chauvistré, E.; Daase, C.; von Ehrenstein, D.; Eisenbart, C.; Gmelin, W.; Häckel, E.; Kankleit, E.; Maruhn, T.; Pistner, C.; Ratsch, U.: Wohin mit dem Plutonium? Optionen und Entscheidungskriterien, volume 31 of Reihe B. Forschungsstätte der evangelischen Studiengemeinschaft e. V., Heidelberg, September 2004. 108 Seiten.

Dunay, P.; Krasznai, M.; Spitzer, H.; Wiemker, R.; Williams, W.: Open Skies, UNIDIR, Geneva, 2004.

Glaser, A.; Pistner, C.: Mathematica as a Versatile Tool to Set-up and Analyze Neutronic Calculations for Research Reactors, Paper presented at the 25th International Meeting on Reduced Enrichment for Research and Test Reactors (RERTR), October 5.10, 2003, Chicago, Illinois, USA.

Hagen, R.; Scheffran, J.: Durch den Weltraum zum Sieg? Kriegführung mit Hochtechnologie – auch bei einer Invasion im Irak, in: B. Kubbig (ed.), Brandherd Irak, Campus, 2003, S. 63-70.

Hagen, R.; Scheffran, J.: Is a space weapons ban feasible? Thoughts on technology and verification of arms control in space, UNIDIR Disarmament Forum, 1/2003, S. 42-51.

Hensel, A.; Altmann, J.: Modell der winkelabhängigen Signalform eines Fahrzeugs mit zwei Auspufföffnungen (Model of Angle-Dependent Signal Form of a Vehicle with Two Exhausts), in: Fortschritte der Akustik – DAGA 2003, Oldenburg: DEGA, 2003.

Johnke, B.; Scheffran, J.; Soyez, K. (eds.): Abfall, Energie und Klima: Wege und Konzepte für eine integrierte Ressourcennutzung, Berlin: Erich-Schmidt-Verlag, 2004.

Kalinowski, M.B.: International Control of Tritium for Nuclear Nonproliferation and Disarmament, Band 4, Science and Global Security Monograph Series (edited by Harold A. Feiveson), mit einem Vorwort von Frank v. Hippel, CRC Press: London 2004.

Kalinowski, M.B.: Nuclear Arms Race and Arms Control at the Beginning of the 21st Century, Review Essay for Security Dialogue 35(2) June 2004, S. 217-225.

Kalinowski, M.B.; Sartorius, H.; Uhl, S.; Weiss, W.: Conclusions on Plutonium Separation from Atmospheric Krypton-85, Measured at Various Distances from the Karlsruhe Reprocessing Plant, Journal of Environmental Radioactivity 73/2 (2004), S. 203-222.

Krieg dem Irak? Fakten, Analysen, Alternativen. Eine Stellungnahme aus dem IFSH, abgedruckt u.a. in: Vierteljahresschrift Sicherheit und Frieden Vol. 21(1), 2003, S. 3-14. (H.G. Ehrhart, M. Johannsen, E. Müller, R. Mutz, U. Schlichting, P. Schneider und G. Neuneck) Hamburger Informationen zur Friedensforschung und Sicherheitspolitik, Ausgabe 35/2003, Februar 2003.

Kronfeld-Goharani, U.: Cleanup of Cold War Legacies. The Ongoing Contamination of the Arctic Region, INESAP Briefing Paper, Issue No. 11, Oktober 2003, S.1-8.

Kronfeld-Goharani, U.: Biowaffen – Propaganda oder reale Bedrohung, in: Dokumentation zur Ausstellungseröffnung „Schwarzer Tod und Amikäfer. Biologische Waffen und ihre Geschichte“, am 5.11.2003 in der Hochschule für Angewandte Wissenschaften – FB Naturwiss. Technik, Hamburg-Bergedorf, Hg.: Pädagogisch-Ethisches Institut (PEI), 2004, S. 24-30.

Kronfeld-Goharani, U.: Elisabeth Mann Borgese: Ein Leben für die Freiheit der Meere in: Koryphäe, Medium für feministische Naturwissenschaft und Technik, Nr. 35, Mai 2004, S. 4-6.

Kropp, J.; Eisenack, K.; Scheffran, J.: Sustainable Marine Resource Management, in: C. Pahl-Wostl, S. Schmidt, A.E. Rizzoli, A. Jakemann (eds.), Complexity and Integrated Resources Management, Transactions of the 2nd Biennial Meeting of the International Environmental Modelling and Software Society, Vol. I, 104-109, Manno, Switzerland, 2004.

