

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

JAHRESBERICHT 2021 / 2022



Liebe Leserinnen und Leser,

hiermit möchte ich Ihnen unseren Bericht über die vielfältigen Aktivitäten des ZNF während des Jahres 2021 und bis zum Herbst dieses Jahres vorzulegen, so dass Sie diesmal einen Zwei Jahresbericht in den Händen halten. Dieser abweichende Turnus bedarf natürlich einer Erläuterung. Die Universität hat sich entschieden, das laufende Bewerbungsverfahren für meine Nachfolge nicht weiterzuverfolgen, sondern zunächst die Chancen und Risiken einer Neupositionierung des ZNF zu evaluieren. Da ich die Leitung unserer Institution mittlerweile mehrere Jahre über meine Pensionierung Anfang 2020 hinaus wahrgenommen hatte, habe ich darum gebeten, mich von dieser Aufgabe mit Ablauf des Sommersemesters 2022 zu entbinden, so dass auf absehbare Zeit insbesondere unsere physikalisch orientierten Forschungsaktivitäten massiv reduziert sein werden.



Prof. Dr. Gerald Kirchner
[UHH/Ohme]

Bedauerlicherweise werden daher ab dem Wintersemester 2022/23 die insbesondere bei den Studierenden der Physik und der Geowissenschaften auf große Resonanz gestoßen Lehrangebote des ZNF nur noch in erheblich reduziertem Umfang angeboten werden können. Persönlich besonders geschmerzt hat mich, dass ich in den letzten Monaten auch alle Anfragen von Studierenden der Physik zu Bachelor- und Masterarbeiten im ZNF negativ beantworten musste.

Der Berichtszeitraum war stark geprägt durch die erneute, inhaltlich modifizierte Durchführung der deutsch-französischen Übung NuDiVe, mit der im Rahmen der *International Partnership on Nuclear Disarmament Verification* nachgewiesen werden konnte, dass die Demontage eines nuklearen – von uns mit radioaktiven Quellen simulierten – Sprengkopfs unter Wahrung der Geheimhaltungsinteressen der Nuklearwaffenstaaten erfolgreich verifiziert werden kann. Parallel dazu entwickeln wir im Auftrag des Auswärtigen Amtes und in Kooperation mit der HAW Hamburg eine *Virtual Reality*-Version dieser Übung. Einen Einblick in diesen Arbeitsschwerpunkt finden Sie in diesem Bericht.

Besonders gefreut hat mich, dass eine Doktorandin unseres Forschungsprojekts zur Nutzung landwirtschaftlicher Ressourcen für eine nachhaltige Entwicklung, das im universitären Exzellenzcluster *Climate, Climate Change, and Society (CliCCS)* in dessen Teilprojekt *Sustainable land use scenarios: soil, biodiversity, water, food and energy security* engagiert ist, während eines mehrmonatigen Aufenthalts in Tunesien nicht nur wichtige wissenschaftliche Ergebnisse erzielen, sondern auch zur internationalen Vernetzung des ZNF beitragen konnte.

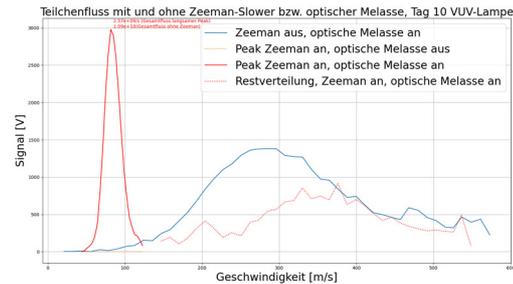
Mit diesem Bericht verabschiede ich mich von Ihnen mit einem herzlichen Dank für das Interesse und die Unterstützung, die Sie dem ZNF entgegengebracht haben.

Gerald Kirchner

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 isotope- sowie einzelatomsensitiven magneto-optischen Falle (MOT) für metastabile Kryptonatome mit optischer Erzeugung des metastabilen Zustands. Im Vergleich zu konventionellen 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 eine nukleare Nichtweiterverbreitung, indem die geheime Wiederaufarbeitung zur Gewinnung 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 isotope-selektive Konzentrationsbestimmung.



Exemplarische Messung der Geschwindigkeitsverteilung eines abgebremsten (rot, orange) und nicht abgebremsten (blau) metastabilen Krypton-Atomstrahls.

Auch im letzten Jahr hat die pandemiebedingte Situation wieder Einschränkungen zur Folge gehabt. Die strapazierten globalen Lieferketten führten zu Verzögerungen, wodurch wichtige Bauteile nicht immer zur Verfügung standen. Trotz der schwierigen Umstände konnten Messungen im Rahmen zweier Masterarbeiten durchgeführt und die Messapparatur auf ein neues Niveau gebracht werden.

Die Anlage wurde in ihren wesentlichen Komponenten optimiert und mit neuen Lasern samt Optiken zur Formung einer optischen Melasse zur Kollimation des metastabilen Atomstrahls ergänzt. In der obigen Abbildung auf der rechten Seite dokumentiert zu sehen. Mit optischer Melasse werden größere metastabile Teilchenflüsse erreicht. Darüber hinaus wird hierdurch auch die Kühlung durch den bewährten Zeeman-Slower verbessert.

Die VUV-Lampe zur Erzeugung des metastabilen Zustandes wurde vergrößert und in ihrer Geometrie der neuen Anregungskammer angepasst. Die gesamte Anlage hat sich außerdem verlängert, um das Vakuum durch Integration zusätzlicher Pumpstufen zu verbessern.

Die Ergänzung des Aufbaus mit Kollimationsoptiken hat eine Flussverbesserung von mindestens einen Faktor zwei herbeigeführt. Ebenso wirkt die Kollimation der Divergenz des Atomstrahls entgegen und begrenzt diesen signifikant.

Über die Dauer mehrerer Tage (>10 Tage) werden abgekühlte metastabile Teilchenflüsse ^{84}Kr deutlich größer als 10^9 pro Sekunde erreicht. Dies entspricht einer Verbesserung um den Faktor 10 zum Vorjahr. Somit wurde das Ziel zur Erreichung der Messbarkeit der selteneren Krypton-Isotope erreicht.

Eine weitere Verbesserung hat die technische Optimierung des Betriebes der Lampen erreicht. Eine defekte Lampe kann jetzt innerhalb eines Tages erneu-

ert werden, wodurch eine reale Probenvermessung im aktiven Betrieb nochmals attraktiver wird.

