

Zweites Treffen der Vertragsstaaten des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen

Verteilung: Allgemein
27. Oktober 2023

Deutsch
Original: Englisch

New York, 27. November – 1. Dezember 2023

Punkt 11 f) i) der vorläufigen Tagesordnung*

Prüfung des Status und der Wirkungsweise des Vertrags und sonstiger für die Erreichung der Ziele und Zwecke des Vertrags maßgeblicher Sachverhalte: sonstige für die Ziele und Zwecke des Vertrags maßgebliche Sachverhalte: wissenschaftliche und technische Empfehlungen für eine wirksame Durchführung des Vertrags

Bericht der Wissenschaftlichen Beratungsgruppe über den Status von und die Entwicklungen in Bezug auf Kernwaffen, die mit Kernwaffen verbundenen Risiken, die humanitären Folgen von Kernwaffen, die nukleare Abrüstung und damit zusammenhängende Fragen

I. Einleitung

1. Auf dem ersten Treffen der Vertragsstaaten des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen wurde eine Wissenschaftliche Beratungsgruppe eingerichtet. Der Präsident des zweiten Treffens der Vertragsstaaten ernannte die Mitglieder der Beratungsgruppe, deren Amtszeit am 8. Februar 2023 begann und am letzten Tag der ersten Überprüfungskonferenz des Vertrags endet. Die Beratungsgruppe wurde auf Grundlage des Mandats in Dokument TPNW/MSP/2022/WP.6 eingerichtet, das weitere Details zum Ziel, Hintergrund und Aufgabenbereich der Gruppe beinhaltet. Bei den Mitgliedern der Gruppe handelt es sich um unabhängige Expertinnen und Experten, die als Privatpersonen tätig sind (siehe Abschn. II unten).
2. Die Wissenschaftliche Beratungsgruppe trat 2023 regelmäßig zusammen. Weitere Informationen über die Aktivitäten der Gruppe können dem Bericht der Gruppe über ihre Jahrestätigkeit (TPNW/MSP/2023/6) entnommen werden. Im Rahmen ihres Mandats übermittelt die Beratungsgruppe vorliegenden Bericht über den Status von und die Entwicklungen in Bezug auf Kernwaffen, die mit Kernwaffen verbundenen Risiken, die humanitären Folgen von Kernwaffen, die nukleare Abrüstung und damit zusammenhängende Fragen.
3. Dieser Bericht stützt sich auf öffentlich zugängliches, publiziertes Material und das Fachwissen der Wissenschaftlichen Beratungsgruppe.
4. Die Wissenschaftliche Beratungsgruppe bekundet ihre Dankbarkeit für die Unterstützung, die sie von den Vertragsstaaten des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen, dem Präsidenten des zweiten Treffens der Vertragsstaaten des Vertrags, dem Sekretariat des Büros für Abrüstungsfragen sowie von Sachverständigen, die gebeten wurden, Unterrichtungen bei den Treffen abzuhalten, erhalten hat.

* TPNW/MSP/2023/1



II. Mitglieder der Wissenschaftlichen Beratungsgruppe

5. Die Wissenschaftliche Beratungsgruppe setzt sich aus folgenden Mitgliedern zusammen:

- Kouamé Rémi Adjoumani
- Bashillah Bt. Baharuddin
- Erlan Batyrbekov
- André Johann Buys
- Jans Fromow-Guerra
- Bwarenaba Kautu
- Moritz Kütt
- Patricia Lewis
- Zia Mian
- Ivana Nikolic Hughes
- Sébastien Philippe
- Petra Seibert
- Noël Francis Stott
- Gerardo Suárez Reynoso
- K. M. Raushan Kabir Zoardar

III. Status von Kernwaffen

6. Der Vertrag über das Verbot von Kernwaffen verbietet die Entwicklung, die Erprobung, die Erzeugung, die Herstellung, den Erwerb, den Besitz oder die Lagerung von Kernwaffen sowie ihren Einsatz und die Androhung ihres Einsatzes vollumfänglich und unter allen Umständen. Nuklear bewaffnete Staaten, die beabsichtigen, dem Vertrag beizutreten, obgleich sie noch über Kernwaffen verfügen, müssen die Einsatzbereitschaft aller Kernwaffen aufheben und sie vernichten. Staaten, in deren Eigentum sich nach dem 7. Juli 2017 Kernwaffen befanden, können sich ebenfalls entscheiden, ihre Waffen vor Vertragsbeitritt zu vernichten.

7. Im vorliegenden Abschnitt wird der Status von Kernwaffen in den neun nuklear bewaffneten Staaten erörtert, einschließlich der Waffenbestände und Fähigkeiten von Waffen, der Modernisierungsanstrengungen sowie des Bestands an Plutonium und an hochangereichertem Uran – den Spaltmaterialien, die die Kernspaltungs-Kettenreaktion aufrechterhalten. Der Abschnitt stützt sich auf unabhängige Analysen und Schätzungen sowie die begrenzten offiziellen Daten, die zur Verfügung stehen.

Waffenbestände

8. Nuklear bewaffnete Staaten erweitern ihre Bestände um neue Waffen oder neue Wirkungsmöglichkeiten. Anfang 2023 befanden sich schätzungsweise 12.500 atomare Gefechtsköpfe (von denen die meisten durch Flugkörper und einige als Bomben zum Einsatz gebracht werden können) in den weltweiten Beständen, einschließlich circa 3.000 ausgemusterter Gefechtsköpfe, die auf ihre Zerlegung warten (siehe Tabelle 1).¹ Weltweit befinden sich die meisten Waffen in Lagern, und sind nicht stationiert und einsatzbereit. Die Vereinigten Staaten von Amerika und die Russische Föderation verfügen über etwa 90 Prozent aller Gefechtsköpfe. Seit der Vertrag über das Verbot von Kernwaffen zur Unterzeichnung aufgelegt wurde, haben zwei Länder (die Vereinigten Staaten und Frankreich) ihre militärischen Kernwaffenbestände unabhängigen Schätzungen zufolge

¹ Hans M. Kristensen et al., „Status of world nuclear forces“, Federation of American Scientists, Blog, 31. März 2023. Die Daten zu einsatzbereiten Waffen und zur Sprengkraft stammen aus einem privaten Schriftverkehr des Autors mit Matt Korda und Hans Kristensen (Federation of American Scientists). Für Waffen mit variierender Sprengkraft werden Maximalwerte für die Sprengkraft angegeben.

reduziert.² Die militärischen Bestände aller anderen Staaten werden nunmehr höher eingeschätzt. Manche Schätzungen sind sehr unsicher.

Tabelle 1
Geschätzte Zahl der atomaren Gefechtsköpfe nach Ländern

	Gefechtsköpfe insgesamt	Gefechtsköpfe in Alarmbereitschaft	Zur Zerlegung vorge-sehene Gefechtsköpfe	Entwicklung der Bestände an militärischen Gefechtsköpfen seit der Vertrag über das Verbot von Kernwaffen zur Unterzeichnung aufgelegt wurde	Sprengkraft der einsatzbereit stationierten und gelagerten Gefechtsköpfe (Megatonnen TNT-Äquivalent)
Russische Föderation	5.900	950	1.400	gestiegen	980
Vereinigte Staaten von Amerika	5.240	840	1.540	zurückgegangen	860
China	410	–	–	gestiegen	130
Frankreich	290	80	–	zurückgegangen	29
Vereinigtes Königreich Großbritannien und Nordirland	230	50	–	gestiegen	23
Pakistan	170	–	–	gestiegen	3,4
Indien	160	–	–	gestiegen	4,1
Israel	90	–	–	gestiegen	2,5
Demokratische Volksrepublik Korea	30	–	–	gestiegen	1,5
Gesamtsumme	12.520	1.920	2.940	Steigend	2.030 Megatonnen

Quelle: Federation of American Scientists.

Anmerkung: Auf 10 atomare Gefechtsköpfe gerundet. Die Gesamtzahl umfasst einsatzbereit stationierte, gelagerte und ausgemusterte Gefechtsköpfe. Einsatzbereite Gefechtsköpfe sind auf Waffen montiert, die von landgestützten Raketensilos, mobilen Flugkörperstartgeräten und patrouillierenden U-Booten aus zum Einsatz gebracht werden können.

9. Die Gesamtzahl der Gefechtsköpfe ist seit dem Höhepunkt in den 1980er-Jahren stark zurückgegangen. In den 1990er-Jahren wurden von den Vereinigten Staaten und der Russischen Föderation jährlich bis zu mehrere Tausend Gefechtsköpfe unbrauchbar gemacht. Die Zerlegung ausgemusterter atomarer Gefechtsköpfe ist stark zurückgegangen, während sich die Priorität auf die Verlängerung der Lebensdauer und die Modernisierung der Gefechtsköpfe verlagert hat. Gleichzeitig werden die weltweiten Waffenbestände nach wie vor aufgestockt. Der jährliche Abbau der weltweiten Bestände an atomaren Gefechtsköpfen ist heute deutlich geringer als noch vor fünf Jahren.

10. Kein nuklear bewaffneter Staat liefert regelmäßig aktuelle Informationen über seinen Bestand atomarer Gefechtsköpfe. Die Vereinigten Staaten waren im Vergleich am transparentesten. Das Land hat Angaben gemacht, einschließlich historischer Daten, doch mit der Zeit wurden diese Angaben unregelmäßiger. Seit 2021 haben die Vereinigten Staaten keine Daten mehr zu ihren Beständen veröffentlicht.³

11. Frankreich macht gelegentlich Angaben zum Gesamtumfang seiner Bestände. Die jüngsten Zahlen stammen aus 2020⁴.

12. Auch das Vereinigte Königreich Großbritannien und Nordirland hat in Einzelfällen Informationen über seine Bestände veröffentlicht, zuletzt 2021 einen Grenzwert für seine

² Waffen, die auf die Zerlegung warten, wurden hier nicht berücksichtigt. Die Angaben stützen sich auf die Schätzungen des Stockholm International Research Institute, *SIPRI Yearbook 2018: Armaments, Disarmament and International Security* (Oxford University Press, 2018), und des Stockholm International Research Institute, *SIPRI Yearbook 2023: Armaments, Disarmament and International Security* (Oxford University Press, 2023).

³ United States of America, Department of State, „Transparency in the U.S. nuclear weapons stockpile“, 5. Oktober 2021.

⁴ Rede des französischen Staatspräsidenten Emmanuel Macron an der Ecole de guerre zur Verteidigungs- und Abschreckungsstrategie, 7. Februar 2020. Verfügbar unter: <https://de.ambafrance.org/Rede-des-franzosischen-Staatsprasidenten-zur-Verteidigungs-und->

Bestände.⁵ Das Vereinigte Königreich hat die Obergrenze für seine Bestände jüngst auf 260 atomare Gefechtsköpfe angehoben und stockt sein Arsenal nun womöglich von derzeit 225 auf, um diese Grenze zu erreichen.

13. China, die Demokratische Volksrepublik Korea, Indien, Israel, Pakistan und die Russische Föderation haben nie Angaben zum Gesamtumfang ihrer jeweiligen Bestände veröffentlicht.

14. Vor der Aussetzung des neuen Vertrags über die Reduzierung und Begrenzung der strategischen Offensivwaffen (Neuer START-Vertrag) durch die Russische Föderation 2023 tauschten die Vereinigten Staaten und die Russische Föderation regelmäßig Informationen über die Gesamtzahl der einsatzbereit stationierte strategischen Gefechtsköpfe und Abschussrampen aus und gaben sie öffentlich bekannt, wobei vertragspezifische Regeln für die Zählung der Gefechtsköpfe angewendet wurden. Die Zukunft vergleichbarer Transparenzfördernder Maßnahmen ist ungewiss.

