

# **NPP ZAPORIZHZHYA LIFETIME-EXTENSION ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT**

*Final Expert Statement*

Oda Becker  
Kurt Decker  
Gabriele Mraz

 Federal Ministry  
Republic of Austria  
Climate Action, Environment,  
Energy, Mobility,  
Innovation and Technology

**pulswerk**  
Das Beratungsunternehmen des  
Österreichischen Ökologie-Instituts

SUMMARY – ACCESSIBLE FORMAT  
REP-0793

VIENNA 2021

## SUMMARY

The Ukrainian nuclear power plant Zaporizhzhya (ZNPP) is located at the Dnepr River on the left bank of the Kakhovka water reservoir. The site is located in the Zaporizhzhya oblast. At the Zaporizhzhya site, six VVER-1000 reactors are in operation. The reactors were connected to the grid between 1984 and 1995. The NPP is owned by the State Enterprise “National Nuclear Energy Generating Company Energoatom”, in short Energoatom. SE ZNPP is a separate entity of Energoatom.

For the lifetime extension of Zaporizhzhya the Ukrainian side is conducting an Environmental Impact Assessment (EIA) under the Espoo Convention. Austria has been notified by Ukraine and decided to participate in the EIA.

The Austrian Federal Ministry for Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology commissioned the Environment Agency Austria to coordinate the assessment of the submitted EIA Documents in the framework of an expert statement (UMWELTBUNDESAMT 2021). In this expert statement, questions and preliminary recommendations were formulated.

In September 2021, the Ukrainian side provided answers to these questions in written form. (ZNPP ANSWERS 2021) The final expert statement at hand assesses these answers and gives final recommendations.

The objective of the Austrian participation in the EIA procedure is to minimise or even eliminate possible significant adverse impacts on Austria which might result from this project.

### Procedure and alternatives

While Ukraine initially notified Austria an Environmental Impact Assessment (EIA) for lifetime extension of ZNPP units 3-6, it has now been clarified that this EIA is conducted for all 6 ZNPP units.

In the EIA documents, a life-time extension of 15 years was defined for the ZNPP units. But in ZNPP ANSWERS (2021) a life-time extension of “*no less than 20 years*” was announced. This is a significant change of the information submitted initially. Furthermore, the maximum lifetime extension has not been clarified to date.

The EIA documents that were submitted to Austria are from 2015 and therefore did not reflect the development of the last years and need to be updated. According to the Espoo Convention it shall be ensured that the opportunity to participate provided to the public of the affected Party is equivalent to that provided to the public of the Party of origin. (ESPOO CONVENTION 1991, Art. 2.6) This was not the case in this EIA because only an incomplete set of documents was provided. The Ukrainian public received more documents, among those also newer documents (e.g.: the non-technical Summary for ZNPP-5 is from 2020). No updated EIA documents or additional EIA documents have been delivered during consultations.

The licenses for the lifetime extensions for ZNPP 1-5 have been issued before the trans-boundary EIA has been finished. According to the Espoo Convention an EIA has to be conducted prior to a decision to authorize the proposed activity. (ESPOO CONVENTION 1991, Art. 2.3) The provided answers during consultations did not clarify if the envisaged review of the results of the trans-boundary EIA undertaken by the responsible Ukrainian Ministry of Environment and Natural Resources will also concern the licenses issued earlier.

The assessment of reasonable alternatives and the no-action alternative is lacking.

### **Spent fuel and radioactive waste**

Information on the volume of radioactive waste generated during the life-time extension was provided but does not allow a comparison with the available capacities for interim and final storage because of lack of data.

Spent fuel is stored at the on-site interim dry storage DSFSF; capacities are sufficient for the lifetime extension. As a possible back-end management strategy the long-term operation beyond the 50 years of interim storage period is being evaluated.

The containers in the DSFSF are not placed in a building but simply surrounded by a wall. Proof showing that this type of dry storage is designed to withstand external hazards and airplane crashes is necessary, covering not only events with the highest probability but also with maximum impact.

Spent fuel and radioactive waste can cause adverse environmental impacts and therefore it would be welcomed if the Ukrainian side provides more information on its national nuclear waste management plan and its implementation.

### **Long Term operation of the reactor type**

Although ageing of the up to 38 years old structures, systems and components is a safety issue for the ZNPP units, it is not addressed in the provided EIA documents. A comprehensive ageing management program (AMP) is necessary to limit ageing-related failures at least to a certain degree. Information about an ageing management programme (AMP) is also not given in the EIA documents. In the ZNPP ANSWERS (2021) some general information about the AMP is provided.

According to the ZNPP ANSWERS (2021), the evaluation of the aging of structures, systems and components (safety factor (SF) 4) within the framework of the last periodic safety review proved that safe operation is possible until 05.03.2027 (Unit 3), until 04.04.2028 (Unit 4), until 27.05.2030 (Unit 5) respectively. The re-assessment of Unit 6 has not been completed yet.

