

**ZNF – CARL FRIEDRICH VON
WEIZSÄCKER-ZENTRUM
FÜR NATURWISSENSCHAFT
UND FRIEDENSFORSCHUNG**

JAHRESBERICHT 2018



Universität Hamburg

DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Liebe Leserinnen und Leser,

ich freue mich, Ihnen im Folgenden wieder über vielfältige Aktivitäten des ZNF in Forschung und Lehre während des Jahres 2018 berichten zu können. Das abgelaufene Jahr war geprägt einerseits durch die Weiterführung der etablierten Forschungsthemen zum Schwerpunkt des ZNF „Weiterentwicklung von Verfahren zur Verifikation von Rüstungskontrollverträgen“, andererseits durch die Konkretisierung der beiden neuen Forschungsprojekte, die wir im vorhergehenden Jahr 2017 angestoßen haben – der Etablierung angepasster landwirtschaftlicher Praktiken für eine nachhaltige Entwicklung und zur Konfliktprävention in Regionen, die vom Klimawandel besonders betroffen sind, zum anderen der Analyse und Risikoeinschätzung biologischer Gefahren als Beitrag zur zivilen Sicherheitsforschung.



Gerald Kirchner

Das für die Universität Hamburg 2018 wichtigste Ereignis war sicherlich die Entscheidung, im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder den Zuschlag für vier Exzellenzcluster zu erhalten, die ab 2019 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert werden, darunter in der Klimaforschung *Climate, Climate Change, and Society (CliCCS)*. In dessen Teilprojekt *Sustainable land use scenarios: soil, biodiversity, water, food and energy security* ist das ZNF mit zwei seiner aktuellen Forschungsprojekte vertreten. Zum einen soll die hochsensitive Nachweismethode der magneto-optischen Kryptonfalle genutzt werden, um mittels ^{85}Kr als Radiotracer die Nutzungsrate von Grundwasservorkommen zu quantifizieren und verknüpft mit regionalen Klima- und Niederschlagsprognosen zukünftige Wasserknappheit und damit einhergehende gesellschaftliche Konfliktpotentiale vorherzusagen. Zum anderen kann unser Forschungsprojekt zur Etablierung nachhaltiger landwirtschaftlicher Anbaumethoden insbesondere für Kleinbauern und –bäuerinnen einen Beitrag dazu leisten, sich an den Klimawandel anpassen zu können und somit Abwanderung vorzubeugen.

Bei den wissenschaftlichen Arbeiten zur Weiterentwicklung von Verifikationsverfahren standen 2018 das Umfassende Nukleare Teststoppabkommen sowie die Entwicklung von Verifikationsverfahren für eine zukünftige nukleare Abrüstung der existierenden Nuklearsprengköpfe im Mittelpunkt. Beide wurden durch Drittmittel gefördert. Diese konzentrierten sich zum einen auf die Weiterführung der Arbeiten zur Berechnung der Emissionen des Edelgasisotops ^{37}Ar aus kerntechnischen Anlagen, die nicht gemessen werden, um dessen anthropogen verursachten Hintergrund abzuschätzen. Unsere Ergebnisse zeigen, dass dieses Radioisotop eine attraktive Option zur Überwachung des Teststoppabkommens darstellt. Zum anderen haben wir 2018 beginnen, in enger Kooperation mit dem Forschungszentrum Jülich und französischen Kollegen eine praktische Übung vorzubereiten, in der im September 2019 Techniken und Prozeduren zur Verifikation der Zerlegung eines Nuklearsprengkopfes praktisch erprobt werden sollen.

Wie schon in den vorausgegangenen Jahren konnten wir auch 2018 ein weiter ansteigendes Interesse der Studierenden an den Angeboten des ZNF in der Lehre registrieren – sowohl bei den Teilnahmezahlen der vom ZNF angebotenen Veranstaltungen als auch bei der Nachfrage nach Themen für Examensarbeiten im ZNF.

Auch dieses Jahr möchte ich mich wieder bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des ZNF sowie für die institutionelle und persönliche Unterstützung innerhalb und außerhalb unserer Universität herzlich bedanken. Ohne diese hätten die im Folgenden dargestellten Ergebnisse nicht erzielt werden können.

Gerald Kirchner

Vorsitzender des Direktoriums des ZNF

Forschungsschwerpunkt: Atom Trap Trace Analysis (ATTA)

Das Atom Trap Trace Analysis (ATTA) Experiment des ZNF hat das Ziel, ein hochsensitives und schnelles Messverfahren zur Konzentrationsbestimmung seltener Kryptonisotope in Luft- und Wasserproben zu entwickeln. Dieses Messverfahren basiert auf einer isotopenselektiven, einzelatomsensitiven magneto-optischen Falle für metastabile Kryptonatome mit optischer Erzeugung des metastabilen Zustands. Im Vergleich zu bestehenden Messsystemen für seltene Kryptonisotope wird eine Verkürzung der Messzeit um etwa eine Größenordnung erwartet. Der so gesteigerte Probendurchsatz würde ein breites Spektrum an Anwendungsmöglichkeiten eröffnen, von denen zwei im Feld der Friedens- und Konfliktforschung von besonderem Interesse sind. Die erste Anwendungsmöglichkeit stärkt die nukleare Rüstungskontrolle, indem die geheime Akquirierung von Plutonium für Nuklearwaffen entdeckt werden kann. Die zweite Anwendungsmöglichkeit befasst sich mit Konflikten um die Ressource Wasser. Durch die Datierung von Grundwasservorkommen können nachhaltige Nutzungskonzepte zur Vermeidung von Ressourcenkonflikten entwickelt werden.

Am ZNF wird hierfür die gesamte Messkette aufgebaut. Dies beinhaltet die drei Teilprojekte Probenahme, Gasseparation und isotopenselektive Konzentrationsbestimmung.

Wesentliche Schwerpunkte im Jahr 2018 waren die Gasseparation und die Konzentrationsbestimmung.

Dank einer 2018 abgeschlossenen Dissertation steht nun eine Gasaufbereitungsanlage zur Verfügung, die aus atmosphärischen Luftproben von 1–5 L die Kryptonfraktion automatisiert separieren kann. Um auch Proben aus der im Vorjahr etablierten Wasserentgasung separieren zu können, die eine deutlich höhere Feuchtigkeit als atmosphärische Luftproben aufweisen, wurde im Rahmen einer Bachelorarbeit erfolgreich eine cryogene Wasserabscheidung entwickelt und getestet.



Ausschnitt aus der fertiggestellten Gasaufbereitungsanlage zur Extraktion der Kryptonfraktion.

