

**Stilllegungs- und
Entsorgungsstrategien
des Standortes
Tschernobyl und deren
Umsetzung**

**Stilllegungs- und
Entsorgungsstrategien
des Standortes
Tschernobyl und deren
Umsetzung**

**Forschungszusammenarbeit
mit der ukrainischen TSO
SSTC NRS zur
Sicherheitseinschätzung
und Analyse der Arbeiten am
Standort Tschernobyl**

Abschlussbericht

Lutz Küchler
Maria-Teresa Hussels
Andreas Berthold

März 2025

Anmerkung:

Das diesem Bericht zugrunde liegende Eigenforschungsvorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) unter dem Förderkennzeichen 4722101410 durchgeführt.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der GRS.

Der Bericht gibt die Auffassung und Meinung der GRS wieder und muss nicht mit der Meinung des BMUV übereinstimmen.

Deskriptoren

bestrahlte Brennelemente, Entsorgungsstrategien, KKW, radioaktive Abfälle, Sarkophag, Störfall, Tschernobyl

Kurzfassung

Die Entwicklung von Entsorgungsstrategien für bestrahlte Brennelemente und für alle Arten radioaktiver Abfälle stellt für ein Land wie die Ukraine mit einem entwickelten Kernenergieprogramm, welches sich auch noch immer mit den gravierenden Auswirkungen der Reaktorkatastrophe am KKW Tschernobyl im Jahr 1986 und dem mehr als drei Jahre andauernden Angriffskrieg Russlands konfrontiert sieht, eine große Herausforderung dar. Die effektive Umsetzung dieser Strategien ist die Grundlage für die Gewährleistung des Schutzes von Menschen und Umwelt vor den Gefahren ionisierender Strahlung. Entsorgungsstrategien basieren auf der Kenntnis von allen vorhandenen und zukünftig anfallenden Abfallströmen, wie sie z. B. bei der Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Anlagen anfallen, und deren spezifische Eigenschaften.

Im Rahmen des Eigenforschungsvorhabens wurde erstmalig in drei Arbeitspaketen eine integrierte Darstellung von Informationen und Analysen zu Entsorgungsstrategien auf regionalem – am Standort des KKW Tschernobyl und in der Tschernobyl Zone und nationalem – der Ukraine – Niveau entwickelt. Ausgangspunkte waren die Analysen von Abfallströmen, die bei der Umwandlung des Sarkophags in ein sicherheitstechnisch sicheres System, der „ordnungsgemäßen“ Stilllegung der Blöcke 1-3 des KKW Tschernobyl und aus dem Umgang mit Abfällen aus weiteren Lagern radioaktiver Abfälle innerhalb und außerhalb der Tschernobyl Zone generiert werden. Weiter wurden die allgemeinen Leistungsmerkmale der standortspezifischen Entsorgungsstrategie und der vorhandenen bzw. zu schaffenden Infrastruktur analysiert.

Die Analyse der nationalen Strategien der Ukraine für die Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle geben einen Überblick über die bestehenden landesweiten Abfallströme und die mit ihrer Entsorgung verbundenen bestehenden oder geplanten Anlagen sowie schließlich eine Analyse der Folgen und Auswirkungen der Aggression der Russischen Föderation gegen die Ukraine.

Die erstellten separaten technischen Berichte zu allen drei Arbeitspaketen werden durch den vorliegenden Abschlussbericht des Eigenforschungsvorhabens ergänzt, in dem die wichtigsten Ergebnisse aus den drei Arbeitspaketen und aus der wissenschaftlichen Zusammenarbeit mit SSTC NRS und den von ihnen vorgelegten Informationen und Bewertungsergebnisse im Rahmen des aktuellen INT-Tschernobyl Eigenforschungsvorhabens zusammengefasst werden.

Abstract

The development of management strategies up to disposal for spent nuclear fuel and for all types of radioactive waste is a major challenge for a country like Ukraine with a developed nuclear energy programme, which is still facing the serious consequences of the Chernobyl nuclear power plant accident in 1986 and the more than three-year war of aggression by Russia. The effective implementation of these strategies is the basis for ensuring the protection of people and the environment from the risks of ionising radiation. Management strategies up to disposal are based on the knowledge of all existing and future radioactive waste streams, including those arising from the decommissioning of nuclear facilities, and their specific properties.

As part of the GRS research project, an integrated presentation of information and analyses of management strategies up to disposal at the regional (at the Chernobyl NPP site and in the Chernobyl zone) and national (Ukraine) level was developed for the first time in three work packages. The starting points were the analyses of waste streams generated by the conversion of the sarcophagus into an environmentally safe system, the 'ordinary' decommissioning of the Chernobyl nuclear power plant units 1-3 and the handling of waste from other radioactive waste storage and disposal sites within and outside the Chernobyl zone. Furthermore, the general performance characteristics of the site-specific disposal strategy and the existing and future infrastructure were analysed.

The analysis of Ukraine's national strategies for the management of spent fuel and radioactive waste provides an overview of existing national waste streams and existing or planned facilities associated with their disposal, as well as an analysis of the consequences and impacts of the aggression of the Russian Federation against Ukraine.

The separate technical reports prepared for all three work packages are supplemented by this final report of the INT Chernobyl research project, which summarises the most important results from the three work packages and from the scientific cooperation with SSTC NRS and the information and assessment results they provided as part of the current INT Chernobyl research project.

Inhaltsverzeichnis

	Kurzfassung	I
	Abstract.....	II
1	Einleitung.....	1
2	Ziele und Umfang der Arbeiten	3
2.1	Ziele und Aufgaben	3
2.2	Beschreibung des Arbeitsprogramms	4
2.2.1	Planung und Ablauf des Eigenforschungsvorhabens	4
2.2.2	AP 1: Betrieb des New Safe Confinement und Strategien zur Bergung und zum Umgang mit Kernbrennstoffen und radioaktiven Abfällen	5
2.2.3	AP 2: Standortspezifische Entsorgungsstrategien des KKW Tschernobyl und technische Umsetzung	5
2.2.4	AP 3: Analyse der ukrainischen Strategien zum Umgang mit bestrahlten Brennelementen und radioaktiven Abfällen.....	6
2.2.5	AP 4: Koordination und Informationsunterstützung, administrative Unterstützung, externe Qualitätssicherung	6
2.3	Unterbeauftragung der ukrainischen Expertenorganisation SSTC NRS.....	6
3	Ergebnisse	7
3.1	Allgemeines.....	7
3.2	AP 1: Betrieb des New Safe Confinement und Strategien zur Bergung und zum Umgang mit Kernbrennstoffen und radioaktiven Abfällen	8
3.3	AP 2: Standortspezifische Entsorgungsstrategien des KKW Tschernobyl und technische Umsetzung	11
3.4	AP 3: Analyse der ukrainischen Strategien zum Umgang mit bestrahlten Brennelementen und radioaktiven Abfällen.....	14
3.5	AP 4: Koordination und Informationsunterstützung, administrative Unterstützung, externe Qualitätssicherung	17
3.6	Ergebnisse aus dem Unterauftrag UA 3669.....	18

4	Zusammenfassung	19
	Literaturverzeichnis	21
	Abbildungsverzeichnis	23
	Tabellenverzeichnis	25
	Abkürzungsverzeichnis	27

1 Einleitung

Die Folgen des Unfalls von 1986 am Block 4 des KKW Tschernobyl beschäftigen seit Jahrzehnten neben der Ukraine auch die unmittelbaren und mittelbaren Nachbarländer und werden sie auch noch weiterhin Jahrzehnte beschäftigen. Daher ist es auch von großem Interesse für Deutschland, dass mit den Hinterlassenschaften des zerstörten Reaktorblockes aus dem Blickwinkel der nuklearen und radiologischen Sicherheit nachhaltig umgegangen wird.

