

Stellungnahme des Öko-Instituts zu den Kommentaren des ENSI vom 20.05.2020

Einleitung: Aufgabenstellung und Zielsetzung

Das Kernkraftwerk Beznau 1 stand von 2015 bis 2018 still, da Ultraschallbefunde im Ring C seines Reaktordruckbehälters (RDB) auf schwerwiegende Materialfehler hinwiesen. Der Betreiber Axpo musste daraufhin den Sicherheitsnachweis zur Integrität des RDB erneut führen. Dazu war nachzuweisen, dass der RDB sicher betrieben werden kann und auch bei einem Störfall keinen Sprödbruch erleidet. Da die Axpo keine ausreichend repräsentativen Materialproben für den bereits stark versprödeten Ring C hatte, ließ sie – weltweit erstmalig – einen neuen RDB-Ring mit Materialfehlern nachgießen, die sogenannte Replika. Diese bildete ein Kernstück des neuen Sicherheitsnachweises. Ohne Replika war der Sicherheitsnachweis nicht mehr führbar.

Das Öko-Institut wurde von Greenpeace Schweiz und der Schweizerischen Energie-Stiftung beauftragt, drei mit dem Wiederanfahren des Kernkraftwerks Beznau 1 im März 2018 veröffentlichte Berichte zu prüfen. Hierbei handelte es sich um einen Bericht der Axpo zum Sicherheitsnachweis (Axpo 2018) sowie Bewertungen dieses Sicherheitsnachweises seitens der Aufsichtsbehörde ENSI (ENSI 2018) und seitens eines siebenköpfigen internationalen Expertengremiums (International Review Panel, IRP) (IRP 2018). Die drei Berichte fassen die Gesamtsachverhalte stark verkürzt zusammen.

Ziel der Stellungnahme des Öko-Instituts (Öko-Institut e.V. 2019) war eine Prüfung der Berichte mit Blick auf Nachvollziehbarkeit und Plausibilität des Sicherheitsnachweises. Die umfangreichen, den genannten Berichten zugrundeliegenden technischen Unterlagen sind nicht veröffentlicht und liegen damit weder dem Öko-Institut noch der allgemeinen Öffentlichkeit vor. In seinen Kommentaren zur Stellungnahme des Öko-Instituts (ENSI 2020) kritisiert das ENSI verschiedene Aussagen des Öko-Instituts. Das Öko-Institut nimmt zu den wichtigsten Aussagen des ENSI im Folgenden Stellung.

Schon in seiner Einleitung wirft das ENSI dem Öko-Institut vor, bereits unabhängig von den Untersuchungen des Betreibers zu einer Bewertung hinsichtlich des Sicherheitsnachweises gekommen zu sein. So wird in (ENSI 2020) ausgesagt:

„Das Öko-Institut hatte bereits in drei vorangehenden Studien zum Sicherheitsnachweis des RDB von Block 1 des Kernkraftwerks Beznau Stellung genommen.... In all diesen Studien kam das Öko-Institut zu dem Schluss, dass für den Sicherheitsnachweis bereits alle zur Verfügung stehenden Sicherheitsmargen ausgeschöpft wären. Diese Schlussfolgerung, welche das Öko-Institut notabene ohne Datengrundlage bereits in den Jahren 2016 und 2017 gezogen hatte, wurde in der vorliegenden Studie (Mohr & Küppers 2019), wenig überraschend, bestätigt.“

Tatsächlich basierte unsere Aussage in (Öko-Institut e.V. 2017) auf den damals vorliegenden Aussagen zu einer zentralen Kenngröße des Sicherheitsnachweises, der Sprödbruchreferenztemperatur, und lautete:

„Der Sicherheitsnachweis für die Integrität des Reaktordruckbehälters von Beznau 1 lässt sich vor diesem Hintergrund, wenn überhaupt, nur noch mit erheblich reduzierten Sicherheitsmargen führen.“

Die Sprödbruchreferenztemperatur kann mit verschiedenen Methoden (I, IIA oder IIB) bestimmt werden. Die nach Methode I ermittelte Sprödbruchreferenztemperatur liegt nach Angaben des ENSI für 65 Betriebsjahre bereits 5°C über dem Außerbetriebnahmekriterium des Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) von 93°C, nach Methode IIB besteht noch eine Sicherheitsmarge von 10°C, nach Methode IIA von 19°C¹. Es ist aus unserer Sicht nachvollziehbar, dass ein Befund, der möglicherweise zu einer Erhöhung der Sprödbruchreferenztemperatur führt, im Ergebnis die Sicherheitsmarge reduzieren würde (unabhängig davon, ob die Einhaltung des schweizerischen Außerbetriebnahmekriteriums gezeigt werden kann oder nicht).