However, the Topical Peer Review (TPR) "Ageing Management" under the Nuclear Safety Directive 2014/87/EURATOM, carried out in 2017/18, identified several deviations of the TPR expected level of performance that should be reached to ensure an acceptable ageing management throughout Europe. The

results of the TPR and the activities to remedy the weaknesses were not presented in the EIA documents, in particular the very important safety issue of the embrittlement of the reactor pressure vessels (RPVs). According to SNRIU (2021a), the National Action Plan to address the deficiencies identified in the TPR will be completed in December 2024.

Although conceptual ageing is also an issue for the ZNPP, the EIA documents do not deal with any of the safety issues of the VVER-1000 reactors. NPP designs that were developed in the 1980s, like the VVER-1000 reactors, only partly meet modern design principles concerning redundancy, diversity and physical separation of redundant subsystems or the preference of passive safety systems. The old VVER reactor type has several design weaknesses, which cannot be resolved by performing back-fitting measures. The containment basement is located at a higher level inside the reactor building. In case of a severe accident, melt-through can occur within approx. 48 hours. The containment atmosphere will then blow down into parts of the reactor building that are not leak-tight resulting in high releases. Another weakness is the protection against external hazard. The reactor buildings are only designed against accidents of small aircrafts.

The EU Stress Tests had revealed already in 2011 that Ukrainian NPPs are compliant only with 172 of the 194 requirements according to the IAEA Design Safety Standards published in 2000. Implementation of necessary improvements is on-going in the framework of the Comprehensive (Integrated) Safety Improvement Program (C(I)SIP). The completion of the program was postponed several times. As of 31/03/2021 still a lot of measures have to be implemented. In spite of some progress, the program ran into a long delay. From a safety point of view, it is incomprehensible that the completion of the measure was not a prerequisite for the lifetime extension. But lifetime extension is already granted for ZNPP units 1-5.

SNRIU is a member of the Western European Nuclear Regulators' Association (WENRA). In 2014, WENRA published a revised version of the Safety Reference Levels (RLs) for existing reactors to take into account lessons learned from the Fukushima Daiichi accident. Ukraine has not implemented 88 RL out of the 342 until January 1, 2021. A major update of the RLs was the revision of Issue F "Design Extension of Existing Reactors" introducing the concept of Design Extension Conditions (DEC). This concept is not applied for the ZNPP. All in all, a significant gap remains between the required safety standard and the actual safety level of the ZNPP units. The document ZNPP ANSWERS (2021) indicated that the IAEA Documents but not WENRA Documents are used in the frame of the lifetime extension. The implementation of the WENRA RL into Ukrainian legislation has not taken place yet.

## Accident Analysis

The provided EIA documents give information about Design Basis Accidents (DBA) including the scenarios, the releases and the consequences. The information about Beyond Design Basis Accidents (BDBA), however, is very limited. Neither the possible accident scenarios nor the source terms are provided.

It is stated in the ZNPP ANSWERS (2021) that in accordance with Ukraine regulatory documents, BDBA and Severe Accident scenarios were not analysed as part of the EIA procedure. It is also pointed out that the radiation impact on the surveillance zone (30 km) has been evaluated. However, the source term for this calculation is not given.

The accident analyses in the EIA documents should use a possible source term derived from the calculation of the current probabilistic safety analyses PSA level 2. Even though the calculated probability of severe accidents with a large release is low, the consequences caused by these accidents are potentially enormous. Although a lot of information is provided in ZNPP ANSWERS (2021), the most important information for the evaluation of the possible impact on Austria is missing: possible releases (source terms) in case of a severe accident.

In order to assess the consequences of BDBAs, it is necessary to analyse a range of severe accidents, including those with containment failure and containment bypass. These kinds of severe accidents are possible for the VVER-1000 reactor type. ZNPP ANSWERS (2021) confirmed that there are several accident scenarios which can cause a loss of the containment integrity: accidents with containment integrity loss at early stage; accidents with containment bypass; and accidents with containment integrity loss at a late stage (due to hydrogen burning; overpressure or core melt reaction with concrete).

The conclusion of SNRIU that the units are operating safely with an acceptable level of risk cannot be agreed on the basis of the provided information. There is still a high probability that accident scenarios will develop into a severe accident that threatens the integrity of the containment and result in a large release.

The Core Damage Frequency (CDF) and the Large Release Frequency (LRF) values show that that most of the core melt accidents result in large early releases: about 53 % (unit 1), 58 % (unit 2), 87 % (unit 3) 84 % (unit 4), 63 % (unit 5) and 83 % (unit 6). Fuel damages in the spent fuel pools caused by an external event result almost always in a large and early release. Because of the outdated design of the VVER-1000, there are no effective measure in place to avoid a large release after a core melt accident.

According to ENSREG (2015), maintaining containment integrity under severe accident conditions remains an important issue for accident management. Filtered containment venting is a well-known approach to prevent containment overpressure failure, but it is not implemented at any unit of the ZNPP yet. Furthermore, there is no system for cooling and stabilizing a molten core for the ZNPP available. In the framework of the Stress Tests a strategy for possible corium confinement within the reactor pressure vessel has to be analyzed by 2023. The deadline was postponed from 2015.