15. Die Sprengkraft ist eine wichtige Kennzahl, die die zerstörerische Energie von Kernwaffen und somit ihre Folgen für Mensch und Umwelt verdeutlicht. Sie wird als die Energie gemessen, die bei einer atomaren Explosion freigesetzt wird, und wird in der Regel in Kilotonnen (das Tausendfache einer Tonne) oder Megatonnen (das Millionenfache einer Tonne) TNT-Äquivalent angegeben. TNT ist ein chemischer Sprengstoff. Die derzeitigen Bestände der Russischen Föderation und der Vereinigten Staaten haben eine geschätzte Gesamtsprengkraft von jeweils mehr als 800 Megatonnen TNT-Äquivalent. Die Gesamtsprengkraft des kleinsten Kernwaffenbestands, des Arsenal der Demokratischen Volksrepublik Korea, wird mit 1,5 Megatonnen TNT-Äquivalent beziffert. Das entspricht in etwa der hundertfachen Sprengkraft der Atombombe, die auf Hiroshima abgeworfen wurde. Die meisten Gefechtsköpfe in den weltweiten Beständen haben eine individuelle Sprengkraft von mehreren 100 Kilotonnen TNT-Äquivalent. Manche Gefechtsköpfe verfügen über eine Sprengkraft von nur einem Bruchteil einer Kilotonne TNT-Äquivalent, andere jedoch von mehreren Megatonnen TNT-Äquivalent. Manche Gefechtsköpfe besitzen eine einstellbare Sprengkraft.

Modernisierung

16. Alle nuklear bewaffneten Staaten modernisieren ihre Kernwaffen und Trägersysteme, wobei die Entwicklungszeiten sich oft über Jahrzehnte erstrecken und die erwartete Lebensdauer der Waffensysteme in manchen Fällen bis zu 50 Jahre oder mehr beträgt.

17. Die Vereinigten Staaten modernisieren derzeit fünf unterschiedliche Typen atomarer Gefechtsköpfe, und vier zusätzliche Gefechtskopftypen sind in der nahen Zukunft geplant.⁶ Zudem wird ihre Atombomberflotte einer Modernisierung unterzogen und ein neues Modell eines interkontinentalen ballistischen Flugkörpers entwickelt, dessen Lebensdauer sich bis 2075 erstrecken soll.⁷ Die Lebensdauer bereits existierender U-Bootgestützter ballistischer Flugkörper wird bis 2084 verlängert. Neue luftgestützte Marschflugkörper sollen 2030 in Betrieb genommen werden.⁸ Auch die Entwicklung eines neuen atomar bestückten, seegestützten Marschflugkörpers ist im Gespräch.⁹

18. Modernisierungsanstrengungen der Russischen Föderation umfassen die Erneuerung von Waffen aus der Sowjetzeit, darunter silogestützte und straßentransportfähige, interkontinentale ballistische Flugkörper, U-Boote, strategische Bomber sowie luft- und

⁵ United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, Cabinet Office, *Global Britain in a Competitive Age: The Integrated Review of Security, Defence, Development and Foreign Policy* (2021).

⁶ United States, Department of Energy, National Nuclear Security Administration, *Fiscal Year 2023: Stockpile Stewardship and Management Plan – Biennial Plan Summary*, Report to Congress (Washington, D.C., 2023).

⁷ Air Force Nuclear Weapons Centre, Office of Public Affairs, „Fact sheet: LGM-35A Sentinel“, April 2022.

⁸ Hans M. Kristensen und Matt Korda, „United States nuclear weapons, 2023“, *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol. 79, Nr. 1 (Januar 2023).

⁹ Bryant Harris, „GOP moves to instate sea-launched cruise missile nuclear program“, *Defense News*, 21. Juni 2023.

bodengestützte Marschflugkörper. Jüngst ausgemusterte U-Boote waren fast 40 Jahre alt.¹⁰ Bei einer vergleichbaren Lebensdauer dürften neue U-Boote bis 2063 im Einsatz bleiben. Die Russische Föderation hat unlängst damit begonnen, den Hyperschall-Gleiter Avangard einsatzbereit zu stationieren, und entwickelt neue nukleare Waffensysteme, unter anderem den interkontinentalen ballistischen Flugkörper Sarmat, den nuklear betriebenen Unterwasser-Torpedo Poseidon und den nuklear betriebenen Marschflugkörper Burevestnik.¹¹

19. China hat die Zahl seiner Raketensilos für interkontinentale ballistische Flugkörper deutlich erhöht, auch wenn diese bislang nicht mit Raketen bestückt wurden. Es entwickelt derzeit einen neuen interkontinentalen ballistischen Flugkörper und hat bereits ein Flugkörpersystem mit partieller Umlaufbahn (FOBS) getestet. Zudem hat China sechs mit U-Boot-gestützten ballistischen Flugkörpern ausgestattete U-Boote im Einsatz, fährt seit 2021 nahezu durchgehend Patrouillen auf hoher See und entwickelt derzeit ein neues U-Boot mit einer erwarteten Lebensdauer von 40 Jahren. Seit 2018 sieht China zudem einige seiner Bomber für nukleare Einsätze vor und arbeitet aktuell an einem neuen Luftfahrzeug und neuen luftgestützten Marschflugkörpern für Kernwaffeneinsätze.¹²

20. Die U-Boot-Flotte des Vereinigten Königreichs soll zu Beginn der 2030er-Jahre erneuert werden. Wann die U-Boot-gestützten ballistischen Flugkörper ersetzt werden, hängt von den Vereinigten Staaten ab, die diese an das Vereinigte Königreich verpachten.¹³ Ein Modernisierungsprogramm für atomare Gefechtsköpfe des Vereinigten Königreichs ist im Gange, ist aber vom Entwicklungsprogramm des W93-Sprengkopfes der Vereinigten Staaten abhängig.¹⁴

21. Frankreich entwickelt derzeit die dritte Generation seiner atomar bestückten U-Boote, die 2035 einsatzbereit sein werden.¹⁵ Das Ende ihrer Betriebszeit wird auf 2090 terminiert.¹⁶ Für den atomar bestückten, luftgestützten Marschflugkörper wird derzeit ein Überholungs- und anschließend ein Modernisierungsprogramm durchgeführt.¹⁷

22. Die Informationen zu Israels Beständen sind sehr begrenzt und höchst unzuverlässig. Es wird davon ausgegangen, dass Israels wichtigste Trägersysteme für Kernwaffen landgestützte ballistische Flugkörper und von den Vereinigten Staaten gelieferte nuklearfähige Jagdflugzeuge umfassen. Israel könnte auch über atomar bestückte, U-Boot-gestützte Marschflugkörper verfügen. Seine landgestützten Raketen werden derzeit aufgerüstet.¹⁸

23. In Indien sind mindestens drei landgestützte ballistische Flugkörper in Entwicklung, die in den kommenden Jahren einsatzbereit sein dürften. Möglicherweise arbeitet Indien auch an einem interkontinentalen ballistischen Flugkörper sowie an einem neuen U-Boot-gestützten ballistischen Flugkörper. Zudem kaufte das Land kürzlich ein neues Kampfflugzeug des Typs Rafale aus Frankreich, das eventuell für nukleare Einsätze

¹⁰ Pavel Podvig, „Two project 667BDR submarines withdrawn from service“, Russian Strategic Nuclear Forces, Blog, 14. März 2018.

¹¹ Hans M. Kristensen, Matt Korda und Eliana Reynolds, „Russian nuclear weapons, 2023“, *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol. 79, Nr. 3 (Mai 2023).

¹² Hans M. Kristensen, Matt Korda und Eliana Reynolds, „Chinese nuclear weapons, 2023“, *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol. 79, Nr. 2 (März 2023).

¹³ Hans M. Kristensen und Matt Korda, „United Kingdom Nuclear Weapons, 2021“, *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol. 77, Nr. 3 (Mai 2021).

¹⁴ United States, Department of Energy, National Nuclear Security Administration, „W93/MK7 Acquisition Program“, Januar 2022.

¹⁵ H. I. Sutton und Xavier Vavasseur, „France’s new submarine will be even quieter than the ocean“, Naval News, Blog, 26. Februar 2021.

¹⁶ Interview de Florence Parly, ministre des Armées, à Europe le 19 février 2021, sur la défense spatiale, la dissuasion nucléaire, la résurgence de Daesh et la lutte contre le terrorisme au Sahel (Interview mit Florence Parly, Verteidigungsministerin, beim Radiosender Europe 1 am 19. Februar 2021, über die Verteidigung im Weltraum, die nukleare Abschreckung, das Wiederaufleben von Daesh und den Kampf gegen den Terrorismus in der Sahelzone).

¹⁷ Hans M. Kristensen, Matt Korda und Eliana Johns, „French nuclear weapons, 2023“, *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol. 79, Nr. 4 (Juli 2023).

¹⁸ Hans M. Kristensen und Matt Korda, „Israeli nuclear weapons, 2021“, *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol. 78, Nr. 1 (Januar 2022).

genutzt werden könnte. Indiens nächste Generation von Atom-U-Booten könnte Ende der 2020er-Jahre einsatzbereit sein. Sein Kernwaffenbestand wächst um geschätzte 5 bis 10 Kernwaffen pro Jahr.¹⁹

24. Pakistan entwickelt mehrere neue Trägersysteme, einschließlich ballistischer Flugkörper mit unterschiedlicher Reichweite, von denen einer möglicherweise auch mehrere Gefechtsköpfe tragen könnte, sowie luft-, boden- und seegestützte Marschflugkörper. Das Land führt derzeit ein neues Luftfahrzeug für nukleare Einsätze ein und baut neue U-Boote für seine seegestützten Marschflugkörper. Sein Kernwaffenbestand nimmt schätzungsweise um 5 bis 10 Kernwaffen pro Jahr zu.²⁰

25. Die Informationen zu den Beständen der Demokratischen Volksrepublik Korea sind sehr begrenzt und höchst unzuverlässig. In den letzten Jahren hat das Land Tests unterschiedlicher ballistischer Flugkörper angekündigt, einschließlich interkontinentaler ballistischer Flugkörper und U-Boot-gestützter ballistischer Flugkörper. Zudem entwickelt es ein atomgetriebenes U-Boot.²¹ 2023 gab es an, über ein einsatzbereites „taktisches atomgetriebenes Angriffs-U-Boot“ zu verfügen.²²

26. Es bedarf weiterer Studien, um die Dynamiken im nuklearen Wettrüsten des 21. Jahrhunderts besser zu verstehen, wie aus den oben beschriebenen Modernisierungsbemühungen ersichtlich. Entsprechende Studien sollten untersuchen, wie die länderspezifischen Modernisierungsmaßnahmen mit denen anderer Länder zusammenwirken und welchen Einfluss sie darauf ausüben, inwieweit sie Herausforderungen für eine künftige nukleare Abrüstung darstellen und wie sie das nukleare Risiko erhöhen. Das Institut der Vereinten Nationen für Abrüstungsforschung könnte eine solche Studie durchführen.

Aufnahmestaaten für Kernwaffen und andere Staaten

27. Neben den neun nuklear bewaffneten Staaten gibt es sechs Aufnahmestaaten für Kernwaffen. In fünf Staaten des Nordatlantischen Bündnisses (NATO) – Belgien, Deutschland, Italien, das Königreich der Niederlande und Türkiye – haben die Vereinigten Staaten Kernwaffen stationiert, die sie derzeit einer Modernisierung unterziehen. Diese Länder haben – mit Ausnahme von Türkiye – allesamt kürzlich ihre für Kernwaffeneinsätze vorgesehenen Luftfahrzeuge modernisiert.²³ Griechenland verfügt über einen Eventualfallauftrag für einen Nuklearschlag.²⁴ Eine Rückkehr von US-Kernwaffen in das Vereinigte Königreich ist im Gespräch.²⁵ Seit Juni 2023 wird davon ausgegangen, dass in Belarus Kernwaffen der Russischen Föderation stationiert sind.²⁶

28. Die Zahl kernwaffenfreier Staaten, die von nuklear bewaffneten Staaten eine Art Sicherheitsgarantie im Zusammenhang mit Kernwaffen erhalten, hat in den letzten Jahren zugenommen. Verpflichtungen der Vereinigten Staaten, des Vereinigten Königreichs und Frankreichs gelten für die Mitgliedstaaten eines erweiterten NATO-Bündnisses. Die Vereinigten Staaten geben auch Japan, der Republik Korea und Australien nukleare

¹⁹ Hans M. Kristensen und Matt Korda, „Indian nuclear weapons, 2022“, *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol. 78, Nr. 4 (Juli 2022).

²⁰ Hans M. Kristensen, Matt Korda und Eliana Johns, „Pakistan Nuclear Weapons, 2023“, *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol. 79, Nr. 5 (September 2023).