Eingesetzte Ultraschall-Verfahren

(ENSI 2020) stellt fest:

„Obwohl im vorliegenden Fall die technisch beste verfügbare Prüftechnik zum Einsatz kam, kritisiert das Öko-Institut, dass das Prüfverfahren nicht anhand von befundbehaftetem Originalmaterial validiert wurde.“

Das Öko-Institut hat nicht pauschal das Ultraschallverfahren als Prüftechnik kritisiert, sondern die **Ableitungen von Aussagen hieraus für den Integritätsnachweis** in diesem Einzelfall (Beznau 1) in Frage gestellt. ENSI hat für die Kritik an unseren Aussagen zum Ultraschallverfahren die in Form von Spiegelstrichen zitierten Sätze in Kapitel 3.2 des Öko-Instituts aus dem Zusammenhang gerissen und verallgemeinert. Der Bezug auf den Sicherheitsnachweis des RDB in Beznau 1 wird jedoch bereits aus der Einleitung zu den zitierten Spiegelstrichen in (Öko-Institut e.V. 2019) deutlich, die wie folgt lautet :

*„Das Ergebnis der Ultraschalluntersuchungen ist **hinsichtlich der hiervon abgeleiteten Aussagen** nur bedingt genau.“*

Dem Öko-Institut ging es demzufolge im Kern um die Aussage, dass eine ähnliche Verteilung von Größe und Amplitude, die bei den zwei Ultraschalluntersuchungen gemessen wurden, nicht zwangsläufig die gleiche Art von Materialfehlern in Replika und Reaktordruckbehälter bedeutet. Diese Beurteilung wird auch durch das IRP gestützt (IRP 2018):

“However, a different type of flaw could not be completely ruled out, for example a dense concentration of agglomerates with cracking between the ligaments.”

Die Ergebnisse der Ultraschall-Untersuchung werden auch als Argument für die Schlussfolgerung genutzt, dass es sich bei den Einschlüssen plausibler Weise um quasi-laminare Agglomerate von Aluminiumoxid-Einschlüssen handelt. Aus den Ultraschalluntersuchungen kann aber – wenn überhaupt – nur indirekt auf die Natur der Einschlüsse rückgeschlossen werden. Diese Vorgehensweise beinhaltet Unsicherheiten.

Herstellung einer Replika

(ENSI 2020) stellt fest:

¹ Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) (2018): Stellungnahme zum Gutachten des Öko-Instituts zum Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau (Aktennotiz ENSI-AN-10327), Brugg. Die dort zitierten Werte für die Sprödbruchreferenztemperaturen weichen allerdings von den an anderer Stelle durch das ENSI zitierten Werten ab, vgl.: Technisches Forum Kernkraftwerke, Frage 20: Sprödbruch-Referenztemperatur: <https://www.ensi.ch/de/technisches-forum/sproedbruch-referenztemperatur/>

„Für die Herstellung einer Replika ist das gleiche Regelwerk zu verwenden wie für das Original. Ob die Herstellung einer Replika ihren Zweck erfüllt, ergeben die anschließenden zerstörungsfreien und zerstörenden Prüfungen am Replika-Originalmaterial. Diese Prüfungen ergaben im Fall von Beznau eine sehr gute Übereinstimmung mit den Originalproben des RDB.“

Es wird seitens ENSI nicht in Abrede gestellt, dass die Axpo mit dem Replika-Verfahren ein weltweit neues Verfahren für die Nachweisführung der RDB-Integrität eingesetzt hat.

