

Eric Schmieman

Erste Einschätzung der Auswirkungen des Drohnenangriffs vom 14. Februar 2025 auf das New Safe Confinement in Tschornobyl

Erste Einschätzung der Auswirkungen des Drohnenangriffs vom 14. Februar 2025 auf das New Safe Confinement in Tschornobyl

Autor: Eric Schmieman

Ein Report von Greenpeace Ukraine, März 2026

Kein Geld von Industrie und Staat

Greenpeace arbeitet international und kämpft mit gewaltfreien Aktionen für den Schutz der Lebensgrundlagen. Unser Ziel ist es, Umweltzerstörung zu verhindern, Verhaltensweisen zu ändern und Lösungen durchzusetzen. Greenpeace ist überparteilich und völlig unabhängig von Politik und Wirtschaft. Rund 620.000 Fördermitglieder in Deutschland spenden an Greenpeace und gewährleisten damit unsere tägliche Arbeit zum Schutz der Umwelt, der Völkerverständigung und des Friedens.

Impressum

Greenpeace e.V. Hongkongstraße 10, 20457 Hamburg, T 040 30618-0 **Pressestelle** T 040 30618-340, F 040 30618-340, presse@greenpeace.de, greenpeace.de **Politische Vertretung Berlin** Marienstraße 19-20, 10117 Berlin, T 030 308899-0 **V.i.S.d.P.** Heinz Smital **Übersetzung** Daniel Bullinger **Gestaltung** Daniel Müller **Stand** 04 / 2026

Inhalt

1. Executive Summary	4
2. Zweck dieser Analyse	6
3. Einleitung	6
3.1 Eine kurze Beschreibung des Reaktorunfalls von Tschornobyl	6
3.2 Einschließung des zerstörten Reaktors	6
3.3 Gefährliches Inventar des Schutzobjekts	8
3.4 New Safe Confinement	9
3.4.1 Entstehung	9
3.4.2 Konstruktionsmerkmale des New Safe Confinements	10
3.4.2.1 Überblick	10
3.4.2.2 Strukturelle Bogenelemente	11
3.4.2.3 Äußere Bogenschale	11
3.4.2.4 Innere Bogenschale	13
3.4.2.5 Belüftung des Ringraums	13
3.4.2.6 Wartungswerkstatt der Hauptkrananlage	14
4. Drohnenangriff auf das NSC	14
5. Unmittelbare Auswirkungen des Angriffs und vorübergehende Maßnahmen	19
5.1 Verlust der NSC-Einschlussfunktion	19
5.2 Verlust der Luftfeuchtigkeitsregelung im NSC-Ringraum	19
5.3 Unbekannte Tragfähigkeit	19
5.4 Vorübergehende Maßnahmen	20
6. Mögliche langfristige Auswirkungen des Angriffs	21
7. Überlegungen zur Wiederherstellung und Bergung	23
8. Kurzbiografie des Verfassers	24
Literaturverzeichnis	25

1. Executive Summary

Am 14. Februar 2025 schlug eine russische Geran-2-Drohne mit einem hochexplosiven Sprengkopf auf dem Dach des New Safe Confinements (NSC) des Atomkraftwerks Tschornobyl ein. Das NSC enthält die Überreste des zerstörten Reaktorblocks 4, der am 26. April 1986 explodierte, sowie das Schutzobjekt, das unmittelbar nach Beginn der Katastrophe errichtet wurde und auch als Sarkophag bekannt ist. Obwohl Russland bestritt, das NSC gezielt angegriffen zu haben, gehen Militäranalysten davon aus, dass dies mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit eine absichtliche Maßnahme der russischen Streitkräfte war. Im März 2025 beauftragte Greenpeace Ukraine den Ingenieur Eric Schmieman mit einer laufenden Bewertung des Drohnenangriffs und seiner Auswirkungen auf das Atomkraftwerk Tschornobyl und insbesondere auf den Funktionszustand des NSC. Schmieman leitete ab 1998 einen der Hauptauftragnehmer bei der konzeptionellen Planung des NSC und war während des Baus als leitender technischer Berater tätig. Diese erste Einschätzung für Greenpeace Ukraine wird dem Büro des Generalstaatsanwalts der Ukraine vorgelegt.

Vom Schutzobjekt zum New Safe Confinement

Unmittelbar nach Beginn des Reaktorunfalls von Tschornobyl 1986 errichteten die sowjetischen Behörden über dem zerstörten Reaktor 4 das Schutzobjekt, das auch als Sarkophag bezeichnet wird. Es sollte die Freisetzung von Radionukliden in die Atmosphäre verringern, das Eindringen von Wasser verhindern und die Strahlungswerte am Standort reduzieren. Unter schwerwiegenden radiologischen Bedingungen errichteten 90.000 Arbeiter, sogenannte „Liquidatoren“, zwischen Mai und November 1986 die Beton- und Stahlkonstruktion. Aufgrund der extremen radiologischen Bedingungen war es nicht möglich, das Schutzobjekt nach den höchsten technischen Standards zu bauen. Es war daher nie als dauerhaftes Bauwerk gedacht, sondern auf eine Lebensdauer von 20 Jahren ausgelegt. Danach bestand ein hohes Einsturzrisiko. 1995 richtete die Europäische Bank für Wiederaufbau und Entwicklung (EBWE) den Tschornobyl-Schutzfonds (Chornobyl Shelter Fund, CSF) ein, um die

Ukraine in Tschornobyl zu unterstützen. 1997 wurde der Shelter Implementation Plan (SIP) als langfristige Strategie eingeleitet, um den beschädigten Reaktor zu stabilisieren und eine dauerhafte Einschlusslösung zu entwickeln. Das Gesamtbudget des SIP belief sich auf 2,1 Milliarden Euro, finanziert von fünfundvierzig Ländern.

Im Rahmen zahlreicher SIP-Projekte wurde beschlossen, ein neues Gebäude über das Schutzobjekt zu errichten: das New Safe Confinement (NSC). Das NSC wurde zwischen 1998 und 2016 entworfen und gebaut. Aufgrund der hohen Strahlungswerte, die vom Reaktor 4 ausgehen, wurde es in 500 Meter Entfernung errichtet und 2016 auf einem einzigartigen Schienensystem über das Gelände transportiert. Das NSC ist so konzipiert, dass es 100 Jahre lang eine sichere Umgebung für den Rückbau des Schutzobjekts und die Überwachung hochradioaktiver Stoffe im Inneren des Gebäudes bietet: Kernbrennstoff, lavaähnliche geschmolzene Brennstoffmassen, radioaktiver Staub und der gesamte Bauschutt. Konstruktion und Betrieb des NSC sollen die Freisetzung von radioaktivem Material während der vielen Jahrzehnte, die für diese Arbeiten erforderlich sind, verhindern. Das NSC wurde 2019 offiziell in Betrieb genommen und untersteht dem Staatlichen Spezialunternehmen Atomkraftwerk Tschornobyl (SSE ChNPP) der Ukraine.

Die unmittelbaren Folgen des russischen Drohnenangriffs

Sechs Jahre nach seiner Inbetriebnahme wurden die wichtigsten Funktionen des New Safe Confinements im Februar 2025 durch einen russischen Drohnenangriff zerstört. Der Einschlag der Drohne auf der nordwestlichen Seite des NSC verursachte ein Loch von ca. 15 m², das sowohl die äußere als auch die innere Bogenschale durchdrang. Kritische Tragelemente des NSC, einschließlich der Hauptkrananlage, wurden verformt und beschädigt, sodass ihre Tragfähigkeit derzeit nicht mehr zuverlässig beurteilt werden kann. Splitter der Explosion verursachten zahlreiche kleinere Durchschläge beider Bogenschalen auf einer Fläche von etwa 200 m². Durch die anfängliche Explosion entstanden

Brände, die mit Wasser relativ schnell gelöscht werden konnten; jedoch flammten über mehrere Tage hinweg immer wieder neue Brandherde auf. Die Verbrennung der kritischen Schichten im Dachraum setzte sich drei Wochen lang in der äußeren Bogenschale fort.

Zu den 2025 eingeleiteten Notreparaturen gehörte die Anbringung einer provisorischen Abdichtung auf der Außenfläche des NSC. Die Einschlussfunktion konnte jedoch nicht vollständig wiederhergestellt werden, wodurch sich das Risiko einer Freisetzung von Radioaktivität in die Umwelt erhöht, insbesondere im Falle eines Einsturzes des Schutzobjekts. Ein Rückbau des einsturzgefährdeten Schutzobjektes ist ohne vorherige Reparatur des NSC nicht möglich. Ein Einsturz des Schutzobjektes hätte erhebliche Auswirkungen, u. a. erhöhte Strahlenbelastung im NSC, zusätzliche finanzielle Kosten und eine höhere kollektive Strahlenbelastung der Arbeiter.

Eine wesentliche Folge des Drohnenangriffs und der Verbrennung der Membran im Dachraum ist der Verlust der Luftfeuchtigkeitsregelung, wodurch sich das Korrosionsrisiko für Stahlteile erhöht. Das NSC ist für eine Lebensdauer von 100 Jahren ausgelegt, vorausgesetzt, die niedrige Luftfeuchtigkeit wird aufrechterhalten. Wird die Luftfeuchtigkeitsregelung nicht bis 2030 wiederhergestellt, könnte eine beschleunigte Korrosion die 100-jährige Lebensdauer des Bauwerks verkürzen.

Weiteres Vorgehen: Neue Ansätze erforderlich

Als Reaktion auf den russischen Drohnenangriff hat die EBWE ein neues Finanzierungsprogramm mit internationalen Gebern aufgelegt, um 500 Millionen Euro für die Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit des NSC zu mobilisieren. Die derzeitigen Pläne umfassen gezielte Untersuchungen und die Entwicklung erster Reparaturkonzepte, gefolgt von ingenieurtechnischen Lösungen und der Entwicklung einer Gesamtrepaurstrategie in Abstimmung mit der ukrainischen Nuklearaufsichtsbehörde. Als Zieldatum für den Abschluss der Gesamtrepaurarbeiten wurde 2030 festgelegt.

Das wohl größte Hindernis für den Beginn baulicher Reparaturen am NSC ist die Fortdauer des Krieges. Das

Atomkraftwerk Tschornobyl befindet sich im frontnahen Bereich eines Kriegsgebiets, und solange der Krieg andauert, sind internationale Bautätigkeiten am Standort unwahrscheinlich. Vorbereitende Arbeiten abseits der Baustelle – wie die Planung und die Beschaffung von Material mit langen Lieferzeiten – können bereits vor Kriegsende aufgenommen werden.