Darauf aufbauend wurde damit begonnen, das Lasersystem so zu ergänzen, dass wieder der MOT-Betrieb eingerichtet werden kann, und durch die Integration eines EOM-Systems außerdem die ungeraden Isotope des Kryptons zu messen. Außerdem wird die Anlage mittels neuer Pumpen für den Zirkulationsbetrieb vorbereitet, damit der Schritt hin zur Probenvermessungen gelingen kann.

Je zwei Dissertationen und Masterarbeiten wurden abgeschlossen.

Forschungsschwerpunkt Interessen-bzw. Zielkonflikte der Land- und Wassernutzung

Nutzung landwirtschaftlicher Ressourcen im Sinne der Konfliktprävention und nachhaltigen Entwicklung

Über 38% der Weltbevölkerung leben in Trockengebieten, ein Großteil dieser Menschen wird nach Schätzungen der UN in den nächsten 10 Jahren mit gravierenden Wassermangel konfrontiert werden. Die Landwirtschaft verbraucht in diesen Ländern ca. 80 % des Wassers. Sowohl durch Wassermangel erzwungene Migration als auch prekäre Verhältnisse wegen fehlender Migrationschancen nehmen weltweit zu. Kleinbäuerinnen

und Kleinbauern sind hierbei Hauptagierende und Leidtragende zugleich. Denn die kleinbäuerliche Lebensweise bietet weltweit ca. 2,6 Milliarden Menschen eine Lebensgrundlage und produziert über die Hälfte der Nahrungsmittel in nicht-industrialisierten Ländern. Kleinbauern machen jedoch einen Anteil von 65 % der weltweit Hungernden aus. Im Forschungsbereich Interessen- und Zielkonflikte der Land- und Wassernut-

zung waren durch die Zusammenführung wissenschaftlicher, technischer und praktischer Perspektiven in einem Gebiet am Sahararand Tunesiens in den beiden ersten Jahren seit 2018 Optionen für eine von Beteiligten vor Ort getragene Entwicklung identifiziert worden. Daran anknüpfend konnte das Projektgebiet 2020 und bis November 2021 aufgrund der Pandemie zwar nicht besucht, die inhaltliche Arbeit aber theoretisch, konzeptionell und kommunikativ - digital in regelmäßigen Diskussion mit Projektpartnern vor Ort weitergeführt werden.

Die Forschungsziele umfassen

- (1) die Vermeidung von Konflikten um ökologische Ressourcen und Ökosystemdienstleistungen,
- (2) die Bekämpfung von Armut und erhöhter Ungleichheit,
- (3) Klima- und Bodenschutz.

Im Anschluss an das 2020 durchgeführte DAAD-Projekt „Cooperation for Sustainable Development in Drylands“ wurden die dort indizierten Freilandversuche (s. Fotos) bis zum Herbst digital begleitet. Es fehlte vor Ort pandemiebedingt an Arbeitskräften, und selbst die Beschaffung einfachster Güter wie Pappe als Verdunstungsschutz war während der Corona-Pandemie teilweise nicht möglich.



Johannisbrotbaum mit Pappenkonstruktion als Schutz gegen Verdunstung, Starkregen und Verunkrautung, Testfeld Bouhedma 2021



Gemeinsames Testfeld mit importierten Cocoons (© Land Life Company) zur Minimalbewässerung am Institut des Régions Arides (IRA), Médenine



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

Aus Teilnehmenden des genannten DAAD-Projektes hat sich eine feste Arbeitsgruppe mit Studierenden der Fächer Biologie, Soziologie und Politikwissenschaften gebildet, aus der heraus die weiteren Forschungsaktivitäten geplant

und durchgeführt wurden. Die Reduzierung von Beweidungsschäden, Windschutz, Bodenverbesserung und besseres Einkommen sind die Hauptziele in der Landnutzung. Dazu gehört mittelfristig auch die Unterstützung erster ökotouristischer Ansätze.

Im Zuge der naturwissenschaftlichen Projektarbeit lag der Fokus auf Forschung und Versuchen zur Rücketablierung beweidungsfähiger und für eine Restauration geeigneter Wildpflanzen. 2021 wurde eine Bachelor-Arbeit (Biologie) mit dem Titel „Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit von Desertifikationsgegenmaßnahmen mit dem Versuch einer Eignungsableitung für die tunesische Region Bouhedma“ abgeschlossen. Im Sinne landwirtschaftlich-ökotouristischer Ziele wurde ebenfalls 2021 ein ausführliches Online-Interview zur Dromedarhaltung im Projektgebiet durchgeführt.

Im März und April 2022 konnten Forschungsreisen nach Tunesien von zwei Studierenden (Soziologie und Biologie) realisiert werden. Die Biologin absolvierte ein Praktikum am Institut des Régions Arides (IRA) in Médenine und nahm anschließend Keimungsversuche mit einheimischen Sträuchern sowie Pflanzversuche mit Setzlingen vor. Im Projektgebiet selbst führte der Soziologe eine Befragung zur Umweltwahrnehmung und zum Umweltverhalten durch. Zudem fand eine Befragung junger Leute statt, die Aufschluss über ihre Selbstwahrnehmung und Zukunftsvorstellungen im Zusammenhang mit der seit 3 Jahren extremen Trockenheit geben soll.

Aktuell in Arbeit ist eine sozialwissenschaftliche Dissertation, die sich unter Berücksichtigung von Optionen für nachhaltige Entwicklung mit Bedingungen zur Schaffung eines dauerhaften und stabilen Friedens in von Desertifikation betroffenen Gebieten beschäftigt. Entsprechend des multimethodischen Fallstudiendesigns lief hierzu von November 2021 bis Juni 2022 Feldforschung, welche u.a. teilnehmende Beobachtung, quantitative Befragungen und Interviews umfasste.

Fellowship am Merian Centre for Advanced Studies in the Maghreb (MECAM), Tunis

Basierend auf ihrem Forschungsentwurf zur Untersuchung der Verteilung und Nutzung natürlicher Ressourcen in semi-/ ariden Gebieten sowie des lokalen Friedens- und Konfliktmanagements insbesondere im Hinblick auf Desertifikation und Wasserknappheit erhielt die Promotionsstudentin des Forschungsschwerpunktes während ihrer laufenden Feldforschung die Möglichkeit eines Fellowships. Von März bis Juni 2022 hat sie als Fellow der interdisziplinären Forschungsgruppe IV „Resources & Sustainability“ am MECAM Centre in Tunis gearbeitet.

