

Working Group on Physics and Disarmament Arbeitsgruppe Physik und Abrüstung (AGA)

Götz Neuneck
Institut für Friedensforschung
Uni Hamburg
Beim Schlump 83
20144 Hamburg
neuneck@public.uni-hamburg.de

Matthias Englert
IANUS TU-Darmstadt
Alexanderstr. 35
64283 Darmstadt
englert@ianus.tu-darmstadt.de

Jürgen Altmann
Experimentelle Physik III
Universität Dortmund
44221 Dortmund
altmann@e3.physik.uni-dortmund.de

Zur Abrüstung, der Verhinderung der Verbreitung von Massenvernichtungsmitteln und der Beurteilung neuer Waffentechnologien sind naturwissenschaftliche Untersuchungen unverzichtbar. Auch bei der Verifikation von Rüstungskontrollabkommen werden neue Techniken und Verfahren benötigt und eingesetzt. Schwerpunkte in diesem Jahr bilden Themen wie die nukleare Abrüstung, Verifikation bzw. die Detektion von Nuklearanlagen und Materialien, die Nichtverbreitung von Kernwaffen, Raketenabwehr und Weltraumrüstung, neue militärrelevante Technologien und autonome Kampfsysteme. Die Fachsitzung wird von der DPG gemeinsam mit dem Forschungsverbund Naturwissenschaft, Abrüstung und internationale Sicherheit FONAS durchgeführt. Die 1998 gegründete Arbeitsgruppe Physik und Abrüstung ist für die Organisation verantwortlich. Die Sitzung soll international vorrangige Themen behandeln, Hintergrundwissen vermitteln und Ergebnisse neuerer Forschung darstellen.

Overview of Invited Talks and Sessions

(Lecture rooms: UDL HS2002 and DO24 Reuter Saal)

Invited Talks

AGA 1.1	Wed	14:00–15:00	UDL HS2002	Entwicklung autonomer Roboter - Stand der Technik, Perspektiven und das besondere Problem der Kampfroboter — ●HANS-JÖRG KREOWSKI
AGA 4.1	Thu	10:30–11:30	DO24 Reuter Saal	Tools for Missile Program Verification — ●MARKUS SCHILLER, ROBERT SCHMUCKER
AGA 6.1	Thu	14:00–15:00	DO24 Reuter Saal	Nuclear Energy Policy Issues after the 3.11 Fukushima Nuclear Accident — ●TATSUJIRO SUZUKI
AGA 6.2	Thu	15:00–16:00	DO24 Reuter Saal	Fusion Energy and Nuclear Non-Proliferation — ●ROB GOLDSTON

Sessions

AGA 1.1–1.3	Wed	14:00–16:00	UDL HS2002	Drones, Autonomous Systems, and Conventional Weapons
AGA 2.1–2.1	Wed	16:30–17:00	UDL HS2002	Conventional Arms Control Verification
AGA 3.1–3.4	Wed	17:00–19:00	UDL HS2002	Verification of the Comprehensive Test Ban Treaty and Nuclear Verification
AGA 4.1–4.2	Thu	10:30–12:00	DO24 Reuter Saal	Missile Threats and Missile Defense
AGA 5.1–5.2	Thu	12:00–13:00	DO24 Reuter Saal	Verification Methodologies
AGA 6.1–6.2	Thu	14:00–16:00	DO24 Reuter Saal	Nuclear Energy Risks and Nuclear Proliferation
AGA 7.1–7.2	Thu	16:30–17:30	DO24 Reuter Saal	Nuclear Proliferation
AGA 8.1–8.3	Thu	17:30–19:00	DO24 Reuter Saal	Verification by Noble Gas Detection
AGA 9.1–9.4	Fri	10:00–12:00	DO24 Reuter Saal	Disarmament Verification and Warhead Dismantlement - Neutron and Gamma Detection
AGA 10.1–10.3	Fri	12:00–13:30	DO24 Reuter Saal	Verification by Seismic Signals

Annual General Meeting of the Working Group on Physics and Disarmament

Donnerstag, 20. März 19:00–19:40 DO24 Reuter Saal

- Bericht der Sprecher
- Wahl der Sprecher
- Künftige Aktivitäten
- Verschiedenes

AGA 1: Drones, Autonomous Systems, and Conventional Weapons

Time: Wednesday 14:00–16:00

Location: UDL HS2002

Invited Talk AGA 1.1 Wed 14:00 UDL HS2002
Entwicklung autonomer Roboter - Stand der Technik, Perspektiven und das besondere Problem der Kampfroboter —
 ●HANS-JÖRG KREOWSKI — Fachbereich Mathematik/Informatik, Universität Bremen