Die Aussage des ENSI zielt aber an der Kritik des Öko-Instituts vorbei. Es ist doch unstrittig, dass für die Herstellung einer Replika das gleiche Regelwerk wie für den Originalring C des RDBs anzuwenden ist. Zentral ist, dass sich auch bei Anwendung des gleichen Regelwerks aus dem konkreten Herstellungsprozess bewertungsrelevante Unterschiede hinsichtlich des erzeugten Materials ergeben können. Zur Bewertung sind außer den Anforderungen des Regelwerks möglichst konkrete Informationen über die tatsächlichen Herstellungsschritte des Originalbauteils erforderlich.

Die genauen Herstellungsparameter des RDB-Rings C im Jahr 1966 konnten aber nicht exakt nachgebildet werden, da sie nicht im Detail bekannt waren und sind (Axpo 2018). Zudem wurden bei der Herstellung der Replika einige Modifikationen gegenüber dem Ring C durchgeführt. Es wurde gezielt darauf hingearbeitet, Aluminiumoxid-Einschlüsse in ausreichender Anzahl zu produzieren, siehe (ENSI 2018):

„The Replica C fabrication aimed at reproducing in sufficient quantity the same type of UT indications in the same ingot zone as observed in Shell C.“

Mehrere Fertigungsschritte wurden verändert bzw. ausgelassen. Eine Plattierung der Replika wurde nicht vorgenommen, nur zwei der entnommenen Materialproben wurden ähnlich bearbeitet. Die Replika wurde auch nicht bestrahlt. Es fehlen ausreichend sichere Informationen, wie sich insbesondere die Bestrahlung auf die Versprödung des RDB mit Einschlussclustern auswirkt.

Dennoch lagen von Axpo und ENSI keine weiterführenden Unterlagen vor, die eine Bewertung der Unterschiede zwischen Replika und Original-RDB enthielten.

Weitere Fragen hinsichtlich der tatsächlichen Repräsentativität der Replika ergeben sich auch aus verschiedenen weiteren Aspekten:

Die Materialeigenschaften von bestrahlten RDB-Ringen können sich auch bei vergleichbarem Herstellungsprozess erheblich voneinander unterscheiden. Die Sprödbruchreferenztemperatur des Rings C von Block 1 weist beispielsweise einen erheblichen Unterschied von über 40°C zu den anderen kernnahen RDB-Ringen der Anlage KKB, Block 1 und 2 auf (Ring C, Block 1: 98°C nach Methode I, 83°C nach Methode IIB, 74°C nach Methode IIA; Ring D, Block 1 und Ringe C und D Block 2: 58°C, 56°C, 58°C nach Methode I; 41°C, 32°C und -11°C nach Methode IIB)¹. Zudem war die letzte, 2010 dem RDB entnommene Voreilprobe des Rings C unerwartet stark versprödet. Zu diesen sicherheitsrelevanten Befunden fehlen uns nachvollziehbare Begründungen.

Im Unterschied zu den Zusammensetzungen der Ringe von Block 2 wurden keine detaillierten Materialzusammensetzungen des RDB-Rings C von Block 1 veröffentlicht, die eine Bewertung möglicher Unterschiede im Materialverhalten dieses Ringes erlauben würden.

Axpo fehlten geeignete Original-Materialproben des RDB-Rings C mit vergleichbaren Materialfehlern. Nur deshalb ließ Axpo die Replika produzieren. Das ENSI bewertet, dass die Herstellung der Replika ihren Zweck erfüllt, weil die anschließenden zerstörungsfreien und

zerstörenden Prüfungen am Replika-Originalmaterial eine sehr gute Übereinstimmung mit den Originalproben des RDB ergeben hätten. Allerdings lagen ja keine geeigneten bestrahlten Original-Materialproben mit vergleichbaren Materialfehlern des Rings C vor, so dass die wissenschaftliche Basis für eine solche Bewertung lückenhaft bleiben muss.