Mit dem neu errichteten New Safe Confinement (NSC) sind der zerstörte Block 4 des KKW Tschernobyl und der darüber im Jahr des Reaktorunglücks 1986 errichtete Sarkophag sicher eingeschlossen und es ist damit auch die Infrastruktur für die Demontage des Sarkophags und des zerstörten Reaktorblocks sowie für die Bergung der kernbrennstoffhaltigen Materialien und anderer radioaktiver Abfälle geschaffen worden.

Langfristiges Ziel dieser Arbeiten ist die Schaffung eines ökologisch sicheren Zustandes des gesamten Standortes. Dazu ist u. a. in einem nächsten Schritt der Rückbau der instabilen Strukturen des alten Sarkophags erforderlich. Die im Jahr 2008 beendeten sicherheitstechnisch wichtigen Stabilisierungsarbeiten am Sarkophag sowie ausgewählte Abdichtungsmaßnahmen des Daches sahen eine prognostizierte ausreichende Standfestigkeit der nunmehr gegebenen Strukturen des Sarkophags nur noch für einen weiteren Zeitraum von 15 Jahren, das heißt bis zum Jahr 2023, vor. Für die Zeit danach wurde der Sarkophag als nur noch begrenzt tragfähig eingeschätzt. Sein (teilweises) Versagen könnte zu einer vor allem radiologisch kritischen Situation im Inneren und auch außerhalb des NSC führen. Ein detailliertes Design für diesen „frühen“ Rückbau bedarf, genauso wie die Strategie für den längerfristigen Rückbau des gesamten Standortes bis 2065, noch einer Konzipierung und Konkretisierung, u. a. von Plänen zur Bergung von und zum Umgang mit den kernbrennstoffhaltigen Materialien und radioaktiven Abfällen aus dem Block 4 und ggf. auch aus anderen Lagern in der Tschernobyl „Exclusion Zone“, z. B. aus dem Oberflächenlager Pidlisny, für eine sichere längerfristige Zwischenlagerung bis hin zur späteren Endlagerung.

Für den sicheren Umgang mit den bereits vorhandenen, bzw. zukünftig anfallenden radioaktiven Abfällen und Materialien sind entsprechende Verarbeitungseinrichtungen am Standort des KKW Tschernobyl notwendig. Für die sichere Entsorgung dieser Abfälle bis hin zur Endlagerung sind weitere Einrichtungen notwendig. Einige solcher Einrichtungen wurden in der Tschernobyl Zone in den letzten Jahrzehnten geschaffen.

Die GRS arbeitet schon seit Beginn der neunziger Jahre mit der ukrainischen kerntechnischen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde SNRIU auf der Basis einer Reihe von nationalen und internationalen Projekten zusammen. Die Hauptziele dieser Zusammenarbeit sind aus Sicht des BMUV und auch aus Sicht der GRS die Stärkung der ukrainischen atomrechtlichen Behörde, die Erhöhung der Sicherheit der ukrainischen Kernkraftwerke und die Überwindung der Folgen des Tschernobyl-Unfalls.

Die Erfahrungen und das bereits vorhandene Wissen aus Projekten für die Ukraine und aus der Kooperation mit den ukrainischen Partnerorganisationen waren wesentliche Voraussetzung für eine fachlich fundierte und effektive Durchführung des Eigenforschungsvorhabens. Eine ausführliche Darstellung dieses Wissens erfolgte im Angebot AG 4521 /GRS 2022/ zum Eigenforschungsvorhaben.

Die gemeinsamen Forschungsarbeiten mit SSTC NRS als wichtigste Expertenorganisation für SNRIU, erfolgten auf der Basis des vierseitigen Memorandums of Understanding (MoU) zwischen BMUV/GRS und SNRIU/SSTC NRS. Im aktuellen MoU zur Zusammenarbeit zwischen der ukrainischen und deutschen Seite wurden unter anderem die nachfolgenden Themen mit Bezug auf dieses Eigenforschungsvorhaben als Schwerpunkte in die Zusammenarbeit mit aufgenommen:

- Erfahrungen bei der Stilllegung und Strategien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen;
- Gewährleistung des sicheren Umgangs mit nuklearen Materialien, Quellen ionisierender Strahlung und radioaktiven Abfällen;
- Methodologie und Kriterien bei der Bewertung des Standes der Gewährleistung des physischen Schutzes kerntechnischer Anlagen sowie nuklearer und anderer radioaktiver Materialien;
- Fragen der Sicherheit am Standort Tschernobyl und in der „30-km Zone“;
- Radiologische Aspekte der Bergung verbrauchter hochaktiver Quellen und ihre Überführung in einen sicheren Zustand in Lagern der „30-km Zone“;

Diese Themenstellungen berücksichtigend, wurden die Arbeitspakete in diesem Eigenforschungsvorhaben formuliert. Die drei definierten fachlichen Arbeitspakete folgen einer logischen und inhaltlich miteinander verknüpften Abfolge von zu lösenden Aufgaben auf dem betrachteten Gebiet.

2 Ziele und Umfang der Arbeiten

2.1 Ziele und Aufgaben

Nach dem Reaktorunfall 1986 in Tschernobyl wurden insbesondere mit Beginn der 90-er Jahre zahlreiche bilaterale und internationale Initiativen ins Leben gerufen. Diese Initiativen sollten die Ukraine nachhaltig bei der Bewältigung der Unfallfolgen sowie zur Weiterentwicklung von nuklearer Sicherheit und Strahlenschutz unterstützen.

Eines der wichtigsten Instrumente war der Shelter Implementation Plan (SIP) der die Errichtung einer neuen Schutzhülle über dem noch im Jahr der Reaktorkatastrophe errichteten Sarkophag, das New Safe Confinement (NSC) zum Ziel hatte. Nach der Übergabe des NSC an den nunmehrigen Betreiber, das KKW Tschernobyl, am 10. Juli 2019 wurde nach einer Phase des industriellen Pilotbetriebs am 20. August 2021 die Genehmigung zum Betrieb des NSC erteilt.

Unmittelbar danach war geplant, die instabilen Strukturen, insbesondere die Dachkonstruktion des Sarkophags zu demontieren, was ursprünglich bis 2023 erfolgen sollte. Der ursprünglich vorgesehene Termin zum Abschluss der Demontage der instabilen Strukturen Ende Oktober 2023 konnte jedoch nicht eingehalten werden. Mit dem Beschluss der atomrechtlichen Behörde der Ukraine SNRIU vom 19. Oktober 2023 sollen nunmehr diese Demontearbeiten bis zum Jahr 2029 erfolgen. Damit ergibt sich auch weiterhin die Notwendigkeit der Analyse von Fragen zur Sicherheit am Standort und insbesondere zum Zustand des Sarkophags und der späteren Entsorgung von z. T. hochradioaktiven und kernbrennstoffhaltigen Materialien auch nach Abschluss dieses Eigenforschungsvorhabens.

Das im vorliegenden Bericht dargestellte Eigenforschungsvorhaben hatte zum Ziel, die GRS zu einer ganzheitlichen Betrachtung der sicherheitstechnischen Situation bei der Bergung, Handhabung, längerfristigen Lagerung und Endlagerung aller Arten radioaktiver Abfälle und bestrahlter Brennelemente zu befähigen. Dies schließt auch die besonderen kernbrennstoffhaltigen radioaktiven Materialien und Abfälle aus dem Block 4 des KKW Tschernobyl mit ein.