Seit einigen Jahren wird mit erheblichem Aufwand an der Entwicklung autonomer Roboter (und anderer autonomer Systeme) gearbeitet, wobei mit Autonomie gemeint ist, dass spezifische Aufgaben in einer sich ändernden und nicht vollständig bekannten Umgebung selbstständig und ohne Fremdsteuerung erledigt werden. Solche Roboter müssen so programmiert werden, dass sie ihre Umgebung erfassen und interpretieren sowie entscheiden können, welche Aktivitäten unter den jeweils gegebenen Umständen am ehesten zum Ziel führen. Trotz erheblicher Fortschritte sind noch eine Reihe technischer Hindernisse zu überwinden, da weder für die Umgebungsinterpretation noch für die Entscheidungsfindung durchgehend zufriedenstellende Lösungen existieren. Eine Hauptschwierigkeit liegt darin, dass bekannte Lösungen meist nicht exakt genug sind oder zu viel Zeit brauchen. Bei autonomen Kampfrobotern kommen noch ethische Probleme hinzu. Sie müssen das Kriegsvölkerrecht einhalten, wofür aber völlig unklar ist, ob und wie sich ein solches Verhalten programmieren lässt.

AGA 1.2 Wed 15:00 UDL HS2002
Ban on Autonomous Weapons Systems – Issues of Definition and Compliance — ●JÜRGEN ALTMANN — Experimentelle Physik III, Technische Universität Dortmund

Armed uninhabited vehicles (up to now mostly in air) have many autonomous functions, but targeting and attack are controlled by a human operator via remote control at present. Various military motives drive the development towards autonomous attack. This perspective is frightening in several respects. In order to discuss about possible limitations, the State Parties of the UN Convention on Certain Conventional Weapons have decided in November 2013 to convene an expert committee in May 2014 and to receive a report by November 2014. In the end, a prohibition of autonomous attack may be added to the international law of warfare. This raises problems: 1. differentiation from already existing weapons systems with an automatic mode, e.g. for defence against aircraft or missiles, removal of which should

not be demanded for easier acceptance; 2. monitoring compliance if remotely controlled armed UVs will not be prohibited simultaneously. The first could be solved by an appropriate definition of an autonomous weapon system and/or by demanding meaningful human control over each single weapon release, possibly with a list of systems or situations for which exceptions will hold. Since change from remote control to autonomous attack could be done by a simple (software) switch and verification of the actual control program will not be acceptable, advance verification is excluded. As with other rules of the laws of warfare (e.g. the prohibition of dum-dum bullets), compliance could be checked after the fact, maybe forensically. This could be supported by a secure record of the sensor and communication data, made available to a treaty implementing organisation on request.

AGA 1.3 Wed 15:30 UDL HS2002
Konventionelle Präzisionswaffen und strategische Stabilität — ●CHRISTIAN ALWARDT und GÖTZ NEUNECK — IFSH, Universität Hamburg

Einige Staaten, allen voran die USA, investieren verstärkt in die Entwicklung und Stationierung von militärischen Systemen, die es erlauben sollen, begrenzte konventionelle Militärschläge weltweit mit einer nur geringen zeitlichen Verzögerung durchzuführen. Das US-amerikanische Conventional Prompt Global Strike (CPGS) Programm soll es so z.B. ermöglichen, zeitkritische Ziele mit hoher Zielgenauigkeit zu bekämpfen, ohne das eigene Truppen in unmittelbarer Nähe stationiert sein müssen. Nötig hierfür sind Waffensysteme, die sehr schnell sind, eine große Reichweite und eine hohe Trefferpräzision aufweisen wie z.B. ballistische Raketen, Marschflugkörper oder Raumfahrzeuge. Eine Reihe von Staaten ist heute über die vorherrschende technologische Dominanz der USA auf diesem Sektor besorgt. Die Entwicklung der nächsten Generation konventioneller Präzisionswaffen mit großer Reichweite könnte darüber hinaus auch zu einer Gefahr für die strategische Stabilität und die nuklearen Abschreckungspotentiale werden. Der Vortrag wird den aktuellen Stand der Technologien und die sich abzeichnenden Entwicklungen vorstellen, Konzepte wie den Prompt Global Strike diskutieren und die Wechselwirkung zwischen (strategischen) konventionellen Waffen und (nuklearer) Rüstungskontrolle aufzeigen, um abschließend einige Regulierungsansätze zu präsentieren.

AGA 2: Conventional Arms Control Verification

Time: Wednesday 16:30–17:00

Location: UDL HS2002

AGA 2.1 Wed 16:30 UDL HS2002
Transparency of military infrastructure and capabilities by Open Skies flights and conventional arms control verification — ●HARTWIG SPITZER — Universität Hamburg, Fachbereich Physik

Most of Europe has enjoyed a long period of peace. The wars in former Yugoslavia and Georgia have demonstrated, however, the fragility of peace in instable regions of Europe. In addition military technology is evolving. This underlines the necessity to reinvigorate conventional

arms control in Europe. Present concepts aim at enhancing the transparency of military capabilities in combination with some regional limitations.

Cooperative observation flights under the Treaty on Open Skies have supported the transparency of military sites and infrastructure "between Vancouver and Wladivostok". This talk will outline concepts of future conventional arms control schemes as well as the technical modernisation of cameras and aircraft for Open Skies flights.