Im Teilprojekt der Konzentrationsbestimmung lag der Fokus im Jahr 2018 auf der Ermittlung der Ursache für die bisher unzureichende Effizienz der Anlage und der Entwicklung einer Möglichkeit, diese signifikant zu steigern. Zunächst wurden durch umfangreiche systematische Untersuchungen grundsätzliche Grenzen des aktuellen Designs der magneto-optischen Falle festgestellt. Auf dieser Grundlage wurde ein Konzept entwickelt, um diese Limitierungen aufzuheben, und nach erfolgreichen Voruntersuchungen damit begonnen, dieses Konzept umzusetzen.

In die ATTA-Anlage wurden zusätzliche Diagonsemöglichkeiten implementiert, um die Effizienzen der Teilsysteme (optische Anregung, Kühlung und Erzeugung eines Atomstrahls mittels zweidimensionaler sowie Einfang und Detektion in einer dreidimensionalen magneto-optischen Falle) separat bestimmen zu können. Für die Anregungs- und Einfangdynamik der zweidimensionalen magneto-optischen Falle wurde eine mathematische Modellierung entwickelt, die insbesondere auch die detaillierte Abbildung der geometrischen Verhältnisse mit realitätsnahen Lichtfeldern erlaubt.

Die Ergebnisse sowohl der umfangreichen Messreihen als auch der Simulationen zeigen, dass die zweidimensionale magneto-optische Falle in Kombination mit optischer Anregung des metastabilen Zustands prinzipbedingt einen um mehrere Größenordnungen geringeren Fluss

eingangbarer Kryptonatome produziert als erforderlich. Die schon zuvor untersuchten destruktiven Effekte der Plasmalampen für die optische Anregung konnten ebenfalls genauer charakterisiert werden. Sie stellen entgegen bisheriger Annahmen jedoch nicht den dominanten Anteil an der Effizienzbegrenzung dar.

Für eine maßgebliche Effizienzsteigerung soll anstelle der zweidimensionalen magneto-optischen Falle eine Bremsstufe in Form eines Zeeman-Slowers implementiert werden. Hierfür ist es notwendig, den Atomstrahl vor dem Eintritt in den Zeeman-Slower zunächst durch ein Kapillarsystem und eine transversale Laserkühlung zu kollimieren. Erste Messungen zeigen, dass das dafür im ZNF entwickelte Kapillarsystem in

Kombination mit der optischen Anregung einen ausreichend großen Fluss metastabiler Atome produziert. Die Entwicklung der Transversalkühlung und des Zeeman-Slowers wurden ebenfalls im Jahr 2018 begonnen, so dass beide Systeme im Jahr 2019 in die Anlage integriert werden können.

Im Verlauf des Jahres 2018 wurden eine Masterarbeit und drei Bachelorarbeiten im Themenbereich Quantenoptik erfolgreich abgeschlossen. Die Kooperation mit der Universität Bern beim Projekt der Kryptonabtrennung wurde 2018 fortgesetzt ebenso wie die Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Strahlenschutz beim Betrieb der Krypton-Sammelstation in Hamburg.

Forschungsschwerpunkt Interessen- bzw. Zielkonflikte der Land- und Wassernutzung

Nutzung landwirtschaftlicher Ressourcen im Sinne der Konfliktprävention und nachhaltigen Entwicklung

Über 2,9 Milliarden Menschen in 48 Ländern werden nach Schätzungen der UN in den nächsten 10 Jahren mit Wassermangel leben, wobei in diesen Ländern die Landwirtschaft ca. 80 % des Wassers verbraucht. Sowohl durch Wassermangel erzwungene Migration wie auch prekäre Verhältnisse wegen fehlender Migrationschancen nehmen weltweit zu. Kleinbäuerinnen und Kleinbauern sind hierbei Hauptagierende und Leidtragende zugleich. Sie bieten weltweit ca. 2,6 Milliarden Menschen eine Lebensgrundlage und produzieren über die Hälfte der Nahrungsmittel in nicht-industrialisierten Ländern, dennoch machen sie einen Anteil von 65 % der weltweit Hungernden aus.

Im Forschungsbereich Interessen- bzw. Zielkonflikte der Land- und Wassernutzung ist 2018 ein Projekt begonnen worden, in dem Stellschrauben für eine von Beteiligten vor Ort getragene Entwicklung am Sahararand Tunesiens anhand von Befragungen zur Anbausituation und video-

unterstützten Fokusgruppen-Diskussionen erkannt wurden.

Die Grundidee besteht darin, dass sogenannte Armutsfallen vermieden werden sollen, die mit vielen Technologien einhergehen, weil Lizenzen, Ersatzteile und andere Folgekosten auftreten. Statt dessen sollen Neuerungen und Optionen identifiziert werden, die von der Bevölkerung selbst ausgewählt, erwünscht und getragen werden. Dabei werden sowohl gender- als auch altersspezifische Perspektiven beschrieben und berücksichtigt.

Bereits die Explorationsphase des Forschungsprojektes wurde in der Zusammenführung wissenschaftlicher, technischer und praktischer Perspektiven des Anbaus vor Ort transdisziplinär

und partizipativ gestaltet. Dabei sind erfolgsversprechende Ansätze vorgestellt, mit Kleinbauern diskutiert und ausgewählt worden. Zugleich sind Forschungskontakte zu Dr. Aymen Frija im internationalen Agrarforschungsinstitut ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, ein Institut der Consultative Group on International Agricultural Research, CGIAR) in Tunis sowie Mohamed Neffati im tunesischen Institut IRA (Institut des Régions Arides Medenin) geknüpft worden und nicht zuletzt ist eine Zusammenarbeit mit der örtlichen Organisation in Bouhedma (Südtunesien) vereinbart worden.

Die Ergebnisse der Projektphase 2018 erlaubten die Auswahl verschiedener einheimischer Pflanzenarten, die zur Verringerung der Desertifikationsneigung wie auch als Schafweide, Windschutz und Bodenverbesserung zur Produktivitätssteigerung beitragen können. Die aus Sicht der Kleinbauern wichtigste Maßnahme ist das Pflanzen von Olivenbäumen und die Verbesserung der Überlebensrate der Setzlinge bei möglichst hoch-effizienter Wassernutzung.