The results of the EU Stress Tests have revealed many shortcomings in the prevention of severe accidents and the mitigation of its consequences. Comprehensive improvements are required by the regulator; however, further improvements are recommended by the ENSREG peer review team. This is one example for the gap between the Ukraine and the EU safety standards and requirements. There is a constant delay of the implementation of safety upgrading measures.

Furthermore, and even more important, state of the art safety standards like consideration of “design extension condition” are still not envisaged. Thus, even after the implementation of all measures there will remain a considerable gap between the safety level agreed in Europe and the safety level of the ZNPP.

It is also state of the art to use the WENRA “Safety Objectives for New Power Reactors” as a reference for identifying reasonably practicable safety improvements. However, the EIA documents do not mention this WENRA safety objectives. According to the WENRA safety objective core melt accidents which would lead to early or large releases would have to be practically eliminated. Even as the WENRA Safety objective are not implemented in the Ukraine regulations, they could be used to identify reasonably practicable design features, operational measures or accident management procedures to lower the risk further should be implemented for ZNPP.

### **Accidents due to external hazards**

The Ukrainian side’s written replies added information on how natural hazards were considered in safety analyses of ZNPP. The expert team concluded that external hazards were analysed in the Probabilistic Safety Analyses (PSAs) which were performed for all ZNPP power units. Core Damage Frequencies (CDF) derived from PSA for the units 1, 3 and 4 suggested that the reactors are adequately protected from the effects of those natural hazards that were considered in the PSA. For those units CDF values between  $5.00 \times 10^{-6}$  and  $9.72 \times 10^{-6}$  were identified. No values have been provided for units 2, 4 and 6. The PSAs apparently did not consider seismic hazards. Based on hazard assessments, seismic PSAs were developed independently. These PSAs were based on hazard assessments that revealed a seismic design basis of  $PGA=0,17g$ . Results of the seismic PSA were not communicated. External flooding hazards posed by river floods of the Dnepr and/or dam breaks were analysed and screened out by the unlikelihood of floods reaching up to the elevation of the NPP site.

Available information does not allow judging as to whether all natural hazards relevant to the site were taken into account in the recent assessments, e.g., all types of extreme meteorological phenomena including climate change effects. The same is true for hazard combinations. The team of experts therefore recommends ensuring that all relevant hazards and hazard combinations are taken into account.

Whether the LTO project included an analysis of the Design Extension Conditions (DEC) for natural hazards remained unclear. WENRA (2021) and IAEA (2012; 2016) require that DEC analysis shall be undertaken with the purpose of

further improving the safety of existing nuclear power plants and enhancing their capability to withstand events or conditions more challenging than those considered in the design basis. The expert team recommended using the LTO process for comprehensive DEC analyses with respect to external hazards to achieve higher levels of safety with respect to natural hazards. It is of relevance, since Austria can be affected by the consequences of accidents caused by natural hazards.

### **Accidents with third parties' involvement**

Terrorist attacks and acts of sabotage can have significant impacts on nuclear facilities and cause severe accidents – also on the ZNPP. Nevertheless, they are not discussed in the EIA documents. In comparable EIA Reports such events were addressed to some extent.

Even if the current physical protection system that was increased significantly the probability of terror acts and sabotage is considered being low, this kind of attacks is possible. Although precautions against sabotage and terror attacks cannot be discussed in detail in the EIA procedure for reasons of confidentiality, the necessary legal requirements should be set out in the EIA documents.

Information regarding the issue of terror attacks would be of great interest, considering the large consequences of potential attacks. In particular, the EIA documents should include detailed information on the requirements for the design against the targeted crash of a commercial aircraft. This topic is of particular importance because the reactor buildings of all ZNPP units are vulnerable against airplane crashes. The ZNPP ANSWERS (2021) confirmed that the units can only withstand a crash of a military aircraft (10 tons, 215 m/s).

A recent assessment of the nuclear security in Ukraine points to shortcomings compared to necessary requirements for nuclear security: The 2020 Nuclear Threat Initiative (NTI) Index assesses nuclear security conditions related to the protection of nuclear facilities against acts of sabotage. With a total score of 65 out of 100 points, Ukraine ranked 29<sup>th</sup> out of 47 countries, which indicates a low protection level. It has to be pointed out that the low scores for “Insider Threat Prevention” and “Cybersecurity” indicate deficiencies in these issues. It is recommended to invite the International Physical Protection Advisory Service (IPPAS) of the IAEA that assisted states, in strengthening their national nuclear security regimes, systems and measures. The last IPPAS mission took place about 20 years ago; a new mission is not planned yet.

### **Trans-boundary impacts**

For ZNPP severe accidents including containment failure and containment bypass with releases considerably higher than assumed in the EIA document cannot be excluded. Such worst case accidents should be included in the assessment since their effects can be widespread and long-lasting and even countries not directly bordering Ukraine can be affected.