Der Verfasser dieser Analyse unterbreitet zwei Vorschläge, die in diesem Frühstadium des Projekts berücksichtigt werden sollten:

1. Die zugrundeliegenden Strategien, die für den ursprünglichen NSC-Entwurf maßgeblich waren und auch den Zeitplan und die Kosten für die NSC-Reparatur bestimmen werden, sollten neu bewertet werden. Das NSC ermöglicht beispielsweise die schrittweise Abtragung kontaminierten Schutts vom oberen bis zum unteren Bereich des Schutzobjektes. Eine alternative Strategie könnte darin bestehen, zunächst das gefährlichste Material zu entfernen und danach zu weniger gefährlichem überzugehen.
2. Solange noch Gestaltungsspielraum besteht, sollten unkonventionelle Konstruktionsmethoden und Materialien erkundet werden. Anstatt die NSC-Außenfläche abzutragen, um die Dämmung und die Membran zu ersetzen, wäre beispielsweise zu erwägen, die Dämm- und Abdichtmaterialien vom Ringraum aus auf die Innenfläche der äußeren Bogenschale aufzutragen. Insbesondere wäre der Einsatz feuerfester Spritzdämmstoffe in Betracht zu ziehen. Das Aufbringen könnte durch Drohnen oder andere Robotersysteme im Ringraum erfolgen, wodurch die kollektive Strahlenbelastung sowie die Zeit- und Materialkosten gesenkt werden.

2. Zweck dieser Analyse

Seit März 2025 bin ich von Shaun Burnie und Jan Van de Putte von Greenpeace Ukraine beauftragt, die Auswirkungen und Folgen des russischen Drohnenangriffs vom 14. Februar 2025 auf das New Safe Confinement (NSC) des Atomkraftwerks Tschornobyl in der Ukraine zu bewerten. Diese Analyse verfolgt drei Zwecke:

- a. das Sammeln und Ordnen relevanter Informationen,
- b. die Unterstützung bei einer möglichen strafrechtlichen Untersuchung und
- c. die Bewertung der Auswirkungen des Drohnenangriffs.

3. Einleitung

3.1 Eine kurze Beschreibung des Reaktorunfalls von Tschornobyl

Das Atomkraftwerk Tschornobyl bestand aus vier Reaktorblöcken¹ in einem dünn besiedelten Gebiet am Fluss Prypiat, etwa 94 km Luftlinie² nordnordöstlich von Kyiv (Ukraine) gelegen. Bei den Reaktoren handelte es sich um sowjetische RBMK-Reaktoren mit einer Leistung von 1.000 MWe, die Grafit als Moderator und schwach angereichertes Uran als Brennstoff verwendeten^{3,4}. Die vier Reaktorblöcke wurden chronologisch (1977–1983) in einer Reihe gebaut, zuerst Block 1 im Osten und zuletzt Block 4 im Westen¹. Anders als die Reaktoren in Three Mile Island oder Fukushima waren die Reaktorblöcke in Tschornobyl nicht in einem Reaktorsicherheitsgebäude eingeschlossen⁵.

Am 26. April 1986 um ca. 1:26 Uhr kam es in Block 4 des Atomkraftwerks Tschornobyl zu einem auslegungsüberschreitenden Unfall. Die erste Explosion sprengte den 1.000 Tonnen schweren Deckel des Reaktorkerns⁶, Schema Elena, ab und schleuderte radioaktive Trümmer aus dem Reaktorkern in die Umwelt. Radioaktive Gase und Stoffe reichten 15 km in die Stratosphäre, setzten sich am Boden ab und wurden zuerst in Schweden

und später an vielen Orten in Europa und darüber hinaus gemessen⁷. Der größte Teil des radioaktiven Niederschlags fiel auf Belarus, die Ukraine und Russland⁸.

Achtundzwanzig Personen starben an akuter Strahlenkrankheit, die durch den Unfall verursacht wurde⁹. Sechsenddreißig Stunden nach Beginn des Unfalls begannen die sowjetischen Militärbehörden mit der Evakuierung der Menschen aus dem Gebiet um Tschornobyl. Bis Mai 1986 waren alle Einwohner im Umkreis von 30 km um die Anlage (etwa 116.000 Menschen) umgesiedelt worden¹⁰.

3.2 Einschließung des zerstörten Reaktors

Die Sowjetunion errichtete ein großes Bauwerk, um den zerstörten Reaktor vorübergehend einzuschließen, das im Westen als „Sarkophag“ und in der Sowjetunion als „Schutzobjekt“ (SO) [„объект укрытия / объект укрытия“ Russisch/Ukrainisch (OY)] bezeichnet wird.

Das provisorische¹¹ Bauwerk diente dazu, die unkontrollierte Freisetzung von Radionukliden in die Atmosphäre, das Eindringen von Wasser und die Strahlungswerte



Abbildung 1: Schutzobjekt aus der SNRIU-Präsentation für die EBWE vom 18. Februar 2025
Quelle: Staatliche Nuklearaufsichtsbehörde der Ukraine

in der Nähe des Standorts zu reduzieren. Das Schutzobjekt wurde auf dem extrem gefährlichen Gelände in 206 Tagen entworfen und gebaut und am 30. November 1986 in Betrieb genommen¹².

Aus der gesamten Sowjetunion wurden Hilfskräfte (sog. „Liquidatoren“) in das Gebiet entsandt, um das Reaktor-gelände und die Umgebung zu dekontaminieren. Die genaue Zahl der Liquidatoren ist nicht bekannt, da während der Notsituation keine vollständigen Aufzeichnungen geführt wurden. In den russischen Registern waren 1991 rund 400.000 Liquidatoren verzeichnet, und mehr als 600.000 Personen erhielten später den Status eines „Liquidators“.

Die Liquidatoren arbeiteten an Dekontaminations- und Großbauprojekten, einschließlich der Errichtung von Siedlungen und Städten für die Arbeiter und Evakuierten der Anlage sowie dem Bau von Abfall-deponien, Dämmen, Wasserfiltersystemen und des

Schutzobjekts¹³. Etwa 90.000 Arbeiter waren am Bau des Schutzobjekts^{14 15} beteiligt.

Beim Bau des Schutzobjekts wurden rund 345.000 Kubikmeter Beton verbaut und 7.000 Tonnen Stahlkonstruktionen montiert¹⁶. Das Schutzobjekt war ungefähr 200 Meter lang, etwa 160 Meter breit und mehr als 60 Meter hoch¹⁷. Gleichzeitig mit dem Bau des Schutzobjektes wurden hochradioaktive Brennelemente vom Dach von Block 4 entfernt und in die offene Reaktorhalle geworfen; kontaminierte Erde aus der Umgebung wurde als Füllmaterial verwendet.

Für das neue Gebäude wurden keine Fundamente gelegt. Stattdessen wurde die Metallkonstruktion auf Trümmerhaufen, teilweise zerstörte Wände und Lüftungsschächte errichtet. Aufgrund der hochradioaktiven Bereiche war es nicht möglich, die Tragfähigkeit dieser Stellen zu prüfen und zu bestimmen. Um die anhaltenden Auswirkungen des Unfalls abzuschwächen, wurde der

schnellen Fertigstellung Vorrang vor der Langlebigkeit oder der Einhaltung von Bauvorschriften eingeräumt. Diese Entscheidung erhöhte das Risiko, dass Teile des Schutzobjektes einstürzen könnten.

Das Einsturzrisiko steigt mit der Zeit, vor allem aufgrund der hohen Luftfeuchtigkeit im Inneren des Gebäudes, die die Korrosion von Metall- und Betonteilen beschleunigt. Es wurden zwei vorrangige Einsturzrisiken ausgewählt, die zuerst in Angriff genommen werden sollten: die Stabilisierung des beschädigten Abluftkamins der Blöcke 3 und 4 im Jahr 1998 und die Stabilisierung der Stützen für die Träger B1 und B2 im Jahr 1999.

Die Verstrebungen des Abluftkamins waren durch den Unfall beschädigt worden, und der 75 Meter hohe und 300 Tonnen schwere Abluftkamin drohte auf das Dach der Reaktorhalle von Block 4 zu stürzen, was zu einer unkontrollierten Freisetzung von kontaminiertem Staub und brennstoffhaltigem Material führen könnte. Dank eines trilateralen Finanzierungsabkommens zwischen den USA, Kanada und der Ukraine konnte das Projekt rasch in Angriff genommen werden.

Die Träger B1 und B2 tragen das schwere Dach des Schutzobjekts über der Reaktorhalle. Jeder Träger wiegt etwa 1.000 Tonnen und wird an einem Ende von der Westwand des Blocks 4 gestützt. Die Stützen für die Träger hatten sich im Laufe des Jahrzehnts verschoben, da sich die Trägerstützen weit oben im Schutzobjekt befinden, wo Temperatur und Strahlendosis hoch sind. Das Betonieren und Schweißen wurde an einem in der lokalen Zone (d.h. im unmittelbaren Anlagenbereich) gebauten Modell geübt.

Mit diesen beiden Sofortmaßnahmen zur Stabilisierung sammelten die Ingenieure und Arbeiter wertvolle Erfahrungen, bevor sie sich komplexeren Aufgaben widmeten. Im Zeitraum von 2004–2008 wurden acht weitere Stabilisierungsmaßnahmen im Rahmen des Shelter Implementation Plans (Schutzhüllen-Umsetzungsplan) durchgeführt. Die größte dieser Maßnahmen war die Stabilisierungsmaßnahme 2, „Verstärkung des westlichen Fragments des Schutzobjekts“.

Bei der Inspektion stellte sich heraus, dass die Risse in der Nähe der Oberkante der Westwand im Laufe der Zeit breiter geworden waren. Die Träger B1 und B2, die

das schwere Dach über der Reaktorhalle tragen, übertragen ihre Last auf die Westwand. Maßnahme 2 ist erforderlich, um die Westwand zu entlasten. Maßnahme 2 besteht aus zwei 50 Meter hohen Stahltürmen unmittelbar westlich des Schutzobjekts, die auf einem neuen Stahlbetonfundament ruhen. Zwei 23 Meter lange Kragträger aus Stahl erstrecken sich vom Turm nach Osten. Die Kragträger erstrecken sich über der Stützwand und unter dem schweren Stahldach. Am östlichen Ende jedes Kragträgers wurden Hydraulikzylinder angebracht. Der hydraulische Druck wurde erhöht, bis 80 % der Last des schweren Daches von der Westmauer an Achse 50 auf die Stahltürme übertragen worden waren.