Forschungsziele sind:

Vermeidung von Konflikten um ökologische Ressourcen und Ökosystemdienstleistungen

Bekämpfung von Armut und erhöhter Ungleichheit

Klima- und Bodenschutz



Vordergrund: Olivenbaum-Setzlinge werden in Baggerlöcher gepflanzt und punktuell bewässert, mit mäßigem Erfolg
Hintergrund: Kaktus-Knick als Windschutz

Aufbauend auf den Prioritätensetzungen der lokalen Kleinbäuerinnen und Kleinbauern im März



Diskussion mit Kleinbäuerinnen und Kleinbauern zur Eignung verschiedener Bewässerungstechniken zur Erhöhung der Wasser- und Landnutzungseffizienz

2018 wurde eine zweite Reise vorbereitet. Anfang 2019 sollen in Kooperation mit dem IRA Pilotversuche mit Minimalbewässerungstechniken für semi-aride und aride Standorte durchgeführt werden.



Der Boden im Projektgebiet ist stark degradiert. Die Restvegetation besteht aus Pflanzen, die von Schafen gemieden werden.

Getestet werden sowohl angepasste Kulturpflanzen als auch beweidungsfähige und für eine Restauration geeignete Wildpflanzen.

Die Befragungen werden fortgesetzt und ausgeweitet. Verschiedene wassersparende Techniken sollen zudem vorgestellt, ausprobiert und in Fokusgruppen diskutiert werden. Dabei wird versucht, innerhalb des für die Bauern ökonomisch machbaren Lösungen zu finden, um nicht in die Abhängigkeit von externen Geldgebern zu führen.

Das im Sinne der UN partnerschaftlich angelegte Projekt hat direkten Bezug zu 9 der 17 UN Nachhaltigkeitsziele (Hunger, Armut, sauberes Wasser, Reduzierung d. Ungleichheit, Klimaschutz, Landökosysteme schützen/wiederherstellen, Frieden und Gerechtigkeit, Geschlechter-Gerechtigkeit, Arbeit).

Forschungsschwerpunkt: Abrüstungsverifikation

Die Erforschung von Messverfahren und Prozeduren für eine verifizierte Abrüstung nuklearer Sprengköpfe wurde am ZNF erfolgreich weitergeführt und vertieft.

Die Arbeit erfolgt vor allem im Kontext der internationalen Arbeitsgruppe „International Partnership for Nuclear Disarmament Verification“, in der Vertreter*innen aus 25 Staaten ihre Forschungen koordinieren und ein Inspektionsregime für die Abrüstung nuklearer Sprengköpfe entwickeln. Der Leiter des ZNF, Prof. Dr. Gerald Kirchner, ist auch in der zweiten Phase dieses Projekts als deutscher Experte in der Arbeitsgruppe „Tools and Technologies“ eingebunden. Zu diesem Zweck wird seit November 2017 auch ein Drittmittelprojekt durch das Auswärtige Amt gefördert, in dessen Rahmen ein Mitarbeiter des ZNF, unterstützt von zwei studentischen Mitarbeitern, an der Entwicklung der Deutsch-Französischen Übung „Nuclear Disarmament Verification (NuDiVe) federführend beteiligt ist. Eine weitere Stelle wurde am Forschungszentrum Jülich geschaffen, wo die Abrüstungsübung im September 2019 stattfinden wird. In dieser Übung wird der zentrale Schritt einer überwachten Demontage eines Sprengkopfes in einer realistischen Umgebung simuliert werden, unter besonderer Berücksichtigung von Inspektions-

maßnahmen und Messverfahren, die die Möglichkeit einer Abzweigung von nuklearem Material durch den inspizierten Atomwaffenstaat ausschließen sollen. Derartige Rollenspiele wurden bereits erfolgreich in der wegweisenden „UK-Norway Initiative“ durchgeführt und haben gezeigt, wie derartige praktische Übungen die Debatte über nukleare Abrüstung voranzubringen vermögen.

Diese Bemühungen wurden wissenschaftlich durch mehrere Bachelorarbeiten begleitet, welche die Möglichkeit der Abzweigung nuklearen Materials untersuchen. Zwei davon wurden 2018 fertig gestellt. In der ersten wurden mittels der SCALE Software die prinzipiellen Eigenschaften verschiedener Abschirmungsmaterialien für Neutronen aus Plutoniumproben untersucht. Die zweite Arbeit verwendet den Code Geant4, um konkrete Szenarien zu modellieren, inwieweit kleine Plutoniummengen in im Abrüstungsprozess verwendeten Abfallcontainern durch verschiedene Abschirmungen zu verstecken sind. Diese Arbeiten werden 2019 durch eine Bachelor- und zwei Masterarbeiten fortgeführt, die detailliertere Simulationen und auch experimentelle Untersuchungen in Kooperation mit dem „Joint Research Centre“ (JRC) in Ispra, Italien und dem „Studienzentrum für Kernenergie“ (SCK•CEN) in Mol, Belgien vorsehen.

Seminar: Simulation von Verhandlungen und Vor-Ort-Inspektion in Oslo

Vom 17. bis 22.06.2018 absolvierten 16 Studierende der Universität Hamburg am Institut for energiteknikk (IFE) in Oslo, Norwegen, ein Seminar, bei dem Verhandlungen und eine Vor-Ort-Inspektion im Zusammenhang einer Zerlegung eines nuklearen Sprengkopfs simuliert wurden. Die Studierenden wurden dazu aufgeteilt in Vertreter*innen des fiktiven Atomwaffenstaats Westermark und Inspektor*innen des ebenfalls erfundenen Königreichs Inspektoria und sollten sich auf eine Prozedur zur Demontage eines nuklearen Sprengkopfs einigen. Unter der Leitung von Gerald Kirchner, Simon Hebel und Daniel Voigt (alle ZNF) sowie Paula Nunez und Tore

Ramsøy (beide IFE) gelang es den Teilnehmer*innen so, im realitätsnahen Umfeld einer echten nukleartechnischen Anlage nach anfänglichem Misstrauen zwischen den beiden Gruppen die Operation – ein Teilschritt im Prozess einer möglichen zukünftigen nuklearen Abrüstung – unter Erfüllung beidseitiger Ansprüche abzuschließen. Auf viele weitere realitätsnahe Details wurde Wert gelegt, beispielsweise die getrennte Unterbringung der beiden Gruppen, professionelle, dem Anlass gerechte Kleidung und der durchgehende Gebrauch von Englisch, um für eine möglichst realistische Atmosphäre zu sorgen. Bei der Simulation wurde somit die Wichtigkeit vertrau-

ensbildender Technologien und geduldiger Verhandlungen deutlich. So kehrten alle mit dem Gefühl, viel gelernt zu haben, nach Hamburg zurück. Teilgenommen haben Studierende aus den Bereichen Physik, Chemie, Geographie, Politikwissenschaften und Jura, wodurch vielerlei Hintergründe mit in die Simulation einfließen und fachübergreifend für das Thema sensibilisiert wurde. Gleichzeitig wurde offensichtlich, dass die Frage der Nuklearen Abrüstungsverifikation nur aus einer intersektionalen Perspektive konstruktiv beleuchtet werden kann und dass das ZNF hierbei eine wichtige Rolle übernehmen kann. Die wiederkehrend stattfindende Simulation dient somit auch als effektive Werbung für und hilfreicher Einstieg in die Arbeit.