Übertragbarkeit des Materialverhaltens

(ENSI 2020) stellt fest:

„Für die Begründung seiner Zweifel an der Übertragbarkeit des Materialverhaltens der Replika auf den RDB zieht das Öko-Institut insbesondere die Bewertungen des IRP heran. Dabei werden die Schlussfolgerungen des IRP zur Repräsentativität der Replika vom Öko-Institut verzerrt wiedergegeben, um zu suggerieren, dass das IRP an der Repräsentativität der Replika zweifle.“

Zur Begründung seiner Aussagen zitiert ENSI die Schlussfolgerungen des IRP. Diese Aussagen des IRP ist in (Öko-Institut e.V. 2019) in übersetzter Form wiedergegeben:

„Das IRP kommt zu dem Schluss, dass [...] die Replika repräsentativ für Ring C für die im Sicherheitsnachweis erforderlichen Zwecke sei, insbesondere für

- die Verfügbarkeit geeigneten Materials für die Validierung der Ultraschallprozedur,*
- die Bestätigung der RCA der Ultraschallanzeigen,*
- die Verfügbarkeit geeigneten Materials für die Untersuchung der Effekte von Aluminiumoxid-Agglomeraten auf die Materialeigenschaften in den kritischsten Bereichen des Reaktordruckbehälters.“*

Aber es fanden sich beim IRP eben auch andere – vom Öko-Institut übersetzte – Zitate (IRP 2018):

„Investigation... showed that it is plausible that HAI originate from alumina agglomerates with a larger total reflective area. However, a different type of flaw could not be completely ruled out, for example a dense concentration of agglomerates with cracking between the ligaments.“

Das Öko-Institut hat in seiner Stellungnahme begründet, weshalb es die Replika nicht für ausreichend repräsentativ hält, siehe beispielsweise die Aussagen zu den vorigen beiden Kritikpunkten zum Ultraschallverfahren und zur Herstellung der Replika.

Strahlenversprödung und Materialermüdung

(ENSI 2020) stellt fest:

„Das Öko-Institut negiert pauschal und ohne Begründung die Aussagekraft aller Materialuntersuchungen mit Replika-Material.“

Das Öko-Institut negiert nicht pauschal und ohne Begründung alle Materialuntersuchungen mit Replika-Material. Die aus den Materialuntersuchungen abgeleiteten Aussagen sind jedoch mit Unsicherheiten verbunden. Die Repräsentativität der Replika kann in Zweifel gezogen werden, siehe obige Ausführungen.

Damit bestehen Unsicherheiten im Sicherheitsnachweis.

Weiterhin stellt (ENSI 2020) fest:

„Die Kritik des Öko-Instituts an der Methode IIA und der SINTAP-Methode sind gegenstandslos. Im Gegensatz zu den Behauptungen des Öko-Instituts wurden weder die Methode IIA noch die SINTAP-Methode für den abschliessenden Sicherheitsnachweis kreditiert. Die Akzeptanz durch das ENSI und das IRP stützt sich auf die konservativeren und besser abgesicherten Ergebnisse der Methode IIB.“

Das ENSI zitiert jedoch selbst in (ENSI 2018) die Aussagen des Betreibers zur Ermittlung der Referenztemperatur aus der Auswertung der Materialproben, wobei die letzte Voreilprobe T mit dem Master Curve Verfahren IIA ausgewertet wurde und gibt hier auch die so gewonnenen Ergebnisse wieder, siehe nachfolgendes Zitat:

„Adjusted reference temperatures ART (RT_{ref}) are determined according to Regulatory Guide 1.99 Rev. 2, Position 2 based on $RT_{ref}(0) + \Delta T_{41}$ + margin for capsules V, R, S, N and P as well as $RT_{ref}(0) + \Delta RT_{ref}$ + margin for capsule T. Results are summarised in Table 4. **Axpo used these reference temperatures as a function of fluence for deterministic Pressurized Thermal Shock (PTS) - Analyses.**

EFY	Azimuthal angle [°]	Position relative to RPV total wall thickness	Fluence [cm^{-2}] E>1MeV	$RT_{ref,54FPY}$ [°C]
54	0	inner-surface	5.59E+19	80
		¼ thickness	3.55E+19	74
	30	inner-surface	2.39E+19	68
		¼ thickness	1.51E+19	61

Tab. 4: Shell C reference temperature $RT_{ref,54FPY}$ at the location of maximum fluence (azimuthal angle 0°) and maximum PTS loading (azimuthal angle 30°) at inner-surface, in ¼ and ¾ of RPV wall thickness

”

Hierbei handelt es sich somit um die Referenztemperaturen nach Methode IIA.