²¹ Hans M. Kristensen und Matt Korda, „North Korean nuclear weapons, 2022“, *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol. 78, Nr. 5 (September 2022).

²² Josh Smith und Soo-Hyang Choi, „North Korea unveils first tactical, nuclear-armed submarine“, Reuters, 8. September 2023.

²³ Hans M. Kristensen und Matt Korda, „World nuclear forces“, in *SIPRI Yearbook 2023: Armaments, Disarmament and International Security* (Oxford University Press, 2023).

²⁴ Hans M. Kristensen, „NATO steadfast noon exercise and nuclear modernization in Europe“, Federation of American Scientists, Blog, 17. Oktober 2022.

²⁵ Matt Korda und Hans Kristensen, „Increasing evidence that the US air force’s nuclear mission may be returning to UK soil“, Federation of American Scientists, 28. August 2023.

²⁶ President of Russia, „Plenary session of the St. Petersburg International Economic Forum“, 27. Juni 2023.

Sicherheitsgarantien.²⁷ Armenien und Belarus erhalten ähnliche Sicherheitsgarantien von der Russischen Föderation.²⁸

Lagerbestände an Spaltmaterial

29. Die gängigsten Spaltmaterialien sind Plutonium und hochangereichertes Uran. Beide können die Kernspaltungs-Kettenreaktion aufrechterhalten, die Kernspaltungswaffen und thermonukleare Waffen ermöglicht. Plutonium wird durch chemische Separation von bestrahlten Kernbrennstoffen gewonnen. Hochangereichertes Uran wird mithilfe einer Anreicherungstechnologie hergestellt, mit der sich Uran-235 von dem häufiger vorkommenden Isotop Uran-238 trennen lässt. Nach Einschätzungen der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) ist Plutonium in nahezu all seinen Formen waffentauglich. Zudem betrachtet sie Uran mit einem Uran-235-Gehalt von 20 Prozent oder höher als waffentauglich und stuft es als hochangereichertes Uran ein.

30. Es gibt unabhängige Schätzungen zu Plutonium und hochangereichertem Uran, mit Stand von Anfang 2022, auf die sich die folgenden Ausführungen stützen.²⁹ Demnach verfügten zehn Länder zusammen über einen Bestand von 550 Tonnen separierten Plutoniums. In nuklear bewaffneten Staaten schloss dies das in Waffen gelagerte und das für Waffen verfügbare Plutonium mit ein (140 Tonnen). Bei all diesen Staaten wird angenommen, dass ihre Plutoniumbestände die Menge überschreiten, die für die Gefechtsköpfe in ihrem jeweiligen Bestand erforderlich ist. Das bedeutet, dass sie über ausreichend Plutonium verfügen, um ihren Bestand erheblich aufzustocken.

31. Die Demokratische Volksrepublik Korea, Indien, Israel und Pakistan produzierten weiterhin Plutonium im Rahmen von Waffenprogrammen. Frankreich, Japan, die Russische Föderation und China stellten potenziell waffentaugliches Plutonium für zivile Zwecke her. Japan war der einzige kernwaffenfreie Staat, der über Tonnenmengen an Plutonium sowie ein groß angelegtes Programm zur Plutoniumabtrennung verfügt.

32. Anfang 2022 wurde der weltweite Bestand an hochangereichertem Uran auf rund 1.250 Tonnen geschätzt. Kernwaffenfreie Staaten verfügten über etwa 4 Tonnen hochangereichterten Urans. In den Lagerbeständen von nuklear bewaffneten Staaten befanden sich etwa 1.100 Tonnen, die bereits in Waffen gelagert wurden oder für den Einsatz in Waffen zur Verfügung standen. Die Vereinigten Staaten, die Russische Föderation, China, Frankreich, Pakistan und das Vereinigte Königreich lagern deutlich mehr für Waffen verfügbare Bestände als für ihre Gefechtsköpfe erforderlich. Genau wie beim Plutonium würde dieser Überschuss ausreichen, um die Bestände zukünftig auch ohne Neuproduktion aufzustocken. Die Russische Föderation, Pakistan, Indien und die Islamische Republik Iran und vermutlich auch die Demokratische Volksrepublik Korea haben neues hochangereichertes Uran hergestellt. Der Produktionsstatus in Israel war unbekannt. Die Bestände an hochangereichertem Uran, das sich in Waffen befindet oder für Waffen zur Verfügung steht, gingen in der Russischen Föderation, im Vereinigten Königreich und in den Vereinigten Staaten aufgrund der Verwendung hochangereichterten Urans für nukleare Antriebsreaktoren für Boote zurück.

33. Die Transparenz bei Angaben zum militärischen Spaltmaterial ist sehr uneinheitlich. Die Vereinigten Staaten gaben zuletzt 2012 eine Erklärung über ihre militärische Plutoniumproduktion und ihren Gesamtbestand ab.³⁰ Die letzten Angaben über ihren Gesamtbestand an hochangereichertem Uran sind von 2016.³¹ Das Vereinigte Königreich

²⁷ The White House, „Japan-U.S. joint leaders’ statement: strengthening the free and open international order“, 23. Mai 2022; und The White House, „Washington Declaration“, 26. April 2023.

²⁸ Siehe <https://banmonitor.org/the-context-of-the-tpnw>.

²⁹ Die folgenden Schätzungen stammen aus Moritz Kütt, Zia Mian und Pavel Podvig, „Global stocks and production of fissile materials, 2019“, in *SIPRI Yearbook 2023: Armaments, Disarmament and International Security* (Oxford University Press, 2023). Weitere Informationen können folgender Publikation entnommen werden: Moritz Kütt et al., *Global Fissile Material Report 2022: Fifty Years of the Nuclear Non-Proliferation Treaty – Nuclear Weapons, Fissile Materials, and Nuclear Energy* (Princeton, New Jersey, International Panel on Fissile Material, 2022).

³⁰ United States, Department of Energy, National Nuclear Security Administration, „The United States plutonium balance, 1944–2009“, Juni 2012.

³¹ The White House, Office of the Press Secretary, „Fact sheet: transparency in the U.S. highly enriched uranium inventory“, 31. März 2016.

veröffentlichte zuletzt im Jahre 2000 Informationen über seine gesamten militärischen Plutoniumbestände³² und im Jahre 2006 über das Gesamtvolumen seiner Bestände an hochangereichertem Uran.³³ Kein anderer nuklear bewaffneter Staat hat seinen Gesamtbestand oder Bestand an militärischem Spaltmaterial offengelegt.

34. Für eine umfassendere und aktuellere Analyse des Status von Kernwaffen weltweit braucht es dringend mehr Transparenz und eine regelmäßige Berichterstattung der nuklear bewaffneten Staaten über ihre Bestände, Modernisierungspläne, Vereinbarungen zur Aufnahme von Waffen sowie die Produktion und Lagerung von Spaltmaterial.

IV. Mit Kernwaffen verbundene Risiken

35. In der Präambel des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen wird auf die von Kernwaffen ausgehenden Gefahren verwiesen, einschließlich der Gefahr einer Kernwaffendetonation durch einen Unfall, eine Fehleinschätzung oder einen vorsätzlichen Akt. Die Vertragsstaaten des Vertrags betonten, dass diese Gefahren die Sicherheit der gesamten Menschheit betreffen und dass alle Staaten gemeinsam die Verantwortung dafür tragen, jeden Einsatz von Kernwaffen zu verhindern.

36. Dieser Abschnitt enthält eine Erörterung der besonderen Risiken, die von Kernwaffen ausgehen, eine Kurzdarstellung der Kernwaffenrisiken aufgrund aktueller Dispositive in verschiedenen Ländern, eine Auseinandersetzung mit den jüngsten Drohungen, Kernwaffen einzusetzen, sowie Denkansätze zu Risiken und deren Grenzen.

Bewertung der von aktuellen Dispositiven ausgehenden Risiken

37. Seit es Kernwaffen gibt, besteht auch die Gefahr nuklearer Explosionen. Eines der Risiken besteht darin, dass die politische Führung eines Staates derartige Waffen vorsätzlich und planmäßig einsetzt. Explosionen aufgrund von Unfällen sind ebenfalls möglich, beispielsweise infolge eines technischen Versagens. Zudem können Kernwaffen unbeabsichtigt zum Einsatz gelangen, wenn sich beispielsweise ein Staat unter Druck gesetzt fühlt, sie zu nutzen, weil die Waffen anderenfalls zerstört werden könnten. In jeder Kategorie beeinflussen technologische, menschliche und doktrinäre Faktoren das Risiko eines Einsatzes von Kernwaffen.

38. Das Risiko eines vorsätzlichen wie auch eines unbeabsichtigten Einsatzes wird von der Strategie und der Streitkräftestruktur eines Staates beeinflusst. Aktuelle Strategien und Dispositive unterscheiden sich von einem nuklear bewaffneten Staat zum anderen, und das Risiko kann sich beträchtlich erhöhen, wenn sich Staaten im Kriegszustand befinden oder Krisen eintreten. Tabelle 2 enthält eine Aufstellung wichtiger Merkmale des aktuellen nuklearen Dispositivs der neun nuklear bewaffneten Staaten – unter dem Vorbehalt, dass in den Angaben zur Kräfteaufstellung häufig Unsicherheiten und Mehrdeutigkeiten enthalten sind, die durchaus beabsichtigt sein können, um Raum für potenziell widersprüchliche Auslegungen zu lassen.

Tabelle 2
Nukleares Dispositiv

	<i>In anderen Ländern stationierte Waffen</i>	<i>Strategie für den Ersteinsatz</i>	<i>Waffen in hoher Alarmbereitschaft</i>	<i>Kontinuierliche U-Boot Patrouillen</i>	<i>Kapazitäten unabhängig voneinander steuerbarer Wiedereintrittskörper</i>	<i>Nukleare Reaktion auf nicht-nukleare Angriffe</i>
Vereinigte Staaten von Amerika	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Russische Föderation	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

³² United Kingdom, Ministry of Defence, „Plutonium and Aldermaston: an historical account“, 2000.

³³ United Kingdom, Ministry of Defence, „Historical accounting for UK Defence highly enriched Uranium“, März 2006.

	<i>In anderen Ländern stationierte Waffen</i>	<i>Strategie für den Ersteinsatz</i>	<i>Waffen in hoher Alarmbereitschaft</i>	<i>Kontinuierliche U-Boot Patrouillen</i>	<i>Kapazitäten unabhängig voneinander steuerbarer Wiedereintrittskörper</i>	<i>Nukleare Reaktion auf nicht-nukleare Angriffe</i>
Vereinigtes Königreich Großbritannien und Nordirland	Nein	Ja (NATO)	Nein	Ja	Ja	Ja
Frankreich	Nein	Ja (NATO)	Nein	Ja	Ja	Nein
China	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Im Prinzip möglich (jedoch kein Ersteinsatz)
Israel	Nein	Unklar	Nein	Möglich	Unbekannt	Möglich
Indien	Nein	Nein	Nein	Ja	In Entwicklung	Im Prinzip möglich (jedoch kein Ersteinsatz)
Pakistan	Ja	Ja	Nein	Geplant	In Entwicklung	Möglich
Demokratische Volksrepublik Korea	Nein	Unklar	Nein	Geplant	In Entwicklung	Möglich

Abkürzung: NATO, Nordatlantikvertrags-Organisation.

39. Es ist davon auszugehen, dass bestimmte Strategien das Risiko eines Einsatzes von Kernwaffen erhöhen. In anderen Ländern stationierte Kernwaffen erhöhen das Risiko, dass derartige Waffen in einem Konfliktfall unter Umständen Angriffen ausgesetzt sind und daher eingesetzt werden, um ihrer Zerstörung zuvorzukommen. Eine Ersteinsatzdoktrin bringt das Risiko mit sich, dass ein im Übrigen mit konventionellen Waffen ausgetragener Konflikt eskaliert und auf den Einsatz von Kernwaffen ausgeweitet wird. Wenn Staaten Waffen in hoher Alarmbereitschaft vorhalten, erhöht das die Wahrscheinlichkeit, dass sie rasch eingesetzt werden – etwa auf der Grundlage unvollständiger Informationen oder unbeabsichtigt. An dieser Stelle sollte darauf hingewiesen werden, dass es sich bei Waffen in hoher Alarmbereitschaft zumeist um interkontinentale ballistische Flugkörper handelt, die nicht mehr zurückgeholt werden können, sobald sie abgefeuert wurden. Ferner spitzt sich die Gefahr eines beabsichtigten Einsatzes zu, wenn ein Staat mit dem Einsatz von Kernwaffen droht. Nuklear bewaffnete Staaten haben solche Drohungen in der Vergangenheit bereits offen oder unbeabsichtigt geäußert.