Teilnehmer*innen der Simulation während einer Pause der Vor-Ort-Inspektion

Die Bedeutung, die derartigen Simulationen real beigemessen wird, wird dadurch illustriert, dass Tore Ramsøy (IFE) und Gerald Kirchner die 2018 durchgeführte studentische Simulation beim Jahrestreffen der Internationalen Partnership on Nuclear Disarmament Verification (London, Dezember 2018) vor Diplomaten und Experten der beteiligten Staaten als beispielhaft für die Ausbildung zukünftiger Inspektoren*innen vorstellten konnten.

Forschungsschwerpunkt: Weiterentwicklung von Verifikationstechniken des Umfassenden Teststoppabkommen

Um zweifelfrei den nuklearen Charakter eines unterirdischen Kernwaffentests nachzuweisen, müssen radioaktive Teilchen gemessen werden. Zu diesem Zweck wird diskutiert, zusätzlich zu vier Xenon-Isotopen auch das radioaktive Argon-37 mit dem dafür vorgesehenen internationalen Messnetz zu überwachen.

Argon-37 entsteht bei einem unterirdischen Kernwaffentest, wenn Neutronen aus der Explosion Calcium-40 Atome im Gestein um den Testort herum aktivieren. Ebenso kann es aber auch in verschiedenen zivilen Anlagen über unterschiedliche Produktionspfade gebildet werden, weshalb es nötig ist, Emissionen aus diesen

Einrichtungen von solchen aus einem möglichen Test zu unterscheiden.

Im Berichtsjahr befasste sich ein von der Deutschen Stiftung Friedensforschung gefördertes Forschungsvorhaben damit, Emissionen aus einem Druckwasser- und einem Forschungsreaktor zu modellieren, um so den Beitrag an Argon-37 aus zivilen Anlagen abzuschätzen. Dafür wurde das neutronenphysikalische Simulationsprogramm SCALE verwendet.

Eine Bachelorarbeit befasste sich mit der Fragestellung, wieviel Argon-37 außerhalb des Reaktordruckbehälters durch Aktivierungsprozesse im Beton des biologischen Schildes und den Luftspalten gebildet wird. Dafür wurden die Neutronenflussdichte mit SCALE bestimmt und zwei

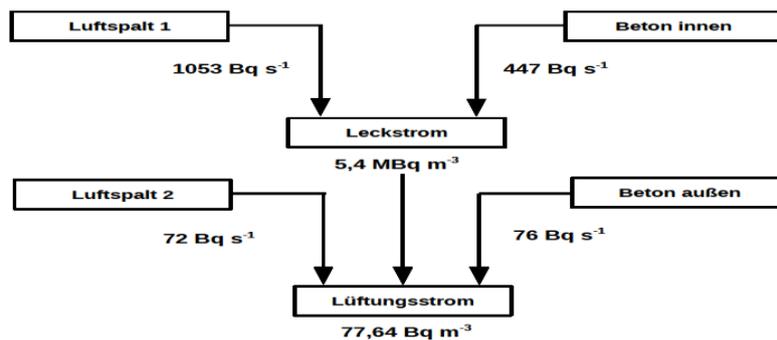
verschiedene Gehalte an Calcium-40 im Beton modelliert. Die so bestimmten Emissionen sind in guter Übereinstimmung mit Messwerten für die Emissionen aus dem Druckwasserreaktor Philippsburg 2.

Eine weitere Bachelorarbeit befasste sich mit der Frage, wie viel Argon-37 durch die Aktivierung stabiler Argon-Isotope im Moderator und durch Calcium-Verunreinigungen im Brennstoff des Druckwasserreaktors entsteht. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Szenarien simuliert, von denen zwei zu einer kontinuierlichen und zwei zu zeitlich begrenzten Emission führen.

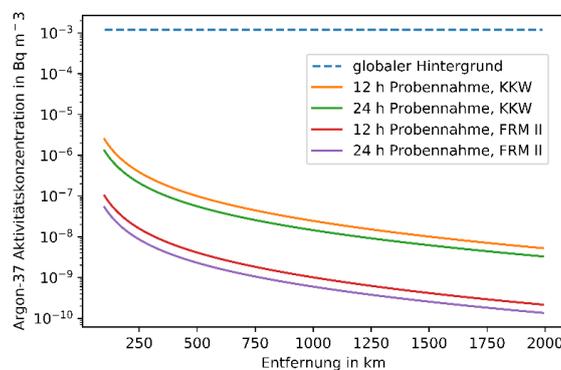
Auch für den Forschungsreaktor FRM II wurden mit Modellrechnungen die möglichen Bildungswege für Argon-37 quantifiziert. Das radioaktive Isotop wird hier vorrangig über die Aktivierung

der stabilen Isotope im Wasser gebildet. Die entsprechenden Aktivitätskonzentrationen sind in guter Übereinstimmung mit Werten, die im Rahmen einer gemeinsamen Messkampagne des ZNF, der Universität Bern und dem Bundesamt für Strahlenschutz erhoben werden.

Für alle Emissionswerte, die während des Normalbetriebes der unterschiedlichen Kernreaktoren gebildet werden, konnten wir zeigen, dass sie durch atmosphärischen Transport vom Quellort bis zu typischen Entfernungen von Messstationen soweit verdünnt wurden, dass sie unter dem globalen Argon-37-Hintergrund liegen. Zivile kerntechnische Anlagen sind daher bei der globalen Überwachung von Argon-37 zu Verifikationszwecken kein Störfaktor.



Berechnung der Aktivitätskonzentration (und Aktivitätsströme) an Argon-37, die durch Aktivierungsprozesse außerhalb des Reaktor-druckbehälters eines Druckwasserreaktors (Baulinie 80 der KWU) gebildet werden.



