

# **Abschlussbericht**

## **„Nuklidvektorvertauschung in KKP 1“**



**Baden-Württemberg**

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Grundlagen .....</b>	<b>4</b>
1.1 FREIGABE .....	4
1.1.1 10-MIKROSIEVERT-KRITERIUM .....	4
1.1.2 NUKLIDVEKTOREN .....	5
1.1.3 NACHBEWERTUNG AUF GRUND SICH ÄNDERNDER NUKLIDVEKTOREN .....	5
1.2 RESTSTOFFE BEIM ABBAU KERNTECHNISCHER ANLAGEN .....	6
<b>2 Vom Einzel-Ereignis zur umfassenden Überprüfungsstrategie.....</b>	<b>7</b>
2.1 EREIGNIS UND SEINE RADIOLOGISCHE BEWERTUNG.....	7
2.2 ÜBERPRÜFUNGSPROGRAMM.....	7
2.3 CHECKLISTE ZUR GEBINDEÜBERPRÜFUNG.....	8
<b>3 Überprüfungsergebnisse.....</b>	<b>9</b>
3.1 FREIGEGBENE UND BEREITS ENTSORGTE GEBINDE.....	9
3.2 FREIGEGBENE ABER NOCH NICHT ENTSORGTE GEBINDE.....	10
3.3 ABGEBaute ABER NOCH NICHT FREIGEGBENE GEBINDE .....	10
3.4 ERGEBNISSE DER SCHWACHSTELLENANALYSE .....	11
<b>4 Zusammenfassung.....</b>	<b>13</b>

# Einleitung

Die EnBW Kernkraft GmbH (EnKK) als Betreiberin der Kernkraftwerksblöcke Philippsburg 1 und 2 (KKP 1 und 2) hat dem Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM) am 13. April 2022 eine an diesem Tag festgestellte Auffälligkeit in einem bereits abgeschlossenen Freigabeverfahren gemeldet. Die Freigabe von Reststoffen gemäß den Vorgaben der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) erfolgte mit einem für diesen Reststoff unpassenden Nuklidvektor. Der Nuklidvektor ist für die Durchführung der Freigabe erforderlich und wird in diesem Bericht erläutert (Kapitel 1.1.2). Bei Verwendung des passenden Nuklidvektors wäre eine Freigabe nicht möglich gewesen. Das führte zu weitreichenden Überprüfungen und Veränderungsprozessen, die nun (Stand: Februar 2024) weitgehend abgeschlossen sind. Als Fazit ist festzuhalten, dass keiner der bereits freigegebenen Reststoffe eine radiologische Gefährdung für Mensch oder Umwelt darstellte.

Dieser Bericht dient der Information der Öffentlichkeit und gibt einen zusammenfassenden Überblick über die Überprüfungen und Maßnahmen, welche die EnKK von April 2022 bis November 2023 unter enger aufsichtlicher Begleitung bzw. auf Veranlassung durch das UM durchgeführt hat. Das UM hatte bereits vorlaufend in den Monatsberichten April und September 2022 sowie im Tätigkeitsbericht der Abt. 3 für 2022 Informationen zum Sachstand bereitgestellt.

Die entsprechenden Bund-Länder-Gremien wurden vom UM informiert, so dass der Sachverhalt dort fachlich-inhaltlich diskutiert werden konnte.

In Kapitel 1 werden zunächst Begriffe aus der Freigabe nach der StrlSchV und dem Abbau von Kernkraftwerken erklärt. In Kapitel 2 wird ausgehend vom Ereignis am 13.04.2022 und seiner radiologischen Bewertung die schrittweise Ableitung einer umfassenden Überprüfungsstrategie erläutert. Kapitel 3 beinhaltet die Überprüfungsergebnisse für die verschiedenen Kategorien von Abfallbinden sowie die Ergebnisse der Schwachstellenanalyse. Eine Zusammenfassung des Gesamtsachverhalts findet sich in Kapitel 4.