Liebert, W.: Lessons from the NPT Regime, INESAP Information-Bulletin, No. 21, April 2003, p.68.

Liebert, W.: Zum Stand des Dramas um den neuen Münchner Forschungsreaktor FRM-II, in: Umweltnach-

richten, Heft 98, 18. Jg., Nr.1, Mai 2003, S. 5-8 (Umweltinstitut München).

Liebert, W.: Die Atombombe und die Verantwortung der Naturwissenschaftler. Erläuterungen und Reflexionen zur Lesung aus dem Theaterstück "Kopenhagen" von Michael Frayn. IANUS-Arbeitsbericht 1/2003.

Liebert, W.: Interdisziplinäre Erfahrungen in der Friedensforschung, in: Wissenschaft und Frieden W&F 21. Jg. Nr. 4, 2003, S. 33-36.

Liebert, W.: Ökonomie bestimmt nicht alles: Ein neues Ethos der Wissenschaft tut not, in: H.J.Fischbeck, H.P.Dürr (Hrsg.): Wirklichkeit, Wahrheit, Werte und die Wissenschaft. Ein Beitrag zum Diskurs „Neue Aufklärung“, Jahrestagung der Vereinigung Deutscher Wissenschaftler 2000, Berlin-Verlag, 2003, S.159-172.

Liebert, W.: Wertfreiheit oder Wertbindung der Wissenschaft – Kritische Anmerkungen zum Wertfreiheitspostulat der Wissenschaft, in: W. Bender, J. Schmidt (Hrsg.): „Zukunftsorientierte Wissenschaft. Prospektive Wissenschafts- und Technikbewertung“, Proc. einer Tagung aus Anlass des 70. Geburtstags von Prof. Dr. Georg Zundel, Darmstadt 29.-30. Juni 2001, agenda-Verlag, Münster 2003, S.39-61.

Mölling, Christian; Neuneck, Götz: Military Capabilities in the Middle East, in: INESAP Information Bulletin Issue No. 21, April 2003, S.11- 14.

Mölling, Christian; Neuneck, Götz: Das Rüstungspotenzial im Nahen und Mittleren Osten, in: Wissenschaft und Frieden 2/2003, S. 533-57.

Mölling, Christian; Neuneck, Götz: Rüstungskontrolle – veraltet, überflüssig, tot? in: Vierteljahresschrift Sicherheit und Frieden Vol. 21(3-4), 2004, S. 135-140.

Neuneck, Götz: Der Mythos vom sauberen Krieg, in: Spektrum der Wissenschaft, April 2003, S. 68.

Neuneck, Götz: Eine militärische Bedrohungsanalyse des Irak, in: Karl-Heinz Harenberg/Marc Fritzer (Hrsg.): No War – Krieg ist nicht die Lösung, Mr. Bush! Th. Knauer, München, 2003, S. 137-150.

Neuneck, Götz: Saddam Husseins Massenvernichtungswaffen und die einseitige Abrüstung des Irak, in: Kai Hafez/Birgit Schäßler (Hrsg.): Der Irak – Land zwischen Krieg und Frieden, Palmyra-Verlag: Heidelberg 2003, S. 82-94.

Neuneck, Götz: The Atomic Bomb Reveals the Political Responsibility of Science, in: Lutz Castell, Otfried Ischebeck (Hrsg.) Time, Quantum and Information, Festschrift for the 90th birthday of C.-F. von Weizsäcker, Berlin 2003, S. 27-58.

Neuneck, Götz: Missbrauch von Naturkräften eingrenzen. Forschung und Politikberatung für Abrüstung, in: Wissenschaft und Frieden, Vol. 21(4) 2003, S.27-32.

Neuneck, Götz: Sieben vor Zwölf? Die Nukleargefahr hat wieder zugenommen, in: Physik Journal Vol. 2(6) 2003, S.3.

Neuneck, Götz: Iran auf dem Weg zur Atommacht? Wie die USA und die EU die iranische Bombe verhindern wollen, Manuskript, Streitkräfte und Strategien, 18. und 19. Oktober 2003.

Neuneck, Götz: Hat das zweite Kernwaffenzeitalter schon begonnen? Die regionale Verbreitung von Atomaffen in: Dossier Nr.46, Wissenschaft und Frieden, Vol. 23(2) 2004, S. 9-11.