Jüngste Androhungen von Kernwaffeneinsätzen

40. Das Wortgefecht zwischen dem damaligen Präsidenten der Vereinigten Staaten, Donald Trump, und dem Staatschef der Demokratischen Volksrepublik Korea, Kim Jong Un, im Jahr 2017, begleitet von Raketentests und der Entwicklung neuer Kernwaffen, führte zu einer Situation, in der rhetorische Androhungen von Kernwaffeneinsätzen – eher allgemeiner statt konkreter Natur – so weit gingen, dass viele in den Vereinigten Staaten und der Pazifikregion tief besorgt waren, es könne tatsächlich dazu kommen.³⁴ Auf dem Höhepunkt der Krise löste das Notfallwarnsystem in Hawaii am 13. Januar 2018 um 8:07 Uhr irrtümlich Meldungen aus, die über Fernsehen, Radio und Mobiltelefone verbreitet wurden. In diesen Meldungen wurde die Bevölkerung informiert, dass Flugkörper im Anflug seien und man sich unverzüglich in Schutzunterkünfte begeben solle. Es wurde

³⁴ Peter Baker und Choe Sang-Hun, „Trump threatens ‘fire and fury’ against North Korea if it endangers U.S.“, *New York Times*, 8. August 2017; Nuclear Threat Initiative, The CNS North Korea Missile Test Database, verfügbar unter www.nti.org/analysis/articles/cns-north-korea-missile-test-database; und United States, Office of the Secretary of Defense, „Nuclear posture review“, 2018.

ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich nicht um eine Übung handle. Mehr als eine halbe Stunde verging, bevor die Menschen benachrichtigt wurden, dass ein Fehler vorlag.³⁵

41. Eine derartige Falschmeldung könnte in der Bevölkerung jederzeit Panik und Entsetzen auslösen. Aufgrund der wachsenden politischen Spannungen zwischen den Vereinigten Staaten und der Demokratischen Volksrepublik Korea jedoch hielten viele Menschen diese Meldung für zutreffend. Abgesehen von der Angst, die diese Meldung in der hawaiianischen Bevölkerung auslöste, untermauert dieser Vorfall auch die Erkenntnis aus der Fachliteratur, dass sich die Risikowahrnehmung in Krisenzeiten erhöht.³⁶

42. Am ersten Tag der Invasion der Ukraine durch die Russische Föderation im Jahr 2022 kündigte der Präsident der Russischen Föderation Wladimir Putin an, unmittelbare Maßnahmen gegen all jene zu ergreifen, die das Vorgehen der Russischen Föderation zu behindern versuchen. Ein solches Eingreifen ziehe Konsequenzen nach sich, „die Sie in Ihrer Geschichte noch nie erlebt haben“, was weithin als nukleare Drohung aufgefasst wurde.³⁷ Eine Woche später ordnete Putin an, die Nuklearstreitkräfte der Russischen Föderation in „besondere Kampfbereitschaft zu versetzen“.³⁸ Weitere Drohungen wurden von Amtspersonen der Russischen Föderation im Verlauf der Jahre 2022 und 2023 geäußert.³⁹ Die „Doomsday Clock“, die vom *Bulletin of the Atomic Scientists* betrieben und jährlich von dessen Aufsichtsgremium für Wissenschafts- und Sicherheitsfragen als öffentliche Risikobewertung gestellt wird, wurde 2023 auf 90 Sekunden vor Mitternacht umgestellt. Die Umstellung erfolgte „in erster Linie (jedoch nicht ausschließlich) aufgrund der wachsenden Gefahr durch den Krieg in der Ukraine.“⁴⁰ Nach Einschätzung des Gremiums waren wir der globalen Katastrophe näher als je zuvor.

Risikoerwägungen

43. Es gibt viele Möglichkeiten, Risiken zu erwägen und abzuschätzen, soweit sie die gesamte Bandbreite bekannter Bedrohungen und Gefahren betreffen. Der gängigste Ansatz ist, Risiken als Produkt der Auswirkungen oder Folgen eines Ereignisses und der Wahrscheinlichkeit seines Eintritts zu ermessen. Diese Gleichung lässt sich gut auf etliche bereits bekannte Risiken anwenden, zu denen hinreichende Informationen vorliegen, um beide Faktoren zu bewerten. In dem Maße, wie zusätzliche Informationen gesammelt werden oder Risikofaktoren sich mit der Zeit verändern, können zudem die Folgen und Wahrscheinlichkeiten angesichts neuer Erkenntnisse angepasst werden. Die durch Kernwaffen bedingten Risiken fallen in eine eigene Kategorie, da sämtliche Risiken eines Kernwaffeneinsatzes sich jenseits der Akzeptanzgrenzen befinden. In Zeiten geringer Konflikte ist von einer geringen Wahrscheinlichkeit für den Einsatz von Kernwaffen auszugehen. Aber selbst dann wäre der Einsatz stets mit hohem Schadenspotenzial verbunden, was bedeutet, dass die Auswirkungen das wichtigste Element der Gleichung sind. In Zeiten von Konflikten oder großer Spannungen erhöht sich die Wahrscheinlichkeit eines Einsatzes und damit auch das Risiko beträchtlich.

44. Risiken als Produkt von Folgen und Wahrscheinlichkeit aufzufassen ist jedoch naturgemäß mit Problemen behaftet. Erstens kann ein unzureichendes Verständnis der Unsicherheiten der Berechnungen entweder zu einem falschen Gefühl der Sicherheit und zu mangelnden Investitionen in Risikominderung oder zu einer Überbewertung des Risikos und infolge zu Zeit- und Geldverschwendung führen. Zweitens reichen in manchen Fällen die verfügbaren Daten nicht aus, um eine hinreichend genaue Einschätzung des Wahrscheinlichkeitsfaktors innerhalb der Gleichung zu ermöglichen. Das ist ein gravierendes

³⁵ Jill C. Gallagher, „Emergency alerting: false alarm in Hawaii“, Congressional Research Service, 17. Januar 2018.

³⁶ Beyza Unal et al., *Uncertainty and Complexity in Nuclear Decision-Making* (London, Royal Institute of International Affairs, 2022).

³⁷ Andrew Osborn und Polina Nikolskaya, „Russia’s Putin authorizes ‘special military operation’ against Ukraine“, Reuters, 24. Februar 2022.

³⁸ Andrew Roth et al., „Putin signals escalation as he puts Russia’s nuclear force on high alert“, *The Guardian*, 28. Februar 2022.

³⁹ Claire Mills, „Russia’s use of nuclear threats during the Ukraine conflict“, Commons Library Research Briefing, Nr. 9825 (House of Commons Library, 2023).

⁴⁰ John Mecklin, Hrsg., „A time of unprecedented danger: it is 90 seconds to midnight – 2023 doomsday clock statement“, *Bulletin of the Atomic Scientists*, 24. Januar 2023.

Problem, sobald der Folgen-/Wahrscheinlichkeitsansatz zur Bewertung folgenreicher Risiken mit unbekannter Wahrscheinlichkeit genutzt wird, wie beispielsweise für den Einsatz von Kernwaffen in Konflikten. Menschen tun sich nicht nur schwer damit, die Wahrscheinlichkeit richtig einzuschätzen, sondern auch damit, sie als Entscheidungsgrundlage zu nutzen.⁴¹ Überdies zielen die Einschätzungen von Wahrscheinlichkeiten und Folgen im Bereich Kernwaffen in aller Regel auf den Ersteinsatz ab. Das Risiko, dass die vorsätzliche oder unbeabsichtigte Eskalation eines Konflikts zu weiteren Kernwaffeneinsätzen führen könnte, wird nicht berücksichtigt.

45. Auf den vier Konferenzen über die humanitären Auswirkungen von Kernwaffen, die 2013 in Oslo, 2014 in Nayarit (Mexiko) und 2014 und 2022 in Wien stattfanden, unternahm die internationale Gemeinschaft große Anstrengungen, um zu einem neuen, tiefergehenden und gemeinsamen Verständnis der verfügbaren Evidenz und Debatten zu den Risiken und humanitären Folgen von Kernwaffen zu gelangen.⁴²

46. Das Institut der Vereinten Nationen für Abrüstungsforschung veröffentlichte 2017 eine Studie zum Verständnis der mit Kernwaffen einhergehenden Risiken, in der die Risiken und damit verbundene Analysen im Einzelnen dargestellt und kategorisiert wurden. In der Studie wurde hervorgehoben, dass nicht „sämtliche einschlägigen Risiken aufgelistet“ wurden, ergänzt um den Hinweis, dass „das derzeitige Verständnis von Kernwaffenrisiken weiterhin Unsicherheiten aufweist“, und um die noch grundlegendere Erkenntnis, dass „das Risiko ein inhärentes Merkmal von Kernwaffen ist.“⁴³

47. In einer vom Kongress der Vereinigten Staaten 2020 in Auftrag gegebenen Studie zu Risikoanalysemethoden für Atomkrieg und Nuklearterrorismus, die 2021 von den National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine der Vereinigten Staaten begonnen wurde⁴⁴, wurden vier Fragen formuliert, die im Hinblick auf Kernwaffenrisiken von Bedeutung sind:

- a) Was kann passieren? Konkreter: Was kann schiefgehen?
- b) Wie wahrscheinlich ist es, dass diese Ereignisse eintreten werden?
- c) Falls diese Ereignisse eintreten, was wären die potenziellen Folgen?
- d) In welchem zeitlichen Rahmen könnten diese Ereignisse eintreten?

48. In einem Bericht der National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine wurde darauf hingewiesen, dass die Risikoanalyse ein mächtiges Instrument für die Klärung von Annahmen, die Strukturierung und Systematisierung von Gedanken zu komplexen, miteinander zusammenhängenden Faktoren, die Beschreibung von Unsicherheiten und die Ermittlung etwaiger weiterer Nachweise oder Informationen, die für anstehende Entscheidungen erforderlich sein könnten, darstelle.⁴⁵

49. Vergleichende Risikotabellen helfen Entscheidungsträgern dabei, Prioritäten festzulegen und Investitionen in Risikominderung und Resilienz zu beschließen. Risiken lassen sich nach dem jeweils bekannten Konfidenzniveau sowie nach den vorgeschlagenen Risikominderungs- und Resilienzmaßnahmen indexieren und sektorübergreifend vergleichen. Wichtig ist die Erkenntnis, dass Risiken sich im Zeitverlauf ändern und nicht als statisch betrachtet werden dürfen. So können Risiken beispielsweise durch neue militärische Doktrinen, demografische Veränderungen und neue Technologien beeinflusst werden. Die Wahrnehmung von Risiken verändert sich, wenn neue und bislang unbekannt Informationen offengelegt werden, Prioritäten sich verschieben, neue Situationen eintreten und neue Kapazitäten geschaffen werden.

⁴¹ Amos Tversky und Daniel Kahneman, „Judgement under uncertainty: heuristics and biases“, *Science*, Vol. 185, Nr. 4157 (1974).

⁴² Für zwei dieser Konferenzen hält die Regierung Österreichs nach wie vor Online-Konferenzunterlagen bereit, die unter www.bmeia.gv.at/en/european-foreign-policy/disarmament/weapons-of-mass-destruction/nuclear-weapons verfügbar sind.

⁴³ John Borrie, Tim Caughley und Wilfred Wan, Hrsg., *Understanding Nuclear Weapon Risks* (United Nations Institute for Disarmament Research (UNIDIR), 2017).

⁴⁴ National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, *Risk Analysis Methods for Nuclear War and Nuclear Terrorism* (Washington, D.C., National Academies Press, 2023).

⁴⁵ Ebd.