Mit dem damit konsolidierten und ergänzten Wissen der GRS können konkrete spezifische Aussagen zur sicherheitstechnischen und radiologischen Situation sowie zum

Fortgang der Arbeiten zur Herstellung eines ökologisch sicheren Zustandes am Standort Tschernobyl, zur Entsorgung in der Tschernobyl Zone und in der Ukraine insgesamt getroffen werden.

Die Forschungszusammenarbeit im Rahmen des Eigenforschungsvorhabens mit der Partnerorganisation SSTC NRS aus der Ukraine erfolgte mit dem Ziel des Informationsgewinns, des Erfahrungszuwachses und der Weiterentwicklung von Möglichkeiten zur Durchführung komplexer Analysen der Situation am Standort Tschernobyl und in der Ukraine.

Ziel der Arbeiten war darüber hinaus, soweit wie dies möglich war, die Auswirkungen des Angriffskriegs Russlands gegen die Ukraine für den betrachteten Arbeitsumfang zu berücksichtigen.

Dieser Abschlussbericht beschreibt die Arbeiten im Rahmen des Eigenforschungsvorhabens 4722I01410 „Forschungszusammenarbeit mit der ukrainischen TSO SSTC NRS zur Sicherheitseinschätzung und Analyse der Arbeiten am Standort Tschernobyl – Stilllegungs- und Entsorgungsstrategien des Standortes Tschernobyl und deren Umsetzung“ für den Zeitraum vom 12.12.2022 bis zum 30.09.2024.

2.2 Beschreibung des Arbeitsprogramms

2.2.1 Planung und Ablauf des Eigenforschungsvorhabens

Die Arbeiten im Rahmen des Eigenforschungsvorhabens wurden in drei fachliche Arbeitspakete und ein organisatorisches Arbeitspaket strukturiert.

Im Rahmen des Eigenforschungsvorhabens erfolgten Untersuchungen, Analysen und vergleichende Betrachtungen zur Entwicklung und Umsetzung von Stilllegungs-, Demontage- und Entsorgungsstrategien im KKW Tschernobyl, für Einrichtungen in der Tschernobyl Zone und in Bezug auf landesweite Maßstäbe. Zur Konsolidierung des bereits verfügbaren Wissens wurden für die genannten Arbeitspakete zunächst alle verfügbaren Informationen und Ergebnisse aus früheren Eigenforschungsvorhaben, Vorhaben und Projekten zusammengestellt und als Eingangsinformationen verwendet. Diese Informationen wurden im Verlauf des Projektes kontinuierlich hinsichtlich ihrer Aktualität geprüft und mit neuen Erkenntnissen, so weit wie vorhanden, ergänzt.

Die Dokumentation der jeweils erreichten Ergebnisse erfolgte kontinuierlich mit der Erstellung umfangreicher fachlich orientierter Zwischenberichte. Darüber hinaus wurden für die drei fachlichen Arbeitspakete, wie geplant, jeweils eine umfangreiche technische Notiz erstellt.

Im Zusammenhang mit dem Unterauftrag an SSTC NRS waren Treffen mit ukrainischen Experten geplant. Diese Treffen konnten durch die kriegsbedingte Situation in der Ukraine nicht durchgeführt werden. Sie wurden teilweise durch Videokonferenzen ersetzt. Dennoch konnten alle im Unterauftrag mit SSTC NRS formulierten Aufgaben mit hoher Qualität erfüllt werden.

2.2.2 AP 1: Betrieb des New Safe Confinement und Strategien zur Bergung und zum Umgang mit Kernbrennstoffen und radioaktiven Abfällen

Das Ziel des Arbeitspakets AP 1: „Betrieb des New Safe Confinement und Strategien zur Bergung und zum Umgang mit Kernbrennstoffen und radioaktiven Abfällen“ war die Ableitung von Schlussfolgerungen aus den Untersuchungen zum erreichten Stand bezüglich der beiden Hauptfunktionen des NSC mit dem darin integrierten Sarkophag bezüglich:

- Des „Einschlusses“ (Confinement): Effizienz des Schutzes der Umwelt vor Freisetzungen aus dem Sarkophag im Normal- und Störfallbetrieb und
- Der Demontage: Nutzungsmöglichkeiten der Infrastruktur des NSC zur Umwandlung des Systems Sarkophag/NSC in ein umwelttechnisch sicheres System durch die Demontage von (instabilen) Konstruktionen und die Bergung von Kernbrennstoffen/radioaktiven Materialien aus dem zerstörten Block 4.

2.2.3 AP 2: Standortspezifische Entsorgungsstrategien des KKW Tschernobyl und technische Umsetzung

Ziel des Arbeitspakets AP 2: „Standortspezifische Entsorgungsstrategien des KKW Tschernobyl und technische Umsetzung“ war die Ableitung von Schlussfolgerungen hinsichtlich der Angemessenheit der standortspezifischen Entsorgungsstrategie des KKW Tschernobyl und der dazu vorhandenen Anlagen bzw. der Pläne ihrer zukünftigen Schaffung.

2.2.4 AP 3: Analyse der ukrainischen Strategien zum Umgang mit bestrahlten Brennelementen und radioaktiven Abfällen

Ziel des Arbeitspakets AP 3: „Analyse der ukrainischen Strategien zum Umgang mit bestrahlten Brennelementen und radioaktiven Abfällen“ war die Ableitung von Schlussfolgerungen aus der Analyse und Bewertung der aktuellen generellen ukrainischen Strategie(n) zum Umgang mit bestrahlten Brennelementen und radioaktiven Abfällen unter Berücksichtigung der besonderen Abfälle, die durch den Störfall am Block 4 generiert wurden und werden.

2.2.5 AP 4: Koordination und Informationsunterstützung, administrative Unterstützung, externe Qualitätssicherung

Das Arbeitspaket AP 4: „Projektmanagement und Projektcontrolling“ umfasste entsprechend der Beschreibung im Angebot die Projektbegleitung, die eine kontinuierliche Koordination, Durchführung und Überwachung der administrativ vertraglich zugesicherten Aufgaben sowie die Unterstützung des Projektleiters bei seinen Planungen vorsah.

2.3 Unterbeauftragung der ukrainischen Expertenorganisation SSTC NRS

Ein wesentlicher Teil der Forschungsarbeiten, wurden von der GRS ohne Beteiligung von Unterauftragnehmern durchgeführt. Zur fachlichen Unterstützung der Arbeiten im Eigenforschungsvorhaben wurde jedoch auch, wie geplant, ein Unterauftrag an die ukrainische Organisation State Scientific and Technical Center for Nuclear and Radiation Safety (SSTC NRS) /UA 3669/ vergeben. Damit konnte eine institutionalisierte Informationsbeschaffung und -auswertung sichergestellt werden. Die Forschungszusammenarbeit mit der Partnerorganisation SSTC NRS basierte auf dem vierseitigen „Memorandum of Understanding“ zwischen BMUV/GRS und SNRIU/SSTC NRS zur wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit auf den Gebieten der nuklearen Sicherheit und des Umganges mit radioaktiven Stoffen und erfolgte mit dem Ziel des Informationsgewinns, des Erfahrungszuwachses und der Weiterentwicklung von Möglichkeiten zur Durchführung komplexer Analysen der Situation am Standort Tschernobyl.

3 Ergebnisse

3.1 Allgemeines

In den folgenden Kapiteln werden die fachlichen Ergebnisse und die Ergebnisse aus dem Unterauftrag, die im Laufe des Eigenforschungsvorhabens, z. T. in Zusammenarbeit mit SSTC NRS erarbeitet wurden, zusammenfassend beschrieben.

Während der Laufzeit des Eigenforschungsvorhabens fanden zwei Projektinformationsgespräche zwischen BASE/BMUV und der GRS statt. Die Ergebnisse des Gespräches im Jahr 2024 sind im Protokoll /GRS 2024/ dargestellt.