Das 2020 gegründete “Merian Centre for Advanced Studies in the Maghreb” (MECAM) versteht sich als interdisziplinäre, interregionale und intergenerationelle Forschungsplattform zum Maghreb und zum Nahen und Mittleren Osten. Unter dem Leitthema „Imagining Futures – Dealing with Disparity“ untersucht MECAM rund eine Dekade nach dem Beginn

des „Arabischen Frühlings“ die komplexen Prozesse einer (Neu-) Verhandlung gesellschaftlicher Zukunftsmodelle („imagining futures“) in der Region im Kontext ungleicher Ausgangsbedingungen („disparity“). Neben der Philipps-Universität Marburg zählen zu den Partnern des MECAM-Konsortiums in Deutschland die Universität Leipzig, das GIGA - German Institute of Global and Area Studies in Hamburg und das Forum Transregionale Studien in Berlin. Als regionale Partner fungieren neben der Université de Tunis die Universität Sfax und das Institut Tunisien des Études Stratégiques (ITES) in Tunesien sowie weitere Partner aus Marokko und dem Libanon.

Vernetzung

Neben Kontakten zu den MECAM Partnerinstitutionen konnten u.a. neue Kontakte zum Institut de Recherche sur le Maghreb Contemporain (IRMC) und zum Observatoire de la Souveraineté Alimentaire et de l'Environnement (OSAE) in Tunis geknüpft werden, ebenso wie zum Fachgebiet für Internationale Agrarpolitik und Umweltgovernance der Universität Kassel und dem Human

Security and Peacebuilding Program der Royal Roads University in Kanada. Im Rahmen des DAAD-Projekts sind ebenso neue Kontakte entstanden.

Mit dem IRA (Institut des Régions Arides, Médenine) und der örtlichen zivilgesellschaftlichen Organisation in Bouhedma („Sada Bouhedma“) hat sich die Zusammenarbeit fest etabliert. Zudem kooperiert das ZNF mit einem Ökotourismus-Projekt in Bouhedma. Mit 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 steht das ZNF weiter im Austausch.

An der Universität Hamburg ist das ZNF mit dem hier vorgestellten Forschungsbereich Teil der Untergruppe (C2) Sustainable Land-Use Scenarios: Soil, Biodiversity, Water, Food and Energy Security im Exzellenzcluster Climate, Climatic Change, and Society (CLICCS).

Forschungsschwerpunkt: Abrüstungsverifikation

Covid19 macht „NuDiVe 2021“ zu „NuDiVe 2022“

Die Abrüstung von Nuklearwaffen unter Berücksichtigung nuklearer Nichtverbreitung verifizieren zu können, während Sicherheitsinteressen der inspeziierten Staaten gewahrt werden, stand auch in den Jahren 2021/22 im Fokus der Arbeit des ZNF.

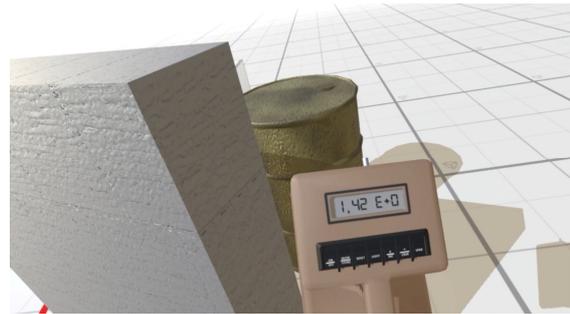
Fragen der Entwicklung und Erprobung von Methoden und Technologien für die nukleare Abrüstungsverifikation wurden im Expertengremium IPNDV („International Partnership for Nuclear Disarmament Verification“), dem Prof. Dr. Gerald Kirchner als einer von drei vom Auswärtigen Amt benannten deutschen Vertretern angehört, diskutiert. So

wurde auch die Auswertung der IPNDV-Messtechnik-Demonstration in Mol, Belgien, im Rahmen des „Technology tracks“ abgeschlossen und einige Erkenntnisse direkt in die Planung einer weiteren praktischen Übung zur Weiterentwicklung von Inspektionskonzepten einbezogen.

Die für November 2021 angesetzte Fortsetzung der deutsch-französischen Abrüstungsübung „NuDiVe“ musste jedoch auf Grund der Covid19-Pandemie auf das nächste Jahr verschoben werden. Sie wurde Anfang April 2022 unter dem Namen „NuDiVe 2022“ am Forschungszentrum Jülich durchgeführt mit neuer Detektortechnologie und einem anhand der Rückmeldungen aus 2019 angepasstem Inspektionskonzept. Das ZNF und seine Mitarbeiter nahmen wie schon 2019 eine zentrale Rolle bei der Planung und Durchführung ein.

Gleichzeitig macht die Entwicklung der virtuellen Version „NuDiVe-VR“ große Fortschritte. Finanziert vom Auswärtigen Amt entsteht in Kooperation mit der Hamburger Hochschule für Angewandte Wissenschaften (HAW) eine Umgebung, die ermöglicht, in Virtual Reality und über das Internet Übungen und Prozeduren zur Abrüstungsverifikation als Training oder als Abrüstungsübung mit verteilten Rollen durchzuführen. Nachdem die Grundlagenarbeiten 2021 abgeschlossen wurden, stehen schon einige wesentliche Verifikationstechnologien in der Simulation zur Verfügung: eine umfassende Kameraüberwachung ebenso wie Hand- und Portaldetektoren zur Strahlungsmessung.

Unterstützend laufen wissenschaftliche Projekte, welche die Verwendung von



Neutronendetektor in Virtual Reality

Strahlungsdetektion im Abrüstungskontext beleuchten. Dabei kommen vor allem Monte-Carlo-Simulationen des Teilchentransports zum Einsatz. Die Detektierbarkeit von Spaltmaterialien in unterschiedlichen Containern und Abschirmungen steht weiter im Mittelpunkt, hinzugekommen sind Forschungsprojekte über die Detektorantwort und den Einfluss verschiedener Umgebungsfaktoren, welche die Messung beeinflussen, beispielsweise die Position und Zusammensetzung von Betonwänden. Diese Untersuchungen geben Informationen über die Machbarkeit von Strahlungsmessungen zur Identifizierung von Spaltmaterialien im Abrüstungskontext und ermöglichen außerdem, Strahlungsmessungen in „NuDiVe-VR“ realistisch zu simulieren.

Mit diesen Fragen waren auch zwei Masterarbeiten und eine Bachelorarbeit beschäftigt, die 2021 am ZNF fertig gestellt wurden. Eine Dissertation zum Thema wurde fortgesetzt.



Virtuelles Labor mit Waffencontainer in NuDiVe-VR.

Im August 2022 konnte auch nach langer Verzögerung die Zehnte Überprüfungs-konferenz des Atomwaffensperrvertrags („NPT Review Conference“) stattfinden. In der Ständigen Vertretung der Bundesrepublik Deutschland fand zu diesem Anlass ein Expertenpanel zu NuDiVe

statt, bei dem die Delegierten und Gäste auch in NuDiVe-VR eintauchen konnten.