AGA 3: Verification of the Comprehensive Test Ban Treaty and Nuclear Verification

Time: Wednesday 17:00–19:00

Location: UDL HS2002

AGA 3.1 Wed 17:00 UDL HS2002
2013 Russian Fireball Largest Ever Detected by CTBTO Infrasonic Sensors — ●LARS CERANNA¹, CHRISTOPH PILGER¹, and ALEXIS LE PICHON² — ¹BGR / B4,3, Hannover — ²CEA / DAM / DIF, Arpajon

On 15 February 2013 at 03h20 UT, a large Earth-impacting fireball disintegrated over the Ural Mountains near the city of Chelyabinsk. The bolide produced shock waves that blew out windows, injured hundreds of people and damaged buildings in many surrounding cities. Infrasonic waves generated by the explosion propagated over very long distances. The event was globally detected by 20 arrays part of the 44 operating infrasonic IMS (International Monitoring System) stations

of the CTBTO (Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization). This fireball event provides a prominent milestone for studying, in detail, infrasonic propagation traveling twice around the globe for almost two days at distances larger than 80000 km. Therefore, its analysis offers a unique opportunity to calibrate detection and location methods and evaluate the global performance of the IMS network. The presentation will provide an overview on the global recordings and analyses. Moreover, in order to explain the detection capability of the overall operating IMS network, range-dependent propagation modeling considering both a point-like explosive source and a line source is performed.

AGA 3.2 Wed 17:30 UDL HS2002

Der nordkoreanische Nukleartest 2013: Seismologische Analyse und Nachweis über Xenon-Detektionen — ●J. OLE ROSS, GERNOT HARTMANN, LARS CERANNA und CHRISTIAN BÖNNEMANN — BGR/B4.3, Hannover

Mit den seismologischen Stationen des Überwachungsnetzes (IMS - International Monitoring System) für den Kernwaffenteststopovertrag wurde am 12. Februar 2013 ein Ereignis in Nordkorea registriert und lokalisiert. Dieses kann seismologisch im Vergleich zu tektonischen Beben sicher als Explosion identifiziert werden. Auffällig ist auch die Ähnlichkeit der Signale und des Sprengortes zu vorangegangenen Nukleartests Nordkoreas 2006 und 2009. Der letztgültige Beweis über den nuklearen Charakter einer Explosion kann über den Nachweis von radioaktiven Spaltprodukten in der Luft gelingen. Nach dem 12. Februar 2013 gab es an den Radionuklidstationen des IMS keine direkt auf die Explosion folgenden Detektionen, die auf eine unmittelbare Freisetzung am nordkoreanischen Testgelände zurückzuführen waren. Nach wenigen Tagen gab es in Japan Messungen von Xe-133 Aktivitätskonzentrationen knapp über der Nachweisgrenze, die aber den üblichen Hintergrundkonzentrationen entsprechen, wie sie von kern-technischen Anlagen permanent verursacht werden. Erst nach 55 Tagen Mitte April 2013 gab es deutliche Detektionen an der japanischen Station, die in Höhe und Isotopenzusammensetzung aus Xe-131m und Xe-133 absolut untypisch und gemäß der Zerfallsberechnung der Isotopenverhältnisse zum Explosionszeitpunkt passend waren.

AGA 3.3 Wed 18:00 UDL HS2002

Auf Spurensuche: Die Herausforderungen der Mikroanalytik bei ihrem Einsatz in der nuklearen Verifikation — ●MARTIN DÜRR und ALEXANDER KNOTT — Forschungszentrum Jülich, Institut für Energie- und Klimaforschung, IEK-6: Nukleare Entsorgung und Reaktorsicherheit

Die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO) spielt in der Überwachung der Kernenergienutzung eine zentrale Rolle. Der Einsatz von analytischen Messmethoden bildet einen Bestandteil der durch-

geführten Überwachungsmaßnahmen. Hierbei werden Proben im Rahmen von IAEO-Inspektionen vor Ort entnommen und in speziellen Analyselaboren untersucht. Die Analyse von Wischproben stellt eine Überwachungsmaßnahme dar, in der mikrometergroße Partikel mittels dezidiert, hoch-sensitiver Methoden nachgewiesen und charakterisiert werden. Die Spurenanalyse bietet die Möglichkeit, nukleare Aktivitäten nachzuzeichnen, beziehungsweise die Vertragstreue innerhalb des Verifikationsregimes zu untermauern. Daher sind die für die internationale Überwachung der IAEO entwickelten Techniken und Methoden möglicherweise auf andere Verifikationsregime übertragbar, z.B. in der nuklearen Abrüstung. Die Partikelanalyse ist fester Bestandteil der IAEO-Überwachungsmaßnahmen, sie wird jedoch beständig weiterentwickelt um die Effizienz und Effektivität zu stärken. Hierdurch ergeben sich wissenschaftlich-technische Fragestellungen und Herausforderungen, welche in diesem Beitrag diskutiert werden.

