



ENSI AUS: [REDACTED]

20. Jan. 2017

Verteiler: [REDACTED]

ENSI, CH-5200 Brugg

**Einschreiben**  
Kernkraftwerk  
Leibstadt AG  
Nukleare Sicherheit  
5325 Leibstadt

Klassifizierung: **keine**

Ihr Zeichen: [REDACTED]  
Unser Zeichen: [REDACTED]  
Sachbearbeiter: [REDACTED]  
Brugg, 19. Januar 2017

### Zyklus 33: Freigabe für die Beladung des Reaktorkerns

Sehr geehrte Damen und Herren

Mit Schreiben <sup>2</sup> hat das KKL den Freigabeantrag für eine neue Kernbeladung (Beladeplan 20161028-1100) für den Zyklus 33 gestellt. Das KKL sieht gemäss <sup>1</sup> vor, am 20.01.2017 mit der Beladung des Reaktorkerns zu beginnen.

#### 1 Antrag des Betreibers

Nach Abschluss der Inspektionen zu den Befunden mit erhöhter Korrosion und den hierauf basierenden Analysen zur Definition von Abhilfemassnahmen hat das KKL mit dem Schreiben vom 12. Dezember 2016 dem ENSI den neuen Freigabeantrag<sup>2b</sup> für die Änderung an der Beladung des Reaktorkerns zugestellt.

Dieser Freigabeantrag umfasst folgende Dokumentation:

- a. Die Beladung des Reaktorkerns.
- b. Die qualitätsgesicherte Herstellung neuer Brennelemente und der spezifikationsgerechte Zustand der Steuerelemente.
- c. Die erforderlichen Nachweise für die Einhaltung der Schutzziele während des BE-Wechsels.
- d. Die Änderung der Kernbeladung.
- e. Die Aufhebung der Leistungsbeschränkung vor dem Wiederanfahren für die Dauer der SCRAM-Zeitmessung von maximal 4 Stunden.
- f. Die sicherheitstechnischen Nachweise für den Reaktorbetrieb.
- g. Die Beurteilung und Bewertung der Problematik zur erhöhten Korrosion.



**Klassifizierung:**  
Betreff:

**keine**  
Zyklus 33: Freigabe für die Beladung des Reaktorkerns

In dieser Freigabe wird lediglich das Beladen des Reaktorkerns bewertet (siehe vorgenannter Punkt a, wozu die Punkte b und c ebenso zu bewerten sind).

## 1.1 Rechtliche Grundlagen

Rechtliche Grundlagen des Antrags zur neuen Kernbeladung, welcher die Beladung des Reaktorkerns umfasst, sind Art. 65 Abs. 3 des KEG, Artikel 40 Abs.1 Bst. b KEV sowie die Präzisierungen in den Richtlinien ENSI-A04 und ENSI-G20.

## 1.2 Kernbeladung

### 1.2.1 Neue Brennelemente

Die vorläufige Kernbeladung<sup>4</sup> für den Zyklus 33 mit der Bezeichnung „20161028-1100“ wurde von der Axpo Power erstellt und von [REDACTED] umfassend analysiert. Die Zykluslänge ist mit 4'650 Volllaststunden definiert. Nachgeladen werden insgesamt 84 Brennelemente (BE) vom Typ [REDACTED]:

- 20 vom Typ [REDACTED]
- 28 vom Typ [REDACTED]
- 36 vom Typ [REDACTED]

Die Brennelemente der Nachladung 32 haben neu in den untersten 15 cm ein Blanket mit 2,0 w/o U-235 Anreicherung, welches langfristig eine Reduktion der Neutronenfluenz auf die untere Kerngitterplatte und eine bessere Brennstoffausnutzung ermöglichen soll.

### 1.2.2 In Stand gesetzte und modifizierte BE

Bei der Inspektion von Brennelementen während der JHR 2016 wurden bei den folgenden Brennelementen an einzelnen Brennstäben erhöhte Oxidschichtdicken durch Dryout festgestellt. Durch Ersatz der betroffenen Brennstäbe durch Dummy-Stäbe aus Zircaloy Vollmaterial wurden diese Brennelemente in einen spezifikationsgerechten Zustand versetzt und sollen im Zyklus 33 wieder eingesetzt werden:

[REDACTED]

Das Vorläufer-BE [REDACTED] ist nach der Entnahme eines Brennstabes für detaillierte Inspektionen wieder mit einem Vollstab aus Zry-2 komplettiert worden. Durch den BE-Hersteller wurden detaillierte Auslegungsberechnungen zum thermohydraulischen und nuklearen Verhalten im Kern durchgeführt und Pönanen definiert. Diese Vorgehensweise ist bewährt und die Analyseergebnisse sind nachvollziehbar. Die Pönanen sind angemessen definiert.