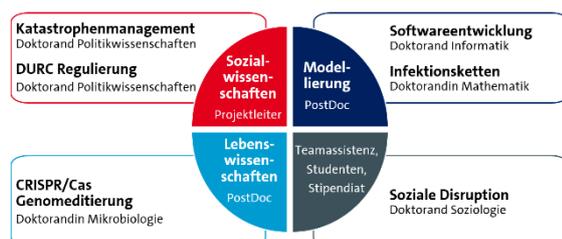
Aktivitätskonzentration von Argon-37 in Abhängigkeit von der Entfernung zum Quellort. Dargestellt sind die berechneten Werte für den Druckwasserreaktor (KKW) und den Forschungsreaktor FRM II. Der atmosphärische Transport wurde mit dem Programmcode HYSPLIT modelliert.

Forschungsschwerpunkt: Biologische Gefahren: integrierte Abschätzung von Risiken

Das mit Abstand größte Projekt in der Interdisziplinären Forschungsgruppe zur Analyse biologischer Risiken (INFABRI) ist die BMBF geförderte Nachwuchsgruppe BIGAUGE. Außerdem wurde bei der DSF erfolgreich ein Pilotprojekt „Konflikte aus der Anwendung von Gene Drives? Eine Untersuchung zur Sondierung ihres Potenzials und möglicher Folgewirkungen“ in der neuen DSF-Förderlinie „Neue Technologien: Risiken und Chancen für internationale Sicherheit und Frieden“ eingeworben. Das Projekt wird in Kooperation mit der BOKU (Universität für Bodenkultur) in Wien durchgeführt werden.

Auf der Vertragsstaatenkonferenz zum Biowaffenübereinkommen im Dezember 2018 wurde der jährliche Reader der zum ZNF gehörigen Forschungsstelle Biologische Waffen und Rüstungskontrolle zu den öffentlichen Vertrauensbildenden Maßnahmen vorgestellt. Bereits im Januar war das ZNF Mitveranstalter des jährlichen Arbeitskreises „Abrüstung und Nichtverbreitung biologischer und chemischer Waffen“ in Berlin, an dem fast 50 Personen aus Bundestag, Ministerien, Behörden und Wissenschaft teilgenommen hatten.

Das Projekt BIGAUGE mit Laufzeit bis Mitte 2022 befasst sich mit Krankheiten, die von Toxinen oder Krankheitserregern ausgelöst werden und zumindest das Potenzial haben, die zivile Sicherheit in katastrophaler Weise akut zu gefährden. Ziel ist es biologische Risiken hinsichtlich ihrer Relevanz für die zivile Sicherheit abschätzbar und vergleichbar zu machen. Nach der Aufbauphase 2017 konnte zum Juni 2018 noch die Promotionsstelle im Bereich der Infektionskettenmodellierung besetzt werden.



Organisatorische Struktur des BIGAUGE-Projekts

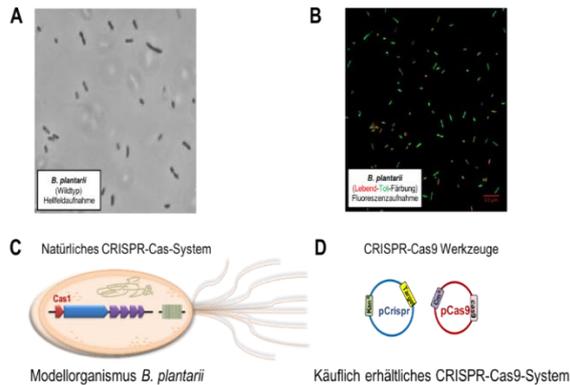
Für die PostDoc-Stelle zur computergestützten Modellierung wurde eine Elternzeitvertretung eingestellt. Mittlerweile sind somit drei PostDosen (inkl. Nachwuchsgruppenleiter) und fünf Doktoranden*innen in der Arbeitsgruppe tätig. Aus universitären Mitteln wird außerdem eine Teamassistentin gestellt.

Im November wurde der erste von zwei Meilensteinen im fünfjährigen Projekt „bestanden“. Das beinhaltete die Besetzung der Stellen, dass alle Promovierenden mit der inhaltlichen Bearbeitung ihrer Projekte begonnen haben (auch die Betreuungsverhältnisse sind geklärt); dass die Forschungsfragen und –Designs in allen inhaltlichen Arbeitspaketen identifiziert und auf einem gemeinsamen Workshop dargestellt und diskutiert wurden, dass die meisten Parameter und Einflussfaktoren für die Analyse biologischer Risiken in den einzelnen disziplinären Arbeiten identifiziert wurden und dass diese in eine erste Programm-Skizze des Modellierungs-Werkzeugs eingefügt wurden.

BIGAUGE-Kooperationspartner sind an der UHH die Fachbereiche Mikrobiologie und Informatik sowie außerhalb das BBK, das BNITM, das Forschungszentrum Jülich, das IFSH und das RKI.

Teilprojekt „Lebenswissenschaftliche Beiträge zur Analyse biologischer Risiken“

In den Medien und in der Fachwelt werden neue Gentechnikverfahren (z.B. CRISPR-Cas9) zur künstlichen, hochpräzisen Genomveränderung (sog. Genomeditierung) ob ihrer Anwendungs- und Risikopotenziale kontrovers diskutiert. Im lebenswissenschaftlichen Teilprojekt wurden zur Analyse der Funktion von Genomeditierungswerkzeugen wie CRISPR-Cas9 bakterielle Modellorganismen wie *E. coli* und *Burkholderia plantarii* (siehe Abbildung 3) ausgewählt, an denen gegenwärtig unterschiedliche Strategien zur Genommanipulation untersucht werden. Zum Einsatz kommen dabei auch kommerziell erhältliche CRISPR-Cas9-Werkzeuge.



Der Modellorganismus *B. plantarii* (A) ist bereits durch Genomsequenzierung gut beschrieben. Im Labor kann er erfolgreich kultiviert (B) und für verschiedene molekularbiologische Versuche verwendet werden. Neben der Analyse des in diesem Organismus natürlich vorkommenden CRISPR-Cas-Systems (C) werden käuflich erhältliche CRISPR-Cas9-Systeme für eine zielgerichtete Editierung dieses Bakteriengenoms eingesetzt (D).

Ziel ist, ein verbessertes Verständnis für besonders erfolgversprechende Anwendungsstrategien, aber auch Missbrauchspotenziale neuartiger gentechnischer Verfahren für eine Genomeditierung zu gewinnen. Eine naturwissenschaftliche Doktorarbeit (Betreuung: Prof. Dr. Wolfgang Streit, Abt. Mikrobiologie und Biotechnologie) befasst sich neben diesen applikativen Aspekten vor allem mit grundlagenorientierten Forschungsfragen zur Funktionsweise von CRISPR-Cas in dem Modellorganismus *B. plantarii*.