Interessierte Besucher der NuDiVe-VR-Vorführung auf der NPT RevCon.

Forschungsgruppe INFABRI (interdisziplinäre Forschungsgruppe zur Analyse biologischer Risiken)

In der Arbeitsgruppe INFABRI sind die ZNF-Projekte mit lebenswissenschaftlichen Bezügen vereint. Derzeit sind dies die BMBF-geförderte Nachwuchsgruppe BIGAUGE, das gemeinsam mit dem IFSH, der HSFK und der Universität Gießen beim BMBF eingeworbene vierjährige Verbundprojekt CBWnet sowie einige langjährige Aktivitäten zu biologischen Waffen und Rüstungskontrolle, wie etwa die jährliche Analyse der Vertrauensbildenden Maßnahmen im Biowaffenübereinkommen.

Projekt „BIGAUGE“

2021 wurde die BMBF-finanzierte Nachwuchsgruppe BIGAUGE (Biologische Ge-

fahren: Integrierte Abschätzung von Risiken) mit ihren neun interdisziplinären wissenschaftlichen Mitarbeiterstellen (4 PostDocs inkl. Nachwuchsgruppenleiter, 5 Promovierende) kostenneutral um ein Jahr bis zum 31. Mai 2023 verlängert. Das Projekt hat mit der Konstruktion eines Software-basierten Tools zur Modellierung von Krankheitsausbreitung und der integrierten Bewertung von Risiken einen stark praxisorientierten Anteil, der 2021 im Rahmen einer vielversprechenden Testphase mit behördlichen Nutzern in die praktische Anwendung gegangen ist und nun zur Freigabe vorbereitet wird. Für und gemeinsam mit der Hamburger Gesundheitsbehörde wird regelmäßig die COVID-19 Inzidenz für die Stadt Hamburg modelliert. Daraus hat sich die bereits zuvor bestehende Be-

ziehung zum hafen- und flughafenärztlichen Dienst der FHH intensiviert und soll nach Möglichkeit auch in anderen Projekten fortgesetzt werden.

Auch die Dissertationsarbeiten haben trotz der Einschränkungen durch die COVID-19 Pandemie (Laborschließungen, Wegfall von Interviewreisen, Umstellung von Studiendesigns) erhebliche Fortschritte gemacht.

Teilprojekt „Lebenswissenschaften“

Dieses ist unterteilt in die Unterpakete Laborbasierte Risikoanalyse von Genomeditierungstechnologien (mit der Fertigstellung der Dissertation abgeschlossen), Risikoanalyse neuartiger biotechnologischer Verfahren aus der Perspektive der zivilen Sicherheitsforschung und die Analyse von Risiken für die zivile Sicherheit durch Unfälle in biotechnologischen Anlagen.

Die experimentellen Studien zur laborbasierten Einschätzung von Risiko- und Missbrauchspotenzialen neuartiger Genomeditierungstechniken am Beispiel von CRISPR/Cas9 als molekulares Werkzeug wurden abgeschlossen. Im Rahmen einer disziplinären Doktorarbeit wurden in der Abt. Mikrobiologie und Biotechnologie (AG Prof. Dr. W. Streit) der Universität Hamburg Versuche durchgeführt, die eine Einschätzung der Anwendbarkeit von CRISPR/Cas9 für die gezielte Genomeditierung von Bakterien erlauben sollen. Die Technologie wurde zunächst an dem Modellorganismus *E. coli* im Labor etabliert; anschließend wurde am Beispiel eines Reportergens Effizienz und Effektivität der Genommanipulation erfasst und analysiert. Dieses Genomeditierungsprotokoll wurde für den in

der Doktorarbeit relevanten Modellorganismus *Burkholderia plantarii* (urspr. Systematik: *B. glumae*) adaptiert. Diese Arbeiten waren bereits für das Jahr 2020 geplant, mussten aber wegen der durch die Coronaviruspandemie bedingten Einschränkungen des Laborzugangs mehrfach unterbrochen werden. Trotzdem konnten Effizienz- und Spezifitätstestungen durchgeführt werden, um für die Risikobewertung aussagekräftige Daten zu erhalten. Zudem wird in der Doktorarbeit die Regulation des endogenen CRISPR/CAS-Systems in dem Modellorganismus *B. plantarii* genauer untersucht. Hier wurde die experimentelle Arbeit ebenfalls stark durch die Coronaviruspandemie zurückgeworfen; dennoch konnte die Arbeit nun erfolgreich abgeschlossen werden. Im sozialwissenschaftlichen Teilprojekt wird die Arbeit an dieser Thematik dahingehend fortgeführt, dass Herausforderungen von Regulierbarkeit und der Entwicklung von *Governance*-Ansätzen analysiert werden.

Im Fokus der Aktivitäten zur Risikobewertung neuartiger Biotechnologien stehen die Analyse und ggf. Weiterentwicklung verschiedener Risikobewertungsalgorithmen zur Erkennung von Missbrauchspotenzialen neuer (Bio-) Technologien. Mit neuem Personal (zwei promovierte Mikrobiolog*innen) wird diese Thematik seit Juni 2022 neu aufgerollt. Es wird eine Analyse bestehender und neuer Technologien, Agenzien, Akteure und Anwendungsziele erstellt, um diese Parameter, aufbauend auf bestehenden Ansätzen, in einem neuen Risikoanalysemechanismus bewertbar zu machen.

Unfälle in biotechnologischen Anlagen

Unfälle in der Biotechnologie können in Ausprägung und Folgen sehr unterschiedlich sein bis hin zur unbeabsichtigten Auslösung von Epidemien und Pandemien bei der Freisetzung hochansteckender Pathogene. Folgende Kategorien von Unfällen in der Biotechnologie lassen sich voneinander abgrenzen:

- (1) Infektionen oder Vergiftungen von Labormitarbeitern oder Versuchstieren,
- (2) unkontrollierter Austritt von infektiösem oder toxischem Material mit Schädigung von Menschen oder Tier- und Pflanzenpopulationen,
- (3) unbeabsichtigte Weitergabe von infektiösen oder toxischen Materialien.

Die Bewertung von Unfällen in der Biotechnologie soll nicht nur auf der Basis von Einzelfallszenarien, sondern auch durch generische, wirkungsorientierte Risikoanalyseverfahren erfolgen. Eine umfangreiche Recherche zu der Thematik wurde durch eine Studentische Hilfskraft und im Rahmen eines Werkvertrags durchgeführt.