AGA 3.4 Wed 18:30 UDL HS2002

Network coverage of the IMS noble gas component to detect nuclear explosions — ●MICHAEL SCHÖPPNER — Institut für Friedensforschung und Sicherheitspolitik an der Universität Hamburg, Beim Schlump 83, 20144 Hamburg

The noble gas component of the International Monitoring System (IMS) is supposed to detect radionuclide fission products from nuclear explosions and thereby deliver proof of the nuclear character of suspicious events. In this work an approach is presented to determine the network coverage of the IMS 133-Xe component. Various parameters that influence the network coverage are identified and included. The global radionuclide background from legitimate facilities has been simulated and the resulting impact on the IMS noble gas component calculated. From this background a station-specific detection criterion has been deduced. Furthermore, emissions from underground as well as surface test explosions of 1kt devices have been simulated for each grid point and time step of one year. The percentage of detectable nuclear explosions has been calculated and analysed for geographical and temporal variances.

AGA 4: Missile Threats and Missile Defense

Time: Thursday 10:30–12:00

Location: DO24 Reuter Saal

Invited Talk AGA 4.1 Thu 10:30 DO24 Reuter Saal
Tools for Missile Program Verification — ●MARKUS SCHILLER and ROBERT SCHMUCKER — Schmucker Technologie, Klenzestr. 14, 80469 München, Germany

Ballistic missiles play a key role in international strategic considerations. They are seen as national assets, and any information about a country's missile programs and their status is closely guarded. Therefore, ballistic missile programs in countries like Iran or North Korea are shrouded in secrecy.

However, there are ways to distill a significant amount of knowledge out of even a few available data points. Missiles are subject to physics and technical realities, and a lot can therefore be learned by using certain tools and approaches for missile program analysis. The validity of the obtained results is demonstrated with a few selected examples.

Therefore, with the right tools, common knowledge about missile

programs can be quickly verified - or falsified.

AGA 4.2 Thu 11:30 DO24 Reuter Saal
Missile Defense Simulations and Strategic Stability in Europe — ●GÖTZ NEUNECK and CHRISTIAN ALWARDT — IFSH, Universität Hamburg

Ballistic Missile defense (BMD) systems are technological very ambitious and challenging. The defense performance and reliability including the leakage rate are controversial and are hard to be determined under real conditions. Nevertheless, some countries, esp. Russia, see the emerging NATO BMD capabilities as a threat to their strategic arsenals, which is a serious obstacle to further arms control steps between the US and Russia. The talk presents several simulation results for the European BMD discussion and compares the results to conclude the implications for future arms control options.

AGA 5: Verification Methodologies

Time: Thursday 12:00–13:00

Location: DO24 Reuter Saal

AGA 5.1 Thu 12:00 DO24 Reuter Saal
Geospatial Information and Technologies Supporting Non-proliferation, Arms Control, and Disarmament — ●IRMGARD NIEMEYER and CLEMENS LISTNER — International Safeguards Group, IEK-6: Nuclear Waste Management and Reactor Safety, Forschungszentrum Jülich, Germany

Geospatial information and technologies combined with open-source tools play an important role in international safeguards, non-proliferation, arms control, and disarmament by helping to detect undeclared or clandestine nuclear activities. Recent technological advances in how information is created, disseminated, collected and managed have created promising opportunities for the further expansion

of the use of geospatial information and technologies in the safeguards analysis process.

Geospatial information and technologies combined with open-source tools could open up a number of avenues for verifying non-proliferation and arms control agreements in general. Furthermore, open sources provide increasing volumes of relevant data while social media continue to rapidly expand and analysis of these information sources has moved into the mainstream.

The presentation seeks to examine the issues, challenges and opportunities of these expanding information sources and technologies from a non-proliferation, arms control and disarmament perspective.

AGA 5.2 Thu 12:30 DO24 Reuter Saal
Information and Risk-driven Verification - An Innovative Approach? — ●CLEMENS LISTNER¹, GOTTHARD STEIN², IRMGARD NIEMEYER¹, MORTON J. CANTY¹, and ARNOLD REZNICZEK³ — ¹Forschungszentrum Jülich, Jülich, Germany — ²Consultant, Bonn, Germany — ³UBA GmbH, Herzogenrath, Germany

As a result of the inability to detect the Iraq's clandestine nuclear weapons programme, the IAEA realised the need to give greater consideration to the State as a whole, rather than focusing primarily on nuclear material and facilities declared by the State. This has led to

an approach known as the State-level concept. It allows for an assessment of a State's technical capabilities to acquire weapon grade nuclear material and the potential risk of such scenarios.

The paper gives an overview of the major principles of this approach and explores how far these ideas could also be implemented in other fields of international agreements where verification of treaty compliance is essential. Furthermore, it will be shown how the concept could be applied to the field of nuclear disarmament. By enhancing the ability to verify nuclear disarmament, it could thus serve as a driver for further multinational and international negotiations.