Neuneck, Götz: Armageddon Revisited: Globale Risiken, Naturwissenschaft und Friedensforschung, in: Hans J. Gießmann/Kurt P. Tudyka (Hrsg.): dem Frieden dienen. Zum gedenken an Prof. Dr. Dr. Dieter S. Lutz, Baden-Baden 2004, S. 188-203.

Neuneck, Götz: Die Proliferation von Massenvernichtungswaffen als Herausforderung für die EU, in: Hans-Georg Ehrhart/Burkard Schmitt (Hrsg.): Die Sicherheitspolitik der EU im Werden, Nomos-Verlag, Baden-Baden 2004, S. 32-32-44.

Neuneck, Götz: Baudissin als innovativer Sicherheitspolitiker: Sein Konzept der Kooperativen Rüstungssteuerung, in: Martin Kutz (Hrsg.): Gesellschaft, Militär, Krieg und Frieden im Denken von Wolf Graf von Baudissin, Baden-Baden 2004, S61-72.

Neuneck, Götz: Die Weiterverbreitung von Massenvernichtungswaffen und die Sicherheitsstrategien der EU und der USA, in: Außenpolitik zwischen Krieg und Frieden. Osnabrücker Jahrbuch Frieden und Wissenschaft 11/2004. Herausgegeben vom Oberbürgermeister der Stadt Osnabrück und dem Präsidenten der Universität Osnabrück. Göttingen: V&R unipress GmbH mit Universitätsverlag Osnabrück, S. 191-205.

Ott, K.; Klepper, G.; Lingner, S.; Schäfer, A.; Scheffran, J.; Sprinz, D.: Reasoning Goals of Climate Protection – Specification of Art.2 UNFCCC, Final Report, Federal Environmental Agency, Berlin, 2004.

Ott, K.; Klepper, G.; Lingner, S.; Schäfer, A.; Scheffran, J.; Sprinz, D.: Konkretisierungsstrategien für Art.2 der UN-Klimarahmenkonvention, Endbericht für das Umweltbundesamt (UBA), Europäische Akademie Bad Neuenahr-Ahrweiler, 2004.

Pistner, C.; Glaser, A.: Prospektive Technikfolgenabschätzung für neue Nukleartechnologien. Ansätze für eine kriteriengeleitete Betrachtung und Bewertung, in W. Bender and J. C. Schmidt (eds), *Zukunftsorientierte Wissenschaft. Prospektive Wissenschafts- und Technikbewertung*, Agenda, Münster, 2003, S. 139-160.

Pistner, C.; Liebert, W.: Parametric study on non-proliferation aspects of IMF, Paper presented at the 9th

IMF Workshop, 9.12 September 2003, Kendal, Cumbria, United Kingdom. IANUS-Arbeitsbericht 2/2003.

Scheffran, J.: Terror und Energiesicherheit – Ein neuer Krieg um Öl?, Wissenschaft und Frieden, 1/2003.

Scheffran, J.: Game Over? Wahrheit, Macht und Demokratie im Irakkonflikt, Wissenschaft und Frieden, 2/2003, 7-11.

Scheffran, J.: Between Success and Failure – A Decade of INESAP Activities for Non-Proliferation and Disarmament, INESAP Bulletin No.22, December 2003, 9-12.

Scheffran, J.; Stoll-Kleeman, S.: Participatory Governance in Environmental Conflict Resolution: in: K. Deb, L. Srivastava (eds.), *Transition Towards Sustainable Development in South Asia*, New Delhi: The Energy and Resources Institute, 2003, 307-327.

Scheffran, J.: Calculated Security? Mathematical Modelling of Conflict and Cooperation, B. Booss-Bavnbek, J. Hoyrup (eds.), *Mathematics and War*, Birkhäuser, 2003, 390-412.

Scheffran, J.: Vom Nichtverbreitungs-Regime zur Nuklearwaffenkonvention, in: Dossier Atomwaffen, Wissenschaft und Frieden, 2/2004.

Scheffran, J.: Vom Konflikt zur Kooperation bei der Nutzung natürlicher Ressourcen, in: D. Ipsen, J. Schmidt (Hrsg.), *Dynamiken der Nachhaltigkeit*, Metropolis, 2004, 177-208.

Scheffran, J.: Energiekonflikte und Klimakatastrophe: Die neue Bedrohung?, PROKLA: Zeitschrift für kritische Sozialwissenschaft, No. 135/2, 34. Jg., 2004, 173-197.