Wir schließen aus den Ausführungen des ENSI, dass für die Ermittlung der Sprödbruchreferenztemperatur des UVEK-Außerbetriebnahmekriteriums die Methode IIB herangezogen wurde. Nach (Axpo 2018) beträgt die Marge zur maximal zulässigen Referenztemperatur (93°C) in einer Tiefe von ¼ der RDB-Wandstärke für Ring C bei 60 Betriebsjahren ca. 20°C. Die Marge von ca. 20°C resultiert gemäß Axpo aus der Anwendung von Methode IIA – bei Anwendung von Methode IIB verbleibt nach 60 Betriebsjahren eine Marge von 10°C. Aus den obigen Ausführungen des ENSI lässt sich allerdings schließen, dass die Methode IIA für den Thermoschocknachweis verwendet wurde, der Bestandteil des Sicherheitsnachweises ist. Die Ausführungen des ENSI in (ENSI 2018) und der Axpo, mit welcher Master Curve Methode seitens Axpo die Thermoschockanalyse durchgeführt wurde, sind somit nicht eindeutig.

Quantifizierung der Unsicherheiten

(ENSI 2020) stellt fest:

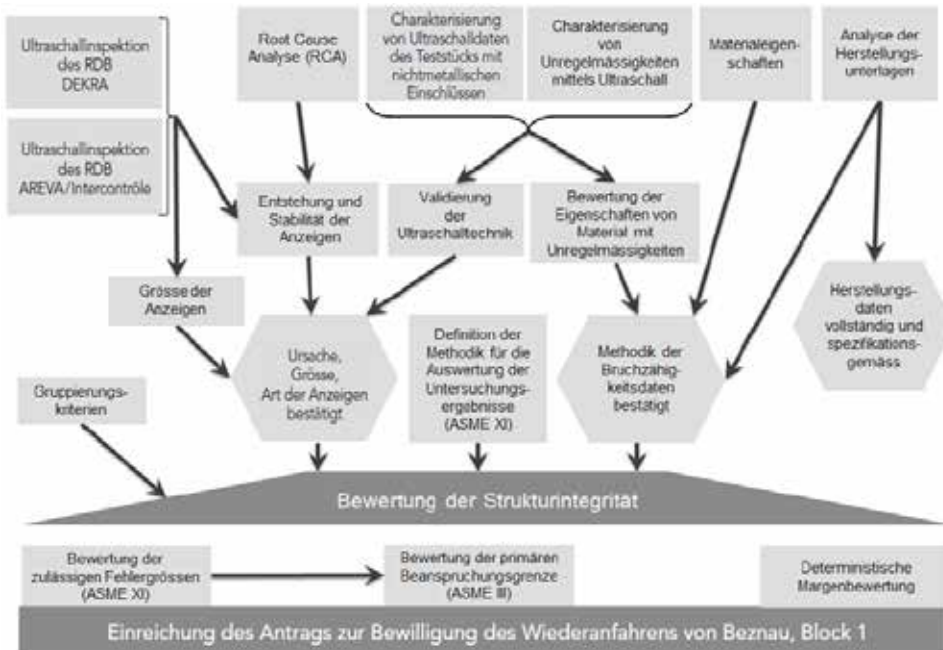
„In Bezug auf die Quantifizierung der Unsicherheiten des Sicherheitsnachweises vermischt das Öko-Institut den Nachweis der Konservativität des Sicherheitsnachweises mit dem Nachweis der darüberhinausgehenden Margen.“

„Die vom Öko-Institut angeführten drei Kritikpunkte beziehen sich nicht wie behauptet auf die SIA, sondern lediglich auf die darüber hinaus durchgeführte Margenanalyse.“

Das Öko-Institut hat an keiner Stelle behauptet, dass sich die zitierten Kritikpunkte auf die Strukturintegritätsanalyse (SIA) beziehen.

Gemäß Axpo stellt die deterministische Margenbewertung einen integralen Bestandteil des Sicherheitsnachweises dar, siehe Abbildung 1.3.