AGA 6: Nuclear Energy Risks and Nuclear Proliferation

Time: Thursday 14:00–16:00

Location: DO24 Reuter Saal

Invited Talk AGA 6.1 Thu 14:00 DO24 Reuter Saal
Nuclear Energy Policy Issues after the 3.11 Fukushima Nuclear Accident — ●TATSUJIRO SUZUKI — Vice Chairman, Japan Atomic Energy Commission

The Fukushima nuclear accident has become one of the worst accidents in nuclear history and it is not completely over yet. It will take at least 30 years or more to decontaminate and decommission the crippled nuclear reactors on site. Still, more than 140,000 people are away from home and restoring and assuring the life and welfare of those evacuated people is the top priority of Japanese government's nuclear energy policy. The government will release its new energy policy soon which will state that nuclear power is considered as an important base load electricity source, while committing to reduce its dependence as much as possible. For nuclear energy policy, there are certain important issues to be overcome regardless of future of nuclear power in Japan. They are; 1) spent fuel management and radioactive waste disposal, 2) restoring public trust 3) securing human resources and 4) plutonium stockpile management.

Invited Talk AGA 6.2 Thu 15:00 DO24 Reuter Saal
Fusion Energy and Nuclear Non-Proliferation — ●ROB GOLDSTON — Princeton Plasma Physics Lab, Princeton, USA

Neutrons from DT fusion can be used to produce ²³⁹Pu or ²³³U. However since no fertile nor fissile material need be present in a pure fusion power plant, it would be relatively easy to detect significant covert transmutation in a declared facility. Clandestine fusion-based transmutation does not appear credible. Furthermore, no fissile materials are immediately available in a fusion breakout scenario.

DT fusion systems produce and burn ~400g of tritium per day, a small fraction of which, if diverted, could be used to enhance the efficiency, reliability and/or safety of a nuclear weapon. Very accurate T accountancy needs to be developed for fusion energy systems.

Finally, the spread of inertial fusion energy R&D may result in dissemination of knowledge relevant to the design of nuclear weapons. International agreements to restrain information transfer are required.

In summary, fusion is much safer from a proliferation standpoint than fission, but still requires verification and control.

AGA 7: Nuclear Proliferation

Time: Thursday 16:30–17:30

Location: DO24 Reuter Saal

AGA 7.1 Thu 16:30 DO24 Reuter Saal
Peaceful Fusion — ●MATTHIAS ENGLERT — IANUS, TU Darmstadt
 Like other intense neutron sources fusion reactors have in principle a potential to be used for military purposes. Although the use of fissile material is usually not considered when thinking of fusion reactors (except in fusion-fission hybrid concepts) quantitative estimates about the possible production potential of future commercial fusion reactor concepts show that significant amounts of weapon grade fissile materials could be produced even with very limited amounts of source materials. In this talk detailed burnup calculations with VESTA and MCMATH using an MCNP model of the PPCS-A will be presented. We compare different irradiation positions and the isotopic vectors of the plutonium bred in different blankets of the reactor wall with the liquid lead-lithium alloy replaced by uranium. The technical, regulatory and policy challenges to manage the proliferation risks of fusion power will be addressed as well. Some of these challenges would benefit if addressed at an early stage of the research and development process. Hence, research on fusion reactor safeguards should start as early as possible and accompany the current research on experimental fusion reactors.

Proliferation Risks of Small, Fast Reactors — ●FRIEDERIKE FRIESS, MORITZ KÜTT, and MATTHIAS ENGLERT — IANUS, TU Darmstadt

Small modular reactors are promoted as an alternative to meet the world's growing energy demands, often with an emphasis on enhanced proliferation resistance. We assessed the proliferation attractiveness of a fast liquid sodium cooled reactor design based on the Toshiba 4S and calculated the isotopic composition and total amount of plutonium produced in the fuel during and after irradiation as well as the dose rate of the spent fuel.

For the analysis we used the neutron transport code MCNP and validated the model by calculating criticality and flux distributions in the core model. Burn-up calculations were performed with VESTA and MCMATH, the data from both codes were processed with Magicplot.

The fissile material attractiveness was assessed using the Figure of Merit introduced by Bathke et al. Dose rates of the spent fuel were calculated to compare with spent fuel from conventional light water reactors. The results show that several significant quantities of weapon-grade plutonium are produced in the core during the proposed reactor lifetime.

AGA 7.2 Thu 17:00 DO24 Reuter Saal

AGA 8: Verification by Noble Gas Detection

Time: Thursday 17:30–19:00

Location: DO24 Reuter Saal

AGA 8.1 Thu 17:30 DO24 Reuter Saal
Atomfalle zum selektiven Einfang von optisch angeregten Kryptonisotopen — ●MARKUS KOHLER¹, PETER SAHLING¹, CARSTEN SIEVEKE¹, SIMON HEBEL¹, NORMAN JERSCHABEK¹, NIKO LEHMKUHL¹, CHRISTOPH BECKER² und KLAUS SENGSTOCK² — ¹ZNF,

Universität Hamburg — ²ILP, Universität Hamburg

Krypton ist durch das anthropogene Isotop Kr-85 geeignet, als Spurengas für die Entdeckung von nuklearen Wiederaufarbeitungsaktivitäten eingesetzt zu werden. 1999 wurde am Argonne National Laboratory eine neue Möglichkeit (Atom Trap Trace Analysis, ATTA) entwickelt,

die Konzentration dieses Isotops in Luftproben der Größenordnung 10 Liter zu bestimmen. Das Mindestprobenvolumen und der Proben-durchsatz wurde technisch durch die Notwendigkeit einer Elektronenstoßanregung vorgegeben.