Die beiden Türme der Stabilisierungsmaßnahme 2 sind das Erste, was man beim Betreten des New Safe Confinement sieht.

3.3 Gefährliches Inventar des Schutzobjekts

Die Masse des zum Zeitpunkt des Unfalls im Reaktorkern geladenen Brennstoffs beträgt nach allgemeiner Übereinkunft 190,2 Tonnen¹⁸. Die Schätzungen zur im Schutzobjekt verbliebenen Brennstoffmenge gehen weit auseinander und reichen von etwa 95 %¹⁹ bis zu 23–36 %²⁰, was einer Spanne zwischen 44 und 180 Tonnen entspricht. Wichtig ist, sich darüber im Klaren zu sein: Jeder Wert in diesem Bereich entspricht einer sehr großen Menge an extrem gefährlichem Material.

Seit 1986 unterliegt die Kernmaterialbilanzierung im Atomkraftwerk Tschornobyl internationalen Sicherungsmaßnahmen. Da Verbleib und Menge des gesamten Materials nicht angemessen verifiziert werden können, beruht das Sicherungskonzept bisher auf deren Einschluss und Überwachung²¹. Die Kernmaterialbilanzierung ist das wichtigste Mittel, um die Abzweigung von Spaltstoffen zur Herstellung von Kernwaffen zu verhindern.

Im Inneren des Schutzobjekts besteht bei spaltbarem Material wie U235 die Gefahr einer unbeabsichtigten nuklearen Kettenreaktion. Um eine Kettenreaktion auszulösen und aufrechtzuerhalten, bedarf es einer kritischen Masse an spaltbarem Material sowie einem Moderator (Wasser oder Grafit) in einer ganz bestimmten geometrischen Anordnung. Diese Stoffe sind alle in

großen Mengen im Inneren des Schutzobjekts vorhanden, befinden sich aber unseres Wissens nicht in ausreichender Nähe zueinander, um eine Kettenreaktion auszulösen. Verbleib und Menge dieser Stoffe wurden seit dem Unfall von 1986 eingehend untersucht und müssen auch weiterhin untersucht werden, da sich ihr Verbleib im Laufe der Zeit ändert.

In einem Kernreaktor spaltet sich Uran in vorhersehbare Mengen gefährlicher radioaktiver Spaltprodukte. Radioaktive Spaltprodukte zerfallen mit der Zeit in nichtradioaktive chemische Spezies. Die Mengen der radioaktiven Spaltprodukte im Inneren des Schutzobjekts könnten berechnet werden; diese Berechnung hängt jedoch vom Zeitpunkt und von der Ausgangsmenge der Spaltprodukte ab, sodass die Ergebnisse der Berechnung ebenso stark schwanken würden wie die im vorangegangenen Absatz erörterten Schätzungen der Uranmenge. Auch hier gilt: Das Ergebnis wäre eine sehr große Menge an sehr gefährlichem Material.

Das nukleare und radioaktive Material im Schutzobjekt existiert in verschiedenen physikalischen Formen, die sich im Laufe der Zeit verändern. Unterschiedliche physikalische Formen bergen unterschiedliche Gefahren. Die in einem Brennstoffpellet enthaltenen Spaltprodukte stellen beispielsweise eine Strahlungsgefahr dar: starke Gammastrahlen, die in kurzer Zeit eine tödliche Dosis abgeben, wenn man sich in der Nähe des Pellets aufhält.

Der lavaähnliche geschmolzene Brennstoff und die Bautrümmer, die sich im Inneren des Schutzobjekts befinden, stellen ebenso wie das Brennstoffpellet eine Strahlungsgefahr dar. Die freiliegende Oberfläche des lavaähnlichen Materials oxidiert jedoch mit der Zeit und bildet sehr feine Partikel, die zu luftgetragener Staub oder Aerosol werden. Viele Tonnen dieses Staubs befinden sich auf den Innenflächen und in der Luft im Schutzobjekt. Der radioaktive Staub stellt eine extreme Inhalationsgefahr dar. Der Dachraum des Schutzobjekts, in dem ein Modernisiertes Staubbekämpfungssystem (MSPP) betrieben wird, enthält 4 bis 5 Tonnen Uranbrennstoffstaub²².

Um dieser Gefahr zu begegnen, tragen die Arbeiter im Schutzobjekt Atemschutzgeräte.

Die Strahlungsbedingungen in einigen Innenbereichen des Schutzobjekts wurden gemessen, modelliert und genau dokumentiert. Beim Rückbau des Schutzobjekts werden sich die Strahlungsbedingungen darin und in seiner Umgebung dramatisch verändern. Die zu erwartenden Änderungen können modelliert werden, bevor bestimmte Rückbauschritte durchgeführt werden. Bereiche, in denen sich die Arbeiter stundenlang ohne Schaden aufhielten, könnten nach den Rückbauarbeiten zu radioaktiv sein, um sie auch nur für kurze Zeit zu betreten.

Dies ist keine erschöpfende oder auch nur annähernd vollständige Aufstellung der im Schutzobjekt lauernden Gefahren. Sie sind vielfältig und werden sich mit der Zeit verändern.

3.4 New Safe Confinement

3.4.1 Entstehung

Nach der Unabhängigkeit der Ukraine und dem Zusammenbruch der Sowjetunion erkannte man, dass die Ukraine internationale Unterstützung für die nukleare Sicherheit und die ökologische Wiederherstellung in Tschornobyl benötigte. Der Tschornobyl-Schutzhüllfonds (Chornobyl Shelter Fund, CSF) wurde 1997 von der Europäischen Bank für Wiederaufbau und Entwicklung (EBWE) eingerichtet, um den Shelter Implementation Plan (SIP) zu finanzieren. Fünfundvierzig Nationen zahlten mehr als 1,6 Milliarden Euro in den CSF.²³

Das Hauptziel des SIP bestand darin, das Schutzobjekt durch die Durchführung von 22 Projekten in einen stabilen und ökologisch sicheren Zustand zu überführen. Das größte Einzelprojekt im Rahmen des SIP war das New Safe Confinement (NSC).²⁴

Aufgrund der schwierigen Bedingungen während des Baus des provisorischen Schutzobjektes wies dieses Öffnungen mit einer Gesamtfläche von über 1.000 m² auf, durch die Niederschläge in den radioaktiven Schutt im Inneren einsickern und das Grundwasser kontaminieren konnten. Mit zunehmendem Alter verfiel das Gebäude. Ein Einsturz des Schutzobjekts würde eine weitere Wolke radioaktiver Teilchen freisetzen.

„Das Hauptziel des New Safe Confinement (NSC) gemäß dem ukrainischen Gesetz *Über allgemeine Bestimmungen für den weiteren Betrieb und die Stilllegung des Atomkraftwerks Tschornobyl und die Umwandlung von Block 4 des Atomkraftwerks Tschornobyl in ein ökologisch sicheres System umfasst:*

- Gewährleistung des Schutzes der Arbeiter, der Öffentlichkeit und der Umwelt vor den nuklearen und radiologischen Gefahren, die von dem bestehenden Schutzobjekt ausgehen;
- Sicherstellung der erforderlichen Voraussetzungen für praktische Maßnahmen zur Umwandlung des Schutzobjekts in ein ökologisch sicheres System, einschließlich der Bergung des verbleibenden Kernbrennstoffs und brennstoffhaltiger Materialien, Entsorgung radioaktiver Abfälle sowie des Rückbaus und der Stabilisierung der instabilen Strukturen des Schutzobjekts“²⁵

3.4.2 Konstruktionsmerkmale des New Safe Confinements

Dieser Abschnitt liefert einen kurzen Überblick über die Konstruktion des New Safe Confinement (NSC), gefolgt von einer detaillierteren Beschreibung der NSC-Systeme und ihrer Funktionen, die von dem Drohnenangriff betroffen wurden. Nicht betroffene Systeme werden nicht detailliert beschrieben.

3.4.2.1 Überblick

Das NSC hat die Form eines Bogens; diese Form wurde gewählt, um den eingeschlossenen Raum mit möglichst wenig Material zu überbrücken. Seine Innenmaße betragen etwa 250 Meter in Nord-Süd-Richtung, 150 Meter in Ost-West-Richtung und 95 Meter in der Höhe²⁶.

Das östliche und das westliche Ende des Bogens sind durch vertikale Wände abgeschlossen. Die Haupttragelemente bestehen aus lackierten Rohren aus Kohlenstoffstahl, die durch Schraubverbindungen verbunden sind. Die Lebensdauer des Bauwerks ist auf 100 Jahre ausgelegt²⁷.

Das NSC wurde in einem Montagebereich etwa einen halben Kilometer westlich von Reaktorblock 4 errichtet,

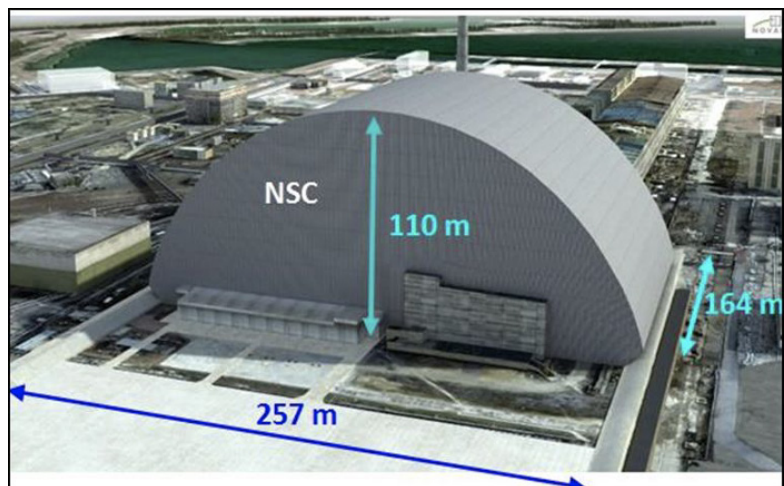


Abbildung 2: Außenabmessungen des New Safe Confinement aus der SNRIU-Präsentation für die EBWE vom 18. Februar 2025
Quelle: Staatliche Nuklearaufsichtsbehörde der Ukraine.