Entsprechend der Planung im Unterauftrag an SSTC NRS wurde ein Kick-off Meeting als Videokonferenz zwischen SSTC NRS und der GRS organisiert. Die Ergebnisse dieses Meetings wurden in einem Protokoll festgehalten /UA 3669a/. Wie im Unterauftrag vereinbart, wurde durch SSTC NRS zunächst ein erster Berichtsentwurf erstellt. Dieser Entwurf wurde durch die GRS kommentiert und die kommentierte Version wurde an SSTC NRS versendet. Daraufhin erfolgte durch SSTC NRS eine Überarbeitung des Entwurfs unter Berücksichtigung der GRS Kommentare. Der erstellte finale Berichtsentwurf /UA 3669b/ wurde im November 2024 durch SSTC NRS an die GRS versendet.

Der vorliegende Bericht GRS-789 „Stilllegungs- und Entsorgungsstrategien des Standortes Tschernobyl und deren Umsetzung“ steht mit der ISBN-Nummer 978-3-910548-82-4 für die Öffentlichkeit zur freien Verfügung.

Alle weiteren Ergebnisse des Eigenforschungsvorhabens, wie die technischen Notizen zu den Arbeitspaketen AP 1, AP 2 und AP 3, liegen vereinbarungsgemäß auch in elektronischer Form vor.

3.2 AP 1: Betrieb des New Safe Confinement und Strategien zur Bergung und zum Umgang mit Kernbrennstoffen und radioaktiven Abfällen

Im Arbeitspaket 1 erfolgten Arbeiten zu den folgenden zwei Unterpunkten:

- Arbeitspunkt 1.1 Datenanalyse zum Betrieb des New Safe Confinement (NSC)
- Arbeitspunkt 1.2 Strategien zur Bergung und Lagerung kernbrennstoffhaltiger und sonstiger radioaktiver Abfälle aus dem NSC und anderen temporären Lagern in der Tschernobyl Exclusion Zone

Die Arbeiten im Arbeitspaket 1 betrafen als einen zentralen Punkt den um den zerstörten Block 4 im Jahr 1986 errichteten Sarkophag des KKW Tschernobyl mit dem darüber befindlichen Neuen Sicherem Einschluss, das NSC.

Dazu erfolgten die Sammlung, Sichtung, Aufbereitung und Analyse aller verfügbar gemachten Informationen für das Arbeitspaket 1, die gleichzeitig damit auch z. T. Grundlagen für die beiden anderen fachlichen Arbeitspakete 2 und 3 schafften. Die Darstellung der Arbeitsergebnisse aus dem AP 1 erfolgte in einer umfangreichen Technischen Notiz zum AP 1 /GRS 2024a/.

Das Arbeitspunkt 1.1 befasste sich mit den Sicherheitsaspekten des nunmehr geschaffenen Gesamtsystems NSC und Sarkophag. Dieses System soll gemäß der erteilten Genehmigung den ordnungsgemäßen Umgang mit radioaktiven Materialien und Abfällen, die derzeit „unorganisiert“ im Sarkophag gelagert werden, sicherstellen. Das Ziel dieses Arbeitspakets bestand darin, die aktuelle und damit erreichte Effizienz des Schutzes gegen Freisetzungen aus dem NSC unter normalen Bedingungen und bei Unfällen sowie die aktuellen oder zukünftigen Möglichkeiten der Nutzung der NSC-Infrastruktur zu analysieren. Im Rahmen der Arbeiten im Arbeitspunkt AP 1.1 erfolgte eine Analyse der erreichten Konstruktionsmerkmale des NSC im Vergleich zum projektgemäß angestrebten Grad der Verbesserung der Schutzfunktionen. Dabei wurde zum Beispiel dargestellt, welche Veränderungen sich mit der Inbetriebnahme des NSCs im Jahr 2017 und der darauffolgenden weiteren Abdichtung des NSC ergeben haben.

Ausgangspunkt dafür war auch die Analyse der genehmigten Freisetzung für die Abgabe radioaktiver Stoffe für das System NSC/Sarkophag und der dazu gehörigen Randbedingungen. Als Beispiel dafür sind in der Tab. 3.1 die zulässigen und die darunter liegenden Kontrollwerte, bei deren Nichtüberschreitung sicher von der Einhaltung der zulässigen Freisetzungen über den Luftpfad ausgegangen werden kann, angegeben.

Tab. 3.1 Zulässige und Kontrollwerte für die Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Atmosphäre aus dem NSC nach /UA 3669b/

Durchschnittliche monatliche Freisetzung einzelner Radionuklide (RN) oder Gruppen von Radionukliden aus dem NSC in die Atmosphäre								
Co ⁶⁰ MBq/Monat		Sr ⁹⁰ GBq/Monat		Cs ¹³⁷ GBq/Monat		β - aktive RN GBq/Monat	α - aktive RN MBq/Monat	
PL ¹	CL ²	PL	CL	PL	CL	CL	PL	CL
530	2,12	14	0,056	47	0,188	0,246	440	1,76

¹ PL: Permissible Level – Zulässiger Wert (in MBq oder GBq im Monat)

² CL: Control Level – Kontrollwert (in MBq oder GBq im Monat), der CL ist auf 0,4 % des PL festgelegt, wenn keine Demontearbeiten durchgeführt werden.

Das passive System des Einschlusses wird durch das NSC selbst, dessen Konstruktionsmerkmale, wie z. B. die innere und äußere Abdeckung und die abgedichteten West- und Ost-Bereiche an denen das NSC an die alte, noch vorhandene, Baustruktur angrenzt. Diese Bereiche sind konstruktionsbedingt jedoch nicht 100 % hermetisch dicht. Die projektgemäßen Undichtigkeiten und die erreichten Werte im Probebetrieb – dargestellt als freie Querschnitte – wurden durch den Errichter des NSC NOVARKA und durch das Technische Institut für Thermophysik der Nationalen Akademie der Wissenschaften der Ukraine (IETP) bestimmt (siehe Tab. 3.2).

Tab. 3.2 Durch NOVARKA und IETP abgeschätzte freie Querschnitte ¹

Orte der Undichtigkeit	Project NOVARKA, m ²		NOVARKA Probebetrieb, m ²	IETP Abschätzung, m ²
	Betriebsbeginn	Betriebsende (nach 100 Jahren)		
Äußere Abdeckung	0.26	1.2	1.7	1.7
Innere Abdeckung	0.24	1.1	5.0	6.1
Westseite	0.6	0.6	3.1	2.5
Ostseite	1.8	1.8	3.9	4.8

Durch das aktive System der Lüftungsanlage sollen mit Hilfe einer Druckstaffelung zwischen dem Inneren des NSC (Unterdruck), dem Zwischenraum zwischen der äußeren

¹ Quelle: https://vant.kipt.kharkov.ua/ARTICLE/VANT_2021_6/article_2021_6_181.pdf

und inneren Abdeckung (Überdruck) zum äußeren Normaldruck die Freisetzungen weiter reduziert werden. In der Abb. 3.1 sind der Luftstrom in den Zwischenraum („Air inflow to the [annular space] AS“), die Abluft aus dem NSC („Air exhaust from the [main volume] MV) und der Überdruck („PIT-11“) für den Zeitraum April 2020 bis April 2021 dargestellt. Dieser liegt im angegebenen Zeitraum, abgesehen von einer gelb markierten Ausnahme, im Bereich zwischen 0 bis ca. 20 Pa.