The conclusion drawn in the EIA document that there are no non-acceptable trans-boundary impacts cannot be considered sufficiently proven because worst case scenarios have not been analysed.

In the analysed scenario, the Ukrainian side provided results for possible contamination of Austrian territory below the levels for agricultural countermeasures (e. g. earlier harvesting, closing of greenhouses).

The results of the flexRISK project indicated that after a severe accident, the average Cs-137 ground depositions in most areas of the Austrian territory could exceed the levels for such agricultural countermeasures. Therefore, Austria could be significantly affected by a severe accident at ZNPP.



## ZUSAMMENFASSUNG

Das ukrainische Kernkraftwerk Zaporoshe (ZNPP) liegt am Dnepr auf der linken Uferseite des Wasserreservoirs Kakhovka. Der KKW-Standort mit seinen sechs in Betrieb befindlichen WWER 1000 Reaktoren befindet sich in der Oblast (Verwaltungseinheit) Zaporoshe. Die Reaktoren wurden in den Jahren 1984 bis 1995 an das Netz genommen. Das KKW steht im Eigentum des Staatsunternehmens "National Nuclear Energy Generating Company Energoatom" (SE NNEGC), kurz Energoatom, SE ZNPP wiederum ist eine eigene Einheit von Energoatom.

Die ukrainische Seite führt eine Umweltverträglichkeitsprüfung im Rahmen der Espoo-Konvention für die Lebensdauererlängerung des KKW Zaporoshe durch. Österreich wurde von der Ukraine notifiziert und entschloss sich zur Beteiligung an dieser UVP.

Das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie beauftragte das Umweltbundesamt mit der Koordination zur Erstellung eines Fachgutachtens zu den übermittelten UVP-Dokumenten (UMWELTBUNDESAMT 2021). In diesem Fachgutachten wurden die Fragen und vorläufigen Empfehlungen formuliert.

Im September 2021 übermittelte die ukrainische Seite schriftliche Antworten auf die gestellten Fragen. (ZNPP ANSWERS 2021) Dieses vorliegende Fachgutachten evaluiert die Antworten und formuliert abschließende Empfehlungen.

Das Ziel der Beteiligung Österreichs am UVP-Verfahren ist die Minimierung oder sogar Eliminierung möglicher signifikanter nachteiliger Auswirkungen auf Österreich, die von diesem Projekt ausgehen könnten.

### Verfahren und Alternativen

Während Österreich zunächst für eine UVP zur Lebensdauererlängerung für die ZNPP Blöcke 3-6 notifiziert wurde, wurde nun geklärt, dass diese UVP für alle 6 Blöcke des ZNPP durchgeführt wurde.

In den UVP-Dokumenten wurde eine Lebensdauererlängerung von 15 Jahren für die ZNPP definiert. Doch in den ZNPP ANSWERS (2021) wurde eine Lebensdauererlängerung von „*nicht weniger als 20 Jahren*“ angekündigt. Dies ist eine signifikante Änderung gegenüber der ursprünglich übermittelten Information. Auch wurde die maximale Dauer der Lebensdauererlängerungen bis heute nicht geklärt.

Die UVP-Dokumente, die Österreich übermittelt wurden, sind aus dem Jahr 2015 und reflektieren daher nicht die Entwicklung der letzten Jahre und erfordern eine Aktualisierung. Laut der Espoo-Konvention ist sicherzustellen, dass die der Öffentlichkeit der betroffenen Vertragspartei gebotene Möglichkeit zur Beteiligung gleichwertig zu derjenigen der Öffentlichkeit der Ursprungspartei ist. (ESPOO KONVENTION 1991, Art. 2.6). Das war hier nicht der Fall, da nicht alle UVP-Unterlagen zur Verfügung gestellt wurden und die ukrainische Öffentlich-

keit mehr Unterlagen zur Einsicht erhalten hat, darunter auch Dokumente neueren Datums. Zur Konsultation wurden keine aktualisierten oder zusätzlichen UVP-Dokumente übermittelt.

Die Genehmigungen für die Lebensdauererlängerungen von ZNPP 1-5 wurden bereits vor Abschluss der grenzüberschreitenden UVP erteilt. Laut der Espoo-Konvention muss eine UVP vor der Erteilung der Genehmigung für eine geplante Aktivität durchgeführt werden. (ESPOO KONVENTION 1991, Art. 2.3) Die Antworten aus der Konsultation klärten nicht, ob die angestrebte Bewertung der Ergebnisse aus der grenzüberschreitenden UVP durch das zuständige Umweltministerium der Ukraine auch die bereits erteilten Genehmigungen betreffen wird.

Eine Bewertung von vernünftigerweise durchführbaren Alternativen und der Null-Variante fehlt.

### **Abgebrannte Brennelemente und radioaktiver Abfall**

Information über die Mengen des radioaktiven Abfalls, der während der Lebensdauererlängerung des ZNPP erzeugt werden wird, wurde zur Verfügung gestellt, doch ermöglicht diese aufgrund fehlender Daten keine Gegenüberstellung zu den verfügbaren Kapazitäten von Zwischenlagern und Endlagern.