# 1 Grundlagen

## 1.1 FREIGABE

### 1.1.1 10-MIKROSIEVERT-KRITERIUM

Die Freigabe gemäß Strahlenschutzverordnung ist ein behördliches Verfahren nach dessen erfolgreichem Abschluss radioaktive Stoffe, z.B. aus bestimmten atomrechtlich genehmigungsbedürftigen Tätigkeiten, als nicht-radioaktive Stoffe verwendet, verwertet, beseitigt, innegehabt oder an Dritte weitergegeben werden dürfen. Voraussetzung für die behördliche Freigabe ist die Einhaltung des 10-Mikrosievert-Kriteriums. Durch die freigegebenen Stoffe und Gegenstände darf für Einzelpersonen der Bevölkerung nur eine jährliche effektive Dosis im Bereich von 10 Mikrosievert auftreten. Zum Vergleich: Das Bundesamt für Strahlenschutz gibt die Strahlenbelastung auf einem Flug von München nach Japan mit bis zu 100 Mikrosievert an. Weitere Vergleichswerte und Informationen zur Strahlenbelastung in Deutschland sind auf der Webseite des Bundesamts für Strahlenschutz enthalten: <https://www.bfs.de/DE/themen/ion/strahlenschutz/grenzwerte/grenzwerte.html> (gelesen im Februar 2024).

Je nach Reststoffart, z.B. metallische Teile oder Gebäude, oder deren geplanter Verwendung oder Verwertung, z.B. Beseitigung auf Deponien oder in Verbrennungsanlagen, unterscheidet die Strahlenschutzverordnung verschiedene Freigabepfade (§§ 35 und 36 Strahlenschutzverordnung).

Um der Behörde einen Anhaltspunkt zu geben, wann für welchen Freigabepfad das 10-Mikrosievert-Kriterium eingehalten wird, gibt die Strahlenschutzverordnung für die einzelnen radioaktiven Atomkerne (Nuklide) Grenzwerte an, die sogenannten Freigabewerte (Anlage 4 Tabelle 1 der Strahlenschutzverordnung). Sind die Freigabewerte eingehalten, kann die Behörde davon ausgehen, dass das 10-Mikrosievert-Kriterium eingehalten wird. Für die Berechnung der Freigabewerte wurden für jeden Freigabepfad abdeckende Szenarien zu Grunde gelegt. In die Szenarien können zum Beispiel die Zeit der manuellen Handhabung des Stoffes, die Bedingungen seiner Lagerung auf Deponien oder auch die Möglichkeiten der Wiederverwendung oder -verwertung eingehen. Falls nötig, werden die Verwendungs- und Verwertungsmöglichkeiten in bestimmten Freigabepfaden eingeschränkt. Reststoffe, die zur Beseitigung in einer Verbrennungsanlage freigegeben werden, müssen z.B. auch dorthin verbracht werden. Werden keine Beschränkungen festgelegt, spricht man von uneingeschränkter Freigabe. Die Freigabewerte sind entsprechend niedrig bzw. streng. In den Kernkraftwerken in Baden-Württemberg wird das gesamte Freigabeverfahren durch einen vom UM nach § 20 Atomgesetz (AtG) beauftragten Sachverständigen begleitend kontrolliert.

Weiterführende Informationen zum Thema Freigabe sind z.B. in den Informationspapieren der Entsorgungskommission (ESK) enthalten, die auf der Webseite der ESK abrufbar sind:

<https://www.entsorgungskommission.de/de/beratungsergebnisse> (gelesen im Februar 2024).

### **1.1.2 NUKLIDVEKTOREN**

Zum Nachweis der Einhaltung der Freigabewerte sind radiologische Messungen nötig, welche dokumentiert werden müssen. In kerntechnischen Anlagen werden die radiologischen Messungen des Betreibers von behördlich bestimmten Sachverständigen begleitet und kontrolliert. Die radiologischen Messungen werden dabei mit sensiblen Detektoren durchgeführt, die in der Lage sind die radiologische Aktivität am gesamten Reststoff zu bestimmen. Dabei kann der Reststoff zum Beispiel in eine quadratische Kammer gefahren werden, in der an allen sechs Seiten Detektoren angebracht sind, die sogenannte Freimessanlage (FMA). Eine separate Messproben-Entnahme am Reststoff ist nicht nötig. Je nach angewandtem Messverfahren (z.B. FMA) ist es für die Auswertung der Messergebnisse nötig, die genaue Nuklid-Zusammensetzung des gemessenen Reststoffes zu berücksichtigen. Die Bestimmung der Nuklid-Zusammensetzung erfolgt in kerntechnischen Anlagen meist auf der Basis von repräsentativen Proben von Reststoffen, mit denen für ein bestimmtes Messverfahren eine abdeckende Nuklidzusammensetzung, der Nuklidvektor, ermittelt wird. Bestimmten Reststoffgruppen wird mit dieser Methode jeweils ein abdeckender Nuklidvektor zugewiesen. Dabei können in kerntechnischen Anlagen auf Grund der Vielzahl der verschiedenen Reststoffe mehrere abdeckende Nuklidvektoren parallel genutzt werden. Um zu einer korrekten radiologischen Bewertung des freizugebenden Reststoffs zu kommen, die Voraussetzung für die Freigabe ist, muss der für den jeweiligen Reststoff passende Nuklidvektor herangezogen werden.