In Zusammenarbeit mit dem mathematischen Teilprojekt wurde ein Ansatz zur Charakterisierung biologischer Agenzien mit Gefährdungspotenzial für die zivile Sicherheit entwickelt, der bereits erfolgreich für erste Simulationen von Infektionsausbrüchen getestet wurde. Dieser vielversprechende Ansatz wird weiter ausgebaut, um durch eine möglichst umfassende Integration relevanter Parameter mathematische Modellierungsansätze von Infektionskettendynamiken zu verbessern.

Für die Analyse des Bedrohungs- und Schadpotenzials durch künstlich ausgebrachte Pathogene und Toxine wurden Beispielfälle wie der Fund des illegal hergestellten, hochpotenten Pflanzentoxins Rizin 2018 in Köln betrachtet, um Parameter für eine integrierte Modellierung biologischer Risiken zu ermitteln.

Teilprojekt „Sozialwissenschaftliche Beiträge zur Analyse biologischer Risiken“

Eine der drei Promotionsarbeiten in diesem Teilprojekt steht in engem Zusammenhang mit dem laborpraktischen Anteil in der Mikrobiologie: Untersucht wird, wie Regulierungen für die Lebenswissenschaften entstehen und implementiert werden. Es werden formelle und informelle Bewertungs- und Regulierungsmechanismen analysiert. Dabei kann eine Vielzahl von Akteuren gleichermaßen innerhalb oder außerhalb des Wissenschaftssystems, formell oder informell und auf verschiedenen Regulierungsebenen (wissenschaftsinternen bis international) in die Regulierung eingreifen. Die Arbeit wird von Prof. Ursula Schröder (IFSH) und Prof. Ingrid Schneider (Ethik in den Informationswissenschaften) betreut.

In einem weiteren sozialwissenschaftlichen Projekt zur Bewältigung biologischer Lagen durch behördliche Akteure wurde durch Befragungen von Bundes- und Landesbehörden eine Bedarfsanalyse begonnen, deren Ergebnisse auch den Aufbau des BIGAUGE-Tools beeinflussen werden. Außerdem wurde ein Ansatz zur Multi-Agency Disaster Risk Governance entwickelt, der im Rahmen des „Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2019“ der Vereinten Nationen vorgestellt werden wird. Die Arbeit wird von Prof. Michael Brzoska (Politikwissenschaft) und Prof. Jetta Frost (Sozialökonomie) betreut.

Das dritte sozialwissenschaftliche Promotionsvorhaben befasst sich mit der Entwicklung einer soziologischen Perspektive auf den Nexus von Risikowahrnehmungen, sozialer Disruption und Konfliktpotentialen im Kontext biologischer Ereignisse. Die Arbeit wird von Prof. Susanne Krasemann (Kriminologische Sozialforschung) betreut.

Teilprojekt „computergestützte Modellierung“

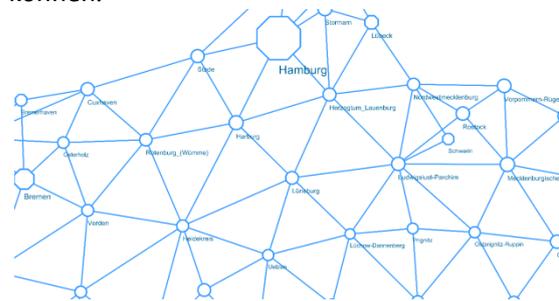
Zum einen werden im hier angesiedelten Dissertationsprojekt zur Infektionskettenmodellierung weitere für die Analyse biologischer Risiken relevante Methoden entwickelt, zum anderen wird hier auch die Software erstellt, mit der letztlich

unter Nutzung der in den Teilprojekten entwickelten Methoden die Risikoanalysen durchgeführt werden können.

In der mathematischen Dissertation steht die Rolle von Massentransportmitteln bei der Ausbreitung von Infektionskrankheiten im Fokus. Im Jahr 2018 stand vor allem die Entwicklung geeigneter Datenstrukturen zur Simulation von Infektionsketten und zur Risikobewertung im Vordergrund. Der inhaltliche Einstieg in das Projekt begann mit der Teilnahme an einer internationalen Summerschool zu mathematischer Infektionsmodellierung mit anschließender Projektarbeit in Marseille. Von Oktober 2018 bis Mai 2019 hospitiert die Doktorandin zur methodischen Vertiefung beim assoziierten Projektpartner Robert Koch-Institut in Berlin. Die Arbeit wird voraussichtlich betreut von Prof. Ingenuin Gasser.

In Elternzeitvertretung wird das Teilprojekt seit September von einem Modellierer geleitet. Es konnte eine Nachbarschafts-Graphen Datenstruktur für die Infektionskettendynamik mittels geographischer Daten erstellt und eine Software-Architektur für die Modellierung festgelegt werden. Dabei wurde eine modulare Struktur angelegt, um dem variablen interdisziplinären Anforderungsprofil gerecht zu werden. Auch eine korrespondierende Visualisierung wurde entwickelt und umgesetzt.

Das Risikobewertungstool wird die Module in einer gemeinsamen Benutzeroberfläche nutzen können.



Nachbarschafts-Graph norddeutscher Land- und Stadtkreise. Eine wichtige Datenstruktur für computergestützte Infektionskettensimulation.

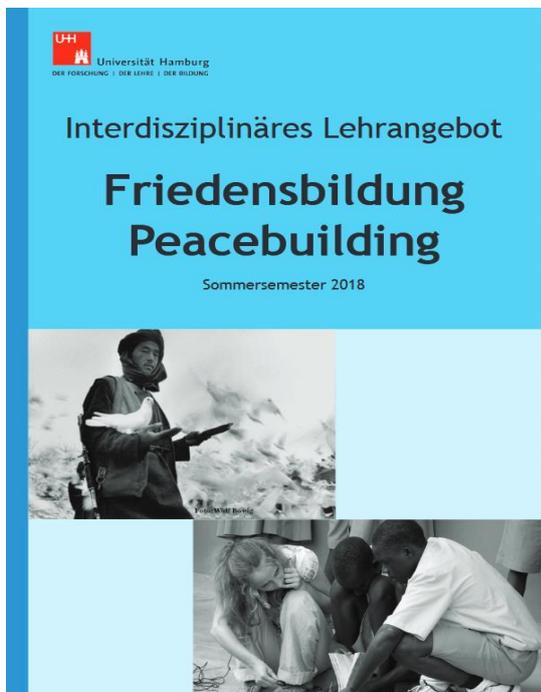
Curriculum "Friedensbildung/Peacebuilding"