Abgebrannte Brennelemente werden im Trocken-Zwischenlager DSFSF am Standort gelagert, die Kapazitäten sind für die Lebensdauererlängerung ausreichend. Als mögliche Entsorgungsstrategie wird der langfristige Betrieb über 50 Jahre Zwischenlagerung hinweg evaluiert.

Die Behälter im DSFSF sind nicht in einem Gebäude aufgestellt, sondern nur von einer Mauer umgeben. Es ist der Nachweis zu erbringen, dass diese Art von Trockenlager auch gegen externe Gefahren und Flugzeugabstürze, die nicht nur Ereignisse mit hoher Wahrscheinlichkeit, sondern solche mit maximaler Einwirkung erfassen, ausgelegt ist.

Abgebrannte Brennelemente und radioaktiver Abfall können negative Umweltauswirkungen haben, daher wäre es zu begrüßen, wenn die ukrainische Seite weitere Informationen über das nationale Entsorgungsprogramm und dessen Umsetzung zur Verfügung stellen würde.

### **Langzeitbetrieb des Reaktortyps**

Obwohl die bis zu 38 Jahre alten Strukturen, Systeme und Komponenten ein Sicherheitsproblem für die Blöcke des ZNPP darstellen, wird die Frage der Alterung in den übermittelten UVP-Unterlagen nicht angesprochen. Ein umfassendes Programm für das Alterungsmanagement (AMP) ist nötig, um das alterungsbedingte Versagen zumindest in einem gewissen Umfang zu beschränken. Auch über das Alterungsmanagementprogramm wird in den UVP-Unterlagen nicht informiert. Im Dokument ZNPP ANSWERS (2021) findet sich allgemeine Information über das Programm zum Alterungsmanagement.

ZNNP ANSWERS (2021) zufolge zeigte die Evaluierung der Alterungsfolgen bei Strukturen, Systemen und Komponenten (Safety Factor (SF) 4), die im Rahmen der jüngsten Periodischen Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) durchgeführt wurde, dass ein sicherer Betrieb bis 5. März 2027 (Block 3), bis 4. April 2028 (Block 4) und bis 27. Mai 2030 (Block 5) möglich ist. Die Neubewertung für Block 6 ist noch nicht abgeschlossen.

Auch die Topical Peer Review (TPR) zum Thema "Alterungsmanagement", die im Rahmen der Nuklearen Sicherheitsrichtlinie 2014/87/EURATOM im Jahr 2017/18 durchgeführt wurde, identifizierte jedoch einige Abweichungen zum erwarteten Leistungsniveau, das erreicht werden sollte, um ein akzeptables Alterungsmanagement in ganz Europa sicherzustellen. Die Resultate der TPR und die vorgeschlagenen Maßnahmen zur Behebung der Schwachstellen wurden in den UVP-Unterlagen nicht dargestellt, insbesondere betreffend die Versprödung des Reaktordruckbehälters (RDB). Laut SNRIU (2021a) wird die Umsetzung der im Nationalen Aktionsplan beim RDB identifizierten Schwachstellen im Dezember 2024 abgeschlossen sein.

Obwohl die konzeptuelle Alterung für ZNNP auch ein Problem darstellt, befassen sich die UVP-Unterlagen nicht mit den Sicherheitsdefiziten der WWER-1000 Reaktoren. KKW-Designs, die in den 80er-Jahren entwickelt wurden, wie die WWER-1000, entsprechen bei Redundanz, Diversität, physischer Trennung und Bevorzugung passiver Sicherheitssysteme nur teilweise modernen Auslegungsprinzipien. Dieser alte WWER-Reaktortyp weist einige Designdefizite auf, die durch Nachrüstmaßnahmen nicht behoben werden können. Der untere Bereich des Containments befindet sich im Reaktorgebäude auf einer höheren Ebene. Im Falle eines schweren Unfalls kann ein Durchschmelzen innerhalb von etwa 48 Stunden eintreten. Die Atmosphäre im Containment wird dann teilweise in die nicht dichten Bereiche des Reaktorgebäudes gelangen und somit hohe Freisetzungen verursachen. Eine andere Schwachstelle ist der Schutz gegen externe Risiken, denn das Reaktorgebäude ist nur gegen den Absturz kleiner Flugzeuge ausgelegt.

Bereits 2011 zeigten jedoch die EU Stresstests, dass die ukrainischen KKW nur 172 der 194 Anforderungen der IAEO Design Safety Standards von 2000 erfüllen. Die Umsetzung der notwendigen Sicherheitsverbesserungen wird im Rahmen des laufenden Comprehensive (Integrated) Safety Improvement Program (C(I)SIP) vorgenommen. Der Abschluss des Programms wurde wiederholt verschoben. Mit Stand 31. März 2021 war noch eine große Zahl an Maßnahmen nicht umgesetzt. Trotz einiger Fortschritte ist das Programm in deutlichem Verzug. Unter dem Aspekt der Sicherheit ist nicht nachvollziehbar, wieso der Abschluss der Maßnahmen keine Voraussetzung für die Lebensdauerverlängerung darstellte, denn die Lebensdauerverlängerung wurde bereits für die Blöcke 1-5 des KKW ZNNP genehmigt.