Erstmalige Vorstellung einer funktionierenden Apparatur, die die Elektronenstoßanregung durch eine optische Anregung ersetzt. Diese basiert auf einer Kombination von 2D- und 3D-MOT, deren Funktionsweise und physikalische Eigenschaften anhand von Kr-84 vorgestellt werden.

AGA 8.2 Thu 18:00 DO24 Reuter Saal
Messverfahren einer Atomfalle zur selektiven Detektion von Kryptonisotopen durch Verwendung von Kr-83 — ●NORMAN JERSCHABEK, MARKUS KOHLER, PETER SAHLING, CARSTEN SIEVEKE, SIMON HEBEL, GERALD KIRCHNER, MARTIN KALINOWSKI, CHRISTOPH BECKER und KLAUS SENGSTOCK — Universität Hamburg, Hamburg, Deutschland

Bei der Wiederaufbereitung wird Kr-85 in die Atmosphäre freigesetzt. Die Konzentration des Kr-85 kann mit einem Atom-Trap-Trace-Analyse-Experiment (ATTA) gemessen werden. Nach der Fertigstellung kann das ATTA-Experiment an der Universität Hamburg ein ausgezeichnetes Werkzeug bieten, um im Allgemeinen Brüche des Nicht-Verbreitungs-Vertrages festzustellen. Die Konzentrations-Messung basiert auf dem Vergleich der einzeln gezählten Kr-85- und Kr-81-Atome. Aufgrund des Konzentrationsunterschiedes (Faktor 40) zwischen Kr-85 und Kr-81, ist die Messzeit abhängig von der Konzentration des Kr-81.

Alternativ zu diesem Verfahren wurde am Argonne National Laboratory (2012) ein Messverfahren entwickelt, bei dem ein Isotop mit

einer deutlich höheren Konzentration als Referenz verwendet werden kann. Durch das Überführen des Referenz-Atoms in den Grundzustand wird pro Atom ein Messsignal erzeugt. Die Größe dieses Messsignals ist dann äquivalent zur Streurate eines einzeln eingefangenen Atoms in der Atom-Falle.

Durch Nutzung dieses Verfahrens kann im ATTA-Experiment der Universität Hamburg Kr-83 als Alternative zu Kr-81 verwendet werden, um eine erhöhte Kr-85-Konzentration feststellen zu können.

AGA 8.3 Thu 18:30 DO24 Reuter Saal
Abtrennung einer hochreinen Kryptonfraktion aus kleinen Luftproben für die Kr-85-Messung mit ATTA — ●SIMON HEBEL — Zentrum für Naturwissenschaft und Friedensforschung, Universität Hamburg, Deutschland

Mit atom trap trace analysis (ATTA) ist eine neue Technik in der Lage, auch kleinste Konzentrationen des proliferationsrelevanten Edelgases Krypton-85 zu messen. Die Fähigkeit zur Bestimmung des Kr-85-Gehalts kleinster Luftproben ermöglicht neue und effizientere Strategien zur Überwachung und Lokalisierung von Emissionsquellen, vor allem Anlagen zur Plutoniumseparation. Hierfür muss die Kryptonfraktion zunächst aus einer kleinen Luftprobe von 1 l separiert und gereinigt werden, wobei die etablierten Extraktionsmethoden an ihre Grenzen stoßen. Am Zentrum für Naturwissenschaft und Friedensforschung (ZNF) der Universität Hamburg entsteht hierfür eine vollautomatische Separationsanlage, welche die Anforderungen an Effizienz und Reinheit im robusten Regelbetrieb erfüllen kann. Die vorgestellte Methode basiert auf experimentell optimierten Gaschromatographie- und Getteringprozessen.

AGA 9: Disarmament Verification and Warhead Dismantlement - Neutron and Gamma Detection

Time: Friday 10:00–12:00

Location: DO24 Reuter Saal

AGA 9.1 Fri 10:00 DO24 Reuter Saal
Der Einfluss von Abschirmung - Gamma-Messungen an Nuklearmaterial — WOLFRAM BERKY, HERMANN FRIEDRICH, THEO KÖBLE, MONIKA RISSE, WOLFGANG ROSENSTOCK und ●OLAF SCHUMANN — Fraunhofer INT, Euskirchen

Wird ein verdächtiges Objekt aufgefunden und besteht der Verdacht, es könnte sich um eine radiologische Waffe (Radiological Dispersion Device, RDD) oder gar um eine improvisierte Kernwaffe (Improvised Nuclear Device, IND) handeln, ist es wichtig, zügig genaue Informationen über die Zusammensetzung zu erhalten. Für den radioaktiven bzw. nuklearen Bestandteil bietet sich hier die Gamma-Spektroskopie mittels eines Germanium-Detektors an. Heutzutage sind kleine, elektrisch gekühlte Systeme verfügbar, die häufig eine automatische Auswertung des gemessenen Spektrums bieten und eine Identifikation der gefundenen Nuklide ermöglichen. Das Spektrum ist stark von der Messgeometrie und der Abschirmung der Quelle beeinflusst. Insbesondere in Szenarien mit einer RDD oder IND ist es sehr wahrscheinlich, dass Sprengstoff, Stahl und ggf. Blei das radioaktive Material umgeben.