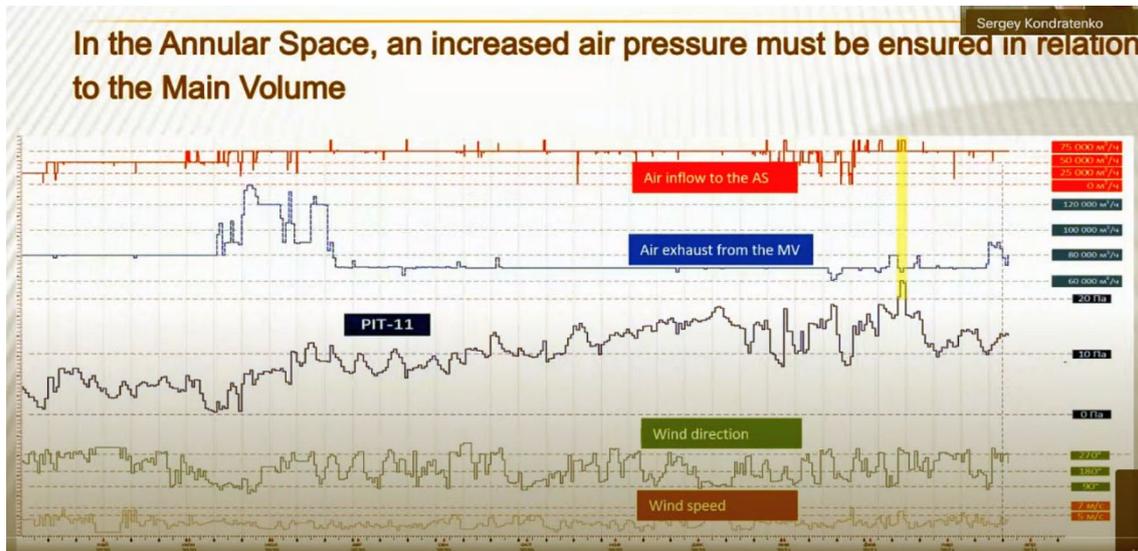


Abb. 3.1 Aufzeichnung eines Tests der Lüftungsanlage des NSC²

Das NSC verfügt über Messstellen, die die Freisetzungen über den Abluftkamin des NSC bestimmen. Nach Angaben des Betreibers des KKW Tschernobyl³ lagen die mittleren Monatswerte für das Jahr 2023 für die Alpha-Aktivität bei ca. 10 % des Kontrollwertes nach Tab. 3.1 und die Monatswerte für die anderen Kontrollwerte noch darunter. Zur Berücksichtigung möglicher Freisetzungen durch die Luftdurchlässigkeiten wurden keine Angaben gemacht.

Die zweite wichtige Funktion des NSC, die im Arbeitspunkt 1.2 behandelt wurde, besteht darin, die Bedingungen für den Abbau instabiler Strukturen des Sarkophags sowie die Bedingungen für die Bergung und weitere Entsorgung von kernbrennstoffhaltigen Materialien und anderer radioaktiver Abfälle, die Entfernung von angesammeltem Wasser und für andere Arbeiten innerhalb des Systems NSC/Sarkophag zu schaffen.

² Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=IF5-0RGMVfk> (18:34 bis 30 :33)

³ Quelle: https://chnpp.gov.ua/images/stories/Fin_zvit/2023_zvit_principal_activity.pdf

Nachdem das NSC in die vorgesehene Position über dem Sarkophag gebracht und abgedichtet wurde, wurden alle installierten Systeme, wie z. B. die Kransysteme, getestet. Diese sind nunmehr für den Rückbau des Sarkophags, beginnend mit den instabilen Strukturen, betriebsbereit. Mit der Verschiebung dieser Demontage wird derzeit die zweite Hauptfunktion des NSC – als Hauptinstrument für den Rückbau zu dienen – daher noch nicht genutzt.

Insgesamt kann eingeschätzt werden, dass die im AP 1 durchgeführten Arbeiten für ein besseres Verständnis der nunmehr gegebenen Prozesse einen wesentlichen Beitrag leisteten. Diese Arbeiten bilden jetzt auch die Grundlage für die Einschätzung der Entwicklung möglicher Optionen zur Lösung von wichtigen Aufgaben, wie z. B. die Erhaltung und weitere Verbesserung der „Confinement“-Funktion des NSC. Dies ist von zunehmender Bedeutung, insbesondere bei den zukünftigen Arbeiten zur Demontage, der Bergung und dem Umgang mit verschiedenen Arten radioaktiver Materialien und Abfällen.

Die Arbeiten im AP 1 trugen auch zur Erstellung der beiden anderen technischen Berichte für die APs 2 und 3 im Rahmen des Projekts und des vorliegenden Abschlussberichtes bei, in dem die Ergebnisse aller drei Arbeitspakete zusammengefasst sind.

3.3 AP 2: Standortspezifische Entsorgungsstrategien des KKW Tschernobyl und technische Umsetzung

Die Forschungsarbeiten im AP 2 betrafen die Analyse des Stands der vorhandenen standortspezifischen Entsorgungsanlagen des KKW Tschernobyl. Es wurden alle Informationen und Erkenntnisse zusammengefasst und mit Informationen zu spezifischen Abfallströmen und tabellarischen Anlagenbeschreibungen als „Facility Status Sheets“ ergänzt. Die Darstellung der Arbeitsergebnisse aus dem AP 2 erfolgte in einer umfangreichen Technischen Notiz zum AP 2 /GRS 2024b/.

Das AP 2 umfasste neben der Analyse für den zerstörten Block 4 auch die drei anderen Blöcke des KKW Tschernobyl, die „ordnungsgemäß“ stillgelegt werden und über eine Stilllegungs- und/oder Abbaugenehmigung verfügen. Andere kerntechnische Anlagen zur Lagerung von bestrahlten Brennelementen und für die Lagerung und Verarbeitung von radioaktiven Abfällen auf dem Gelände des Kernkraftwerks Tschernobyl werden mit weiteren (separaten) Genehmigungen betrieben.

Die Identifizierung von Abfallströmen auf der Grundlage der unterschiedlichen materiellen und radiologischen Eigenschaften der betreffenden Materialien und Abfälle lieferte wichtige Hinweise für die Bewertungen. Die Strategie für die Entsorgung von bestrahlten Brennelementen und radioaktiven Abfällen umfasst den gesamten Zyklus von der Entstehung bis hin zur sicheren Entsorgung in einem geeigneten Endlager oder als von der radiologischen Kontrolle befreites Material.

Das spezifische Ziel des AP 2 bestand darin, Schlussfolgerungen hinsichtlich der Angemessenheit der standortspezifischen Strategie für die Entsorgung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen des Kernkraftwerks Tschernobyl und der bestehenden Anlagen und Pläne für deren zukünftige Errichtung abzuleiten. Die aus den Arbeiten abgeleiteten Schlussfolgerungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Aufgrund der schwerwiegenden (finanziellen) Schwierigkeiten in der Ukraine, die durch den Krieg verursacht wurden, wurde der „Gesetzesentwurf zur Änderung des nationalen Programms für die Stilllegung des Kernkraftwerks Tschernobyl und die Umwandlung der Schutzhülle in ein umweltverträgliches System“ noch nicht verabschiedet. Auch aus diesem Grund liegen die Stilllegungsaktivitäten hinter dem ursprünglich geplanten Zeitplan zurück.
- Es existiert eine Strategie zur Handhabung von bestrahlten Brennelementen, die beiden Zwischenlager ISF-1 und ISF-2 sowie die erforderliche Transferausrüstung sind in Betrieb und der Transfer von Brennelementen vom ISF-1 zum ISF-2 wurde nach einer Unterbrechung während der Besetzung durch russische Truppen wieder aufgenommen.
- Es existiert eine Strategie für die Entsorgung radioaktiver Abfälle, die auf einem Klassifizierungssystem für radioaktive Abfälle gemäß den Empfehlungen der IAEO basiert.
- Die bei den Stilllegungs- und Rückbauarbeiten in den Blöcken 1 bis 3 generierten radioaktiven Abfallströme sind bekannt und die für ihre Entsorgung erforderliche Infrastruktur ist entweder vorhanden oder befindet sich in der Entwurfsphase.
- Die bei der Umwandlung des zerstörten Blocks 4 in ein ökologisch sicheres System erzeugten radioaktiven Abfallströme sind ebenfalls weitestgehend bekannt. Dafür sind aber noch einige Fragen zu deren weiteren Verarbeitung zu lösen. Eine schlüssige Strategie und ein Programm für das Management kernbrennstoffhaltiger Materialien und Abfälle sind derzeit noch nicht verfügbar.