Die Aufsichtsbehörde SNRIU ist Mitglied bei WENRA, der Western European Regulators Association. Im Jahre 2014 veröffentlichte die WENRA eine revidierte Version der Sicherheitsreferenzlevels (RL) für bestehende Reaktoren, die die Erfahrungen aus dem Unfall in Fukushima Daiichi berücksichtigen sollten. Die Uk-

raine hatte am 1. Jänner 2021 88 der 342 Referenzlevel noch nicht implementiert. Ein wesentliches Update der RL war die Revision des Issue F "Design Extension of Existing Reactors" durch die Einführung des Auslegungskonzepts der Design Extension Conditions (DEC), der Erweiterten Auslegungsbedingungen. Dieses Konzept wird für ZNPP nicht angewandt. In Summe bleibt eine signifikante Kluft zwischen dem erforderlichen Sicherheitsniveau und dem tatsächlichen Sicherheitsniveau der Blöcke des ZNPP bestehen. ZNPP ANSWERS (2021) lässt darauf schließen, dass bei der Lebensdauererweiterung IAEA-Dokumente, aber nicht WENRA-Dokumente zur Anwendung kamen. Die Umsetzung der WENRA RL in ukrainisches Recht hat noch nicht stattgefunden.

### **Unfallanalyse**

Die zur Verfügung gestellten UVP-Unterlagen enthalten Angaben zu Auslegungsstörfällen einschließlich Szenarien, Freisetzen und deren Konsequenzen. Zu den auslegungsüberschreitenden Unfällen (BDBA) sind die Informationen jedoch eingeschränkt, weder mögliche Unfallszenarien oder Quellterme werden angeführt.

Laut ZNPP ANSWERS (2021) werden gemäß den ukrainischen Vorgaben der Aufsichtsbehörde die BDBA und schweren Unfälle im Rahmen der UVP nicht untersucht. Ebenso wird darauf verwiesen, dass die radiologischen Auswirkungen auf die Kontrollzone (30 km) bewertet wurden. Allerdings wird der Quellterm für diese Berechnung nicht angeführt.

Für die Unfallanalyse in der UVP-Dokumentation sollte ein möglicher Quellterm von der Berechnung der aktuellen Probabilistischen Sicherheitsanalyse (PSA) Level 2 abgeleitet werden. Wenn auch die berechneten Wahrscheinlichkeiten für schwere Unfälle mit großen Freisetzen sehr gering sind, so sind die Konsequenzen dieser Unfälle potenziell sehr groß. Obwohl in den ZNPP ANSWERS (2021) viel Information zu finden ist, so fehlt doch die wichtigste Angabe für die Bewertung der möglichen Auswirkungen auf Österreich: mögliche Freisetzen (Quellterme) im Falle eines schweren Unfalls.

Um die Folgen eines BDBA abzuschätzen ist es nötig eine Reihe von schweren Unfälle zu analysieren, einschließlich Unfällen mit Containmentversagen und Containmentbypass, die bei WWER-1000 Reaktoren möglich sind. ZNPP ANSWERS (2021) bestätigte, dass einige schweren Unfallszenarien den Verlust der Containmentintegrität verursachen können: Unfälle mit frühzeitigem Verlust der Containmentintegrität, Unfälle mit Containmentbypass sowie Unfälle mit Verlust der Containmentintegrität zu einem späten Zeitpunkt (verursacht durch Wasserstoffbrand und Überdruck oder Kernschmelzreaktion mit Beton).

Der Schlussfolgerung von SNRIU, wonach die Blöcke sicher und mit einem akzeptablen Risiko betrieben werden, kann auf der Grundlage der zur Verfügung gestellten Informationen nicht zugestimmt werden. Es besteht auch weiterhin eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass Unfallszenarien zu schweren Unfällen werden, die die Integrität des Containments gefährden und zu hohen Freisetzen führen.

Die Kernschadenshäufigkeit (CDF) und die Häufigkeit für große Freisetzungen (LRF) zeigen, dass der Großteil der Kernschmelzunfälle zu hohen Freisetzungen an radioaktiven Stoffen führen: etwa 53 % (Block 1), 58 % (Block 2), 87 % (Block 3) 84 % (Block 4), 63 % (Block 5) und 83 % (Block 6). Von externen Ereignissen verursachte Beschädigungen in den Abklingbecken führen nahezu immer zu hohen und frühen Freisetzungen. Aufgrund des veralteten Designs der WWER-1000 stehen keine effektiven Maßnahmen zur Verhinderung großer Freisetzungen nach einem Kernschmelzunfall zur Verfügung.