Die BE [REDACTED] wurden nach Beschädigung von Abstandhaltern in der JHR 2015 in Stand gesetzt und sollen im Zyklus 33 wieder eingesetzt werden.

### 1.2.3 Steuerstäbe

In der JHR2016 werden keine neuen Steuerstäbe in den Kern eingesetzt. Für alle eingesetzten Steuerstäbe liegen Freigaben vor. Eine Übersicht der Abbrände der Steuerstäbe wurde dem ENSI eingereicht<sup>5</sup>. Aufgrund der wesentlich kürzeren Dauer des neu ausgelegten Zyklus 33 gegenüber den Annahmen für den Nachweis in <sup>5</sup> sind die ermittelten Abbrände für die Steuerstäbe und die zugehörige



**Klassifizierung:**  
Betreff:

**keine**  
Zyklus 33: Freigabe für die Beladung des Reaktorkerns

Bewertung abdeckend. Zum Berichtszeitpunkt<sup>5</sup> wurden keine Anzeigen für neue Borauswaschungen durch die He-Onlinemessung detektiert. Für Zyklus 33 wird eine ähnlich tiefe Borkonzentration wie für Zyklus 32 erwartet.

### **1.3 Qualitätsgesicherte Herstellung der frischen Brennelemente**

Die Qualität der neuen Brennelemente wurde geprüft. Die Herstellung der 100 Brennelemente der NL32 verlief qualitätsgesichert, planmässig und ohne terminliche Verzögerung der Lieferung<sup>6, 7</sup>.

### **1.4 Einhaltung der Schutzziele während des BE-Wechsels**

#### **1.4.1 Kontrolle der Reaktivität**

Die Technischen Spezifikationen Leibstadt (TSL) fordern eine Abschaltreaktivität (shutdown margin, SDM) von mindestens 0,5 % (Kap. 3.1 A). Mit der Kernausslegung wird ein Wert von mindestens 1 % nachgewiesen.

Für die Handhabungsschritte während der Kernumladung wurde mit dem Programm ReFuSim mit der Methode „Minikern-D2R0“<sup>22</sup> eine minimale Abschaltreaktivität von 1,70 % berechnet<sup>4</sup>. Hierzu wird der Zeitraum von der Teilentleerung des Reaktorkerns für die BE-Inspektionen bis zum neu beladenen Reaktorkern für die minimale Abschaltreaktivität bewertet. Die minimale Abschaltreaktivität wird 3 Schritte vor dem Ende der Umladevorgänge erreicht.

Des Weiteren wurden Vergleichsrechnungen mit POLCA7 und Presto-2 durchgeführt<sup>22</sup>. POLCA7 weist eine minimale Abschaltreaktivität von 1,67 % und Presto-2 von 1,78 % aus. Die Ergebnisse liegen im Erwartungsbereich und sind vergleichbar zu den Zyklusberechnungen der Vorjahre. Die Übereinstimmung der Ergebnisse hat sich sogar verbessert.

Die Ergebnisse zeigen, dass für alle Schritte des Brennelementwechsels eine Abschaltreaktivität von mehr als 1 % eingehalten wird.

Die ausreichende Unterkritikalität im Nass- und Trockenlager wird im RLS<sup>3</sup> zyklusspezifisch für frische und einjährige BE nachgewiesen. Höher abgebrannte BE erfüllen die Anforderungen an die Kritikalitätssicherheit aufgrund des Abbrandes und der geringeren verbleibenden Reaktivität deutlich und werden daher nicht zyklusspezifisch nachgewiesen.

#### **1.4.2 Kühlung der Brennelemente**

Während der Beladung des Reaktorkerns (Betriebsart 5) stehen gemäss Terminplanung<sup>1</sup> ab dem 20. Januar 2017 die Division 11 (RHR-A und LPCS) und die Division 21 (RHR-8/RHR-C) zur Abfuhr der Nachzerfallswärme zur Verfügung.