Der fertig montierte Bogen wurde auf Betonfundamenten nach Osten in seine endgültige Betriebsposition verschoben. Die Fundamente im Montagebereich und im Gleitbereich unterscheiden sich von den Fundamenten im Betriebsbereich. Die Fundamente im Montagebereich und im Gleitbereich wurden nach Abschluss der Bauarbeiten nicht entfernt, um gegebenenfalls eine spätere Verschiebung des Bauwerks nach Westen zu ermöglichen.

Der Bogen hat eine innere und eine äußere Schale. In dem Ringraum zwischen den beiden Schalen sind Träger aus Kohlenstoffstahl eingeschlossen. Ein Lüftungssystem entfeuchtet die im Ringraum umgewälzte Luft auf weniger als 40 % relative Luftfeuchtigkeit. Dieser Feuchtigkeitswert wurde gewählt, um Korrosion an den im Ringraum eingeschlossenen Tragelementen zu verhindern.

An der Bogenkonstruktion ist in einer Höhe von etwa 85 Metern eine Hauptkrananlage aufgehängt. Die Hauptkrananlage dient dazu, zunächst Teile des Schutzobjekts zum NSC-Abstellbereich zu transportieren und anschließend Komponenten und Trümmer des Reaktorgebäudes von Block 4 ebenfalls zum Abstellbereich zu befördern. Diese Teile werden dann zerkleinert und für die sichere Entsorgung vorbereitet. Hauptbestandteile der Hauptkrananlage sind zwei in Ost-West-Richtung verlaufende Kranbrücken, vier Wagen (zwei „klassische Wagen“ mit einer Tragfähigkeit von 50 Tonnen, ein gesicherter Wagen mit einer Tragfähigkeit von 40 Tonnen



Abbildung 3: Tragwerk des NSC und innere/äußere Schalen während der Bauphase
Quelle: Staatliche Nuklearaufsichtsbehörde der Ukraine.

für den Personentransport und ein Wagen mit einem Zugträger, der ein ferngesteuertes Werkzeug- und Vakuumsystem trägt) sowie zwei Wartungsbereiche (eine abgeschirmte Wartungswerkstatt im nordwestlichen Quadranten des Bogens und eine kleinere Wagenlagerwerkstatt im südöstlichen Quadranten).

3.4.2.2 Strukturelle Bogenelemente

Die Tragelemente des Bogens sind Rohre aus Kohlenstoffstahl mit einem Durchmesser von einem Meter. Jedes Rohr endet in geschweißten Flachplatten. Die Platten sind durch Schraubverbindungen miteinander verbunden.

Die Tragelemente des Bogens sind Rohre aus Kohlenstoffstahl mit einem Durchmesser von einem Meter. Jedes Rohr endet in geschweißten Flachplatten. Die Platten sind durch Schraubverbindungen miteinander verbunden.

Die Oberflächen aller Kohlenstoffstahlteile wurden vor der Montage zum Schutz vor Korrosion gestrichen.



Abbildung 4: NSC-Rohre, -Platten und -Schrauben während des Baus
Quelle: Staatliche Nuklearaufsichtsbehörde der Ukraine.

3.4.2.3 Äußere Bogenschale

Die äußere Bogenschale trennt den Ringraum von der äußeren Umgebung. Sie ist so konzipiert, dass sie äußeren Naturereignissen und äußeren, von Menschen verursachten Ereignissen standhält.

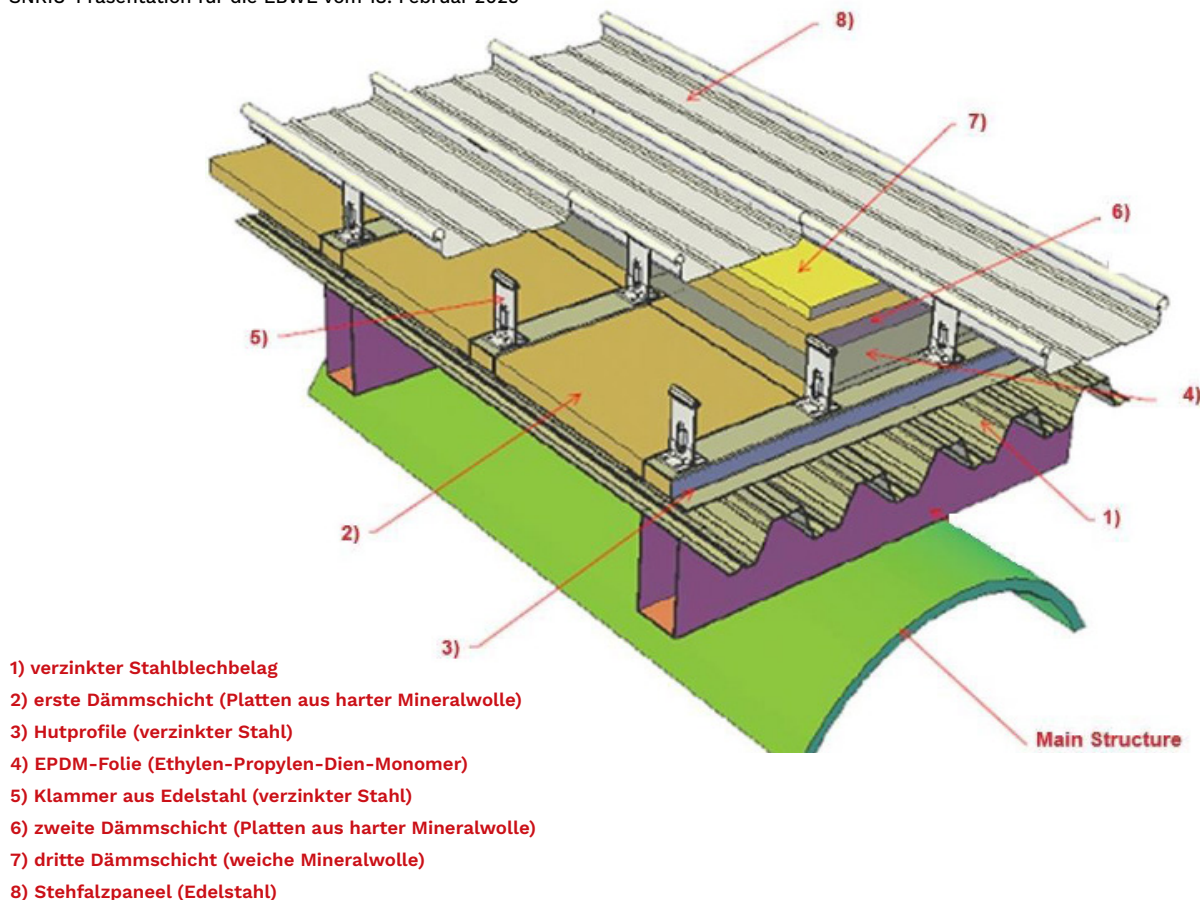
Bei der Bemessung der äußeren Bogenschale wurden u. a. folgende äußere Naturereignisse berücksichtigt²⁸:

- Erdbebeneinwirkung (Bemessungserdbeben Intensität V und maximales Bemessungserdbeben Intensität VI auf der MSK-64-Skala),
- Hohe Windlast, als Summe aus mittlerem Anteil und Böenanteil,
- Schneelast (10.000-jähriges Wiederkehrintervall),
- Tornado-Klasse EF-3,
- Temperatur der Umgebungsluft (-22 °C, +26 °C)
- Blitzschlag und
- Niederschlag (10.000-jähriges Wiederkehrintervall).

Bei der Bemessung der äußeren Bogenschale wurden u. a. folgende äußere, von Menschen verursachte Ereignisse berücksichtigt²⁹:

- Explosion (die Analyse hat gezeigt, dass ihre Auswirkungen durch einen Tornado übertroffen werden),
- Flugzeugabsturz (aufgrund der Eintrittswahrscheinlichkeit und geltender ukrainischer Norm nicht in der Bemessung berücksichtigt),
- Brand (Mindestabstände zu potenziellen Brandherden festgelegt) und
- Ereignisse im Zusammenhang mit bestehenden Blöcken des Atomkraftwerks Tschornobyl (der Abluftkamin der Blöcke 3 und 4 wurde entfernt, bestehende Strukturen, die Teil der Ost- und Westwände des NSC bilden, wurden verstärkt).

Abbildung 5: Komponenten der Außenschale aus der SNRIU-Präsentation für die EBWE vom 18. Februar 2025



Komponenten der äußeren Bogenschale sind an Pfetten befestigt, die auf der Hauptbogenkonstruktion aufliegen. Die äußere Bogenschale besteht aus den in der folgenden Abbildung dargestellten Hauptkomponenten:

Die Außenhülle ist isoliert, um die im folgenden Abschnitt beschriebene Temperatur- und Feuchtigkeitsregelung des Ringraums zu ermöglichen. Die EPDM-Folie minimiert den Luftaustritt aus dem Ringraum in die äußere Umgebung.

Über die gesamte Länge der höchsten Außenfläche des NSC befindet sich in Ost-West-Richtung ein Wartungslaufsteg. Entlang des Laufstegs sind in regelmäßigen Abständen Stützen angebracht, um die Kletterausrüstung zu sichern, mit der die Arbeiter an der Außenfläche des NSC auf- und absteigen können.

3.4.2.4 Innere Bogenschale

Die innere Bogenschale trennt den Ringraum vom Innenraum. Sie ist so konzipiert, dass sie äußeren Naturereignissen und inneren, vom Menschen verursachten Ereignissen standhält.

Das äußere Naturereignis, das für die innere Bogenschale relevant sein könnte, ist Erdbebeneinwirkung (Bemessungserdbeben Intensität V und maximales Bemessungserdbeben Intensität VI auf der MSK-64-Skala)³⁰.

Bei der Bemessung der inneren Bogenschale wurden u. a. folgende inneren, von Menschen verursachte Ereignisse berücksichtigt:

- Brand (interne Brandlasten wurden festgelegt³¹ und Brandmelde-³² und Brandbekämpfungssysteme³³ wurden zur Minderung möglicher Zwischenfälle ausgelegt),
- Explosion³⁴ (bei der Bemessung nicht berücksichtigt, da Wahrscheinlichkeit und Folgen gering sind),
- Struktureller Einsturz innerhalb des NSC,
- Lastabsturz innerhalb des NSC und
- Überflutung durch Druckwassersysteme und Entwässerungssysteme innerhalb des NSC.

Die innerste Schicht der inneren Bogenschale besteht aus Edelstahlblech, um die Oberflächendekontamination zu erleichtern, die voraussichtlich beim Rückbau

des Schutzobjektes anfallen wird.