Abbildung 1.3: Bestandteile des Axpo Sicherheitsnachweises von 2018



Quelle: Axpo Sicherheitsbericht, Beschreibung des Sicherheitsnachweises von 2018

Zum Ergebnis der deterministischen Margenbewertung schreibt (ENSI 2020):

„Das ENSI hat die mit der Margenanalyse hergeleiteten Margen zur Kenntnis genommen. Weil die der Margenanalyse zugrunde gelegten thermohydraulischen Belastungen teilweise nicht validiert sind, betrachtet das ENSI die Ergebnisse der Margenanalyse diesbezüglich als indikativ, aber nicht als vollständig nachgewiesen. Die Margenanalyse muss deshalb im Rahmen der laufenden Periodischen Sicherheitsüberprüfung überarbeitet werden.“

Es ist aus unserer Sicht nicht nachvollziehbar, dass einerseits eine deterministische Margenanalyse als Bestandteil des Sicherheitsnachweises aufgeführt wird, es andererseits in dieser Margenanalyse nicht gelungen ist, über den konservativen Nachweis hinausgehende Margen (vollständig) nachzuweisen.

Fachliche Expertise des Öko-Instituts

(ENSI 2020) stellt fest:

„Darüber hinaus enthält die Stellungnahme des Öko-Instituts gravierende fachliche Fehler, welche die Fachkunde des Öko-Instituts zur Beurteilung des vorliegenden Sicherheitsnachweises grundlegend in Frage stellen.“

Wie es zu dem Übertragungsfehler von Mangansulfid zu Magnesiumsulfid kommen konnte und dass dies nicht korrigiert wurde, ist für uns nicht mehr nachvollziehbar, insofern hat ENSI richtigerweise auf diesen Fehler hingewiesen.

Gleichzeitig stellt dieser Fehler jedoch nicht unser zentrales Argument in Frage, dass offenbar bereits in den wenigen vorhandenen Original-Materialproben des RDB-Rings C auch andersartige Einschlüsse als Aluminiumoxideinschlüsse zu finden waren, siehe hierzu die Aussagen des ENSI in (ENSI 2018):

“Mainly three different types of non-metallic inclusions were observed: elongated MnS inclusions, elongated Al₂O₃ inclusions, and a combination of MnS inclusions, Ca and fine globular Al₂O₃ inclusions... The sulphide inclusion lines have a maximum length of 0.93 mm and the alumina inclusion lines of 0.90 mm.”

Weiterhin stellt (ENSI 2020) fest:

„Unabhängig von der symptomatischen Verwechslung von Magnesiumsulfid mit Mangansulfid zielt die Kritik des Öko-Instituts, wonach eine präzise Unterscheidung der verschiedenen Arten an nichtmetallischen Einschlusskombinationen mittels Ultraschallverfahren nicht möglich sei, ins Leere.

Es ist hinreichend bekannt, dass die in üblicher Ausprägung in Stählen vorhandenen nichtmetallischen Einschlüsse die mechanischen Eigenschaften nicht in unzulässiger Weise beeinträchtigen.“

Die Einschlüsse sind jedoch nicht in der üblichen Ausprägung vorhanden, sondern in Form von großen Aluminiumoxid-Agglomeraten, die sich insbesondere auch im am höchsten belasteten und damit sicherheitsrelevantesten Bereich des RDB befinden. Ansonsten wäre ja kein neuer Sicherheitsnachweis erforderlich geworden. Auch das IRP bestätigt dies in (IRP 2018):

“Although very small alumina inclusions are a normal constituent of RPV steels, large agglomerates of such inclusions are not. Since there was no empirical data to determine whether such agglomerates adversely affected materials properties, material from Replica C was tested.”

“Very small alumina inclusions are a normal constituent of aluminium-killed steels. However, as far as is known, no other RPV contains the very large numbers of large alumina agglomerates as found in the Beznau 1 RPV. This was an unprecedented finding, and a deviation from the normally expected quality of RPV material in terms of cleanliness.”

Ehrlichkeit der beteiligten Akteure

(ENSI 2020) stellt fest:

„In seinen Ausführungen stellt das Öko-Institut mehr oder weniger offen die Ehrlichkeit aller am Sicherheitsnachweis Beteiligten in Frage.“

Bei der Führung eines Sicherheitsnachweises gibt es eine klare Rollenverteilung. Der Betreiber erarbeitet einen Nachweis und die zuständige Behörde, hier also das ENSI, prüft diesen intensiv. Das ist auch im Fall des Reaktordruckbehälters von Beznau 1 so erfolgt.