Die ausreichend redundant gestaltete Kühlbarkeit von Reaktorkern- und BE-Becken ist während der gesamten Kernumladung durch die Nach- und Notkühlsysteme RHR A, B, C und die Betriebsbereitschaft des LPCS- und des FPCCU- Systems gegeben. Das Kriterium TSL 3.5 B 2 (Kühlbarkeit) wird somit erfüllt.

Die Einhaltung des Schutzziels und der TSL-Kriterien wird damit, zusammen mit der generischen Lizenzierung, nachgewiesen.

#### **1.4.3 Einschluss radioaktiver Stoffe**

Während des Zyklus' 32 sind keine BE-Schäden mit Spaltgasfreisetzung aufgetreten.



**Klassifizierung:**  
Betreff:

**keine**  
Zyklus 33: Freigabe für die Beladung des Reaktorkerns

In der JHR 2016 sind Inspektionen an BE durchgeführt worden. Die reparierten Brennelemente wurden zusätzlich mittels Vakuumsippen auf Dichtheit geprüft. Für diese Arbeiten sind Prozeduren zur Handhabung der BE in den Betriebsvorschriften festgelegt. Die Analysen eines Handhabungsstörfalls wurden im Rahmen der BE-Freigaben durchgeführt und sind in den Grundlagenberichten [REDACTED] referenziert.

Mit diesen Vorkehrungen wird das Schutzziel erreicht.

#### 1.4.4 Begrenzung der Strahlenexposition

Die Strahlenexposition des mit der Kernumladung befassten Personals ist durch die Abschirmwirkung des Wassers begrenzt. Die maximale Individualdosis während der Kernumladung betrug 2015 2,7 mSv und lag damit unter dem jährlichen Grenzwert. Die geplante Kollektivdosis für den BE-Wechsel in der JHR 2016 beträgt 12 Personen-mSv bei 600 Personenstunden. Es sind keine signifikanten Abweichungen gegenüber den Erfahrungswerten zu erwarten. Die Dosisbelastungen des Personals und der Bevölkerung durch die zu unterstellenden Handhabungsstörfälle wurden analysiert und liegen unterhalb der Limiten<sup>9, 10</sup>.

Die revisionsbedingte Abgabe radioaktiver Stoffe an die Umgebung liegt weit unter den festgelegten Limiten.

Die Erhöhung der Leistungsbegrenzung von 5 % auf 8 % für die SCRAM-Zeitmessungen nach der Revision führt zu einer Erhöhung der Ortsdosisleistung im Drywell. Da jedoch keine Arbeiten mehr im Drywell erfolgen und der Abschlussrundgang im Drywell vor dieser Leistungserhöhung erfolgt, resultiert daher keine Dosiserhöhung für das Personal.

Das Schutzziel wird erreicht.

### 1.5 Zusammenfassende Bewertung

Zusammenfassend kommt das KKL zu dem Ergebnis, dass alle gesetzlichen und sicherheitstechnischen Anforderungen für die Beladung des Reaktorkerns erfüllt sind.

## 2 Erwägungen des ENSI

### 2.1 Rechtliche Grundlagen und Anforderungen an die Antragsunterlagen

Die Änderungen an der Beladung des Reaktorkerns im Rahmen des BE-Wechsels sind gemäss Art. 40 Abs. 1 Bst. b Ziff. 1 KEV freigabepflichtig, gemäss Art. 40 Abs. 2 KEV sind die Unterlagen R1/R2 nach Anhang 4 einzureichen.

Die Richtlinie ENSI-A04 präzisiert im Kapitel 6.2.1 die Anforderungen der KEV und definiert ein zweistufiges Verfahren bei der Freigabe der Änderung an der Kernbeladung. Für die in dieser Freigabe behandelte Beladung des Reaktorkerns als Teil der ersten Stufe sind die folgenden Unterlagen zu bewerten:

- Nachweis der qualitätsgesicherten Herstellung der neu zugeladenen BE;
- Nachweise zur Erfüllung der Schutzziele während des BE-Wechsels.

Im Beladeplan sind hierfür die zu ladenden Brennelemente definiert.

Neben der Vollständigkeit der Unterlagen und deren Konformität mit den Richtlinien ENSI-A04, ENSI-G20 und ENSI-B03 wird der Inhalt auf die Erfüllung der Sicherheits-, Betriebs- und Auslegungsgrenzen geprüft.