### **1.1.3 NACHBEWERTUNG AUF GRUND SICH ÄNDERNDER NUKLIDVEKTOREN**

Falls die Einhaltung der Freigabewerte auf Basis eines für den gemessenen Reststoff unpassenden Nuklidvektors erfolgt ist, kann mit einer Nachbewertung der passende Nuklidvektor nachträglich angewendet werden. Dazu wird die dokumentierte radiologische Messung nochmals mit dem passenden Nuklidvektor ausgewertet. Eine Wiederholung der Messung ist dabei in den meisten Fällen nicht notwendig. Die Nachbewertung kann also auch an Reststoffen erfolgen, auf die momentan kein Zugriff besteht. Ist es im Nachhinein nicht mehr feststellbar, ob der passende Nuklidvektor für die Auswertung der Messung benutzt wurde, kann die Nachbewertung mit dem Nuklidvektor erfolgen, der die höchsten radiologischen Werte für die Nuklide liefert (konservativer Ansatz). Falls diese Werte unterhalb der Freigabewerte liegen, sind die Freigabewerte auch mit jedem anderen Nuklidvektor der kerntechnischen Anlage eingehalten.

## 1.2 RESTSTOFFE BEIM ABBAU KERntechnischer ANLAGEN

Beim Abbau kerntechnischer Anlagen fallen viele unterschiedliche Reststoffe an, deren Entsorgung bereits vor dem Abbaubeginn geplant und festgelegt wird. Nur ein kleiner Teil der Gesamtmasse der Anlage muss als radioaktiver Abfall in einem hierfür geeigneten Endlager beseitigt werden. Ein Großteil der Reststoffe wird der Freigabe zugeführt, um danach, eventuell mit Einschränkungen (vergleiche Kapitel 1.1.1) konventionell entsorgt oder verwertet zu werden. Als Reststoffe gelten dabei z.B. verschiedene Metalle, Elektroteile, Isolierungen oder Brandschutzmaterialien. Um diese Reststoffe besser handhabbar zu machen, werden sie bereits während des Abbaus in Behältnisse gelegt. Ein Behältnis mit Reststoff wird als Gebinde bezeichnet. Das Gebinde kann dann direkt oder nach einer Bearbeitung der Freigabe zugeführt werden. Jedes Behältnis darf nur Reststoffe enthalten, die eindeutig dem gleichen Nuklidvektor zugeordnet werden können. Die Gebinde bzw. Behältnisse müssen geeignet gekennzeichnet sein, um sie beim Durchlaufen der Freigabe-Prozesskette identifizieren zu können.

## 2 Vom Einzel-Ereignis zur umfassenden Überprüfungsstrategie

### 2.1 EREIGNIS UND SEINE RADIOLOGISCHE BEWERTUNG

Die EnBW Kernkraft GmbH (EnKK) als Betreiberin der Kernkraftwerksblöcke Philippsburg 1 und 2 (KKP 1 und 2) stellte am 13. April 2022 bei einer rückwirkenden Nuklidvektor-Überprüfung fest, dass ein unpassender Nuklidvektor bei der uneingeschränkten Freigabe eines Gebindes mit metallischen Reststoffen aus KKP 1 verwendet wurde. Der Reststoff war zum Zeitpunkt der Feststellung bereits als konventioneller Reststoff in einem Container mit anderen metallischen Reststoffen einem Entsorgungsunternehmen übergeben und von diesem weiterbearbeitet worden.

Die EnKK informierte das UM gemäß § 42 Absatz 3 Strahlenschutzverordnung noch am selben Tag über den zu diesem Zeitpunkt bekannten Sachverhalt. Zusätzlich hat sie die Freigabe von Reststoffen und die Entsorgung bereits freigegebener Reststoffe am Standort Philippsburg gestoppt.

Die mit Anwendung des passenden Nuklidvektors durchgeführte Nachbewertung des betroffenen Gebindes (vergleiche Kapitel 1.1.3) ergab, dass die Freigabewerte der uneingeschränkten Freigabe überschritten wurden. Eine detaillierte radiologische Betrachtung der Betreiberin unter Einbeziehen des tatsächlichen Entsorgungsweges ergab, dass dieses Gebinde keine radiologische Gefährdung für Mensch oder Umwelt darstellt (siehe Kapitel 3.1).