Teilprojekt „computergestützte Modellierung“

Trotz erheblicher Ausfallzeiten beim Personal (je ein halbes Jahr aufgrund von Elternzeit bzw. Krankheit in 2021) konnte das in diesem Teilprojekt verankerte Modellierungstool (zunächst in einer Testversion) zur Anwendungsreife gebracht werden. Derzeit werden auf Grundlage der Rückmeldungen weitere Verbesserungen implementiert. Das Tool soll Infektionsdynamiken auch

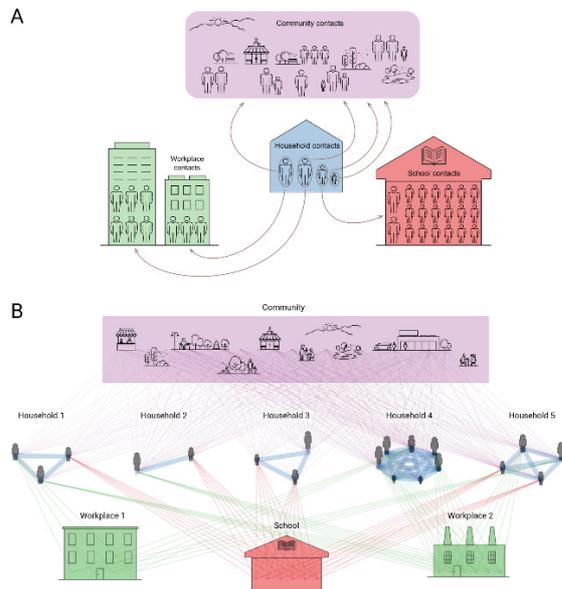
in Beziehung zu weiteren für die behördliche Planung geeigneten Parametern setzen. Zur Erweiterung der Erregersteckbriefe wurden durch Beiträge aus allen Teilprojekten im Sinne eines Bezugs auf zivile Gefahrenlagen daher auch Abfragen eingebaut, die u.a. Ressourcenbedarfe (z.B. Persönliche Schutzausrüstungen) oder Präventionsmaßnahmen (z.B. Impfstoffe) adressieren. In Zusammenarbeit mit dem sozialwissenschaftlichen Teilprojekt wurden außerdem Texte erarbeitet, die Nutzern bei der Deutung der erstellten Diagramme zusätzliche Informationen bereitstellen.

Angesichts der Covid-19 Pandemie standen und stehen große Teile dieses Vorhabens vor der spannenden Aufgabe, ein bis dato generisch modelliertes Ereignis empirisch zu begleiten und die dynamischen Daten mit Relevanz für das Feld der zivilen Sicherheit aufzunehmen und zu strukturieren.

Die Erarbeitung von Erregersteckbriefen wurde vorangetrieben; es wurden dabei Krankheiten ausgewählt, von denen angenommen wird, dass besondere sicherheitsrelevante Gefahren von ihnen ausgehen, und die dazugehörigen Szenariodateien erstellt. Ausgehend von diesen Voreinstellungen können die Nutzer wesentliche Parameter der Krankheiten auch variieren, um mögliche Veränderungen der Erreger zu simulieren.

Außerdem hat das „Agentenmodell“, das als autonomes Modul in die Software integriert werden soll, große Fortschritte gemacht. In solchen Modellen werden die Heterogenität in der Bevölkerung (z.B. Alter, Beruf, Wohnort) und die Modellierung komplexer Kontaktnetzwerke berücksichtigt. Des Weiteren

können politische Maßnahmen als Objekte in das Programm eingebaut und deren Einfluss auf das Infektionsgeschehen ausgewertet werden.



Beispielhafte Darstellung von Kontaktnetzwerken, wie sie im Agentenmodell als Grundlage dienen.

Die Auswahlmöglichkeiten sollen sich auf Städte, Landkreise, Bundesländer und Deutschland richten. Dabei werden Daten des statistischen Bundesamtes (z.B. hinsichtlich der Altersstruktur) innerhalb eines Bundeslandes in die Berechnung einbezogen. Mit dem Ziel, die Modul-Komponenten einfach, übersichtlich und erweiterbar zu halten, wurde vorab ein Entwurf der Softwarearchitektur erstellt. Darin wurden verschiedene in sich abgeschlossene Programmteile und deren Schnittstellen definiert. Bisher wurde der Code für die Programmteile "Start Up", "Simulator", „People“ und „Networks“ entwickelt. Zum Teil noch in Bearbeitung sind derzeit die Programmteile "Interventions", "Public Health Regulator" und "Epidemic Spreader".

Teilprojekt „Sozialwissenschaftliche Beiträge zur Analyse biologischer Risiken“

Im sozialwissenschaftlichen Dissertationsprojekt zur institutionellen Bewältigung biologischer Lagen wurde die Analyse der Auswirkungen der Ebolakrise in Westafrika (2014-2016) auf internationale Governance-Prozesse hinsichtlich der Vorsorge- und Bewältigungskapazitäten für biologische Lagen abgeschlossen.

Hinsichtlich der Coronaviruspandemie in Deutschland wurden mithilfe von 13 studentischen Hilfskräften die Bekämpfungsmaßnahmen auf Ebene der Bundesländer in der ersten Phase der Pandemie systematisch erfasst und nach einem iterativ entwickelten Schema codiert, um eine Vergleichbarkeit der Maßnahmenintensität zu erzeugen. Der so entstandene Datensatz wird derzeit aufbereitet und ausgewertet. Aus der Steuerungsperspektive soll hierbei untersucht werden, welchen Einfluss die informellen Bund-Länder-Beschlüsse auf die Harmonisierung der Maßnahmen hatten. Des Weiteren können ggf. durch Korrelationsanalysen mit epidemiologischen Kennzahlen Rückschlüsse auf die Wirksamkeit einzelner Maßnahmen erfolgen.

Im soziologischen Promotionsprojekt wurde die Fokussierung auf die Wissens- und wissenssoziologischen Aspekte und dabei vor allem auf Nichtwissen, Szenarioplanung und Vorbereitungslogiken ausgearbeitet und vertieft. Diese theoretische Perspektive wurde

erweitert, ausgebaut und für die Dissertation verschriftlicht.

Die Entwicklungen der Covid-19 Pandemie begleiten die Arbeit weiterhin sowohl auf forschungspraktischer Ebene als auch gegenstandsbezogen. Aufgrund der Problematik der lange beschränkten Möglichkeit Expert*inneninterviews zu führen, insbesondere im Bereich des Öffentlichen Gesundheitsdiensts (Überlastung der Behörden) wurde die empirische Ausrichtung neu orientiert. Dabei wird die aktuelle Pandemie einen eigenen Anteil einnehmen und die Thematisierung des Nichtwissens, von Vorbereitungen und damit verbundenen Logiken im Rahmen öffentlicher Verlautbarungen der entsprechenden Stellen des öffentlichen Gesundheitswesens in Pressekonferenzen in den Blick genommen.