**Klassifizierung:**  
Betreff:

keine  
Zyklus 33: Freigabe für die Beladung des Reaktorkerns

## 2.2 Sicherheitstechnische Bewertung

### 2.2.1 Kernbeladung

Die frischen BE vom Typ [REDACTED] sind für Nachladungen vom ENSI freigegeben<sup>11</sup>. Die Dokumentation der Nukleardesigns L, M und P der frischen BE wurden dem ENSI mit dem RLS 2012 bzw. RLS 2016 eingereicht.

Die im Kern eingesetzten Vorläufer-BE wurden freigegeben. Sie können daher für eine weitere Bestrahlungsperiode im Kern verbleiben, sofern die Befunde der JHR2016<sup>16</sup> gemäss Geschäften 12/16/056 – 60 abschliessend bewertet und für einen Weiterbetrieb für unbedenklich befunden wurden.

Die Grenzwerte für den Borabbrand aller eingesetzten Steuerstabtypen sind vom ENSI akzeptiert<sup>12</sup>. Der erforderliche Sicherheitsnachweis wurde für die ursprüngliche Kernbeladung 20160310-1235 erbracht und ist für die aktuelle Kernbeladung 20161028-1100 abdeckend. Die Aufzeichnungen der He-Konzentration zeigen, dass auch diese Steuerstäbe im vergangenen Zyklus 32 keine Anzeichen aufweisen, welche ihre Wirksamkeit zur Abschaltung in Frage stellen. Dass die feinen Risse im obersten Teil der Steuerstäbe der Erstausrüstung keinen wesentlichen Einfluss auf die Schnellabschaltung des Reaktors haben, wird vor dem Hintergrund, dass wesentliche neue Borauswaschungen durch die He-Überwachung jederzeit detektiert werden können und betroffene Steuerstäbe so schnell wie möglich getauscht werden sollen, vom ENSI anerkannt.

Bei der Prüfung der neuen Kernbeladung kommt das ENSI zum Schluss, dass die notwendigen Beschreibungen, Unterlagen und Nachweise vollumfänglich vorgelegt wurden.

### 2.2.2 Qualitätsgesicherte Herstellung der Brennelemente

Im Zyklus 33 werden frische BE der Nachladungen 30, 31 und 32 beladen. Die Qualitätsnachweise der Nachladungen 30 und 31 wurden zum erstmaligen Einsatz dieser Nachladungen vorgelegt und vom ENSI im Rahmen der Freigabe früherer Zyklen bewertet. Dementsprechend wird hier nur die Nachladung 32 bewertet.

Die durch die Axpo Power durchgeführte Prüfung im Vorfeld der BE-Herstellung (Design Review) wurde dokumentiert und dem ENSI zugestellt<sup>13</sup>. Das ENSI prüfte diese Unterlagen und stellte keine freigabepflichtigen Änderungen am BE-Design fest. Der Informationspflicht über die festgestellten Abweichungen gemäss der Richtlinie ENSI-G20 kam das KKL nach. Der Betreiber hat mit eigenen Kontrollen und Inspektionen die anforderungsgerechte Qualität der neu zum Einsatz kommenden Brennelemente umfangreich überprüft. Die beschriebene Abweichung ist auch aus Sicht des ENSI geringfügig und hat keine sicherheitsrelevanten Auswirkungen.

### 2.2.3 Schutzziele beim BE-Wechsel

#### *Kontrolle der Reaktivität*

Die minimale Abschaltsicherheit wird mit der neuen Kernbeladung gemäss den Berechnungen eingehalten. Das Programm ReFuSim wurde für die Berechnung der Abschaltreaktivität bei der Kernumladung vom ENSI freigegeben und die Verwendung der aktuellen Version 2.2.3 akzeptiert<sup>8</sup>. Die Richtigkeit der Berechnungen wird durch Physikmessungen, die vom ENSI regelmässig inspiziert werden, unter Beweis gestellt. Die bisherigen Ergebnisse der Kritikalitätsmessungen weisen eine akzeptable Berechnungsgenauigkeit nach. Die Auslegungsvorgaben sowie die Technische Spezifikation sind bezüglich der Abschaltsicherheit im Reaktorkern während des BE-Wechsels erfüllt.