Wir sehen keinen Grund, die Ehrlichkeit aller Beteiligten in Frage zu stellen und sehen auch nicht, dass wir dies mit unseren Ausführungen getan hätten.

Die intensive Befassung des Öko-Instituts mit dem Sicherheitsnachweis hat vielmehr einen entscheidenden Hintergrund: Der Reaktordruckbehälter eines Kernkraftwerks darf nicht versagen. Seine Integrität muss auch unter den außergewöhnlichen Belastungen bei einem Störfall höchsten sicherheitstechnischen Ansprüchen genügen. Der Reaktordruckbehälter von Beznau 1 weist aber einen hohen Versprödungsgrad sowie zusätzlich Materialfehler auf. Darüber hinaus wurden für den Nachweis seiner Sicherheit bestimmte Verfahren und Vorgehensweisen gewählt, die weltweit erstmalig für den Sicherheitsnachweise eines RDB angewendet wurden.

Aus diesen Gründen sieht das Öko-Institut hier den Bedarf, dass die von Betreiber und Behörde durchgeführten Prüfungen auch durch Dritte nachvollzogen werden können. Die Nachvollziehbarkeit ist aber nicht gegeben, da viele der relevanten Informationen nicht öffentlich gemacht wurden.

Darüber hinaus verweisen wir auf die oben ausgeführten Unsicherheiten beim Sicherheitsnachweis des RDB von Beznau 1.

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Simone Mohr

Dipl.-Phys. Christian Küppers

Literaturverzeichnis

Axpo (2018): Sicherheitsbericht Kernkraftwerk Beznau, Reaktordruckbehälter Block 1. Beschreibung des Sicherheitsnachweises. Axpo Holding AG, März 2018.

ENSI (2018): ENSI Review of the Axpo Power AG Safety Case for the Reactor Pressure Vessel of the Beznau NPP Unit 1. Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI), Revision 1, May 31, 2018. ENSI 14/2573. Online verfügbar unter <https://www.ensi.ch/en/wp-content/uploads/sites/5/2018/03/14H2573-Rev.-1-1.pdf>.

ENSI (2020): Kommentar des ENSI zur Stellungnahme des Öko-Instituts zum Sicherheitsnachweis des Reaktordruckbehälters von Beznau 1. 14KEX.BEFLAW ENSI 14/2857; 20.05.2020. Hg. v. Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI). Online verfügbar unter <https://www.ensi.ch/de/dokumente/kommentar-des-ensi-zur-stellungnahme-des-oeko-instituts-zum-sicherheitsnachweis-des-reaktordruckbehaelters-von-beznau-1/>.

IRP (2018): Assessment of the Safety Case for the Reactor Pressure Vessel of the Beznau Unit 1 Nuclear Power Plant. International Review Panel (IRP), February 2018.

Öko-Institut e.V. (2017): Sicherheitsstatus des Kernkraftwerks Beznau. Aktualisierung der Analyse der Ergebnisse des EU-Stresstests des Kernkraftwerks Beznau. Dr. rer. nat. Christoph Pistner; Dipl.-Ing. Simone Mohr; Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. Darmstadt, August 2017. Online verfügbar unter <https://www.oeko.de/publikationen/p-details/sicherheitsstatus-des-kernkraftwerks-beznau>.

Öko-Institut e.V. (2019): Materialfehler im hochversprödeten Reaktordruckbehälter des Kernkraftwerks Beznau Block 1. Stellungnahme zum Sicherheitsbericht der Axpo, zum Review des ENSI und zum Assessment des IRP bezüglich des Sicherheitsnachweises des Reaktordruckbehälters von Beznau 1. Dipl.-Ing. Simone Mohr und Dipl.-Phys. Christian Küppers; Im Auftrag von Greenpeace Schweiz und Schweizerische Energie-Stiftung; 28. Juni 2019. Online verfügbar unter <https://www.oeko.de/publikationen/p-details/materialfehler-im-hochversproedeten-reaktordruckbehaelter-des-kernkraftwerks-beznau-block-1>.