Einen weiteren zentralen Punkt nahm die interdisziplinäre Arbeit am Softwaretool ein. Das Einbringen sozialwissenschaftlich informierter Zusatzinformationen zur Risiko- und Krisenwahrnehmung wurde fortgesetzt. Zudem wurde in Zusammenarbeit mit der Modellierung die Darstellung weiterentwickelt und präzisiert, um die technischen Möglichkeiten vollständiger ausnutzen zu können.

Im politikwissenschaftlichen Promotionsprojekt zur Governance von Dual-Use Forschung wurden im vergangenen Jahr signifikante Fortschritte erzielt. Die durch die Corona-Pandemie notwendig gewordenen Anpassungen in Theorie und Methode sind dabei fast abgeschlossen und werden zurzeit durch Diskussionen innerhalb der verschiedenen Formate finalisiert. Allerdings wirkt sich die andauernde Corona-Situation weiter auf den Zugang zu Interviews aus.

Die veränderte Herangehensweise hat zu neuen Ansätzen in der Risikobewertung geführt. Diese sollen in enger Abstimmung mit dem lebenswissenschaftlichen Teilprojekt ausgearbeitet und bewertet werden.

Neues Projekt CBWnet

Das vierjährige BMBF-Verbundprojekt „Die Normen gegen Chemie- und Biowaffen umfassend stärken: Das Kompetenznetz CBW“ (CBWnet) wird gemeinsam vom Berliner Büro des Instituts für Friedensforschung und Sicherheitspolitik (IFSH) an der Universität Hamburg, der Professur für Öffentliches Recht und Völkerrecht an der Justus-Liebig-Universität Gießen, dem Leibniz-Institut Hessische Stiftung Friedens- und Konfliktforschung (HSFK) und dem ZNF durchgeführt, um Möglichkeiten zu identifizieren, wie die Normen gegen Chemie- und Biowaffen (CBW) umfassend gestärkt werden können. Diese sind in den vergangenen knapp zwei Jahrzehnten zunehmend unter Druck geraten, beispielsweise durch den wiederholten Einsatz chemischer Waffen in Syrien. Das Vorhaben untersucht aus interdisziplinärer Perspektive die Einflussfaktoren, Ausprägungen und Auswirkungen von Normenkontestation in den CBW-Verbotsregimen. Dies schließt die umfassende Untersuchung der normativen Gefüge in den Regimen ebenso ein wie die Analyse der möglichen Konsequenzen, die sich durch technologische Entwicklungen, globale sicherheitspolitische Dynamiken sowie Risiken durch terroristische Akteure für die CBW-Verbotsregime ergeben. Dort, wo die Forschungsergebnisse auf Herausforderungen oder eine Schwächung der Normen

hinweisen, entwickeln die Verbundbeteiligten Vorschläge zu deren Erhaltung, Stärkung und einer erhöhten Resilienz. Am ZNF sind bis April 2026 zwei Stellen im Projekt angesiedelt.

Weitere Tätigkeiten zur Thematik Biologische Waffen und Rüstungskontrolle

2021 haben das Experten- und das Vertragsstaatentreffen im Biowaffenübereinkommen nur im Hybridformat stattgefunden. Bereits im zweiten Jahr sind das wissenschaftliche Begleitprogramm sowie das Treffen der Expertencommunity in wesentlichen Teilen ausgefallen, so dass die gewohnten akademischen Kontakte und Angebote der Politikberatung auch 2021 stark eingeschränkt waren. Trotzdem wurde der jährliche Reader zu den veröffentlichten Vertrauensbildenden Maßnahmen im Biowaffenübereinkommen 2021 grundlegend überarbeitet und in Genf präsentiert. Der Reader 2022 ist bereits in Arbeit. Weiterhin wurden die Arbeitskontakte zu UNIDIR intensiviert und zur Publikation zum BWÜ-Artikel X zu technisch-

wissenschaftlicher Kooperation beigetragen.

Aufgrund der COVID-19 Pandemie ist der Arbeitskreis „Abrüstung und Nichtverbreitung biologischer und chemischer Waffen“ erstmals seit seiner Gründung vor vielen Jahren ausgefallen. Das nächste Treffen wird nach den Überprüfungskonferenzen von BWÜ und CWÜ stattfinden.

Curriculum “Friedensbildung/Peacebuilding“ 2022

Das Lehrangebot "Friedensbildung/Peacebuilding" steht als interdisziplinäres Lehrangebot Studierenden aller Fakultäten der Universität Hamburg offen. Im Wintersemester 2021/22 und Sommersemester 2022 haben viele Studierende unterschiedlichster Studiengänge an insgesamt vierzehn Veranstaltungen der

Friedensbildung teilgenommen, zunächst in online-Formaten, dann wieder in Präsenz.

Der Initiativkreis setzt sich aus Lehrenden aus sieben Fakultäten der Universität zusammen.

Beratend wirken in der Stadt Hamburg wirkende soziale Organisationen mit sowie national und international vernetzte Wissenschaftler in den Bereichen Friedensbildung und Peacebuilding. Die Initiative konzentriert sich auf die Analyse der Entwicklung von Konflikten

und Konfliktpotenzialen sowie der Fördermöglichkeiten von Friedens- und Kooperationsbestrebungen. Den Schwerpunkt des in diesem Sinne ausgerichteten Lehrangebots bildet ein einjähriges Zertifikatsstudium mit vier Veranstaltungen (Vorlesung, zwei Seminare, Sommerkurs oder Exkursion). Hier wer-

den zudem Methoden zur Konfliktprävention, zur konstruktiven Konfliktbewältigung und Versöhnung an Studierende vermittelt und fortentwickelt. Ein Höhepunkt des Zertifikatsstudiums ist der Sommerkurs "Raus aus deiner Bubble - Kontroverse Orte in Hamburg erkunden."