Im Gegensatz zur äußeren Bogenschale ist die innere Bogenschale aus Gründen, die im folgenden Abschnitt über die Belüftung des Ringraums erläutert werden, NICHT isoliert.

An der inneren Bogenschale sind motorisierte Plattformen angebracht, um Wartungsarbeiter und deren Werkzeuge vom Boden bis zur Innenseite des NSC-Scheitels zu befördern.

3.4.2.5 Belüftung des Ringraums

Die EBWE erklärt: „Die Hauptfunktionen der Heiz-, Lüftungs- und Klimatisierungssysteme (HLK) bestehen darin, die Kontamination einzuschränken, indem sichergestellt wird, dass der Luftstrom stets von Bereichen mit geringerem Kontaminationspotenzial in Bereiche mit höherem Kontaminationspotenzial fließt...“³⁵ Daher muss der Luftdruck im Ringraum höher sein als der Luftdruck im Hauptraum des NSC, so dass jegliche Leckluft vom Ringraum in den Hauptraum des NSC strömt.

Eine weitere Funktion des Belüftungssystems für den Ringraum besteht darin, der Korrosion der Tragelemente des NSC vorzubeugen. Die Korrosion von Stahlkonstruktionen, die der Witterung ausgesetzt sind, wird in der Regel durch einen Anstrich der Oberflächen verhindert. Die Oberflächen müssen in regelmäßigen Abständen neu gestrichen werden, um einen wirksamen Korrosionsschutz zu gewährleisten. Große Stahlkonstruktionen wie der Eiffelturm in Paris und die Golden Gate Bridge in San Francisco werden ständig neu gestrichen. Im Ringraum sind solche Wartungsarbeiten jedoch aufgrund der hohen Strahlungswerte nicht möglich.

Da Kohlenstoffstahl in Umgebungen mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von unter 40 % nicht oxidiert, entfeuchtet das Ringraumbelüftungssystem die darin umgewälzte Luft. Ventilatoren saugen Luft aus dem Ringraum und der Umgebung an und leiten sie dann durch ein rotierendes Trockenmittelrad, das Feuchtigkeit aus der Luft aufnimmt. Trockene Luft verlässt das Trockenmittelrad und strömt in den Ringraum. Das Trockenmittelrad rotiert dann durch einen beheizten Bereich, in dem das

aufgenommene Wasser aus dem Trockenmittel ausgetrieben wird, bevor das Rad wieder in seine Ausgangsposition zurückkehrt.

Die Luft im Ringraum wird aus zwei Gründen leicht erwärmt: (1) um die relative Luftfeuchtigkeit im Ringraum zu senken und (2) um die Ringraumlufttemperatur einige Grad über dem Taupunkt der Luft im Hauptraum des NSC zu halten und so die Kondensation auf der dem Hauptraum des NSC zugewandten Oberfläche der inneren Bogenschale zu verhindern. Kondensat auf der dem Hauptraum des NSC zugewandten Oberfläche der inneren Bogenschale würde radioaktive Schadstoffe im Hauptraum des NSC unkontrolliert verteilen. Die unkontrollierte Verbreitung radioaktiver Stoffe würde das Risiko einer radioaktiven Kontamination der NSC-Mitarbeiter erhöhen und den Dekontaminationsaufwand vergrößern.

3.4.2.6 Wartungswerkstatt der Hauptkrananlage

Innerhalb des NSC befindet sich im Nordwesten eine Wartungswerkstatt für die Hauptkrananlage. Der

Servicebereich befindet sich auf der gleichen Ebene wie die Hauptkranbrückenrahmen, etwa 85 Meter über dem Abstellbereich des NSC, um die Wagen von den Kranbrückenrahmen in die Werkstatt³⁶ überführen zu können.

Die Werkstatt verfügt über:

- Abschirmung zur Verringerung der Strahlenbelastung für das Wartungspersonal.
- Ein Hebezeug im oberen Werkstattbereich, um im Falle einer Demontage die Hauptkomponenten des Wagens handhaben zu können (Anheben von Getriebe, Motor usw.), einschließlich der Absenkung der Teile auf das NSC-Bodenniveau.
- Regal für die Aufbewahrung von Werkzeugen.
- Dekontaminationsausrüstung.
- Vorkehrungen, die dem Personal für Wartungsarbeiten den Zugang zum Wagen von allen Seiten ermöglichen.

Die Werkstatt wird vom Tragwerk des NSC getragen und ist über Treppen und Laufstege zugänglich.

4. Drohnenangriff auf das NSC

Am Freitag, den 14. Februar 2025, um 1:59 Uhr³⁷ schlug eine Drohne des Typs HESA Shahed-136/Garen-2 mit einem hochexplosiven Sprengkopf³⁸ an der Nordwestseite des New Safe Confinement ein (Abb. 6). Teile der Drohne wurden geborgen (Abb. 7). Die Teile trugen die Aufschriften „Б15480“ und „ГЕПАХЬ-2“³⁹. Die Farbe der Teile sowie die Aufschriften deuten darauf hin, dass die Drohne höchstwahrscheinlich in Russland unter Lizenz des Iran⁴⁰ hergestellt wurde. Eine Analyse durch ehemalige britische Militäranalysten ergab, dass der Drohneneinschlag mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit ein gezielter Angriff der russischen Streitkräfte auf das Atomkraftwerk Tschornobyl war.⁴¹ Nach Angaben des ukrainischen Militärs

setzte Russland während seines nächtlichen Angriffs 133 Drohnen über das ganze Land verteilt ein, von denen 73 abgeschossen wurden und 58 ihr Ziel nicht erreichten⁴². Russland bestreitet, das Atomkraftwerk Tschornobyl zum Ziel gehabt zu haben⁴³.

Der Einschlag der Drohne und die anschließende Explosion in einer Höhe von ca. 85 Metern über dem NSC-Boden verursachten ein Loch von ca. 15 m² durch die äußere wie auch die innere Bogenschale.



Abbildung 6 (o.): Drohneneinschlagstelle an der Nordseite des NSC,
AP von ДСНС

Abbildung 7 (u.): Durchschlag der äußeren NSC-Schale,
Skynews



Abbildung 8 (o.): Strukturschäden im Inneren des NSC und an der Wartungswerkstatt für die Hauptkrananlage

Abbildung 9 (u.): Geborgene Drohnenteile, AP von ДСНС



Die Explosion beschädigte auch Schraubverbindungen der Bogenelemente und verformte Verbindungen im oberen Teil der Wartungswerkstatt der Hauptkrananlage⁴⁴. Splitter der Explosion verursachten zahlreiche kleinere Durchschläge beider Bogenschalen auf einer Fläche von etwa 200 m².

An der Stelle des Drohneneinschlags entstand ein Feuer. Das einzige brennbare Material in der Konstruktion der inneren und äußeren Bogenschalen ist anscheinend eine Folie aus Ethylen-Propylen-Dien-Monomer (EPDM) in der äußeren Bogenschale. Es stehen viele EPDM-Rezepturen für Folien zur Verfügung, jede mit unterschiedlichen Entflammbarkeitseigenschaften⁴⁵. Die genaue Zusammensetzung der im NSC verwendeten EPDM-Folie ist dem Verfasser nicht bekannt.

Die Feuerwehr traf innerhalb weniger Minuten nach der ersten Explosion ein⁴⁶. Die Flammen an der Explosionsstelle konnten mit Wasser relativ schnell gelöscht werden, jedoch brachen immer wieder neue Brände aus, und in der äußeren Bogenschale setzte sich ein hartnäckiger Schwelbrand fort. Auf Wärmebildaufnahmen

durch drohnengestützte Sensoren⁴⁷ wurden Glutnester sichtbar; diese wurden nach Einschneiden von Zugangsöffnungen in die äußere Bogenschale mit Wasser gelöscht.

Das Löschen schwelender Bereiche mit Wasser setzte sich noch drei Wochen nach dem Angriff fort. In diesem Zeitraum wurden an 332 Stellen in der äußeren Schale und den Stirnwänden des NSC Öffnungen geschnitten, um die schwelende EPDM-Membran⁴⁸ zu löschen. Schätzungen zufolge verbrannten 50 % der EPDM-Membran auf der Nordseite des NSC und 10 % auf der Südseite. Die Gesamtmenge des eingebrachten Wassers und das Ausmaß der Schäden an der Isolierung sind derzeit nicht bekannt⁴⁹. Ein Teil des in die äußere Schale eingebrachten Wassers lief schnell ab, ein Teil tropfte Ende Juni 2025 immer noch aus der Mineralwolle.

Nachdem 10 Tage lang keine neuen Brände mehr aufgetreten waren, wurde der Vorfall am 7. März 2025 vom „Notfall“ zur „kontrollierten Situation“ herabgestuft^{50 51}. Künftige Inspektionen könnten weitere Schäden aufdecken.



Abbildung 10: Feuerwehrleute mit Wasserschlauch auf dem NSC-Dachlaufsteg



Abbildung 11 (o.): Feuerwehrleute mit mehreren Wasserschläuchen beim Löschen von Schwelbränden

Abbildung 12 (u.): Eingeschnittene Öffnungen zum Löschen schwelenden Materials mit Wasser

5. Unmittelbare Auswirkungen des Angriffs und vorübergehende Maßnahmen

Die drei schwerwiegendsten unmittelbaren Auswirkungen der Explosion, des Brandes und der Brandbekämpfung sind:

- Verlust der NSC-Einschlussfunktion,
- Verlust der Feuchtigkeitsregelung im Ringraum des NSC und
- unbekannte Tragfähigkeit des NSC-Tragwerks und der Hauptkrananlage.

5.1 Verlust der NSC-Einschlussfunktion

Das NSC wurde dazu konzipiert, unkontrollierte radio-logische Freisetzungen von kontaminiertem Staub und Aerosolen einzuschließen, die bei Rückbauarbeiten am Schutzobjekt bzw. beim Einsturz des Schutzobjektes entstehen könnten.

Vor dem Drohnenangriff wurden unkontrollierte radio-logische Freisetzungen verhindert, indem Luft aus dem Ringraum durch kleinere Lecks in der inneren Bogenschale und aus der Außenatmosphäre durch kleinere Lecks zwischen dem NSC und den angrenzenden Strukturen in das NSC strömte, während ein Abluftventilator die Luft gefiltert aus dem NSC ausführte.

Der Luftstrom durch das NSC hat sich durch den Drohnenangriff dramatisch verändert.