- Mehrere spezifische Abfallströme, wie Graphit, der demontierte Abluftkamin der Blöcke 3 und 4, bestimmte Reaktorelemente und Steuerstäbe, wurden analysiert. Hier sind ebenso noch Entsorgungsstrategien bis zum Erreichen einer sicheren Endlagerung zu entwickeln.
- Mehrere Anlagen zur Behandlung fester und flüssiger radioaktiver Abfälle am Standort des Kernkraftwerks Tschernobyl und deren Status wurden in „Facility Status Sheets“ beschrieben, die zukünftig aktualisiert werden können.
- Die Freigabe von Material aus der atom- oder strahlenschutzrechtlichen Überwachung wurde sowohl aus Sicht der diesbezüglichen Regelungen als auch aus Sicht der Verfahren und der dafür verwendeten radiologische Messtechnik (siehe Abb. 3.2) behandelt.



Abb. 3.2 Die Freimessanlage FRM-03 am Standort Tschernobyl⁴

Insgesamt konnte ein umfassender Überblick über die standortspezifische Managementstrategie, die entstandenen und/oder erwarteten radioaktiven Abfallströme und die erforderliche Infrastruktur und deren Status gegeben werden. Der erstellte technische Bericht kann als Grundlage für eine regelmäßige Aktualisierung der Situation in dem betreffenden Bereich im Rahmen zukünftiger Projekte Verwendung finden. Diese Projekte können auch einige Visionen für eine weitere Verbesserung des integrierten Abfallmanagementansatzes des KKW Tschernobyl aufgreifen. Dies könnte z. B. die Möglichkeit der Errichtung einer „zentralen Verarbeitungs- und Lagereinrichtung“ in der Nähe des KKW Tschernobyl (ehemaliges NSC-Montagegebiet), einer Schmelzanlage für höher kontaminiertes und/oder aktiviertes Metall mit Kontrollbereichsbedingungen und einer

⁴ Quelle: <https://chnpp.gov.ua/en/infocenter/news/5417-free-release-facility-tests-commenced>

Verglasungsanlage für die Konditionierung von kernbrennstoffhaltigen und hochaktiven Abfällen in Vorbereitung auf die Entsorgung in einem geologischen Endlager betreffen.

3.4 AP 3: Analyse der ukrainischen Strategien zum Umgang mit bestrahlten Brennelementen und radioaktiven Abfällen

Die Forschungsarbeiten im AP 3 betrafen die Ableitung von Schlussfolgerungen aus der Analyse und Bewertung der aktuellen generellen ukrainischen Strategie(n) zum Umgang mit bestrahlten Brennelementen und radioaktiven Abfällen unter Berücksichtigung auch der in AP 1 und AP 2 identifizierten spezifischen Abfallströme.

Die Arbeiten im AP 3 umfassten dazu weiterhin die Zusammenfassung der Analysen der Jahresberichte verschiedener Betreiberorganisationen und Behörden in der Ukraine neben den Analysen und Bewertungen der existierenden ukrainischen Strategien, Programme und Konzepte. Bezug wurde dabei auch auf den letzten nationalen Bericht der Ukraine zur „Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management“ aus dem Jahre 2024 /JC 2024/ genommen.

Einbezogen wurden auch jeweils aktuelle Ereignisse, insbesondere an den Standorten nuklearer Anlagen in der Ukraine, einschließlich des Standorts Tschernobyl. Die Darstellung der Arbeitsergebnisse aus dem AP 3 erfolgte ebenso in einer umfangreichen Technischen Notiz zum AP 3 /GRS 2024c/.

Das Ziel des AP 3 bestand darin, Schlussfolgerungen aus der Analyse und Bewertung der aktuellen allgemeinen Strategien für das Management von abgebrannten Brennelementen und radioaktiven Abfällen in der Ukraine abzuleiten. Die Identifizierung landesweiter allgemeiner Abfallströme, die in strategischen Dokumenten auf höchster Ebene berücksichtigt werden sollten, basiert hauptsächlich auf der „Art der Haftung“, wie sie in der o. g. „Joint Convention“ definiert ist. Als allgemeiner Grundsatz gilt, dass die Strategien für die Entsorgung von bestrahlten Brennelementen und radioaktiven Abfällen alle Schritte von der Entstehung bis zur sicheren Entsorgung in einem entsprechenden Endlager oder als freigegebenes Material aus der radiologischen Überwachung abdecken sollten.

Das spezifische Ziel des AP 3 bestand darin, Schlussfolgerungen hinsichtlich der Angemessenheit der landesweiten Strategien für die Entsorgung von bestrahlten Brennelementen und radioaktiven Abfällen in der Ukraine sowie der bestehenden Einrichtungen

und Pläne für deren zukünftige Schaffung abzuleiten. Diese Schlussfolgerungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Aufgrund der durch den Krieg verursachten ernsthaften (finanziellen) Schwierigkeiten in der Ukraine wurden mehrere strategische Dokumente noch nicht verabschiedet. Es stehen keine ausreichenden finanziellen Mittel für die Umsetzung der Strategien für radioaktive Abfälle zur Verfügung und die Aktivitäten liegen deutlich hinter den ursprünglich geplanten Zeitplänen zurück.
- Die genehmigte Strategie für die Entsorgung von bestrahlten Brennelementen für die in Betrieb befindlichen ukrainischen Kernkraftwerke und die Inbetriebnahme des zentralen Zwischenlagers zusammen mit der Schaffung der erforderlichen Infrastruktur für die Entsorgung und den Transport von bestrahlten Brennelementen werden als ausreichend für die Lösung der aktuellen Aufgaben der Entsorgung von abgebrannten Brennelementen in der Ukraine angesehen. Militärische Angriffe der russischen Armee auf die Infrastruktur für bestrahlte Brennelemente in der Ukraine wurden bisher nicht beobachtet. Solche Angriffe können jedoch angesichts der anhaltenden Aggression der Russischen Föderation gegen die Ukraine nicht ausgeschlossen werden.
- Die beiden Lagereinrichtungen für bestrahlte Brennelemente ISF-1 und ISF-2 am Standort des Kernkraftwerks Tschernobyl und die erforderliche Transferausrüstung sind in Betrieb und der Transfer der Brennelemente von ISF-1 zu ISF-2 wird weiter fortgesetzt.
- In der Ukraine existiert eine allgemeine Strategie für die Entsorgung radioaktiver Abfälle, die auf einem Klassifizierungssystem für radioaktive Abfälle basiert, das den Empfehlungen der IAEO entspricht. Dies umfasst auch die Kategorie der sehr schwach radioaktiven Abfälle („Very low level waste“). Für diese Kategorie wurde jedoch bisher noch kein spezifisches Regelwerk erstellt. Das Lager Buria-kivka in der Tschernobyl Zone wird in manchen Publikationen als ein Lager dieser Kategorie behandelt, da das verwendete Design für diese Abfallklasse typisch ist.
- Für die Abfallströme des „Kernbrennstoffkreislaufs“ sind in allen in Betrieb befindlichen KKW in der Ukraine entsprechende Behandlungs- und Konditionierungsanlagen entweder vorhanden oder befinden sich im Bau/in der Inbetriebnahme.