Ausgewählte Lehrveranstaltungen des ZNF 2021

Vorlesung "Naturwissenschaft, Gesellschaft, Verantwortung" (SoSe 2021)

Hermann Held; Mirko Himmel; Gerald Kirchner; Gesine Schütte

Seminar „Klima, Konflikte und nachhaltige Entwicklung“ (SoSe 2021)

Hermann Held; Gerald Kirchner; Jürgen Scheffran

Vorlesung „Physikalische Grundlagen der Friedensforschung“ (SoSe 2021)

Gerald Kirchner

Seminar „Aktuelle Fragen der Naturwissenschaftlichen Friedensforschung“ (SoSe 2021)

Gerald Kirchner

Vorlesung "Biologische Grundlagen der Friedensforschung" (SoSe 2021)

Mirko Himmel; Gunnar Jeremias; Jürgen Scheffran; (SoSe 2022) Gunnar Jeremias; Jürgen Scheffran

Seminar „Risikopolitik am Beispiel moderner Biotechnologie“ (SoSe 2021)

Gerald Kirchner; Hares Sarwary

Carl-Friedrich von Weizsäcker-Friedensvorlesung: „Klima, Konflikte und nachhaltige Entwicklung“ (SoSe 2021)

Hermann Held; Gerald Kirchner; Jürgen Scheffran

Seminar „Transformationskonflikte einer nachhaltigen Entwicklung auf nationaler und EU- Ebene“

*(WiSe2021/22)
Gesine Schütte*

Proseminar „Strahlung und Strahlenschutz“ (WiSe2021/22)

Gerald Kirchner; Kai Rothkamm

Carl Friedrich von Weizsäcker-Friedensvorlesung: „Seuchen, Biowaffen, Pandemien - ein interdisziplinärer Blick auf Covid-19“ (WiSe2021/22)

Gerald Kirchner; Gunnar Jeremias; Hares Sarwary

Lehrveranstaltungen Friedensbildung**Ringvorlesung Friedensbildung –
Grundlagen und Fallbeispiele***Teil A: Konfliktfelder und Konfliktdynamiken**Teil B: Konfliktprävention und Vermittlung in Konflikten**Nils Zurawski***Sommeruniversität 'Dialog und Zweifel
in offenen Gesellschaften'***Gordon Mitchell, Alexander Redlich,
Sigird Happ, Jens Rogmann, Hartwig
Spitzer***Hassrede durchschauen - Rechtsex-
treme Mobilisierungsstrategien in so-
zialen Netzwerken und angemessener
Umgang damit***Christian Göhring***Workshop: Kreativität und Achtsamkeit***Sigrid Happ, Gabriele Rabkin***Zivilcourage können alle!***Tanja Witten***Publikationen**

Burck, K.; Krin A.
Giftstoffe und Chemieanlagen im Krieg
Nachrichten aus der Chemie, 8-11, De-
zember 2022.

Frieß, J.; Giese, B.; Jeremias, G.
Conflict Scenarios for Novel Invasive En-
vironmental Biotechnologies
Technological Forecasting & Social
Change (in Überarbeitung)

Gärtner, H.

Die USA, der Iran und das Nuklearab-
kommen

Nötzold, A.; Götsche, M.; Heinrich, J.;
Jeremias, G. (Hrsg.)

Nomos-Schriftenreihe Nichtverbreitung,
Abrüstung & Rüstungskontrolle (2022)

Kreutle, M.; Borella, A.; Kirchner, G.

Validating Gent4 with Monte Carlo sim-
ulations in the context of nuclear dis-
armament verification

Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. A
(in Vorbereitung)

Sarwary, H.; Opper, J.

„Now Is Not The Time For Parties!“. The
Construction Of Public Health, Problem-
atic Youth And Moral Panic

Kriminologisches Journal 53(1), 63-
99 (2021)

Schumacher, H. (2022)

Multiple Streams, Open Windows, and
yet No Solution: How the Response to
the Ebola Crisis Shaped the Discourse
on Emergency Assistance under the Bio-
logical Weapons Convention

Global Governance: A Review of Multi-
lateralism and International Organiza-
tions 28, 457-485 (2022)

Sonder, S.; Prünke, C. Fischer, Y.; Kreutle,
M.; Scheunemann, J.; Kirchner, G.

On the Potential of Passive Neutron and
Gamma Signatures of Nuclear Wrecks
for Their Disarmament Verification
Science & Global Security (in Überarbei-
tung)

Sonder, S.; Hebel, S.; Prünke, C.; Kirch-
ner, G.

Impact of Concrete Building Structures on Neutron Radiation
ESARDA Bulletin 64(2), 2-9 (1922)

Tagungsbeiträge

Borella, A.; Rossa, R.; van der Meer, K.; Vittiglio, G.; Kirchner, G.; Kreutle, M.
A Measurement Campaign in Support of Technologies for Disarmament Verification
Proceedings of the INMM & ESARDA Joint Virtual Annual Meeting, 23. - 26. 8. & 30. 8.- 1. 9. 2021

Geisel-Brinck, J.; Kirchner, G.
Improved Method for Determining Uranium Enrichment from Active Delayed Neutron Measurements in the Context of Nuclear Disarmament Verification
Proceedings of the INMM & ESARDA Joint Virtual Annual Meeting, 23. - 26. 8. & 30. 8.- 1. 9. 2021

Hebel, S.
Playing to get serious: Using exercises and role-play to develop a realistic nuclear dismantlement regime
SCIENCE · PEACE · SECURITY '21: The impact of new technologies: Between destabilization and enabling resilience, Aachen, 8. - 10. 9. 2021

Hebel, N.; Kuhr, M.; Bandixen, M.; Zellermann, H.; Greule, R.; Kirchner, G.
Disarmament inspections in virtual reality – a digital implementation of the nuclear disarmament verification exercise NuDiVe
Proceedings of the INMM 63rd Virtual Annual Meeting, 24. – 28. 7. 2022

Kirchner, G.

Towards a Robust and Efficient Nuclear Disarmament Verification Concept
Proceedings of the INMM & ESARDA Joint Virtual Annual Meeting, 23. - 26. 8. & 30. 8.- 1. 9. 2021

Kirchner, G. (eingeladen)
15 Jahre physikalische Friedensforschung am ZNF: ein persönlicher Rück- und Ausblick
Virtuelle 85. Frühjahrstagung der DPG, 16. - 18. 3. 2022

Kirchner, G. (eingeladen)
Anschläge mit radioaktiven Substanzen: Der Fall Litwinenko
53. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für medizinische Physik, Aachen, 21. - 24. 9. 2022

Kreutle, M.; Borella, A.; Rossa, R.; Scholten, C.; Kirchner, G.; van der Meer, K.
Benchmarking Monte Carlo Simulations in the Context of Nuclear Disarmament Verification via Monte Carlo Simulations With GEANT4
Proceedings of the INMM & ESARDA Joint Virtual Annual Meeting, 23. - 26. 8. & 30. 8.- 1. 9. 2021

Kreutle, M.; Borella, A.; Rossa, R.; Scholten, C.; Kirchner, G.; van der Meer, K.
Zur Validierung von Monte Carlo Simulationen mit Geant4 im Rahmen nuklearer Abrüstungssimulation
Virtuelle 84. Jahrestagung der DPG, 27. 9. - 1. 10. 2021

Lippert, L.
Mapping the field of practice theory 20 years after the 'practice turn'. A systematic review

European International Studies Association (EISA), virtual conference, 13. - 17. 9. 2021

Lippert, L.