Scheffran, J.; Battaglini, A.; Weber, M.: Energie aus Biomasse und Bioabfällen – Brennstoff der Zukunft?, in: Johnke/Scheffran/Soyez 2004, 160-185.

Scheffran, J.: Interaction in Climate Games: The Case of Emissions Trading, in: J. Geldermann, M. Treitz (Hrsg.), *Entscheidungstheorie und -praxis in industrieller Produktion und Umweltforschung*, Aachen: Shaker, 2004, S. 1-18.

Scheffran, J.; Singer, C.: Energy and Security – From Conflict to Cooperation, INESAP Information Bulletin, No. 24, December 2004.

Von Weizsäcker, E.U.; Scheffran, J.: Was trägt die Abfallnutzung zum Klimaschutz bei?, in: Johnke/Scheffran/Soyez 2004, 20-25.

Impressum:

Herausgeber:

Forschungsverbund Naturwissenschaft, Abrüstung und internationale Sicherheit (FONAS)
c/o IANUS, TU Darmstadt, Hochschulstr. 4a, 64289 Darmstadt
Tel.: 06151-164368, Fax: 06151-166039
E-mail: fonas@www.ianus.tu-darmstadt.de, Internet: www.fonas.org/

Bankverbindung:

FONAS e.V., Hamburger Sparkasse, BLZ: 200 505 50, Kto.: 1238 123 077

Redaktion:

Dr. Ulrike Kronfeld-Goharani, Dr. Wolfgang Liebert, Dr. Götz Neuneck, Christoph Pistner
c/o SCHIFF, Kaiserstr. 2, 24143 Kiel, Tel.: 0431/880-6332, Fax: 0431/880-6333, E-mail: kronfeld@schiff.uni-kiel.de

V.i.S.d.P.: Dr. Ulrike Kronfeld-Goharani, Dr. Wolfgang Liebert, Dr. Götz Neuneck, Christoph Pistner
– Auflage: 150

Druck: Eigenverlag

Wer kann bei FONAS Mitglied werden?

Mitglied kann jede(r) werden, die/der mit mathematischen, natur- oder technikkwissenschaftlichen Methoden zu Themen der Abrüstung, der internationalen Sicherheit und des Friedens forscht oder lehrt bzw. an Forschung und Lehre in diesem Bereich ein besonderes Interesse hat. Eine Mitgliedschaft von Institutionen mit vergleichbarem Interesse ist ebenso erwünscht wie Fördermitgliedschaften.

Der jährliche Mitgliedsbeitrag beträgt für Studierende/Arbeitslose 10€, ansonsten 30 € (für Personen mit einem Jahreseinkommen bis 25.000 €) 45 € (bis zu 45.000 €) und 60 € (über 45.000 €). Für Fördermitglieder gelten die o.g. Beitragssätze als Richtlinien. Spenden sind ebenfalls sehr willkommen. FONAS e.V. ist als gemeinnützig anerkannt.

Adressen

BVP: Bochumer Verifikationsprojekt
Institut für Experimentalphysik III
Ruhr-Universität Bochum;
D - 44780 Bochum
Tel.: 0234/32-23591, -23601/2, Fax: 0234/32-14172
E-mail: altmann@ep3.ruhr-uni-bochum.de
Homepage: www.ep3.ruhr-uni-bochum.de/bvp/index.html

CENSIS: Center for Science and International Security
c/o Institut für Experimentalphysik
Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg
Tel.: 040/8998-2313, Fax: 040/8998-3282
E-mail: hartwig.spitzer@desy.de,
neuneck@public.uni-hamburg.de
Homepage: <http://kogs-www.informatik.uni-hamburg.de/projects/censis/censis.html>

IANUS: Interdisziplinäre Arbeitsgruppe Naturwissenschaft, Technik und Sicherheit
Technische Universität Darmstadt
Hochschulstr. 4a, D - 64289 Darmstadt
Tel.: 06151/16-4368, -3016, Fax: 06151/16-6039
E-mail: ianus@hrzpub.tu-darmstadt.de, Homepage: www.ianus.tu-darmstadt.de/ianus/welcome.tud

SCHIFF: Schleswig-Holsteinisches Institut für Friedenswissenschaften an der Universität Kiel
Kaiserstraße 2 / Geb. F, D - 24143 Kiel
Tel.: 0431/880-6332, Fax: 0431/880-6333
E-mail: kronfeld@schiff.uni-kiel.de
Homepage: www.schiff.uni-kiel.de