- Für die radioaktiven Abfallströme aus Medizin, Industrie und Forschung sind (Zwischen-)Lagerungsoptionen in mehreren Einrichtungen des Unternehmens RADON, meist in der Nähe größerer Städte, verfügbar. Diese wurden in den 1960-er Jahren als Endlager eingerichtet und werden nunmehr aber nur als Zwischenlager bezeichnet und genutzt.
- Die bei den Stilllegungs- und Abbauarbeiten in den Blöcken 1–3 des Kernkraftwerks Tschernobyl anfallenden radioaktiven Abfallströme sind bekannt und die für ihre Entsorgung erforderliche Infrastruktur ist entweder vorhanden oder befindet sich in der Planungsphase. Derzeit finden in der Ukraine keine weiteren Stilllegungsaktivitäten von Kernanlagen statt. Die strategischen Vorkehrungen sind in den Stilllegungsstrategiepapieren für alle KKW-Blöcke der Betreiberorganisation NAEK Energoatom beschrieben.
- Die bei der Umwandlung des zerstörten Blocks 4 erzeugten radioaktiven Abfallströme sind ebenfalls bekannt. Eine alle Aspekte berücksichtigende schlüssige Strategie und vor allem ein Programm für das Management für kernbrennstoffhaltigen Abfälle ist noch zu entwickeln.
- Der sichere Umgang mit umschlossenen Strahlenquellen wird von der ukrainischen Organisation IZOTOP und den Lagerkapazitäten in den RADON-Einrichtungen sichergestellt. Aufgrund des anhaltenden bewaffneten Konflikts mit der Russischen Föderation bestehen Unsicherheiten hinsichtlich des sicheren Umgangs mit verwaisten Strahlenquellen.
- Mehrere Einrichtungen zum Umgang mit radioaktiven Abfällen in der Tschernobyl-Zone sind von nationaler Bedeutung und deren Status wurde, wie für die Anlagen auf dem Gelände des KKW Tschernobyl, in den entwickelten „Facility Status Sheets“ erfasst, die der technischen Notiz zum AP 3 beigefügt sind.
- Die Freigabe von Material aus der atom- oder strahlenschutzrechtlichen Überwachung wurde weiter oben im Teil zum AP 2 behandelt. Die Entwicklungen zur Freigabe von Material aus der atom- oder strahlenschutzrechtlichen Überwachung in allen anderen kerntechnischen Anlagen und möglicherweise auch in RADON-Einrichtungen soll im Rahmen zukünftiger Projekte erfolgen.

Insgesamt konnte ein umfassender Überblick über die landesweiten Strategien für den Umgang mit bestrahlten Brennelementen und radioaktiven Abfällen, die bereits vorhanden sind oder erwartet werden, gegeben werden. Erfasst wurden dafür auch die

vorhandenen, bzw. noch zu schaffenden erforderlichen Anlagen. Zu den vorhandenen Anlagen wurde der jeweilige Status erfasst. Der technische Bericht zum AP 3 kann als Grundlage für eine regelmäßige Aktualisierung der Situation in diesem Bereich im Rahmen zukünftiger Projekte genutzt werden.

Im Zusammenhang mit der Verfolgung jeweils aktueller Ereignisse in der Ukraine soll hier noch auf eine Übersicht über Projekte in der Tschernobyl-Zone und zum Stand finanzieller Zusagen unter donors.add-site.pro verwiesen werden (siehe Abb. 3.3).

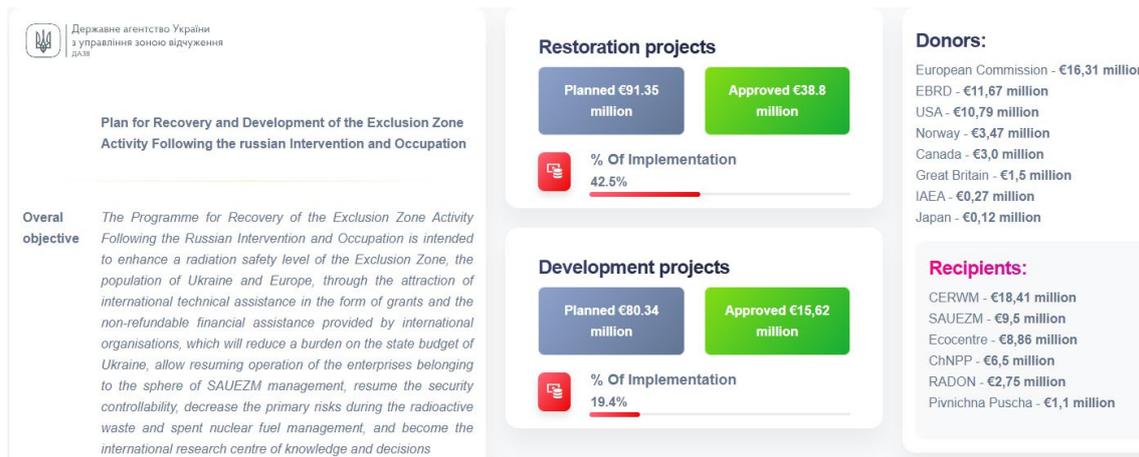


Abb. 3.3 Erfüllungsgrad des Programms „Wiederherstellung der Tschernobyl-Zone nach der russischen Intervention und Besetzung“, Stand Februar 2025 (Screenshot der Website)⁵

3.5 AP 4: Koordination und Informationsunterstützung, administrative Unterstützung, externe Qualitätssicherung

Gegenstand dieses Arbeitspaketes waren Aufgaben des Projektmanagements und Projektcontrollings. Die zugehörigen Arbeiten fielen kontinuierlich über die gesamte Projektlaufzeit an.

⁵ Quelle: <https://donors.add-site.pro/>, Zugangsdaten: Login: Trial, Kennwort: Trial,

3.6 Ergebnisse aus dem Unterauftrag UA 3669

Im Folgenden erfolgt eine zusammenfassende Darstellung der Inhalte der im Rahmen des Unterauftrags UA 3669 durch SSTC NRS zur Verfügung gestellten Informationen (Stand August 2024) zu den einzelnen Arbeitspaketen.

Gemäß der Spezifikation der Arbeiten zu AP 1 wurden die folgenden Informationen zu folgenden Punkten im Zusammenhang mit dem NSC/Sarkophag System bereitgestellt:

- Informationen zu den genehmigten Freisetzungsgrenzwerten des NSC/Sarkophag Systems und des KKW Tschernobyl Standorts insgesamt (mit einer Erläuterung der angewandten Systeme/Anforderungen),
- Strahlungsüberwachung der NSC-Freisetzungen in verschiedenen Situationen (Normalbetrieb und Störfälle),
- Bedingungen für die Verlängerung der Betriebsgenehmigung für den bis 2008 stabilisierten Sarkophag und
- die geplanten dringenden Demontagearbeiten und eventuell aufgetretene Probleme.

Gemäß der Spezifikation der Arbeiten zum AP 2 wurden zu den folgenden Punkten Informationen im Zusammenhang mit den Managementsystemen des KKW Tschernobyl bereitgestellt:

- Status des Stilllegungsprojekts der Blöcke 1, 2 und 3 des KKW Tschernobyl, Identifizierung der wichtigsten zu behandelnden Abfallströme und
- Identifizierung der wichtigsten Managementeinrichtungen: verfügbar, geplant und in Entwicklung.