Nach dem Angriff strömte – bis zur Anbringung eines Notflickens auf dem Loch in der Außenfläche des NSC – fast die gesamte in das NSC strömende Luft ungefiltert durch das durch die Drohnenexplosion entstandene 15-m²-Loch hinaus⁵². Damit hatte das NSC seine Einschlussfunktion vollständig eingebüßt. Die Einschlussfunktion ist auch nach den nachfolgend beschriebenen vorübergehenden Maßnahmen nicht vollständig wiederhergestellt.

Wie weiter unten erläutert, wird der Verlust der NSC-Einschlussfunktion die Rückbauarbeiten am Schutzobjekt einschränken.

5.2. Verlust der Luftfeuchtigkeitsregelung im NSC-Ringraum

Der Verlust der Luftfeuchtigkeitsregelung im Ringraum und das beim Löschen eingebrachte Wasser können zur Korrosion von Tragelementen führen. Bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von über 40 % im Ringraum kann es zu Korrosion an unbeschichteten Tragelementen und Verbindungen kommen. Ab 2030 ist eine beschleunigte Korrosion zu erwarten, die die auf 100 Jahre ausgelegte Lebensdauer des Bauwerks verkürzen kann.

Die Tragelemente des NSC wurde bei der Herstellung mit einer Korrosionsschutzbeschichtung versehen und bei der Anlieferung auf der Baustelle geprüft. Zusammenbau und seitliche Verschiebung des NSC können zu einer gewissen Degradierung der Beschichtung geführt haben. Durch den Drohnenangriff und möglicherweise durch die Brandbekämpfung wurden Schäden an der Beschichtung der Tragelemente verursacht.

Kleine Proben des beschichteten und unbeschichteten Baustahls wurden im Ringraum aufgehängt und sollen während der Betriebszeit der Anlage regelmäßig entnommen werden, um die Korrosionsrate zu bestimmen. Ein Satz (beschichtet und unbeschichtet) wurde im Jahr 2025 entnommen. Die beschichtete Probe zeigte keine Veränderungen, auf der unbeschichteten Probe war jedoch bereits Korrosion sichtbar⁵³.

5.3. Unbekannte Tragfähigkeit

Die durch den Drohneneinschlag und die Explosion verursachte Erschütterung war stark genug, um vom seismischen Überwachungssystem des NSC erfasst zu werden (0,896 g horizontal, 0,545 g vertikal)⁵⁴. Verformte Verbindungen von Tragelementen in der Nähe der Werkstatt für die Hauptkrananlage wurden durch Sichtprüfung festgestellt und fotografiert.⁵⁵

Die Tragfähigkeit der NSC-Tragelemente und der Hauptkrananlage muss vor ihrer Wiederinbetriebnahme durch zusätzliche Inspektionen und Tests bestimmt werden. Die korrekte Ausrichtung der Hauptkranseilen ist von kritischer Bedeutung.

5.4. Vorübergehende Maßnahmen

Am 3. Oktober 2025 meldete die IAEA⁵⁶, dass das Atomkraftwerk Tschornobyl die dringenden Reparaturen am NSC abgeschlossen hatte. Diese Reparaturen bestanden in erster Linie in der Anbringung einer Notabdeckung über dem 15-m²-Loch in der Außenverkleidung, um das Eindringen von Regen und Schnee in den Ringraum und den Innenraum des NSC zu begrenzen. Wie die IAEA jedoch anmerkte, „ist die Einschlussfunktion des NSC nach wie vor beeinträchtigt, was das Risiko einer

Freisetzung von radioaktivem Material in die Umwelt im Falle eines Einsturzes instabiler Strukturen im Schutzobjekt erhöht.“⁵⁷

Im März 2026 teilte der Direktor des Atomkraftwerks Tschornobyl mit, dass „zur vollständigen Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit des New Safe Confinement eine ganze Reihe von Maßnahmen erforderlich ist, darunter der Austausch aller beschädigten Membrane, die Reparatur des Wartungssystems für die Hauptkrananlage und anderer beschädigter Ausrüstung sowie der tragenden Stahlkonstruktionen und die Wiederherstellung der vollständigen Dichtheit der Außenverkleidung. Dies alles stellt angesichts der hohen Strahlungsbelastung im Arbeitsbereich eine äußerst schwierige technische Aufgabe dar.“⁵⁸ Die Instandsetzung des NSC soll bis 2030 abgeschlossen sein.



Abbildung 13: Das Dach der Schutzhülle ist nach dem Drohen-Einschlag provisorisch abgedichtet.

6. Mögliche langfristige Auswirkungen des Angriffs

Die Strahlenexposition der Arbeiter während der Notfallmaßnahmen nach dem Angriff und der vorübergehenden Maßnahmen überstieg nicht die gesetzlichen Grenzwerte. Es wird davon ausgegangen, dass dies auch für die an den längerfristigen Bergungsmaßnahmen beteiligten Arbeiter gilt. Selbst geringe Strahlenexpositionen können in der Bevölkerung zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen, die sich aber möglicherweise erst lange nach der Exposition bemerkbar machen. Daher sollte sich die Ukraine auf eine langfristige Nachverfolgung und medizinische Überwachung der Arbeiter vorbereiten.

Etwaige langfristige Auswirkungen des Angriffs müssen im Rahmen der langfristigen Aufgaben des NSC berücksichtigt werden: Rückbau instabiler Strukturen und Bergung von brennstoffhaltigen Materialien¹⁵.

Der Rückbau instabiler Strukturen im Schutzobjekt ist notwendig, um deren unkontrollierten Einsturz zu verhindern, bei dem große Mengen an radioaktivem Staub im NSC verteilt würden. Eine großflächige Dekontamination nach einem Einsturz wäre sowohl finanziell kostspielig als auch kollektiv strahlenbelastend für die Arbeiter.

Instabile Strukturen wurden für den Rückbau in zwei Kategorien eingeteilt: vorgezogener Rückbau und aufgeschobener Rückbau. Instabile Strukturen mit einer Einsturzwahrscheinlichkeit von weniger als 10-2 pro Jahr sind für einen vorgezogenen Rückbau vorgesehen. Eine kürzlich durchgeführte Analyse solcher instabiler Strukturen im Schutzobjekt, deren vorgezogener Rückbau geplant ist, ergab, dass ihre Tragfähigkeit ausreicht, um seismische Ereignisse bis 2029 zu überstehen⁵⁹. Instabile Strukturen mit einer Einsturzwahrscheinlichkeit zwischen 10-2 und 10-4 pro Jahr sind für einen aufgeschobenen Rückbau vorgesehen.

Die einzige dem Verfasser bekannte Zeitschätzung für den vorgezogenen Rückbau instabiler Strukturen beläuft sich auf etwa 40 Monate⁶⁰, unter der Annahme,

dass anfallende Abfälle in Behältern verpackt und mit der gleichen Geschwindigkeit aus dem NSC-Pufferlager entfernt werden, mit der sie anfallen⁶¹. Die einzige dem Verfasser bekannte Zeitschätzung für den aufgeschobenen Rückbau des Schutzobjektes beläuft sich auf etwa 14 Monate⁶², unter der Annahme, dass anfallende Abfälle in Behältern verpackt und mit der gleichen Geschwindigkeit aus dem NSC-Pufferlager entfernt werden, mit der sie anfallen.⁶³

Unter der Annahme, dass der aufgeschobene Rückbau unmittelbar nach Abschluss des vorgezogenen Rückbaus beginnt, beträgt die Gesamtdauer beider zusammen etwa 54 Monate. Beginnt der Rückbau der instabilen Strukturen nach der vollständigen Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit des NSC im Jahr 2030, dürfte er im Jahr 2035 abgeschlossen sein.

Die Bergung von brennstoffhaltigen Materialien ist komplizierter, gefährlicher und mit größeren Unsicherheiten behaftet als der Rückbau instabiler Strukturen. In einer Analyse⁶⁴ von zehn Szenarien für die Bergung von brennstoffhaltigen Materialien bildet die Bergung und Verpackung zur Entsorgung von brennstoffhaltigen Materialien aus der zentralen Halle des Reaktorgebäudes von Block 4 in allen zehn Szenarien den ersten Schritt.

Letztlich ist für die Entsorgung von brennstoffhaltigen Materialien ein Tiefenlager erforderlich. Derzeit betreibt nur Finnland ein Tiefenlager für verbrauchte Brennelemente (Onkalo). Alle anderen Länder, die über verbrauchte Brennelemente verfügen, lagern diese in Behältern in Zwischenlagern – oft im Freien. Aufgrund der Erfahrungen anderer Länder ist es unwahrscheinlich, dass die Ukraine innerhalb der 100-jährigen Laufzeit des NSC ein Tiefenlager für die Abfälle aus Tschornobyl einrichten wird. Sollten Abfälle aus Tschornobyl in ähnlichen Behältern gelagert werden, wie sie für verbrauchte Brennelemente verwendet werden, böte die für die Errichtung des NSC verwendete Betonplatte einen geeigneten Zwischenlagerplatz.

Ein vorläufiger Zeitplan für die Umwandlung des Schutzobjekts in ein ökologisch sicheres System wurde 2017 veröffentlicht⁶⁵ und wird nachfolgend wiedergegeben. Er enthält eine ähnliche zeitliche Schätzung für den Rückbau instabiler Strukturen und sieht kein Tiefenlager auf dem kritischen Pfad vor. Verschiebt man den in diesem Zeitplan vorgesehenen Starttermin für die Entfernung und Entsorgung brennstoffhaltiger

Materialien von 2023 auf 2035 – um Verzögerungen durch COVID-19 und den russischen Drohnenangriff zu berücksichtigen –, wäre die Bergung und Entsorgung brennstoffhaltiger Materialien etwa im Jahr 2102 abgeschlossen. Dabei wird davon ausgegangen, dass die 100-jährige Lebensdauer des NSC mit der Inbetriebnahme im Jahr 2019 begonnen hat und 2119 endet.