50. Die Risikoanalyse birgt weitere Fallstricke, unter anderem: a) das Ausschließen hochwertiger Szenarien in der fälschlichen Annahme, sie seien höchst unwahrscheinlich, b) falsche Triangulation – die irrtümliche Annahme, Informationen stammten aus unabhängigen Quellen, c) ein mangelndes Verständnis der Unsicherheiten, Komplexitäten und Entscheidungspfade, d) falsche Annahmen, die zu unangemessenen Prioritäten und übermäßigem Vertrauen führen, und e) die Marginalisierung der Werte und Ziele von Personen und Gemeinschaften, die nicht vollumfänglich und gleichberechtigt am Verfahren zur Risikoanalyse beteiligt, jedoch von den Konsequenzen der Risikoentscheidungen betroffen sind.

V. Humanitäre Folgen des Einsatzes von Kernwaffen sowie von Kernwaffenversuchen

51. Im Vertrag über das Verbot von Kernwaffen werden die katastrophalen humanitären Folgen eines jeden Einsatzes von Kernwaffen sowie das unannehmbare Leid und der entsprechende Schaden der von Kernwaffenversuchen betroffenen Personen anerkannt. Der Vertrag betont die unverhältnismäßigen Auswirkungen von Kernwaffen auf indigene Völker und auf Frauen und Mädchen sowie die potenziellen Folgen derartiger Waffen für künftige Generationen. Überdies wird im Vertrag anerkannt, dass die Notwendigkeit besteht, der Kontaminierung der Umwelt durch Kernwaffenversuche oder den Einsatz von Kernwaffen entgegenzuwirken.

52. Der folgende Abschnitt geht auf den aktuellen Forschungsstand bezüglich der humanitären Folgen des Einsatzes von Kernwaffen sowie von Kernwaffenversuchen ein. Einige offene Fragen werden als Gegenstand künftiger Forschungsarbeiten identifiziert, die die Ziele des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen und seine Durchführung unterstützen könnten.

Folgen des Einsatzes von Kernwaffen

53. Bei der Bombardierung der Städte Hiroshima und Nagasaki (Japan) am 6. beziehungsweise 9. August 1945 wurden Schätzungen zufolge Explosionsenergien im Umfang von 16 beziehungsweise 21 Kilotonnen TNT-Äquivalent freigesetzt.⁴⁶ Bis heute konnte die Zahl der Todesopfer infolge der durch den nuklearen Feuerball erzeugten enormen Hitze, der Verletzungen durch Druckwellen und der Belastung durch ionisierende Strahlung nicht mit Sicherheit bestimmt werden – die Schätzungen weichen etwa um den Faktor zwei voneinander ab. Frühen Schätzungen des Militärs der Vereinigten Staaten zufolge kamen in den beiden Städten rund 110.000 Menschen ums Leben, wohingegen spätere, unabhängige Forschungsarbeiten zu einer Schätzung von 210.000 Toten gelangten.⁴⁷ Zu den unmittelbaren physischen Auswirkungen zählten die nahezu vollständige Zerstörung der städtischen Infrastruktur und großflächige Brände über Distanzen von mehreren Kilometern. Das Abwerfen einer modernen thermonuklearen Waffe, die typischerweise eine Sprengkraft von Hunderten von Kilotonnen TNT-Äquivalent aufweist, auf ein städtisches Ziel würde druckwellenbedingte Schäden verursachen, Strahlenwirkungen auslösen und einen Feuersturm entfachen, die sich über wesentlich größere Entfernungen erstrecken. Im Falle derartiger Waffen würde der Feuersturm erheblich größere Ausdehnung erreichen als die Druckwellen und der Bereich mit tödlicher radioaktiver Strahlungswirkung.

54. Etliche der Studien zu den langfristigen Folgen ionisierender Strahlung für den menschlichen Körper konzentrierten sich auf die Untersuchung der Überlebenden der genannten Bombenabwürfe in Japan, der Hibakusha.⁴⁸ In diesen Studien wurde die Strahlendosis, der einzelne Personen ausgesetzt waren, in Abhängigkeit von ihrem Aufenthaltsort zum Zeitpunkt der Explosion berechnet und die These vertreten, dass die Strahlenbelastung das Krebsrisiko sowie das Risiko sonstiger Erkrankungen (etwa grauer Star,

⁴⁶ John Malik, „The yields of the Hiroshima and Nagasaki nuclear explosions“, Nr. LA-8819 (Los Alamos, New Mexico, Los Alamos National Laboratory, 1985).

⁴⁷ Alex Wellerstein, „Counting the dead at Hiroshima and Nagasaki“, *Bulletin of the Atomic Scientists*, 4. August 2020.

⁴⁸ Dennis Normile, „Aftermath“, *Science*, Vol. 369, Nr. 6502 (2020).

Herzkrankungen und Schlaganfälle) erhöhe. Zudem steige der Prozentsatz der auf Strahlung zurückzuführenden Todesfälle durch Krebs mit der Höhe der Dosis, und es bestehe ein höheres Risiko für jüngere Personen und Frauen.⁴⁹ Noch offen bleiben Fragen zu den sozialen und psychologischen Folgen der Strahlenbelastung für die Betroffenen im Verlauf der Zeit nach der erstmaligen Belastung.

55. Jahrzehntelange Forschung, die auf einem besseren Verständnis der Wirkung von Kernwaffen, der vorherrschenden Kernwaffendoktrinen und der bekannten militärischen, industriellen, politischen und demografischen Ziele fußt, lässt erkennen, dass ein Atomkrieg unmittelbare Opfer in zweistelliger Millionenhöhe fordern könnte.⁵⁰ Es wäre unmöglich, medizinische Hilfe für mehr als zehn Millionen Verletzte zu leisten.⁵¹ Die Opfer wären nicht auf die Gebiete in der Nähe der ausgewählten Ziele beschränkt, da Explosionen, die auf die Zerstörung befestigter militärischer Strukturen abzielen, tödliche Dosen radioaktiven Niederschlags verursachen könnten, auch in Hunderte von Kilometern entfernt liegenden Bevölkerungszentren.⁵²

56. Mit Beginn der 1980er-Jahre vertraten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die These, dass ein Atomkrieg auf einer Erdhälfte oder sogar dem gesamten Erdball eine Abkühlung der Atmosphäre auslösen könnte – ein Phänomen, das als „nuklearer Winter“ bezeichnet wird. Waffen, die in Städten, Industrieanlagen oder Wäldern oder in deren Nähe explodieren, verursachen großflächige Brände und erzeugen so viel Hitze und Rauch, dass große Mengen Ruß bis in die Stratosphäre gelangen, wo sie einen erheblichen Teil der Sonneneinstrahlung absorbieren und eine Verweildauer von mehreren Jahren aufweisen.⁵³ Dies führt zu einem deutlichen Absinken der oberflächennahen Temperaturen auf mindestens einer der Erdhälften und zieht großflächige Ernteauffälle und eine drastische Verringerung der verfügbaren Nahrungsmittel nach sich.

57. Unlängst konnte eine Studie mithilfe eines hochmodernen Klimamodells darlegen, dass bei Konflikten unterschiedlicher Größenordnung – von einem begrenzten bis zu einem großflächigen Atomkrieg zwischen den Vereinigten Staaten und der Russischen Föderation – 5 bis 150 Millionen Tonnen Ruß in die Stratosphäre befördert werden könnten. Im Szenario eines großflächigen Atomkriegs würden die daraus resultierenden Änderungen der Oberflächentemperaturen in fast allen Ländern der Welt zu massenhaften Nahrungsengpässen führen. Den Schätzungen der Studie zufolge könnten zwischen 250 Millionen und 5 Milliarden Menschen verhungern.⁵⁴ Der Eintrag von 150 Millionen Tonnen Ruß würde zudem massive Veränderungen des weltweiten ozeanischen Strömungsprozesses und der chemischen Zusammensetzung des Ozeans wie auch der Meeresökosysteme verursachen, die an der Meeresoberfläche jahrzehntelang, in der Tiefsee Hunderte

⁴⁹ Kotaro Ozasa et al., „Studies of the mortality of atomic bomb survivors, report 14, 1950–2003: an overview of cancer and noncancer diseases“, *Radiation Research*, Vol. 177, Nr. 3 (2012); Eric J. Grant et al., „Solid cancer incidence among the life span study of atomic bomb survivors: 1958–2009“, *Radiation Research*, Vol. 187, Nr. 5 (2017); Yukiko Shimizu et al., „Radiation exposure and circulatory disease risk: Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivor data, 1950–2003“, *BMJ*, Vol. 340 (2010); Evan B. Douple et al., „Long-term radiation-related health effects in a unique human population: lessons learned from the atomic bomb survivors of Hiroshima and Nagasaki“, *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, Vol. 5, Nr. S1 (2011); und Mary Olson, „Disproportionate impact of radiation and radiation regulation“, *Interdisciplinary Science Reviews*, Vol. 44, Nr. 2 (2019).

⁵⁰ Sidney D. Drell und Frank von Hippel, „Limited nuclear war“, *Scientific American*, Vol. 235, Nr. 5 (November 1976); Frank N. von Hippel et al., „Civilian casualties from counterforce attacks“, *Scientific American*, Vol. 259, Nr. 3 (September 1988); und Matthew G. McKinzie et al., *The U.S. Nuclear War Plan: A Time for Change* (Washington, D.C., Natural Resources Defense Council, 2001).

⁵¹ Fred Solomon, Robert Q. Marston und Lewis Thomas, Hrsg., *The Medical Implications of Nuclear War* (Washington, D.C., National Academies Press, 1986).

⁵² Sébastien Philippe und Ivan Stepanov, „Radioactive fallout and potential fatalities from nuclear attacks on China’s new missile silo fields“, *Science and Global Security*, Vol. 31, Nr. 1–2 (2023).

⁵³ Richard P. Turco et al., „Nuclear winter: global consequences of multiple nuclear explosions“, *Science*, Vol. 222, Nr. 4630 (1983); National Research Council, *The Effects on the Atmosphere of a Major Nuclear Exchange* (Washington, D.C., National Academies Press, 1985); und A. Barrie Pittock et al., *Environmental Consequences of Nuclear War, SCOPE 28, Vol. 1: Physical and Atmospheric Effects* (New York, John Wiley and Sons, New York, 1986).

⁵⁴ Lili Xia et al., „Global food insecurity and famine from reduced crop, marine fishery and livestock production due to climate disruption from nuclear war soot injection“, *Nature Food*, Vol. 3, Nr. 8 (2022).

von Jahren bestehen bleiben könnten. Prognosen zufolge könnte sich das Meereis auch auf einzelne bewohnte Küstengebiete ausdehnen und dort tausende Jahre verbleiben.⁵⁵

58. Diese jüngsten Analysen kommen zu dem Schluss, dass ein umfassenderes Verständnis der breiteren Auswirkungen eines Atomkriegs auf die Bevölkerung, Umwelt, Ökosysteme und Arten unseres Planeten erforderlich ist. Hierzu zählt die Einschätzung, wie Gesellschaften, Nutzpflanzen, natürliche Ökosysteme und Insektengemeinschaften, einschließlich Bestäubern, auf plötzliche dauerhafte Temperaturabsenkungen, auf Veränderungen im Bereich des bodennahen Ozons, der ultravioletten Strahlung, des Niederschlags und des Süßwassers sowie auf radioaktive Kontamination reagieren würden. Es ist außerdem nötig, ein besseres Verständnis davon zu erlangen, wie ein Atomkrieg die Nahrungsmittelversorgung und den Handel beeinträchtigen und wie sich individuelles und kollektives menschliches Verhalten verändern könnte.

59. Im Jahr 2021 bat der Kongress der Vereinigten Staaten die *National Academies of Sciences* der Vereinigten Staaten, potenzielle Umweltfolgen und sozioökonomische Auswirkungen zu prüfen, die in den Wochen bis Jahrzehnten nach einem Atomkrieg auftreten könnten, und dabei Szenarien von einem regional begrenzten nuklearen Schlagabtausch bis hin zu weitreichenden Auseinandersetzungen zwischen Großmächten zu untersuchen.⁵⁶ Unlängst nahmen einige Forschungsgruppen in Europa und Nordamerika eine vergleichbare interdisziplinäre Studie in Angriff.⁵⁷ Umfassende Neubewertungen sind erforderlich, um diese Studien zu ergänzen und konkret die komplexe Wechselwirkung zwischen den ökologischen und gesellschaftlichen Folgen eines Einsatzes von Kernwaffen zu untersuchen.