Gemäß der Spezifikation der Arbeiten zum AP 3 wurden folgende Informationen im Zusammenhang mit dem nationalen ukrainischen System zur Entsorgung radioaktiver Abfälle bereitgestellt:

- (KONZEPT) Nationales Zielumweltprogramm für die Entsorgung radioaktiver Abfälle 2020-2030 und
- Status der Anlagen für die Abfallentsorgung in der Tschernobyl Zone.

4 Zusammenfassung

Im Rahmen des Eigenforschungsvorhabens wurde erstmalig in drei Arbeitspaketen eine integrierte Darstellung von Informationen und Analysen zu Entsorgungsstrategien auf regionalem – am Standort des KKW Tschernobyl und in der Tschernobyl Zone – und nationalem – der Ukraine – Niveau entwickelt.

Die Ergebnisse dieser Arbeiten wurden systematisch in drei technischen Berichten zusammengestellt. Besonders wichtige Informationen für Anlagen mit einer Schlüsselfunktion zum Umgang mit radioaktiven Abfällen wurden dabei in Form so genannter „Facility Fact Sheets“ zusammengefasst. Diese Informationen wurden z. T. mit Hilfe der ukrainischen Expertenorganisation SSTC NRS ergänzt, bewertet und validiert. Die gewählte Darstellungsform erlaubt nicht nur eine systematisierte übersichtliche Präsentation von wichtigen Charakteristika und der Identifizierung des Platzes und der Nutzungsmöglichkeiten im gesamten System, sondern gibt auch die Möglichkeit einer strukturierten Aktualisierung, z. B. im Rahmen zukünftiger Projekte.

Weitere wichtige Punkte waren die Darstellung von Abfallströmen, die sich aus der Umwandlung des Sarkophags in ein sicherheitstechnisch sicheres System, der Stilllegung des KKW Tschernobyl (Blöcke 1-3) und aus dem Umgang mit weiteren Lagern radioaktiver Abfälle innerhalb und außerhalb der Tschernobyl Zone ergeben. Zu diesen Abfallströmen konnten vorhandene bzw. noch zu schaffende Einrichtungen zum Umgang mit diesen Abfällen und radioaktiven Materialien identifiziert werden, wie sie z. B. in den „Facility Fact Sheets“ dargestellt sind.

Da die in dieser Darstellung gegebenen Fakten und Daten ständigen Veränderungen unterworfen sind, geben sie nur ein Abbild der jeweils zum Zeitpunkt der Erstellung gegebenen Situation. Daraus ergibt sich zwangsläufig die Notwendigkeit, diesen integrierten Ansatz auch zukünftig weiter zu verfolgen und zu aktualisieren.

Als weiteres Ergebnis soll hier die Vertiefung des Verständnisses zum am Standort Tschernobyl praktizierten Umweltmonitoring, insbesondere am Sarkophag/NSC, genannt werden.

Literaturverzeichnis

- /GRS 2022/ Angebot für das Vorhaben Forschungszusammenarbeit mit der ukrainischen TSO SSTC NRS zur Sicherheitseinschätzung und Analyse der Arbeiten am Standort Tschernobyl, Stilllegungs- und Entsorgungsstrategien des Standortes Tschernobyl und deren Umsetzung, (FKZ 4722I01410) GRS Köln, 12.09.2022
- /GRS 2024/ Kuchler, L., Protokoll, Projektinformationsgespräch zum Forschungsvorhaben FKZ 4722I01410 „Forschungszusammenarbeit mit der ukrainischen TSO SSTC NRS zur Sicherheitseinschätzung und Analyse der Arbeiten am Standort Tschernobyl – Stilllegungs- und Entsorgungsstrategien des Standortes Tschernobyl und deren Umsetzung“ als Hybridveranstaltung, Sitzung vom 04.07.2024, Köln/Berlin, den 11.07.2024
- /GRS 2024a/ Kuchler, L., Hussels, M.-T., Berthold, A., Bericht zum Vorhaben 4722I01410, AP 1, Stilllegungs- und Entsorgungsstrategien des Standortes Tschernobyl und deren Umsetzung, GRS-V- 4722I01410 - 1/2023, 10/2024
- /GRS 2024b/ Kuchler, L., Hussels, M.-T., Berthold, A., Bericht zum Vorhaben 4722I01410, AP 2, Stilllegungs- und Entsorgungsstrategien des Standortes Tschernobyl und deren Umsetzung, GRS-V- 4722I01410 - 1/2024, 10/2024
- /GRS 2024c/ Kuchler, L., Hussels, M.-T., Berthold, A., Bericht zum Vorhaben 4722I01410, AP 3, Stilllegungs- und Entsorgungsstrategien des Standortes Tschernobyl und deren Umsetzung, GRS-V- 4722I01410 - 2/2024, 12/2024
- /JC 2024/ UKRAINE, NATIONAL REPORT On Compliance with Obligations under the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, KYIV 2024
- /UA 3669/ CONTRACT, 4722I01410 – 845520 – UA 3669, „Decommissioning and waste management strategies for the Chornobyl site and their implementation“

- /UA 3669a/ Küchler, L., MINUTES of the Kick-off meeting of UA 3669 with SSTC NRS and GRS, Videoconference, 16 April 2024, mit Präsentation Appendix 1 “Short introduction of the project FKZ 4722101410 INT Chernobyl, Kick-off meeting for UA 3669 INT Chernobyl”, GRS 16.04.2024 (20240416_Minutes_Kick-off_Meeting_UA3669.pdf)
- /UA 3669b/ CONTRACT 4722101410 - 845520 - UA 3669, Decommissioning and waste management strategies for the Chernobyl site and their implementation, Research co-operation with the Ukrainian TSO SSTC NRS for safety assessment and analysis of the work at the Chernobyl site, INFORMATION GUIDE (Final Version)

Abbildungsverzeichnis

Abb. 3.1	Aufzeichnung eines Tests der Lüftungsanlage des NSC	10
Abb. 3.2	Die Freimessanlage FRM-03 am Standort Tschernobyl	13
Abb. 3.3	Erfüllungsgrad des Programms „Wiederherstellung der Tschernobyl-Zone nach der russischen Intervention und Besetzung“, Stand Februar 2025 (Screenshot der Website).....	17

Tabellenverzeichnis

Tab. 3.1	Zulässige und Kontrollwerte für die Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Atmosphäre aus dem NSC nach /UA 3669b/	9
Tab. 3.2	Durch NOVARKA und IETP abgeschätzte freie Querschnitte	9

Abkürzungsverzeichnis

AP	Arbeitspaket
BASE	Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
FRM	Free Release Measurement Facility (deutsch: Freimessanlage)
GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH
IETP	Technische Institut für Thermophysik der Nationalen Akademie der Wissenschaften der Ukraine
KKW	Kernkraftwerk
MoU	Memorandum of Understanding
NSC	New Safe Confinement
RN	Radionuklid
SIP	Shelter Implementation Plan
SNRIU	State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine
SSTC NRS	State Scientific and Technical Center for Nuclear and Radiation Safety of Ukraine.
TSO	Technical Safety Organisation
UA	Unterauftrag

**Gesellschaft für Anlagen-
und Reaktorsicherheit
(GRS) gGmbH**

Schwertnergasse 1
50667 Köln
Telefon +49 221 2068-0
Telefax +49 221 2068-888

Boltzmannstraße 14
85748 Garching b. München
Telefon +49 89 32004-0
Telefax +49 89 32004-300

Kurfürstendamm 200
10719 Berlin
Telefon +49 30 88589-0
Telefax +49 30 88589-111

Theodor-Heuss-Straße 4
38122 Braunschweig
Telefon +49 531 8012-0
Telefax +49 531 8012-200

www.grs.de