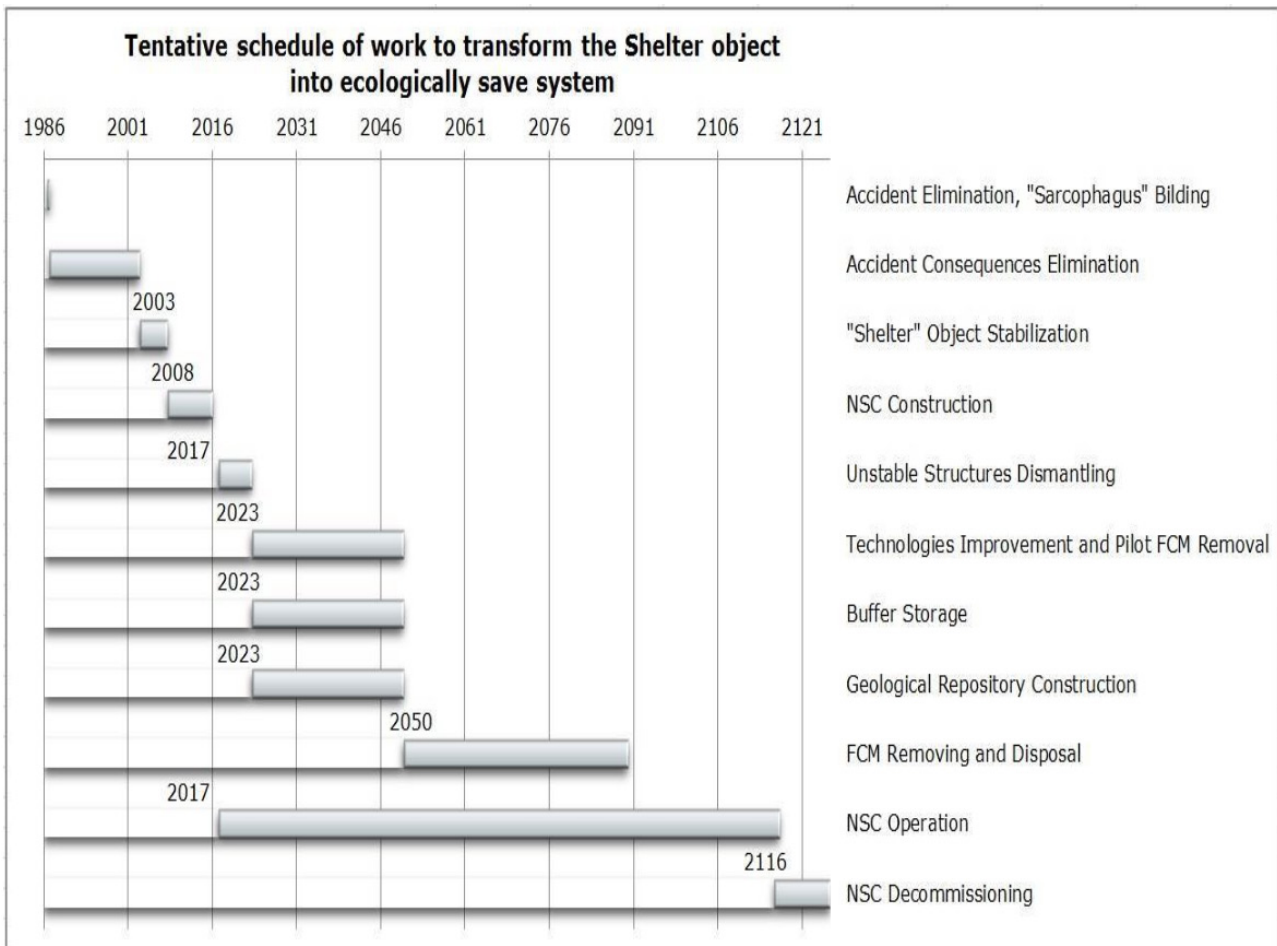


Abbildung 14: Vorläufiger Ablaufplan zur Umwandlung des Schutzobjekts in ein ökologisch sicheres System.

7. Überlegungen zur Wiederherstellung und Bergung

„Im November 2020 wurde auf Antrag der ukrainischen Regierung ein neuer multilateraler Fonds eingerichtet, um die Entwicklung eines umfassenden Plans für Tschornobyl zu unterstützen. Dieser sogenannte International Chernobyl Cooperation Account (ICCA) wird von der EBWE verwaltet.

Nach der Besetzung der Sperrzone von Tschornobyl durch Russland zu Beginn des Krieges gegen die Ukraine wurde der Aufgabenbereich des ICCA erweitert, um die Wiederherstellung der Sicherheit in der Sperrzone sowie umfassendere nukleare Sicherheitsmaßnahmen in der gesamten Ukraine zu unterstützen. Mit den jüngsten Beiträgen Frankreichs, der Europäischen Union und des Vereinigten Königreichs zum ICCA haben sich die insgesamt verfügbaren Mittel auf mehr als 70 Millionen Euro erhöht, womit die laufenden internationalen Bemühungen zur Wiederherstellung der Schlüsselfunktionen des NSC unterstützt werden sollen. Die EBWE arbeitet eng mit dem Atomkraftwerk Tschornobyl zusammen, um Optionen für die Wiederherstellung der vollen Funktionsfähigkeit des NSC zu prüfen. Eine genaue Schätzung der Reparaturkosten ist zum jetzigen Zeitpunkt schwierig; angesichts des Ausmaßes der Schäden und des komplexen radiologischen Umfelds könnten sie sich aber auf mehrere hundert Millionen Euro belaufen.“⁶⁶

Anfang März 2026 meldete das Atomkraftwerk Tschornobyl, die im Oktober 2025 abgeschlossenen Reparaturen hätten ermöglicht, „die Herbst-Winter-Periode relativ reibungslos zu überstehen und ein übermäßiges Eindringen von Niederschlägen in das Bauwerk zu verhindern. Diese Lösung war jedoch nur vorübergehend. Nunmehr ist eine umfassende Instandsetzung und eine vollständige Wiederherstellung der NSC-Funktionsfähigkeit erforderlich.“⁶⁷

„Es ist sehr wichtig, den Einschluss radioaktiver Stoffe im NSC wiederherzustellen und einen aktiven Korrosionsschutz zu gewährleisten, um die Betriebsfähigkeit des NSC für die 100 Jahre sicherzustellen, für die es ausgelegt ist. Nach Abschluss der umfassenden Instandsetzungsarbeiten im vorgegebenen Zeitrahmen (bis 2030) können wir zur Umsetzung der eigentlichen Hauptaufgabe übergehen, für die das New Safe Confinement gebaut wurde – dem Rückbau der instabilen Strukturen des Schutzobjekts und dessen Umwandlung in ein ökologisch sicheres System.“⁶⁸

Der Verfasser unterbreitet zwei Vorschläge:

1. Eine gründliche Inspektion und Dokumentation der Schäden am NSC ist erforderlich. Durch den Einsatz ukrainischer Drohnenexpertise könnte die Sichtprüfung beschleunigt und die Strahlenexposition der Arbeiter reduziert werden.
2. Anstatt die Außenfläche des NSC abzutragen, um Dämmung und Membran zu ersetzen, wäre zu erwägen, ob Dämm- und Dichtstoffe vom Ringraum aus auf die Innenfläche der äußeren Bogenschale aufgetragen werden könnten. Insbesondere wäre der Einsatz von feuerfesten Spritzdämmungen (SFRM) zu prüfen⁶⁹. Der Auftrag könnte durch Drohnen oder andere Robotersystem im Ringraum erfolgen.

8. Kurzbiografie des Verfassers

Eric Schmieman war von 2001 bis 2014 in verschiedenen Funktionen an Planung und Bau des New Safe Confinement beteiligt. Er leitete das Team des Battelle Memorial Institute bei der konzeptionellen Planung des NSC, war Leiter der Abteilung für Umweltsicherheit und Arbeitsschutz der Project Management Unit (PMU) und leitender technischer Berater des PMU-Direktors. Er lebte von 2006 bis 2013 in Slawutytsch.

In seiner Tätigkeit am Pacific Northwest National Laboratory war er an Projekten beteiligt, die vom US-Energieministerium, der US-Nuclear Regulatory Commission, der International Atomenergiebehörde und anderen Regierungsbehörden finanziert wurden.

Eric absolvierte die Ausbildung zum Leitenden Reaktoroperateur im Atomkraftwerk Trojan, Oregon, und versah als technischer Schichtberater Kontrollraumdienst. Er leitete Entwurf und Einbau der umfangreichsten Konstruktionsänderung in der Betriebsgeschichte der Anlage, der Fernabschaltstation.

Zu Beginn seiner Laufbahn arbeitete er als Inbetriebnahmeingenieur, führte an inländischen und ausländischen (Jugoslawien) Atomkraftwerken integrierte Containment-Leckratentests durch und verfasste die technischen Spezifikationen zur Betriebsgenehmigung von Angra-1 (Brasilien).

Eric hat einen Master in Bauingenieurwesen und einen Doktorgrad. Er ist als geprüfter Berufingenieur in mehreren US-Bundesstaaten und mehreren Ingenieurdisziplinen eingetragen.

Eric und Susan sind seit 49 Jahren verheiratet.