60. Es wäre ebenso zeitgemäß wie nützlich, eine durch eine Resolution der Generalversammlung in Auftrag gegebene globale wissenschaftliche Studie zu den klimatischen, ökologischen, physischen und sozialen Auswirkungen eines Atomkriegs in den darauffolgenden Wochen bis Jahrzehnten durchzuführen. Die letzte vergleichbare Studie im Auftrag der Vereinten Nationen liegt mehr als 30 Jahre zurück. Die drei Präzedenzfälle für entsprechende Resolutionen der Generalversammlung und Studien zu den Auswirkungen von Kernwaffen und Atomkriegen stammen aus den 1960er-, 1970er- und 1980er-Jahren. Die jüngste dieser Studien wurde gemäß Resolution 40/152 G der Generalversammlung durchgeführt und 1989 veröffentlicht.⁵⁸ Eine neue Studie aus dem 21. Jahrhundert könnte das Augenmerk auf die Folgen für derzeit bestehende lokale, nationale, regionale und globale sozioökonomische und politische Systeme, Lieferketten, Gesundheitsversorgung, Ernährungs- und Energiesysteme sowie natürliche Ökosysteme richten. Sie könnte zudem analysieren, ob und wie die Wechselwirkungen zwischen diesen unterschiedlichen physischen, ökologischen und sozialen Folgen mit unterschiedlichen Zeithorizonten zu einer Abfolge humanitärer Auswirkungen führen könnten. Diese Studie könnte unter Umständen rechtzeitig zur ersten Überprüfungskonferenz des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen fertiggestellt werden.

Folgen von Nuklearversuchen

61. Für den Aufbau von Kernwaffenbeständen wurden zahlreiche Kernwaffenversuche durchgeführt, wodurch es zu einer großflächigen Verteilung radioaktiven Niederschlags, zur Kontaminierung der Umwelt und zur Gefährdung der Bevölkerung kam.⁵⁹ Zwischen 1945 und 2017 wurden insgesamt 2.056 Nuklearversuche mit einer Gesamtsprengkraft von etwa 510 Megatonnen TNT-Äquivalent durchgeführt, darunter 528 Versuche in der

⁵⁵ Cheryl S. Harrison et al., „A new ocean state after nuclear war“, *AGU Advances*, Vol. 3, Nr. 4 (August 2022).

⁵⁶ Siehe die unabhängige Studie zu den potenziellen Umweltauswirkungen eines Atomkriegs der National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, verfügbar unter www.nationalacademies.org/our-work/independent-study-on-potential-environmental-effects-of-nuclear-war.

⁵⁷ Siehe die Förderprogramme für Atomkriegsforschung des Future of Life Institute, verfügbar unter <https://futureoflife.org/grant-program/nuclear-war-research>.

⁵⁸ *Study on the Climatic and Other Global Effects of Nuclear War* (United Nations publication, 1989).

⁵⁹ United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, „Exposures to the public from man-made sources of radiation“, in *Sources and Effects of Ionizing Radiation* (United Nations publication, 2000).

Atmosphäre mit einem Gesamtdetonationswert von etwa 440 Megatonnen zwischen 1945 und 1980.⁶⁰

62. Kernwaffenversuche gab es in Afrika (Frankreichs Nuklearversuche in Algerien), Asien (die Nuklearversuche der Sowjetunion in Kasachstan, Nowaja Semlja, Turkmenistan und Usbekistan, Chinas Nuklearversuche in Westchina und die Nuklearversuche Indiens, Pakistans und der Demokratischen Volksrepublik Korea auf eigenem Staatsgebiet), Europa (die Nuklearversuche der Sowjetunion in der Ukraine und Russland), Nordamerika (die Nuklearversuche der Vereinigten Staaten und des Vereinigten Königreichs auf dem US-amerikanischen Festland) und Ozeanien (die Nuklearversuche des Vereinigten Königreichs in Australien und die Nuklearversuche Frankreichs, des Vereinigten Königreichs und der Vereinigten Staaten im gesamten Pazifikraum, einschließlich in Kiribati, den Marshallinseln und Französisch-Polynesien).

63. Die ersten Schätzungen der weltweiten kollektiven Strahlendosis, der die Menschen infolge von Nuklearversuchen in der Atmosphäre ausgesetzt waren, gehen auf Linus Paulings und Andrei Sacharows Pionierarbeit in den 1950er-Jahren zurück. Jüngsten Schätzungen zufolge könnten mehrere Millionen Menschen in Zukunft allein durch das im radioaktiven Niederschlag dieser Versuche enthaltene radioaktive Kohlenstoff-14 schwerwiegende Schäden erleiden.⁶¹

64. Seit den 1960er-Jahren schätzt der Wissenschaftliche Ausschuss der Vereinten Nationen zur Untersuchung der Auswirkungen der atomaren Strahlung die kumulative effektive Strahlendosis für die Menschen in der Vergangenheit, der Gegenwart und der Zukunft aufgrund von Nuklearversuchen immer wieder neu ein.⁶² In seiner letzten Bewertung aus dem Jahr 2000 wies der Wissenschaftliche Ausschuss darauf hin, dass es keinen systematischen und umfassenden Überblick über die Auswirkungen von Kernwaffenversuchen auf Gemeinschaften und Einzelpersonen auf lokaler und regionaler Ebene gibt.⁶³

65. Studien zu Gemeinschaften in Windrichtung von Versuchsgeländen weisen darauf hin, dass Menschen, die in oder in der Nähe von kontaminierten Gebieten leben, ein erhöhtes Risiko für bestimmte Krebsarten und psychische Störungen aufweisen. Einige Gemeinschaften sehen sich darüber hinaus mit Landverlust und Umsiedlungen konfrontiert oder leben in kontaminierten Gebieten auf oder in der Nähe von ehemaligen Versuchsgeländen.⁶⁴ Neue Forschungsarbeiten auf dem sich rasch entwickelnden Gebiet der Epigenetik könnten das Verständnis der gesundheitlichen und umweltbezogenen Folgen der Belastung durch nukleare Strahlung über die Ebene der genetischen Mutationen hinaus erheblich verbessern und mögliche generationsübergreifende Auswirkungen berücksichtigen.⁶⁵ Eine erneute Bewertung durch den Wissenschaftlichen Ausschuss der Vereinten Nationen zur Untersuchung der Auswirkungen der atomaren Strahlung, die zwei Jahrzehnte zusätzlicher Fachliteratur in Betracht zieht, wäre wünschenswert.

66. Zwischen den wissenschaftlichen Forschungsbereichen des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen und des Vertrags über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen gibt es Überschneidungen. Zu diesen Überschneidungen zählen die Quellterme von nuklearen Explosionen (die Menge der Radionuklide sowie deren räumliche Verteilung und die Verteilung der Partikelgrößen nach einer bestimmten Explosion), atmosphärische

⁶⁰ Ebd. Siehe auch Arms Control Association, „The nuclear testing tally“, fact sheet, August 2023.

⁶¹ Frank N. von Hippel, „The long-term global health burden from nuclear weapon test explosions in the atmosphere: revisiting Andrei Sakharov’s 1958 estimates“, *Science and Global Security*, Vol. 30, Nr. 2 (2022).

⁶² Siehe A/5216, Anhang F: Environmental contamination.

⁶³ United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, „Exposures to the public from man-made sources of radiation“, in *Sources and Effects of Ionizing Radiation* (United Nations publication, 2000).

⁶⁴ Yuliya Semenova et al., „Mental distress in the rural Kazakhstani population exposed and non-exposed to radiation from the Semipalatinsk nuclear test site“, *Journal of Environmental Radioactivity*, Vol. 203 (Juli 2019).

⁶⁵ Nele Horemans et al., „Current evidence for the role of epigenetic mechanisms in response to ionizing radiation in an ecotoxicological context“, *Environmental Pollution*, Vol. 251 (August 2019) und Matt Merrifield und Olga Kovalchuk, „Epigenetics in radiation biology: a new research frontier“, *Frontiers in Genetics*, Vol. 4, Nr. 40 (April 2013).

Radionuklid-Transport-Modelle und die Ablagerung von Radionukliden, die Rekonstruktion von Quellen aus Messungsdaten sowie Fachwissen und Erfahrung im Hinblick auf die Messung der Kontaminierung. Die Ansätze, die bei Vor-Ort-Inspektionen von Versuchsgeländen im Rahmen des Vertrags über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen angewendet werden, könnten sich auch im Zusammenhang mit dem Vertrag über das Verbot von Kernwaffen als nützlich erweisen. Durch die Zusammenarbeit mit der Vorbereitungscommission für die Organisation des Vertrags über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen könnten die Vertragsstaaten des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen ihre allgemeinen fachlichen Kapazitäten sowohl auf dem Gebiet der Umweltradioaktivität als auch im Hinblick auf die Auswirkungen von Kernwaffenexplosionen ausbauen.

67. Lokale und regionale Studien zu den radiologischen und umweltbezogenen Altlasten von Nuklearversuchen würden die positiven Verpflichtungen des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen stärken. Solche Forschungsarbeiten würden von verbesserten Möglichkeiten zur Modellierung des atmosphärischen Transports von Radionukliden profitieren.⁶⁶ Dank hochwertiger, neuer atmosphärischer Analysen über den gesamten Zeitraum des Einsatzes und der Tests von Kernwaffen in der Atmosphäre ist es mittlerweile möglich, detaillierte Modelle der regionalen Folgen vergangener Ereignisse zu erstellen.⁶⁷ Darüber hinaus wird die Geheimhaltung historischer Umgebungsmessdaten aus nuklear bewaffnete Staaten immer weiter aufgehoben, und die Techniken zur Untersuchung der radioaktiven Kontaminierung der Umwelt sind leichter zugänglich und präziser geworden.⁶⁸

68. Die Vertragsstaaten des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen sowie andere Staaten und internationale Organisationen, wie die Weltorganisation für Meteorologie und ihre Mitglieder, verfügen über historische Daten aus Programmen zur Messung des radioaktiven Niederschlags während und nach Nuklearversuchen in der Atmosphäre. Es wäre wichtig, eine Bestandsaufnahme von diesen Daten anzufertigen und den Zugang zu ihnen zu erleichtern. Die Daten könnten etwa in einem gemeinsamen öffentlichen Archiv unter der Verwaltung eines Organs der Vereinten Nationen gespeichert werden. Auch in dieser Hinsicht besteht ein gemeinsames Interesse der Mitgliedsstaaten des Vertrags über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen.

69. Neue Studien zu den Möglichkeiten und bewährten Vorgehensweisen zur Unterstützung der Opfer von Nuklearversuchen, einschließlich ärztlicher Betreuung, Rehabilitation und psychologischer Unterstützung, können die Forschung über die humanitären Auswirkungen von Nuklearversuchen ergänzen. Weitere Studien mit dem Ziel, ein besseres Verständnis der unterschiedlichen und ungleichen Auswirkungen von Nuklearversuchen auf Alter und Geschlecht zu erlangen – sowohl auf individueller Ebene als auch im Hinblick auf gesellschaftliche Prozesse – würden einen Beitrag zur diskriminierungsfreien Opferhilfe leisten. Darüber hinaus sind weitere Studien erforderlich, um zu

⁶⁶ Roland Draxler et al., „World Meteorological Organization's model simulations of the radionuclide dispersion and deposition from the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident”, *Journal of Environmental Radioactivity*, Vol. 139 (Januar 2015) und C. Maurer et al., „Third international challenge to model the medium- to long-range transport of radioxenon to four Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty monitoring stations”, *Journal of Environmental Radioactivity*, Vol. 255, Nr. 106968 (Dezember 2022).

⁶⁷ H. Hersbach et al., „ERA5 hourly data on single levels from 1940 to present”, Copernicus Climate Change Service, 2023; Sébastien Philippe, Sonya Schoenberger und Nabil Ahmed, „Radiation exposures and compensation of victims of French atmospheric nuclear tests in Polynesia”, *Science and Global Security*, Vol. 30, Nr. 2 (2022) und Sébastien Philippe et al., „Fallout from US atmospheric nuclear tests in New Mexico and Nevada (1945-1962)”, ArXiv Preprint, 20. Juli 2023.