Frühere Messungen an Nuklearmaterial zeigen schon ohne den Einfluss von Abschirmmaterial Schwächen in der automatischen Identifikation. In einer weiteren Messserie am Institut für Transurane (ITU) des Joint Research Center (JRC) in Karlsruhe sollte der Einfluss von Abschirmung auf die Identifikationsleistungen genauer untersucht werden. Im Vortrag werden die Ergebnisse von Messungen an acht Uran- und Plutoniumproben mit drei Geräten der ORTEC Detective Reihe und einem Canberra Falcon 5000 vorgestellt.

AGA 9.2 Fri 10:30 DO24 Reuter Saal
Systematische Simulation der Gammaspектren von Plutonium als Funktion seiner Isotopenzusammensetzung — ●ARNE SCHMÜSER und GERALD KIRCHNER — Zentrum für Naturwissenschaft und Friedensforschung, Universität Hamburg

Zur Authentifizierung von Kernwaffen wird am Zentrum für Naturwissenschaft und Friedensforschung der Universität Hamburg eine auf Attributen basierte Informationsbarriere entwickelt. Die Informationsbarriere beinhaltet die Überprüfung des Plutoniums durch Gamma-spektrometrie.

Das Ziel der hier vorgestellten Arbeit ist es zu untersuchen, in wieweit qualitative Aussagen über die Herkunft und Art der Probe mit ausschließlich gammaspектrometrischer Analyse gemacht werden können. Hierfür werden die Spektren - im Energiebereich von einigen

keV bis zu einem MeV - von Plutoniumproben mit unterschiedlichen Parametern wie Zusammensetzung, Geometrie und Massen verglichen.

Die verwendeten Spektren sind Ergebnisse von Monte Carlo Simulationen, die mit dem Programm MCNP durchgeführt wurden. Im Vortrag werden die Vorgehensweise dargestellt sowie ausgewählte Simulationsergebnisse interpretiert. So wird u.a. gezeigt, dass die Selbstabschirmung der Probe bei energetisch benachbarten Linien vernachlässigt werden kann und dass die Simulationsergebnisse vorangegangenen Messergebnissen entsprechen.

AGA 9.3 Fri 11:00 DO24 Reuter Saal
Simulationskapazität von Neutronenmultiplizitäten mit MCNPX-PoliMi unter Verwendung thermischer Wirkungsquerschnitte — ●MALTE GÖTTSCHE und GERALD KIRCHNER — Zentrum für Naturwissenschaft und Friedensforschung, Universität Hamburg

Mit Neutronenmultiplizitätsmessungen kann die Masse von Plutonium bestimmt werden. Für eine systematische Analyse der Möglichkeiten und Einschränkungen dieses Messverfahrens nutzen wir Monte Carlo Simulationen mit MCNPX-PoliMi. Als erster Schritt wurde der Code anhand experimenteller Messdaten von Plutoniumproben in einem He-3 Detektor überprüft. Es wird gezeigt, dass für erfolgreiche Simulationen die Verwendung thermischer Wirkungsquerschnittsbibliotheken für das Moderationsmaterial im Detektor essentiell ist, die die Streuung thermischer Neutronen an der Gitterstruktur berücksichtigen, da die de-Broglie Wellenlänge der Neutronen entsprechend lang ist. Die Streuung kann durch die Erzeugung und Vernichtung von Phononen beschrieben werden, sodass Neutronen sowohl Energie verlieren als auch gewinnen können. Die Wirkungsquerschnitte können aus dem Anregungsspektrum, also den möglichen Phononenenergien, gewonnen werden. Unter Berücksichtigung der Simulationsunsicherheiten, die neben der statistischen auch aus Unsicherheiten der Detektor- und Probengeometrie sowie der Neutronenemissionen bestehen, liegt die durchschnittliche Abweichung zwischen Simulation und Experiment bei Verwendung der entsprechenden Bibliotheken im Unsicherheitsbereich der Simulationen.