Literaturverzeichnis

- 1 <https://www.history.com/articles/Chornobyl>
- 2 <https://www.distance.to/Chornobyl/Kyiv,Kiev,UKR>
- 3 <https://www.nei.org/resources/fact-sheets/Chornobyl-accident-and-its-consequences>
- 4 US Nuclear Regulatory Commission, et al., NUREG-1250 *Report on the Accident at the Chornobyl Nuclear Power Station*, Kapitel 2, Januar, 1987, PDF
- 5 *Ebd.*
- 6 *Ebd.*
- 7 <https://www.davistownmuseum.org/cbm/Rad8.html> Section-10, Chornobyl Plume Data
- 8 Weltgesundheitsorganisation, 2006, *Health Effects of the Chornobyl Accident and Special Health Care Programs*, Seite iii, PDF
- 9 Belyi, David, Kovalenko, Alexander, Bazyka, Dimitry, *Acute Radiation Syndrome Survivors after Chernobyl Accident: History of Irradiation, Diagnostic Mistakes and Death Reasons in Long-term Period*, Radiation Emergency Medicine, 10 Oktober 2013, siehe https://www.researchgate.net/publication/257303274_Acute_Radiation_Syndrome_Survivors_after_Chernobyl_Accident_History_of_Irradiation_Diagnostic_Mistakes_and_Death_Reasons_in_Long-term_Period
- 10 IAEA-Publikation 1239, *Environmental Consequences of the Chornobyl Accident and Their Remediation: Twenty Years of Experience*. (**Offenlegung:** Schmieman ist einer der Mitautoren)
- 11 Staatliche Nuklearaufsichtsbehörde der Ukraine, *New Safe Confinement Above Design Event Caused by RF Military UAV With High-Explosive Projectile Strike*, Präsentation für EBWE et al., 18. Februar 2025, Folien 5, 13
- 12 <https://chnpp.gov.ua/en/infocenter/news/5696-20-interesting-facts-about-the-shelter-object>
- 13 Internationale Atomenergiebehörde, *Häufig gestellte Fragen zu Tschornobyl*, FAQ-7, <https://www.iaea.org/newscenter/focus/Chornobyl/faqs>
- 14 Atomkraftwerk Tschornobyl, „Geschichte des Unfalls von 1986“, <https://chnpp.gov.ua/en/about/history-of-the-chnpp/accident-of-1986>
- 15 Atomkraftwerk Tschornobyl, „20 interessante Fakten über das Schutzobjekt“, <https://chnpp.gov.ua/en/infocenter/news/5696-20-interesting-facts-about-the-shelter-object>
- 16 Atomkraftwerk Tschornobyl, „Geschichte des Unfalls von 1986“, <https://chnpp.gov.ua/en/about/history-of-the-chnpp/accident-of-1986>
- 17 Sarkophag des Atomkraftwerks Tschornobyl, https://gropedia.com/page/Chornobyl_Nuclear_Power_Plant_sarcophagus
- 18 Krasnov, V.O., Nosovsky, A. V., Paskevich, S.A., Rudko, V.M., *Object Shelter in the conditions of a New Safe Confinement*, 2021, Institute of Nuclear Power Plant Safety Problems, Nationale Akademie der Wissenschaften der Ukraine, Kapitel 2, Seite 55
- 19 *Ebd.*
- 20 IAEA-TECDOC-2085, *Experiences and Lessons Learned in Managing Severely Damaged Spent Fuel and Corium*, April 2025, Abschnitt 2.2, Seite 17.
- 21 IAEA-TECDOC-2085, a. a. O., Abschnitt 8.1.2, Seite 248
- 22 Krasnov, V.O., Nosovsky, A. V., Paskevich, S.A., Rudko, V.M., *Object Shelter in the conditions of a New Safe Confinement*, 2021, Institute of Nuclear Power Plant Safety Problems, Nationale Akademie der Wissenschaften der Ukraine
- 23 <https://www.ebrd.com/home/what-we-do/focus-areas/nuclear-safety/Chornobyl-shelter-fund.html>
- 24 *Ebd.*
- 25 *NSC Design Criteria and Requirements*, SIP-P-TM-21-330-DC-101-01, 3. Oktober 2003, Seite 6 (**Offenlegung:** Schmieman ist einer der Mitautoren)
- 26 *Ebd.*, Seite 7
- 27 *Ebd.*, Seite 39
- 28 *Ebd.*, Seiten 10–15
- 29 *Ebd.*, Seiten 15–17
- 30 *Ebd.*, Seiten 10–11
- 31 *Ebd.*, Seiten 17–18
- 32 *Ebd.*, Seiten 99–100

- 33 Ebd., Seite 112
- 34 Ebd., Seiten 18–19
- 35 Ebd., Seite 103
- 36 TS-301, *Technische Spezifikationen - Hauptkrananlage*, Revision 06.07.2007. Seiten 22–23
- 37 Barker, Kim, *New York Times*, 15. Februar 2025, Seite A-7
- 38 Ebd.
- 39 Novikov, Illia und Lukatsky, Efrem, *A drone pierced the outer shell of Ukraine's Chernobyl nuclear plant: Radiation levels are normal*, Associated Press World News, <https://apnews.com/article/russia-ukraine-war-Chernobyl-zelensky-71d781dbd66754d0a548edd388f3447a>
- 40 Wikipedia (englischsprachig), *HESA Shahed 136*, abgerufen am 15. April 2025
- 41 McKenzie Intelligence Services, *Analyse des Angriffs auf den Sarkophag des Atomkraftwerks Tschornobyl durch ein unbemanntes Luftfahrzeugs (UAV)*, im Auftrag von Greenpeace Ukraine, 14. Februar 2025, McKenzie Intelligence Services, www.greenpeace.org/static/planet4-ukraine-stateless/2025/02/3d163c50-20250214_mis_chernobyl-analysis-of-drone-strike_v1_2-2.pdf
- 42 Tarasova-Markina, Daria, et. al., CNN World, <https://www.cnn.com/2025/02/14/europe/russia-ukraine-drones-Chernobyl-intl-hnk/index.html>
- 43 Saric, Ivana, *Russia denies its drone targeted Chernobyl nuclear power plant in Ukraine*, Axios, <https://www.axios.com/2025/02/14/Chernobyl-drone-strike-russia-nuclear-plant-ukraine>.
- 44 Informationszentrum des Atomkraftwerks Tschornobyl, *Information on the status of the damage elimination on the external and internal cladding of the New Safe Confinement (NSC) Arch as a result of a direct hit by a Russian UAV into the protective shell of the NSC as of 16:00 on 05/03/2025*, <https://chnpp.gov.ua/en/infocenter/news/6354>
- 45 Wikipedia (englischsprachig), *EPDM rubber*, abgerufen am 17. April 2025
- 46 Internationale Atomenergiebehörde, Update 275, <https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/update-275-iaea-director-general-statement-on-situation-in-ukraine>
- 47 Informationszentrum des Atomkraftwerks Tschornobyl, *Information on the status of the damage elimination on the external and internal cladding of the New Safe Confinement (NSC) Arch as a result of a direct hit by a Russian UAV into the protective shell of the NSC as of 13:00 on 21/02/2025*, <https://chnpp.gov.ua/en/infocenter/news/6337>
- 48 Hnatchuk, Ruslan, Stellvertretender Leiter der NSC-Betriebswerkstatt, Videointerview von Jan Vande Putte, Greenpeace Ukraine, aufgezeichnet im Atomkraftwerk Tschornobyl am 21. Juni 2025
- 49 Ebd.
- 50 American Nuclear Society *NuclearNewswire*, 13. März 2025, <https://www.ans.org/news/2025-03-13/article-6852/fires-extinguished-at-Chernobyl-following-drone-strike/>
- 51 Ministerium für Umweltschutz und natürliche Ressourcen der Ukraine, Pressemitteilung, 7. März 2025 https://www.facebook.com/EnvironmentalofUkraine/posts/pfbid032wa5P4bZvs9uJZqS7hiZxGpaYtd7PbKidWJPPFPuPLLBySZ9QhtYpcyKbe5dGqJUl?locale=uk_UA
- 52 Kurkovskiy P., Skliarenko, Kondratenko S., Kuzmenko V., Institute of Engineering Thermophysics, Nationale Akademie der Wissenschaft, Ukraine, *Violation of the Design Regime of Ring Space's Ventilation Under Arch as a Result of Direct Drone's Strike onto the NSC Arch*, vorgestellt auf der Konferenz INUDECO, Slawutytsch, Ukraine, 29. April 2025
- 53 Hnatchuk, a. a. O.
- 54 Poplygin. Serhyi, *SE Chernobyl KPP, Russian Drone Strike on the NSC, Consequences and Further Strategy*, vorgestellt auf der Konferenz INUDECO, Slawutytsch, Ukraine, 29. April 2025
- 55 Ebd.
- 56 *Timeline of the IAEA's response activities to the situation in Ukraine*, 3 Oktober 2025, <https://www.iaea.org/interactive/timeline/169792>
- 57 Ebd.
- 58 Atomkraftwerk Tschornobyl, Am Vorabend der Versammlung des International Chernobyl Cooperation Account erörterten das Atomkraftwerk Tschornobyl, die EBWE und die französischen Unternehmen Bouygues und Vinci gemeinsam die wichtigsten Aufgaben für die Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit des NSC, Serhii Tarakanov, Generaldirektor des Atomkraftwerks Tschornobyl, 10. März 2026, siehe <https://chnpp.gov.ua/en/infocenter/news/6536-on-the-eve-of-the-assembly-of-the-international-chernobyl-cooperation-account-chernobyl-npp-ebrd-and-french-companies-bouygues-and-vinci-discussed-key-tasks-for-restoring-the-nsc-functionality#:~:text=He%20added%20that%20in%20order,IAEA%20mission%20in%20November%202025.>
- 59 SE NDIBK, UTEM Engineering, SE ChNPP, und IPB Nationale Akademie der Wissenschaften Ukraine, *Pre-Design Solutions for "Early Dismantling" of SE ChNPP Object "Shelter" Instable Structures*, vorgestellt auf der Konferenz INEDUCO-2025

- 60 *Dismantled Element Process Equipment and Related RAW Management*, Dokument Nummer DD-306, Revision B vom 24.04.2003, Seiten 90 und 93 (**Offenlegung:** Schmieman ist einer der Mitautoren)
- 61 *a. a. O.*, Abschnitt 10.4, Seiten 98–99
- 62 *a. a. O.*, Abschnitt 10.4, Seiten 96 und 97
- 63 *a. a. O.*, Abschnitt 10.4, Seiten 98–99
- 64 Krasnov, V.O., Nosovsky, A. V., Paskevich, S.A., Rudko, V.M., o. o. A., Kapitel 6, 2021, 344 pp ISBN 978-966-02-9577-3
- 65 Kuchynskiy, V, *Decommissioning Efforts on Chornobyl NPP site -Past, Present and Future Activities*, vorgestellt auf der IAEA International Decommissioning Network Annual Meeting, 2017 Session 5
- 66 *Making Chronobyl Safe*, abgerufen am 14. März 2026, <https://www.ebrd.com/home/what-we-do/focus-areas/nuclear-safety/making-chornobyl-safe.html#drone>
- 67 Tarakanov, S., „Am Vorabend der Versammlung des International Chornobyl Cooperation Account diskutierten das Atomkraftwerk Tschornobyl, die EBWE und die französischen Unternehmen Bouygues und Vinci die wichtigsten Aufgaben zur Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit des NSC“, <https://chnpp.gov.ua/en/infocenter/news/6536-on-the-eve-of-the-assembly-of-the-international-chornobyl-cooperation-account-chornobyl-npp-ebwd-and-french-companies-bouygues-and-vinci-discussed-key-tasks-for-restoring-the-nsc-functionality>
- 68 Tarakanov, Serhii, „Vollständige Wiederherstellung der Funktion der Ummantelung von Tschornobyl für 2030 geplant“, World Nuclear News, 10. März 2025, <https://www.world-nuclear-news.org/articles/full-restoration-of-Chornobyl-shelter--function-targeted-for-2030>
- 69 Siehe z. B. <https://www.archtoolbox.com/spray-applied-fireproofing/>