⁶⁸ Maverick K.I.L. Abella et al., „Background gamma radiation and soil activity measurements in the northern Marshall Islands”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 116, Nr. 31 (2019); Carlisle E.W. Topping et al., „In situ measurements of cesium-137 contamination in fruits from the northern Marshall Islands”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 116, Nr. 31 (2019); Cyler Conrad et al., „Anthropogenic uranium signatures in turtles, tortoises, and sea turtles from nuclear sites”, *PNAS Nexus*, Vol. 2, Nr. 8 (August 2023); K. Hain et al., „²³³U/²³⁶U signature allows to distinguish environmental emissions of civil nuclear industry from weapons fallout”, *Nature Communications*, Vol. 11, Nr. 1275 (2020); Sarah Kamleitner et al., „¹²⁹I concentration in a high-mountain environment”, *Nuclear Instruments and Methods in Physics, Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, Vol. 456 (Oktober 2019) und G. Wallner et al., „Retrospective determination of fallout radionuclides and ²³⁶U/²³⁸U, ²³³U/²³⁶U and ²⁴⁰Pu/²³⁹Pu atom ratios on air filters from Vienna and Salzburg, Austria”, *Journal of Environmental Radioactivity*, Vol. 255 (Dezember 2022).

verstehen, welche bewährte Vorgehensweisen und neue Möglichkeiten es für eine gerechte und nachhaltige soziale und wirtschaftliche Inklusion der Betroffenen in diesen Gemeinschaften gibt.

70. Schließlich würden neue Forschungsarbeiten zur aktuellen Situation in ehemaligen Nuklearversuchsgeländen und zur Sanierung radiologisch kontaminierter Umweltbereiche sowie Beurteilungen der einschlägigen bewährten Vorgehensweisen einen erheblichen Beitrag zu den Bemühungen um die Erfüllung der maßgeblichen Verpflichtungen und Ziele des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen leisten. Solche Forschungsarbeiten könnten wiederum von Studien der IAEAO profitieren, die sich konkret auf den Vertrag beziehen und die besten derzeit verfügbaren technischen Methoden anwenden. Die IAEAO hat bereits radiologische Beurteilungen der Nuklearversuchsgelände in Moruroa und Fangataufa (1998), Bikini (1998), Kasachstan (1999) und Algerien (2005) durchgeführt.⁶⁹ Dabei handelte es sich um Vorstudien auf der Grundlage einer Resolution der Generalkonferenz der IAEAO von 1995, die fachliche Unterstützung bei der Beurteilung der Strahlungsrisiken an diesen ehemaligen Versuchsgeländen leisten und als Entscheidungsgrundlage für Sanierungsprojekte dienen sollten. Sie stellen eine wichtige Grundlage für eine aktualisierte und umfassendere IAEAO-Analyse der einschlägigen ehemaligen Versuchsgelände dar.

VI. Nukleare Abrüstung und damit zusammenhängende Fragen

71. Der Vertrag über das Verbot von Kernwaffen erweitert und ergänzt das komplexe Gefüge internationaler und regionaler Verträge, Übereinkünfte, Verfahrensweisen, politischer Maßnahmen und Institutionen, die das Ziel verfolgen, eine kernwaffenfreie Welt zu verwirklichen und zu erhalten. Er schafft einen transformativen Rahmen, der zusätzliche Schritte und Rechtsinstrumente für die gemeinsame, unumkehrbare, verifizierbare und transparente Beseitigung von Kernwaffen und Kernwaffenprogrammen ermöglicht.

72. Im vorliegenden Abschnitt des Berichts werden die für die Abrüstungsbestimmungen des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen (Artikel 4) relevanten wissenschaftlichen Beurteilungen sowie die Anerkennung möglicher „weiterer Maßnahmen zur nuklearen Abrüstung“ unter Artikel 8 des Vertrags erörtert.

Verifikation der Abrüstung

73. In Artikel 4 (Auf dem Weg zur vollständigen Beseitigung von Kernwaffen) des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen werden verschiedene Wege zur verifizierbaren Beseitigung von Kernwaffenprogrammen skizziert. Die Vertragsstaaten werden sich mit einer Reihe konzeptioneller und praktischer Fragen im Zusammenhang mit der unumkehrbaren und verifizierbaren Beseitigung von Kernwaffenprogrammen, einschließlich des Rückbaus oder der unumkehrbaren Konversion aller mit Kernwaffen zusammenhängenden Einrichtungen, auseinandersetzen müssen.⁷⁰

74. In den Kernwaffenlabors der nuklear bewaffneten Staaten und in Zusammenarbeit mit ihren Verbündeten werden umfangreiche Forschungsarbeiten zur Verifikation der Abrüstung durchgeführt. Um die Kapazitäten akademischer Gruppen und Forschungseinrichtungen für diese Art von Forschung auszubauen, braucht es neue Initiativen, insbesondere in den Vertragsstaaten des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen. Solche Forschungszentren können unabhängige und neue Perspektiven bieten, die nicht durch die Kernwaffeninstitutionen eingeschränkt und durch das Wettrüsten zwischen den

⁶⁹ Die *Radiological Assessment Reports Series* der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) sind auf Englisch verfügbar unter <https://www.iaea.org/publications/search/type/radiological-assessment-reports-series>.

⁷⁰ Tamara Patton, „An international monitoring system for verification to support both the Treaty on the Prohibition of Nuclear Weapons and the Non-proliferation Treaty“, *Global Change, Peace and Security*, Vol. 30, Nr. 2 (2018); Moritz Kütt, „Weapons production and research“, in *Toward Nuclear Disarmament: Building up Transparency and Verification*, Malte Götsche und Alexander Glaser, Hrsg. (Berlin, Auswärtiges Amt, 2021) und Tamara Patton, Sébastien Philippe und Zia Mian, „Fit for purpose: an evolutionary strategy for the implementation and verification of the Treaty on the Prohibition of Nuclear Weapons“, *Journal for Peace and Nuclear Disarmament*, Vol. 2, Nr. 2 (2019).

Vereinigten Staaten und der Sowjetunion beziehungsweise zwischen den Vereinigten Staaten und der Russischen Föderation und die Verifikationsmaßnahmen im Rahmen von Rüstungskontrollverträgen geprägt sind. Denn diese haben mit der Zeit einen feindlichen Ton angenommen, auch durch Betrugsbefürchtungen und die Sorge, dass beide Seiten weiterhin bereit wären, Kernwaffen einzusetzen, und die Ansicht, dass nukleare Geheimnisse gewahrt werden sollten. Darüber hinaus konzentriert sich ein Großteil dieser Forschung auf Technologien, Verfahren und Kapazitäten, die für die Verifikation der vereinbarten Grenzwerte für die Größe der Kernwaffenbestände, die Bescheinigung der Echtheit atomarer Gefechtsköpfe und mögliche Ansätze zur Überwachung des Unbrauchbarmachens atomarer Gefechtsköpfe erforderlich sind, statt auf die Verifikation der im Vertrag geforderten umfassenden, transparenten und unumkehrbaren Beseitigung von Kernwaffenprogrammen.

75. Ein Teil der wissenschaftlichen Forschung befasst sich mit neuen Verifikationsansätzen. Einer dieser Ansätze verfolgt das Ziel, Geheimhaltung zu vermeiden, indem keine Daten erhoben werden, die derzeit als sensibel angesehen werden könnten, während ein anderer Ansatz das Nichtvorhandensein von Kernwaffen bestätigen soll.⁷¹ Eine weitere Idee ist das von Joseph Rotblat vorgeschlagene Konzept der gesellschaftlichen Verifikation („societal verification“), bei dem nichtstaatliche Gruppen, Bürgerinnen und Bürger und die Wissenschaft sich gemeinsam an der Überprüfung der Handlungen ihres eigenen Staates beteiligen, unter anderem durch die Weitergabe öffentlich zugänglicher Informationen und die Meldung von Missständen.⁷² Eine „Rotblat-Klausel“, die alle Bürgerinnen und Bürger zur Meldung von Handlungen, die nach dem Vertrag über das Verbot von Kernwaffen verboten sein könnten, berechtigt und verpflichtet und die meldenden Personen schützt, könnte ein wichtiger Bestandteil der in Artikel 4 des Vertrags aufgeführten Verifikationspläne und nationalen Umsetzungsvorschriften sein.⁷³ Eine solche Klausel würde eine Reihe von Maßnahmen ermöglichen, die ergänzend zur Tätigkeit von internationalen Behörden ergriffen werden könnten, den Verifikationsprozess demokratisieren und die Gewährleistung der Unumkehrbarkeit fördern würden.

76. Derzeit gibt es nur wenige Initiativen zum Aufbau von Kapazitäten in den Ländern des globalen Südens und zur Förderung regionaler Ansätze zu Forschung und Innovation im Bereich der Verifikation der nuklearen Abrüstung in Afrika, Zentralasien und Lateinamerika.⁷⁴ Hier bedarf es weiterer Anstrengungen. Brasilien hat zur Unterstützung der Verifikation der nuklearen Abrüstung die Einrichtung einer multilateralen Gruppe wissenschaftlicher und technischer Sachverständiger unter der Leitung der Vereinten Nationen vorgeschlagen.⁷⁵ Für den Fall, dass eine solche Gruppe eingerichtet wird, sollte sie mit dem geplanten Netzwerk wissenschaftlicher und technischer Institute und Fachleute zur Unterstützung der Ziele des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen verknüpft werden.

⁷¹ Alexander Glaser, Boaz Barak und Robert J. Goldston, „A zero-knowledge protocol for nuclear warhead verification“, *Nature*, Vol. 510 (2014); Sébastien Philippe et al., „A physical zero-knowledge object-comparison system for nuclear warhead verification“, *Nature Communications*, Vol. 7, No. 12890 (2016); UNIDIR, „Evidence of absence: verifying the removal of nuclear weapons“, 2018; Pavel Podvig et al., *Menzingen Verification Experiment: Verifying the Absence of Nuclear Weapons in the Field* (Genf, United Nations Institute for Disarmament Research, 2023); Eric Lepowsky, Jihye Jeon und Alexander Glaser, „Confirming the absence of nuclear warheads via passive gamma-ray measurements“, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, Vol. 990 (Februar 2021); Eric Lepowsky et al., „Ceci n'est pas une bombe: lessons from a field experiment using neutron and gamma measurements to confirm the absence of nuclear weapons“, *Science and Global Security* (2023) und Johannes Tobisch et al., „Remote inspection of adversary-controlled environments“, *Nature Communications*, Vol. 14, Nr. 6566 (2023).

⁷² Joseph Rotblat, „Societal verification“, in *A Nuclear-Weapon-Free World: Desirable? Feasible?*, Joseph Rotblat et al., Hrsg. (Boulder, Colorado, Westview Press, 1993); Marvin Miller et al., „Societal verification“, in *Global Fissile Material Report 2009: A Path to Nuclear Disarmament* (Princeton, New Jersey, International Panel on Fissile Materials, 2009); Harold A. Feiveson et al., *Unmaking the Bomb: A Fissile Material Approach to Nuclear Disarmament and Non-proliferation* (MIT Press, 2014) und Sara Al-Sayed, „Revisiting societal verification for nuclear non-proliferation and arms control: the search for transparency“, *Journal for Peace and Nuclear Disarmament*, Vol. 5, Nr. 2 (2022).

⁷³ Zia Mian, Tamara Patton und Alexander Glaser, „Addressing verification in the Nuclear Ban Treaty“, *Arms Control Today*, Vol. 47 (Juni 2017).

⁷⁴ Noel Stott, „Regional hubs for research and capacity-building on nuclear disarmament verification“, *VERTIC*, 10. September 2022.

⁷⁵ A/74/90, Ziffer 39.