Dem Dokument ENSREG (2015) zufolge ist der Erhalt der Containmentintegrität bei schweren Unfällen ein wichtiger Faktor im Unfallmanagement. Eine anerkannte Maßnahme gegen Versagen durch Containment-Überdruck ist die gefilterte Containmentdruckentlastung (Filtered Containment Venting), die allerdings noch in keinem Block von ZNPP installiert wurde. Darüber hinaus verfügt ZNPP über kein System zur Kühlung und Stabilisierung des geschmolzenen Reaktorkerns. Im Rahmen der Stresstests sollte bis 2023 eine Strategie für einen möglichen Rückhalt der Kernschmelze innerhalb des Reaktordruckbehälters erarbeitet werden. Diese Deadline wurde bereits 2015 verlängert.

Das Ergebnis der EU Stresstests zeigte zahlreiche Defizite in der Vermeidung von schweren Unfällen und der Abmilderung ihrer Konsequenzen auf. Weitreichende Nachrüstungen werden von der Aufsichtsbehörde verlangt, allerdings empfiehlt das ENSREG Peer Review Team noch weitere Verbesserungen. Das ist eines der Beispiele für die Kluft zwischen den Sicherheitsstandards und Anforderungen der Ukraine und der EU. Die Umsetzung der Nachrüstmaßnahmen befindet sich in anhaltendem Verzug.

Außerdem, und das ist noch wichtiger, sind Sicherheitsstandards nach dem Stand der Technik wie die Berücksichtigung der erweiterten Auslegungsbedingungen (DEC) noch nicht vorgesehen. Daher wird auch nach der Umsetzung aller Maßnahmen eine signifikante Kluft zwischen dem Sicherheitsniveau, auf welches sich Europa geeinigt hat, und dem Sicherheitsniveau von ZNPP bestehen bleiben.

Ebenso unter Stand der Technik fällt die Verwendung der WENRA „Sicherheitsziele für neue Leistungsreaktoren“ als Referenz zur Identifikation von vernünftigerweise durchführbaren Sicherheitsverbesserungen. Die UVP-Unterlagen erwähnen jedoch diese WENRA Sicherheitsziele nicht. Diese WENRA Sicherheitsziele sehen vor, dass Kernschmelzunfälle mit frühen oder großen Freisetzungen praktisch ausgeschlossen sein müssen. Selbst wenn die WENRA Sicherheitsziele nicht in die ukrainischen Vorschriften aufgenommen wurden, so könnten sie genutzt werden, um vernünftigerweise machbare Designmerkmale, Betriebsmaßnahmen oder Unfallmanagement im ZNPP umzusetzen und damit das Risiko zu reduzieren.

### **Unfälle durch externe Gefahren**

Die schriftlichen Antworten der ukrainischen Seite brachten zusätzliche Informationen darüber, wie natürliche Gefährdungen in den Sicherheitsanalysen für ZNPP berücksichtigt wurden. Das Expertenteam kam zu der Schlussfolgerung,

dass die externen Gefährdungen in den PSA (Probabilistische Sicherheitsanalyse) analysiert wurden, die für alle Blöcke des ZNPP ausgearbeitet wurden. Die Kernschadenshäufigkeiten (CDF), die aus den PSA für die Blöcke 1,3 und 4 abgeleitet wurden, ließen den Annahme zu, dass die Reaktoren gegen diese natürlichen Gefährdungen, die in den PSA betrachtet wurden, ausreichend geschützt sind. Für diese Blöcke wurden CDF Werte zwischen  $5.00 \times 10^{-6}$  und  $9.72 \times 10^{-6}$  identifiziert. Für die Blöcke 2,4 und 6 wurden keine Werte angegeben. Die PSA haben anscheinend keine seismischen Gefährdungen berücksichtigt. Von den Gefährdungsanalysen ausgehend, wurden unabhängig seismische PSA entwickelt. Diese PSA basieren auf Gefährdungsbewertungen, die eine seismische Auslegung von  $PGA=0,17g$  aufzeigten. Die Ergebnisse der seismischen PSA wurden nicht mitgeteilt. Die externen Flutungsgefährdungen durch die Dnjepr und/oder Dammbüche wurden untersucht und ausgeschlossen, da es unwahrscheinlich ist, dass die Flutungen den erhöhten Standort des KKW erreichen würden.

Die zur Verfügung stehenden Informationen ermöglichen keine Abschätzung, ob alle Naturgefahren mit Relevanz für den Standort in den jüngsten Bewertungen einbezogen wurden, d.h. alle extremen Wetterphänomenen einschließlich des Klimawandels.

Das gilt auch für die Gefahrenkombinationen. Daher empfiehlt das Expertenteam sicherzustellen, dass alle relevanten Gefährdungen und deren Kombinationen in Betracht gezogen werden.