**Klassifizierung:**  
Betreff:

**keine**  
Zyklus 33: Freigabe für die Beladung des Reaktorkerns

Die Sicherstellung der Unterkritikalität in den BE-Lagerbecken kann vom ENSI bestätigt werden, da die frischen und einjährigen BE die Auslegungskriterien im [REDACTED] hinsichtlich der Anreicherung und des Gd-Gehalts erfüllen.

#### *Ausreichende Kühlung der Brennelemente*

Durch Einhaltung der TSL-Forderung 3.5 B 2, wonach mindestens ein RHR-System (mit einem Wärmetauscher) zusammen mit einem Einspeisesystem funktionstüchtig sein muss, wird das Schutzziel „Kühlung der Brennelemente“ erreicht.

#### *Sicherer Einschluss radioaktiver Stoffe*

Im Verlauf des Zyklus 32 und der JHR2016 wurden dem ENSI keine Brennelementschäden gemeldet. Nach Instandsetzung von BE aufgrund von Oxidschichtbefunden wurde Vakuumsipping zur Bestätigung der Brennstabintegrität durchgeführt. Auch das ENSI geht daher davon aus, dass alle BE intakt sind und einwandfrei bewegt werden können.

Sollte sich ein BE-Handhabungsstörfall ereignen, wurde basierend auf der Analyse<sup>24</sup> die Einhaltung der Dosislimiten für die Bevölkerung vom ENSI bestätigt<sup>10</sup>. Im Hinblick auf die Dosisbelastung des Betriebspersonals wurde eine neue Revision der Analyse<sup>9</sup> vorgelegt, wonach für das betroffene Personal eine ausreichende Vorsorge getroffen wurde.

#### *Begrenzung der Strahlenexposition*

Gemäss der Richtlinie ENSI-B03 ist dem ENSI für alle geplanten Revisionsarbeiten und Arbeiten mit einer Kollektivdosis von über 50 mSv eine Kollektivdosisprognose zuzustellen. Für den diesjährigen BE-Wechsel wurde eine Kollektivdosisprognose erstellt und dem ENSI am 13. Juni 2016 vorgestellt<sup>14</sup>. Die hier bewerteten Arbeiten zur Beladung des Reaktorkerns nach Beladeplan 20161028-1100 sind dabei im Wesentlichen unverändert gegenüber der vorgestellten Kollektivdosisprognose. Die zusätzliche Kollektivdosis durch das erweiterte Brennelementinspektionsprogramm hat aus Sicht des ENSI keinen relevanten Einfluss im Vergleich zur geplanten Kollektivdosis während der gesamten Jahreshauptrevision. Dosisbelastungen durch zu unterstellende Handhabungsstörfälle wurden bei der Bewertung der Strahlenschutzmassnahmen berücksichtigt. Damit gilt das Schutzziel der Begrenzung der Strahlendosis als erreicht.

#### 2.2.4 Instandsetzung und Modifikation von BE

Bei den Brennelementinspektionen während der JHR2016 wurden Brennelemente mit erhöhter Korrosion an den Brennstäben identifiziert. Bei diesen Brennelementen wurden die betroffenen Brennstäbe durch Zirkaloy-Vollmaterialstäbe ersetzt. Dies ist ein akzeptierter Vorgang zur Wiederherstellung des spezifikationsgerechten Zustandes. Die Instandsetzung der BE wurde dem ENSI mit <sup>15</sup> gemeldet. Das ENSI hat keine Einwände gegen die Beladung dieser BE in den Reaktorkern.

Das ENSI gibt den Wiedereinsatz des modifizierten Vorläufer-BE FFA003 gemäss Richtlinie ENSI-G20 Anhang 2 Kategorie III und der in Stand gesetzten BE ASC078 und ATB037 gemäss Richtlinie ENSI-G20 Anhang 2 Kategorie II frei.



**Klassifizierung:**  
Betreff:

**keine**  
Zyklus 33: Freigabe für die Beladung des Reaktorkerns

### **3 Entscheid**

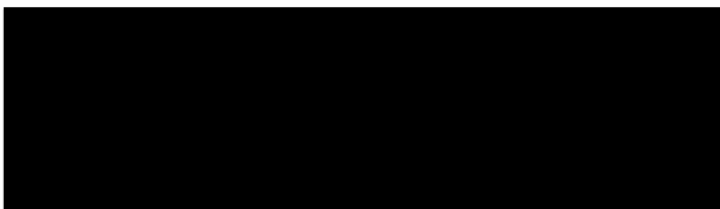
Abschliessend stellt das ENSI fest, dass mit dem Antrag<sup>2</sup> die zur Beurteilung des Gesuchs erforderlichen Unterlagen gemäss Art. 40 Abs. 2 KEV vom Antragsteller vorgelegt wurden. Das ENSI ist überzeugt, dass das KKL bei der Durchführung der Reaktorbeladung nach der JHR2016 die sicherheitstechnischen Anforderungen erfüllt und die Schutzziele erreicht werden.