Abrüstung und Sicherungsmaßnahmen

77. Nach Artikel 4 des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen sollen Abkommen über Sicherungsmaßnahmen mit der IAEA geschlossen werden, um glaubhaft zu gewährleisten, dass gemeldetes Kernmaterial nicht von friedlichen nuklearen Tätigkeiten abgezweigt wird und dass es in dem Vertragsstaat insgesamt weder nicht gemeldetes Kernmaterial noch nicht gemeldete nukleare Tätigkeiten gibt. Während in 134 Nichtkernwaffenstaaten sowohl Abkommen über umfassende Sicherungsmaßnahmen als auch das Zusatzprotokoll in Kraft sind, haben einige nuklear bewaffnete Staaten mit der IAEA Übereinkünfte über begrenzte Sicherungsmaßnahmen getroffen.⁷⁶

78. Indien, Israel und Pakistan haben Abkommen über Sicherungsmaßnahmen auf der Grundlage von INFCIRC/66/Rev.2 geschlossen. Indien verfügt über ein Zusatzprotokoll zu seinem INFCIRC/754-Sicherungsabkommen. In China, Frankreich, die Russische Föderation, das Vereinigte Königreich und die Vereinigten Staaten sind Abkommen über freiwillige Sicherungsmaßnahmen und das Zusatzprotokoll in Kraft.⁷⁷ In Frankreich gelten auch Sicherungsmaßnahmen der Europäischen Atomgemeinschaft, wie einst auch im Vereinigten Königreich. All diese Maßnahmen bilden eine Grundlage, auf der die IAEA Ansätze und Maßnahmen zur Erweiterung der bestehenden Sicherungssysteme ausarbeiten könnte, die sich speziell an Staaten richten, die ihre Kernwaffen und Kernwaffenprogramme im Rahmen des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen abgeschafft haben.

Verifikation über Kernmaterial hinaus

79. Wie die Gruppe von Regierungssachverständigen feststellte, ist die nukleare Abrüstung ein komplexes Unterfangen, für dessen Verifikation eine Reihe politischer, rechtlicher, wissenschaftlicher, technischer und institutioneller Fragen geklärt werden muss.⁷⁸

80. Die Verifikation im Sinne des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen könnte davon profitieren, wenn ein nuklear bewaffneter Staat sich systematisch und auf Grundlage kooperativer Vereinbarungen in ein Land verwandelt, das seinen Verpflichtungen nach dem Vertrag auf transparente und unumkehrbare Weise nachkommt.⁷⁹ Ein ehemaliger nuklear bewaffneter Staat würde vor dem Hintergrund nationaler Debatten und Entscheidungen zur Neugestaltung nationaler Sicherheitsprioritäten, -institutionen, -verfahrensweisen und -vorstellungen mit den Vertragsstaaten des Vertrags und einer oder mehreren durch den Vertrag benannten zuständigen Behörden zusammenarbeiten, um die unumkehrbare Beseitigung seines Kernwaffenprogramms verifizieren zu lassen.

81. Ein abrüstender Staat würde auf nationaler und internationaler Ebene durch die Ausarbeitung und Umsetzung eines verifizierbaren und zeitlich begrenzten Abrüstungsplans die tiefgreifenden und sehr konkreten maßgeblichen politischen, rechtlichen, militärischen, institutionellen, sozialen und technologischen Reformen nachweisen, die er zur Einhaltung der Grundsätze und Verbote des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen umsetzt. Diese Reformen hätten zwangsläufig konkrete Auswirkungen auf die Unumkehrbarkeit, die wiederum von Dritten beurteilt werden könnten.

82. Grundlegende Konzepte wie Unumkehrbarkeit, Konversion und die Definition von Kernwaffenprogrammen müssen in weiteren technischen Forschungsarbeiten und Analysen erforscht werden. Es bedarf auch wissenschaftlicher Arbeiten zur Ausarbeitung aktiver und öffentlicher Abrüstungsmaßnahmen, die über Ansätze mit Fokus auf atomaren Gefechtsköpfen und Kernwaffenmaterial hinausgehen, um der nationalen Bevölkerung der jeweiligen Staaten und der internationalen Gemeinschaft die Tragweite des

⁷⁶ IAEA, „Safeguards statement for 2022“, 2023; IAEA, „Status list: conclusion of safeguards agreements, additional protocols and small quantities protocols“, 3. Mai 2023 und IAEA, *Annual Report 2021* (Wien, 2022).

⁷⁷ Siehe William Walker et al., „International safeguards in the nuclear weapon states“, in *Global Fissile Material Report 2007: Developing the Technical Basis for Policy Initiatives to Secure and Irreversibly Reduce Stocks of Nuclear Weapons and Fissile Materials* (Princeton, New Jersey, International Panel on Fissile Materials, 2007).

⁷⁸ Siehe A/78/120.

⁷⁹ Sébastien Philippe und Zia Mian, „The TPNW and nuclear disarmament verification: shifting the paradigm“, in *Verifying Disarmament in the Treaty on the Prohibition of Nuclear Weapons*, Pavel Podvig, Hrsg. (Genf, UNIDIR, 2022).

öffentlichen Verzichts und der dauerhaften Konversion der Institutionen, Technologien, Investitionen und Kapazitäten, die den betreffenden Staat zu einem nuklear bewaffneten Staat gemacht haben, vor Augen zu führen.

Erkenntnisse aus vergangenen Verifikationsinitiativen

83. Frühere und aktuelle Überwachungs- und Verifikationsinitiativen, einschließlich der Maßnahmen im Rahmen des Vertrags zwischen der Union der Sozialistischen Sowjetrepubliken und den Vereinigten Staaten von Amerika über die Reduzierung und Begrenzung der strategischen Offensivwaffen (START-I-Vertrag), des Neuen START-Vertrags und des Vertrags zwischen den Vereinigten Staaten von Amerika und der Union der Sozialistischen Sowjetrepubliken über die Beseitigung ihrer Flugkörper mittlerer und kürzerer Reichweite (INF-Vertrag), sowie Staaten, die auf Kernwaffen verzichtet haben, und die begrenzten Erfahrungen mit Sicherungsmaßnahmen in nuklear bewaffneten Staaten halten viele Lehren bereit.

84. Südafrika ist das einzige Land, das über ein Kernwaffenprogramm verfügte und dieses abgerüstet hat. Detaillierte Fallstudien über den Abrüstungsplan Südafrikas könnten zur Ermittlung der wichtigsten Erfolgsfaktoren für eine verifizierbare und unumkehrbare Abrüstung aufschlussreich sein. Auch der Prozess, den Kasachstan und die Ukraine durchliefen, als sie atomare Gefechtsköpfe aus der Zeit der Sowjetunion zur Beseitigung an die Russische Föderation zurückgaben, birgt Erkenntnisse für die Vertragsstaaten des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen. Ein wichtiger Aspekt der Verifikation der nuklearen Abrüstung ist die Beseitigung der Infrastruktur für Kernwaffenversuche. Eine eingehendere Studie zur Erfahrung Kasachstans bei der Schließung des Nuklearversuchsgeländes Semipalatinsk, der Beseitigung der entsprechenden Infrastruktur und der Bewältigung der Folgen der Kernwaffenversuche könnte ebenfalls wertvolle Erkenntnisse liefern.

Abrüstung und Trägersysteme

85. Der Vertrag über das Verbot von Kernwaffen nimmt keine Eingrenzung des Umfangs von Kernwaffenprogrammen zum Zwecke ihrer Abschaffung vor, auch Trägersysteme werden nicht ausdrücklich behandelt. In der Präambel des Vertrags wird jedoch die Beseitigung von Kernwaffen und ihrer Trägersysteme gefordert. Das Kontrollregime für Flugkörpertechnologie und der Haager Verhaltenskodex gegen die Verbreitung ballistischer Flugkörper spiegeln die anhaltende Besorgnis über Trägersysteme wider.

86. Die meisten bilateralen Verträge zur Kernwaffenkontrolle (wie der START-I-Vertrag und der Neue START-Vertrag) konzentrieren sich auf die Regulierung von Trägersystemen. Der INF-Vertrag wurde 1987 zwischen den Vereinigten Staaten und der Sowjetunion geschlossen und verbot landgestützte ballistische Flugkörper und Marschflugkörper mit einer Reichweite zwischen 500 und 5.500 km, die sowohl atomare als auch konventionelle Gefechtsköpfe tragen können. Zudem verlangte er die Vernichtung der Flugkörper, ihrer Startgeräte und Unterstützungsstrukturen sowie der entsprechenden Ausrüstung. Der INF-Vertrag endete im Jahr 2019. Im Zuge der Einstellung seines Kernwaffenprogramms beendete Südafrika sein Programm zur Entwicklung ballistischer Flugkörper und vernichtete unter Aufsicht die wichtigsten dazugehörigen Geräte, Anlagen, Baupläne und technischen Unterlagen.

87. Nuklear bewaffnete Staaten entwickeln, zertifizieren und setzen spezielle Trägersysteme für Kernwaffen ein, aber es gibt auch Trägersysteme mit einem doppelten Verwendungszweck, die sich sowohl für nukleare als auch für konventionelle Einsätze eignen. Die in Artikel 8 des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen genannten „weiteren Maßnahmen zur nuklearen Abrüstung“ lassen womöglich Beschränkungen für zertifizierte Kernwaffen-Trägersysteme und Trägersysteme mit dualer Einsatzfähigkeit zu. Es ist absehbar, dass nuklear bewaffnete Staaten solche Trägersysteme im Rahmen ihrer Verpflichtungen zur unumkehrbaren Abrüstung nach dem Vertrag unbrauchbar machen müssen. Über die Überprüfung von Trägersystemen im Kontext der Abrüstung gibt es nur wenige neuere wissenschaftliche Arbeiten.⁸⁰ Dieser Forschungsbereich ist ausbaufähig.

⁸⁰ Alexander Glaser und Moritz Kütt, „Verifying deep reductions in the nuclear arsenals: development and demonstration of a motion-detection subsystem for a 'Buddy Tag' using non-export controlled accelerometers“, *IEEE Sensors Journal*, Vol. 20, Nr. 13 (2020); Moritz Kütt, Ulrich Kühn und Dmitry

Vertrag über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen

88. Der Vertrag über das Verbot von Kernwaffen erkennt die Bedeutung des Vertrags über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen und seines Verifikationsregimes an. Fast alle derzeitigen Vertragsstaaten des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen sind auch Vertragsstaaten des Vertrags über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen und als solche Mitglieder der Vorbereitungskommission für die Organisation des Vertrags über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen. Sie haben Zugriff auf die Daten des Internationalen Überwachungssystems und die Analysen des Internationalen Datenzentrums der Vorbereitungskommission und können sie in einem als angemessen erachteten Maße nutzen und auswerten. Obwohl der Vertrag über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen noch nicht in Kraft getreten ist, befindet sich sein Verifikationssystem mit Ausnahme der Inspektionen vor Ort im vorübergehenden Betrieb, wobei 90 Prozent der Überwachungseinrichtungen funktionsfähig sind.

89. Die Vertragsstaaten des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen sollten die Möglichkeiten des Vertrags über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen bestmöglich nutzen, auch durch Schulungen und wissenschaftliche Arbeitstagungen und durch die Entsendung von Fachleuten in die Arbeitsgruppe B der Vorbereitungskommission, die sich mit der Verifikation befasst. Zu den wissenschaftlichen Foren, die als Austauschplattform dienen können, gehören die Konferenzen für Wissenschaft und Technologie der Vorbereitungskommission für die Organisation des Vertrags über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen und das künftige Netzwerk wissenschaftlicher und technischer Forschungseinrichtungen und Fachleute zur Unterstützung der Ziele des Vertrags über das Verbot von Kernwaffen.

VII. Fazit

90. Dies ist der erste Bericht der Wissenschaftlichen Beratungsgruppe über den Status von und die Entwicklungen in Bezug auf Kernwaffen, die mit Kernwaffen verbundenen Risiken, die humanitären Folgen von Kernwaffen, die nukleare Abrüstung und damit zusammenhängende Fragen gemäß dem Mandat der Gruppe. Voraussichtlich wird die Beratungsgruppe weitere Berichte erstellen, um die behandelten Themen zu aktualisieren, zu ergänzen und zu vertiefen sowie um bei Bedarf weitere Themen miteinzubeziehen.

Stefanovich, „Remote monitoring: verifying geographical arms limits”, *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol. 79, Nr. 1 (2023) und Pavel Podvig, Hrsg., *Exploring Options for Missile Verification* (Genf, UNIDIR, 2022).