"Das Lehrangebot "Friedensbildung/Peacebuilding" steht als interdisziplinäres Lehrangebot Studierenden aller Fakultäten der Universität Hamburg offen. Im Jahr 2018 haben über 400 Studierende unterschiedlichster Studiengänge an den Veranstaltungen der Friedensbildung teilgenommen. Nicht nur die Gruppe der teilnehmenden Studierenden ist bunt gemischt, auch die Lehrenden, die das Lehrangebot in der Initiativkreisgruppe planen, kommen aus acht Fakultäten zusammen. Die Initiative konzentriert sich auf die Analyse und Bearbeitung von Friedens- und Konfliktpotenzialen in und zwischen Gruppen. Zentral ist die Entwicklung und Vermittlung von Methoden zur Konfliktprävention, zur Konfliktvermittlung (Mediation), zur konstruktiven Konfliktbewältigung und zur Versöhnung. Ein Schwerpunkt des Angebots ist ein einjähriges Curriculum mit vier Veranstaltungen (Vorlesung, zwei Seminare, Sommerkurs oder Exkursion). Ein Höhepunkt war eine Exkursion an die Freie Universität Amsterdam zu einem internationalen Sommerkurs "Searching for Belonging - Societal and Individual Dimensions"

ZNF/IFSH Kolloquium "Frieden und Sicherheit "

Das Zentrum für Naturwissenschaft und Friedensforschung (ZNF) der Universität Hamburg veranstaltet gemeinsam mit dem Institut für Friedensforschung und Sicherheitspolitik (IFSH) das Kolloquium „Frieden und Sicherheit“. Es bietet in loser Folge Vorträge nationaler und internationaler Expertinnen und Experten zum Themenkreis Frieden, Sicherheitspolitik und Konfliktbearbeitung an.

Dieses Kolloquium dient dem interdisziplinären fachbereichsübergreifenden Dialog zu friedenspolitischen Themen. Es bietet eine Möglichkeit, Kontakte zwischen friedenspolitisch interessierten Vertreterinnen und Vertretern verschiedenster Institutionen in Hamburg zu knüpfen bzw. zu verfestigen. Das Interesse und die Mitarbeit an friedenspolitischen Themen und Zielen sollen geweckt und gefördert werden. Weitere Informationen zu den einzelnen Vorträgen sind zu finden unter der Rubrik Lehre auf der Homepage des ZNF.



Ausgewählte Lehrveranstaltungen des ZNF 2018

Vorlesung „Physikalische Grundlagen der Friedensforschung“ mit Übungen

(SoSe 2018)

Gerald Kirchner, Markus Kohler

Vorlesung „Naturwissenschaft, Gesellschaft, Verantwortung“

(SoSe 2018)

Gerald Kirchner, Hermann Held, Mirko Himmel, Gesine Schütte

Seminar „Verhandlungen der Vereinten Nationen zu Wissenschafts- und Technikfragen mit Rollenspielen: Internationales Nuklearwaffenverbot - wie geht es weiter?“

(SoSe 2018)

Gerald Kirchner, Pablo Woelk

Proseminar „Tracer und ihre Rolle in Umweltphysik, Lebenswissenschaften und zur Verifikation der nuklearen Rüstungskontrollverträge“ (SoSe 2018)

Gerald Kirchner, Markus Kohler

Vorlesung „Naturwissenschaftliche Beiträge zur Friedensforschung“

(WiSe 2018/19)

Gerald Kirchner, Götz Neuneck

Carl Friedrich von Weizsäcker-Friedensvorlesung: „Klima, Konflikte und nachhaltige Entwicklung“

(WiSe 2018/19)

Gerald Kirchner, Hermann Held, Jürgen Scheffran

Proseminar „Nukleare Rüstungskontrollverträge und naturwissenschaftliche Verfahren zu ihrer Verifikation“

(WiSe 2018/19)

Gerald Kirchner, Pablo Woelk

Seminar „Model United Nations – Verhandlungen der Vereinten Nationen zu

Wissenschafts- und Technikfragen mit Rollenspielen: *Schaffung einer nuklearwaffenfreien Zone des Iran und Nahen Ostens**

(WiSe 2018/19)

Gerald Kirchner, Pablo Woelk

Seminar „Atomwaffenverbotsvertrag und Friedensnobelpreis für ICAN: Neue Hoffnung für eine weltweite nukleare Abrüstung?“

(WiSe 2018/19)

Gerald Kirchner

Vorlesung „Biologische Grundlagen der Friedensforschung“

(WiSe 2018/19)

Mirko Himmel, Gunnar Jeremias, Jürgen Scheffran

Lehrveranstaltungen Friedensbildung

Friedensbildung – Grundlagen und Fallbeispiele

TEIL A: KONFLIKTFELDER UND KONFLIKTDYNAMIKEN

Teil B KONFLIKTPRÄVENTION UND VERMITTLUNG IN KONFLIKTEN

Nils Zurawski

Konfliktmoderation in Gruppen

Nils Zurawski

Verträge für den Frieden? Die Chancen für die Bewahrung des Friedens in Ostasien

Ise Gainza, Ni Shaofeng

Zivilcourage können alle

Tanja Witten

Sommer-Exkursion Searching for Belonging - Societal and Individual Dimensions

Publikationen

Felsberg, A.; Ross, O.; Schlosser, C.; Kirchner, G.
Simulating the mesoscale transport of krypton-85

J. Environ. Radioactivity, 181, 85-93 (2018)

Ciecior, W.; Röhling, K.J.; Kirchner, G.
Probabilistic biosphere modeling for the long-term safety assessment of geological disposal facilities for radioactive waste using first- and second-order Monte Carlo simulation

J. Environ. Radioactivity, 190-191, 10-19 (2018)

Lindborg, T.; Thorne, M.; Andersson, E.; Becker, J.; Brandefelt, J.; Cabianca, T.; Gunia, M.; Ikonen, A.T.K.; Johansson, E.; Kangasniemi, V.; Kautsky, U.; Kirchner, G.; Klos, R.; Kowe, R.; Kontula, A.; Kupiainen, P.; Lahdenperä, A.-M.; Lord, N.S.; Lunt, D.J.; Näslund, J.-O.; Nordén, M.; Norris, S.; Pérez-Sánchez, D.; Proverbio, A.; Riekk, K.; Rübel, A.; Sweeck, L.; Walke, R.; Xu, S.; Smith, G.; Pröhl, G.