Es ist unklar, ob im LTO Projekt eine Analyse der Design Extension Conditions (DEC) für natürliche Gefährdungen durchgeführt wurde. WENRA (2021) und IAEA (2012; 2016) sehen vor, dass eine DEC Analyse durchgeführt wird, sodass die Sicherheit bestehender Anlagen weiter erhöht wird, sowie auch deren Widerstandsfähigkeit gegen Ereignisse und Bedingungen, die die der Auslegung überschreiten. Das ExpertInnenteam empfahl den LTO Prozess für komplexe DEC-Analysen in Bezug auf externe Gefährdungen zu nutzen und somit in diesem Bereich ein höheres Sicherheitsniveau zu erreichen. Da Österreich durch die Folgen von Unfällen, die aus Naturgefahren entstehen können, betroffen sein kann, ist diese Tatsache von Bedeutung.

### **Unfälle mit Beteiligung Dritter**

Terrorangriffe und Sabotageakte können schwere Folgen für Nuklearanlagen haben und schwere Unfälle auslösen – auch beim ZNPP. Dennoch werden diese in den UVP-Unterlagen nicht erwähnt, während solche Ereignisse in vergleichbaren UVP-Berichten in einem gewissen Umfang angesprochen werden.

Terrorangriffe und Sabotageakte können nicht ausgeschlossen werden, auch wenn die nun bestehenden physischen Schutzsysteme deutlich verstärkt wurden und die Wahrscheinlichkeit dafür als gering eingeschätzt wird. Selbstverständlich können Vorkehrungen gegen Sabotage und Terror während eines UVP-Verfahrens aufgrund der Vertraulichkeit nicht im Detail diskutiert werden, die notwendigen rechtlichen Anforderungen sollten in den UVP-Unterlagen allerdings angeführt werden.

Angesichts der enormen Folgen potenzieller Terrorangriffe wären Informationen zu diesem Thema von höchstem Interesse. Insbesondere sollten die UVP-Unterlagen detaillierte Informationen über die Anforderungen an das Design gegen gezielte Abstürze von Verkehrsflugzeugen anführen. Dieses Thema ist vor allem für alle Reaktorgebäude von ZNPP wichtig, da diese gegenüber Flugzeugabstürzen vulnerabel sind. Das Dokument ZNPP ANSWERS (2021) bestätigt, dass die Blöcke nur gegen den Absturz eines Militärflugzeugs (10 t, 215 m/s) ausgelegt sind.

Eine jüngste Untersuchung zur nuklearen Sicherung in der Ukraine zeigte Defizite in den notwendigen Anforderungen auf: Der 2020 Nuclear Threat Initiative (NTI) Index bewertet die Bedingungen der nuklearen Sicherung in Bezug auf den Schutz von Nuklearanlagen gegen Sabotageakte. Mit einer Gesamtzahl von 65 von 100 Punkten lag die Ukraine auf Platz 29 von 47 Ländern, woraus auf ein geringes Schutzniveau geschlossen werden kann. Die geringe Punktzahl bei "Schutz gegen Insiderangriffe" und "Cybersecurity" verweisen auf Defizite in diesen Bereichen. Es wird empfohlen das International Physical Protection Advisory Service (IPPAS) der IAEO einzuladen, das Staaten bei der Stärkung ihrer nationalen Sicherungsregime, Systeme und Maßnahmen unterstützt. Die letzte IPPAS-Mission fand vor über 20 Jahren statt, auch ist noch keine weitere vorgesehen.

### **Grenzüberschreitende Auswirkungen**

Für ZNPP können schwere Unfälle mit Containmentversagen und Containment-Bypass mit deutlich höheren Freisetzungen als in den UVP-Unterlagen angenommen nicht ausgeschlossen werden. Solche Worst-Case Unfälle sollten in die Bewertung eingeschlossen werden, da ihre Auswirkungen weitreichend und lange anhaltend sein können und sogar Länder betroffen sein können, die nicht direkt an die Ukraine angrenzen.

Die Schlussfolgerung des UVP-Berichts, wonach keine inakzeptablen grenzüberschreitenden Auswirkungen eintreten können, kann nicht als ausreichend belegt angesehen werden, da die Worst-Case Szenarien nicht analysiert wurden.

In dem untersuchten Szenario lieferte die ukrainische Seite Ergebnisse für eine mögliche Kontamination des österreichischen Staatsgebiets unterhalb der Grenzwerte für landwirtschaftliche Gegenmaßnahmen (z. B. frühere Ernte, Schließung von Gewächshäusern).

Die Resultate des flexRISK Projekts zeigen, dass nach einem schweren Unfall die durchschnittlichen Cs-137 Bodendepositionen in den meisten Gebieten Österreichs den Schwellenwert für landwirtschaftliche Interventionsmaßnahmen (z.B. vorgezogene Ernte, Schließen von Glashäusern) überschreiten könnten. Daher könnte Österreich von einem schweren Unfall im ZNPP signifikant betroffen sein.

## **Imprint**

Owner and Editor: Umweltbundesamt GmbH  
Spittelauer Laende 5, 1090 Vienna/Austria

*This publication is only available in electronic format at <https://www.umweltbundesamt.at/>.*

© Umweltbundesamt GmbH, Vienna, 2021  
All Rights reserved