When answers foster the crises they intended to tackle: smallholders' experiences with development projects in a Tunisian dryland area

International Studies Association – Interdisciplinary Studies Section (ISA-IDSS),

Universität Kreta, Rethymno, Kreta, 17. - 19. 6. 2022

Lippert, L.; Mohammed, M.

A region at the crossroads: Agricultural production, environmental awareness and bottom-up strategies in rural Tunisia

European International Studies Association (EISA), Panteion Universität Athen, Athen1. - 4. 9. 2022

Lippert, L.

Reconfiguring 'local peace': Arenas of diffusion and the multiplicity of single stories

European International Studies Association (EISA), Panteion Universität Athen, Athen1. 1.- 4. 9. 2022

Lorenz, N.; Baron, M.; Gregor, J.; Kirchner, G.

Charakterisierung der Neutronendetektoren von Handmessgeräten mit neuartigen Detektormaterialien im Vergleich mit He-3-Zählrohren

Virtuelle 85. Frühjahrstagung der DPG 16. - 18. 3. 2002

Niemeyer, I.; Kirchner, G.; Neuneck, G.

International Partnership for Nuclear Disarmament Verification: Current Status and Future Prospects

Virtuelle 84. Jahrestagung der DPG, 27. 9. - 1. 10. 2021

Opper, J.

The mutual construction of security and technology in international debates: Dual Use Research of Concern (DURC) and the life sciences

European International Studies Association (EISA), 13.- 17. 9. 2021

Opper, J.; Ullmer, R.

Dual Use in the 21st century: We need a better concept.

SCIENCE · PEACE · SECURITY '21: The impact of new technologies: Between destabilization and enabling resilience, Aachen, 8. - 10. 9. 2021

Prünke, C.; Kirchner, G.

Authentifizierung eines nuklearen Sprengkopfes mittels passive Neutronenmessung

Virtuelle 85. Frühjahrstagung der DPG 16. - 18. 3. 2002

Reed, N.; Axelsson, A.; Kirchner, G.; Ihanola, S.; Kreutle, M.; Perajarvi, K.; Vachet, A.

Facet 3D: Fission Neutron Measurements With a Segmented Scintillation Detector

Proceedings of the INMM & ESARDA Joint Virtual Annual Meeting, 23. - 26. 8. & 30. 8.- 1. 9. 2021

Schütte, G.; Lippert, L.

On opening doors to local sites. An in-

terdisciplinary dialogue on climate adaptation initiatives between an agro-ecologist and a peace researcher
CLICCS B3 Workshop „From a Climate-Security Nexus of Conflicts to a Nexus of Synergies“, Universität Hamburg, 2. - 3. 12. 2021

Sonder, S., Scheunemann, J.; Hebel, S.; Kirchner, G.
Nuclear Disarmament Verification in Virtual Reality
Proceedings of the INMM & ESARDA Joint Virtual Annual Meeting, 23. - 26. 8. & 30. 8.- 1. 9. 2021

Sonder, S.; Kirchner, G.
Einfluss von Betonwänden auf Neutronenstrahlung
Virtuelle 84. Jahrestagung der DPG, 27. 9. - 1. 10. 2021

Sonder, S.; Kirchner, G.
Gamma-Signatur eines nuklearen Sprengkopfes
Virtuelle 85. Frühjahrstagung der DPG
16. - 18. 3. 2002

Sonder, S.; Prünte, C.; Kirchner, G.
Neutron Signature of a Two-stage Nuclear Warhead before Dismantlement
First Annual Conference of the Alva Myrdal Centre for Nuclear Disarmament, Uppsala, 19. - 21. 10. 2022

Wirstam, J.; Kirchner, G.
Technology assessment by the International Partnership on Nuclear Disarmament
First Annual Conference of the Alva Myrdal Centre for Nuclear Disarmament, Uppsala, 19. - 21. 10. 2022

Abschlussarbeiten 2021 / 2022

Dissertationen

Pablo Woelk
Erzeugung und Monte-Carlo-Simulation von intensiven, rein optisch angeregten metastabilen Krypton-Atomstrahlen
Universität Hamburg, Fachbereich Physik

Carsten Sieveke
Möglichkeiten und Grenzen einer 2D-Magneto-optischen Falle mit optischer Anregung zur Ultraspurenanalyse seltener Kryptonisotope
Universität Hamburg, Fachbereich Physik

Eva Oellingrath
Comparative Transcriptome Profiling of Expression Patterns and Regulation Mechanisms in *Burkholderia plantarii* PG1
Universität Hamburg, Fachbereich Mikrobiologie

Masterarbeiten

Jan Friedrich Joachim Scheunemann
Entwicklung und Umsetzung eines Verfahrens zur Implementierung der Neutronenstrahlungsfelder spaltbaren Materials in Virtual Reality
Universität Hamburg, Fachbereich Physik

Nikos Lorenz
Charakterisierung der Neutronendetektoren von Handmessgeräten mit

neuartigen Detektormaterialien im Vergleich mit He-3-Zählrohren
Universität Hamburg, Fachbereich Physik

Jan Geisel-Brinck
Aktive Neutronenmessverfahren im Kontext nuklearer Abrüstungsverifikation – Untersuchung des Einflusses verschiedener Kernwaffenbauteile auf Attributmessungen mittels Monte-Carlo-Simulation
Universität Hamburg, Fachbereich Physik

Vincent Paul Conrad Langmann
Implementierung und Charakterisierung einer optischen Melasse zur Kollimation eines metastabilen Krypton-Atomstrahls
Universität Hamburg, Fachbereich Physik

Bachelorarbeiten

Carina Prünke
Simulating the Neutron Signature of a Nuclear Warhead Model with the Monte Carlo-based Algorithm Geant4 in the Context of Disarmament Verification
Universität Hamburg, Fachbereich Physik

Celine Scholten
Untersuchung von Neutronenprozessen in spaltbaren Materialien bei verschiedenen Abschirmmaterialien durch Monte-Carlo-Simulationen in Geant4
Universität Hamburg, Fachbereich Physik

Lisa Däbler
Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit von Desertifikationsgegenmaßnahmen mit dem Versuch einer Eignungsableitung für die tunesische Region Bou Hedma
Universität Hamburg, Fachbereich Biologie

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