Climate change and landscape development in post-closure safety assessment of solid radioactive waste disposal: Results of an initiative of the IAEA

J. Environ. Radioactivity, 183, 41-53 (2018)

Krug C, de Bermond, A, Krewenka, K, Schütte, G.
Shifting the Paradigma – Seeking alternative land management approaches for sustainable agriculture

In: B. Schmalzbauer, M. Visbeck (Eds.) '3rd German Future Earth Summit – From Knowledge to Action', Conference Summary Report, German Committee Future Earth, Stuttgart & Kiel (2018)

Himmel, M.

Das Bio- und Chemiewaffenübereinkommen: zwei Rüstungskontrollverträge in der Krise? Sicherheit und Frieden, 36, 146-157 (2018)

Buhmann, E.; Kirchner, G.
Proliferation Relevance and Safeguards Implications of Partitioning and Transmutation Nuclear Fuel Cycles

Science & Global Security, 26, 91-108 (2018)

Göttsche, M.; Kirchner, G.
Attribute Information Barriers

In: I. Niemeier, M. Dreicer, G. Stein (Eds.) 'Nuclear Non-Proliferation and Arms Control Verification – Innovative Concepts'
Springer (im Druck)

Kirchner, G.
Naturwissenschaftliche Friedensforschung.
In: H.-J. Gießmann, B. Rinke (Hrsg.) 'Handbuch Frieden, 2nd Ed.'
Springer VS (im Druck)

Jeremias, G.; H. Martin
Bio-Hazard Disaster Risk Governance through Multi-Agency Cooperation.
In: United Nations Office for Disaster Risk Reduction (Ed.) 'Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2019' (im Druck)

Tagungsbeiträge

Woelk P.; Kohler, M.; Sieveke, C.; Hebel, S.; Simsek, E.; Becker, S.; Sengstock, Kirchner, G.
Characterization of a source of slow metastable Kr atoms

82. Jahrestagung der DPG und DPG-Frühjahrstagung, Erlangen, 4. - 9. März 2018

Hebel, S.; Kirchner, G.
Nukleare Abrüstungsverifikation: Technische Herausforderungen und Lösungsansätze
82. Jahrestagung der DPG und DPG-Frühjahrstagung, Erlangen, 4. - 9. März 2018

Simsek, E.; Kohler, M.; Sieveke, C. Woelk, P.; Becker, C.; Sengstock, K.
Detection of nuclear reprocessing activities using Kr-85
82. Jahrestagung der DPG und DPG-Frühjahrstagung, Erlangen, 4. - 9. März 2018

Opper, J.
Natur, Unfall, Anschlag? Die Analyse von biologischen Risiken
39. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Soziologie, Göttingen, 24. - 28. September 2018

Bollhöfer, A.; Purtschert, R.; Schlosser, C.; Fontaine, J.-E.; Camps, J.; Kirchner, G.; Böhm, G.; Strobl, C.
Investigating Noble Gas Emissions from Nuclear Facilities in Central Europe
Workshop on Signatures of Man-Made Isotope Production (WOSMIP-VII), Sydney, 3.-7. Dezember 2018

Poster:

Oellingrath, E.K.; Vollstedt, C.; Himmel, M.; Streit, W.R.
Burkholderia glumae CRISPR-Cas gene cluster expression depends on quorum-sensing.
Vereinigung für Allgemeine und Angewandte Mikrobiologie, Wolfsburg, 15.-18. April 2018

Opper, J.; Jeremias, G.
DURC – An unclear threat in a complex security environment.
16th Medical Biodefence Conference, München, 28. - 31. Oktober 2018

Opper, J.; Martin, H.; Stegmaier, T.; Jeremias, G.
Strengthening risk analysis – Including socio-political factors into scenario.
16th Medical Biodefence Conference, München, 28. - 31. Oktober 2018

Oellingrath, E.; K.; Streit, W.R.; Himmel, M.
Biosecurity implications of CRISPR/Cas-based genome editing.
16th Medical Biodefence Conference, München, 28. - 31. Oktober 2018

Abschlussarbeiten 2018**Dissertationen**

Hebel, Simon
Automated separation of krypton from small atmospheric air samples for measurement with atom trap trace analysis
Universität Hamburg, Fachbereich Physik

Masterarbeiten

Simsek, Ergin
Charakterisierung der zweidimensionalen magneto-optischen Falle in Hinblick auf die Quellregion metastabiler Krypton-Atome und deren effektive Lebensdauer
Universität Hamburg, Fachbereich Physik

Bachelorarbeiten

Betker, Marie
Stabilisierung eines Lasersystems auf die Hyper-

feinübergänge von Krypton-83 bei der Wellenlänge 810,44 nm
Universität Hamburg, Fachbereich Physik

Fritsch, Carolin
Charakterisierung eines digitalen PID-Reglers zur Stabilsierung eines Lasers in Littrow-Konfiguration
Universität Hamburg, Fachbereich Physik

Gerfen, Franziska
Simulationsrechnung zur Emission von Argon-37 aus dem Kühlmittel eines Druckwasserreaktors
Universität Hamburg, Fachbereich Physik

Jamborek, Niklas
Systematische Analyse der Detektierbarkeit von Plutonium mit hybriden Abschirmungen
Universität Hamburg, Fachbereich Physik

König, Simon
Untersuchung und Aktualisierung der dem Entscheidungsunterstützungssystem Smart Scape TM zugrundeliegenden Berechnungsgrundlagen und Untersuchung auf eine mögliche Ausweitung des Anwendungsbereiches
Universität Hamburg, Fachbereich Biologie

Langmann, Vincent
Konzeption und Charakterisierung einer Kühlfalle zur Reduktion der Feuchtigkeit von aus Grundwasser extrahierten Gasproben
Universität Hamburg, Fachbereich Physik

Peters, Malte
Optische Quenchprozesse bei metastabilem Krypton und Konzeption eines Magnetfeldes auf Basis von Permanentmagneten für einen Zeeman-Slower
Universität Hamburg, Fachbereich Physik

Schlüschen, Timo
Simulationsrechnung zur Bildung von Ar-37 in den Luftspalten und Betonschilden eines Druckwasserreaktors zur Abschätzung der Emissionsrate
Universität Hamburg, Fachbereich Physik

Schoon, Tobias
Neutronen-Absorptionssimulation zur Verifikation von Kernwaffenabrüstung unter Nutzung von Geant4
Universität Hamburg, Fachbereich Physik

IMPRESSUM

Universität Hamburg
Carl Friedrich von Weizsäcker-Zentrum für
Naturwissenschaft und Friedensforschung (ZNF)

Beim Schlump 83
20144 Hamburg
Tel: 040 42838-4335

www.ZNF.UNI-Hamburg.de