Das ENSI geht bei dieser Freigabe aufgrund der derzeit vorliegenden Informationen davon aus, dass die neue Kernbeladung in weiteren Freigabeschritten auch für den Anfahrbetrieb und den Leistungsbetrieb freigegeben werden kann. Dies bedingt jedoch ein positives Prüfergebnis bei der noch nicht erfolgten Detailprüfung der eingereichten Unterlagen.

Wir bitten Sie, uns das diesem Schreiben beigelegte Feedbackformular ausgefüllt zurückzuschicken.

Freundliche Grüsse

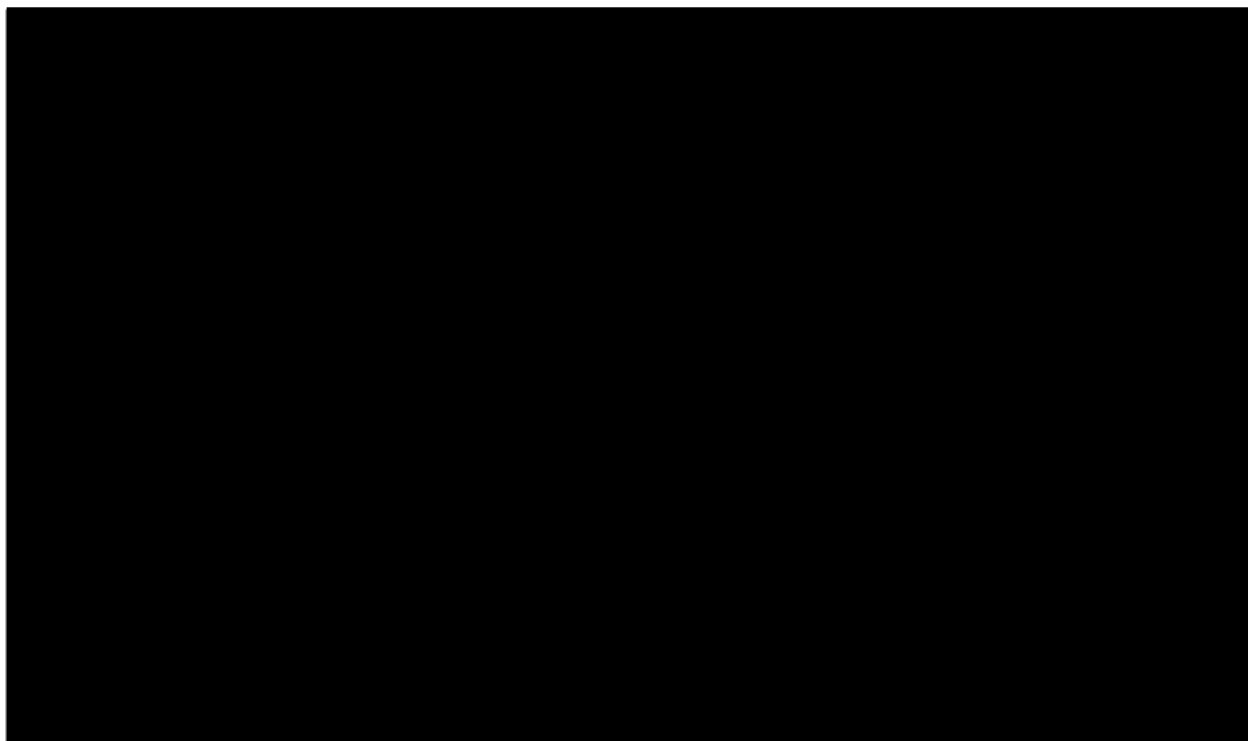
Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI



#### **Beilage**

- Feedbackformular

#### **Referenzen**





**Klassifizierung:**  
Betreff:

**keine**  
Zyklus 33: Freigabe für die Beladung des Reaktorkerns