AGA 9.4 Fri 11:30 DO24 Reuter Saal
Open Source Software zur Vertrauensbildung in der Abrüstungsverifikation: Simulation von Neutronenmultiplizitätsmessungen mit Geant4 — ●MORITZ KÜTT — Interdisziplinäre Arbeitsgruppe Naturwissenschaft, Technik und Sicherheit (IA-

NUS), TU Darmstadt

Viele der bisher genutzten Simulationsanwendungen für Aufgaben in nuklearer Abrüstung und Nichtverbreitung haben hohe Zugangsbarrieren (Export-Kontrollen, hohe Kosten, kein Source Code Zugang). Die Nutzung von Open Source Software kann zu erhöhtem Vertrauen zwischen Staaten, und auch zu verstärkter zivil-gesellschaftlicher Partizipation führen. Im Vortrag wird die Entwicklung einer Anwendung der Plattform Geant4 für die Simulation von Neutronenmulti-

plizitätsmessungen vorgestellt. Die Messung selbst findet Anwendung zur Bestimmung von Massen im Rahmen der Authentifizierung nuklearer Sprengköpfe. Im Rahmen der Anwendungsentwicklung sind drei Bereiche besonders relevant: Quelldefinition für Spontanspaltungen, Behandlung von (α , n)-Reaktionen und die Auswertung der Neutronendetektionszeitpunkte (pulse train). In allen drei Bereichen wurden eigene Entwicklungen durchgeführt. Erste Simulationsergebnisse werden vorgestellt und mit zur Verfügung gestellten Messdaten und MCNPX Simulationen verglichen.

AGA 10: Verification by Seismic Signals

Time: Friday 12:00–13:30

Location: DO24 Reuter Saal

AGA 10.1 Fri 12:00 DO24 Reuter Saal
Modelling Seismic-Signal Propagation at a Salt Dome - Research for Nuclear Safeguards at an Underground Final Repository — ●JÜRGEN ALTMANN — Experimentelle Physik III, Technische Universität Dortmund

Final repositories for spent nuclear fuel need to be put under safeguards of the International Atomic Energy Agency (IAEA) to detect potential access, during and after the emplacement phase. After a series of measurements the Gorleben exploratory mine, I am now modelling the propagation of seismic signals caused by mining activities to potential monitoring sites close to and within the salt dome, mostly underground, again tasked by the German Support Programme to the IAEA. Using the open program SpecFEM, incorporating the inhomogeneous underground structure and simple source functions, the wave spreading is computed in two and three dimensions; attenuation is incorporated using constant quality factors for the different media. For statements on the detection capability, amplitudes and spectral content are compared with the characteristics of typical background noise.

AGA 10.2 Fri 12:30 DO24 Reuter Saal
Entfernung periodischer Störungen aus seismischen Signalen zur Unterstützung von Vor-Ort-Inspektionen der CTBTO — ●FELIX GORSCHLÜTER — Experimentelle Physik III, Technische Universität Dortmund, Germany

Die Organisation des Vertrags über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen (CTBTO) kann im Falle des Verdachts auf eine unterirdische Kernwaffenexplosion Inspektoren in das Gebiet entsenden, wenn das betroffene Land Mitglied des Vertrags ist. Zur genaueren Bestimmung des Explosionsorts sollen seismische Sensoren an der Erdoberfläche aufgestellt werden, die kleinste Erschütterungen durch Entspannungen im Gestein (sog. Nachbeben) detektieren sollen. Hubschrauber und Fahrzeuge des Inspektorenteams, Unruhe durch vorhande-

ne Infrastruktur des inspizierten Staats, ggf. aber auch beabsichtigte Störversuche erzeugen aber seismische Signale, die die von Nachbeben verdecken können.

Viele durch den Menschen erzeugte Geräuschquellen (Motoren etc.) sind periodischer Natur, wobei Luftschall in den Boden einkoppeln kann. Periodische Signale zeigen sich als Spitzen im Frequenzspektrum; im Gegensatz dazu sind die Spektren der schwachen Signale der Nachbeben breitbandig. Mithilfe eines geschlossenen mathematischen Ausdrucks für das komplexe, diskrete Spektrum einer Sinusfunktion können die Spitzen erfolgreich vom überlagerten Spektrum entfernt werden, wenn sich diese mit der Zeit nicht oder linear ändern. Dies wird anhand synthetischer und realer Signale vorgestellt.

AGA 10.3 Fri 13:00 DO24 Reuter Saal
Analysis of Acoustic-Seismic Coupling for CTBT On-Site Inspection Support — ●MATTES LIEBSCH — Experimentelle Physik III, TU Dortmund

The measurements of weak seismic signals, e.g. aftershock measurements during an on-site inspection for the Comprehensive Nuclear Test-Ban Treaty (CTBT), can be masked by man-made disturbances. These can be caused by airborne signals, like the noises of aircraft or helicopters, which couple to the ground and excite soil vibrations. We have measured sound pressure and corresponding soil vibrations caused by aircraft and by signals produced artificially with a speaker. Methods of acoustic deadening were applied to reduce the incident acoustic power locally. The influence on soil vibrations in different depths below the surface is investigated. The underlying question was whether the coupling of sound happens locally or soil vibrations created in a wide area around the sensor sum up to the total seismic signal. A better understanding of acoustic-seismic coupling can be used to develop guidelines for seismic aftershock measurements in order to improve the performance of on-site inspections for the CTBT.