### 2.2 ÜBERPRÜFUNGSPROGRAMM

Als Ursache für die Verwechslung des Nuklidvektors während der Freigabe wurde eine fehlerhafte Angabe des Nuklidvektors während des Abbaus identifiziert. Bereits das Behältnis wurde fehlerhaft beschriftet, die fehlerhafte Information über das Gebinde zog sich dann durch den gesamten Freigabeprozess.

Angesichts dieser Verwechslung, hat die EnKK in Absprache mit dem UM ein breit angelegtes Überprüfungsprogramm der freigegebenen und entsorgten Gebinde begonnen. Das Ziel dabei war es, fehlerhaft gekennzeichnete Gebinde zu finden und mögliche Fehlerquellen entlang der gesamten Prozesskette zu identifizieren, um sie in Zukunft zu vermeiden. Schematisch enthält die Prozesskette die Bereiche: Abbauplanung → Abbau → Transport und Lagerung → ggfs. Bearbeitung → Freigabe → Entsorgung.

Bei der durchgeführten stichprobenartigen Überprüfung der entsorgten Gebinde wurde im Juli 2022 festgestellt, dass zwei weitere Gebinde im Abbau mit unpassenden Nuklidvektoren gekennzeichnet worden waren. Beide Gebinde wurden zur Bearbeitung und anschließenden Freigabe an das Reststoffbearbeitungszentrum Philippsburg (RBZ-P) am Standort des KKP abgegeben. Dort wurden sie bearbeitet und auf mehrere Tochtergebinde aufgeteilt. Bei 20 dieser neuen Gebinde, deren Inhalt freigegeben und als konventioneller Reststoff entsorgt wurde, hat die Nachbewertung mit Anwendung des passenden Nuklidvektors ergeben, dass die Freigabewerte für die uneingeschränkte Freigabe überschritten wurden. Eine detaillierte radiologische Betrachtung der Betreiberin unter Einbeziehen des tatsächlichen Entsorgungsweges ergab, dass keines der bereits freigegebenen Gebinde eine radiologische Gefährdung für Mensch oder Umwelt darstellte (siehe Kapitel 3.1).

### **2.3 CHECKLISTE ZUR GEBINDEÜBERPRÜFUNG**

In dem Überprüfungsprogramm wurden bis Juli 2022 ca. 10.000 aller freigegebenen und entsorgten Gebinde überprüft. Die während der Überprüfung gewonnenen Erkenntnisse über mögliche Ursachen einer Nuklidvektorverwechslung wurden von der Betreiberin genutzt, um weitere Überprüfungsprogramme und -strategien zu erarbeiten. Ziel war es, 100 % der ab Start des Rückbaus am Standort KKP (Mai 2017) in KKP 1 und 2 erzeugten Gebinde, welche der Freigabe zugeführt werden oder wurden, zu überprüfen.

Dazu hat die EnKK auf Basis der gefundenen Fehlerquellen eine Checkliste ausgearbeitet und optimiert, mit der es möglich ist, vorliegende Nuklidvektorverwechslungen anhand der Gebindedokumentation zu erkennen. Das UM hat den TÜV NORD EnSys GmbH & Co. KG (TÜV NORD) als Sachverständigen nach § 20 Atomgesetz mit der Bewertung und Prüfung der Vollständigkeit der Checkliste beauftragt. Der Sachverständige kommt in seiner Stellungnahme zu dem Ergebnis, dass die Checkliste alle Punkte enthält, die nachträglich anhand der Dokumentation überprüft werden müssen und können. Der Sachverständige schlug drei weitere Prüfpunkte vor, die Änderungen des Gebindes z.B. während der Lagerung erkennen lassen. Die Ergänzungen wurden von der EnKK in die KKP-Betriebsvorschriften aufgenommen. Die radiologische Freigabe eines Gebindes ist nur noch nach positiver Prüfung der Checkliste möglich. Die Sachverständigen der TÜV SÜD ET prüfen diesen Punkt während der begleitenden Kontrollen im behördlichen Freigabeverfahren (vergleiche Kapitel 1.1.1).

Das UM hat die Überprüfungen und Bewertungen der Betreiberin in regelmäßig stattfindenden Statusgesprächen sowie durch Aufsichtsbesuche eng überwacht. Die Ergebnisse der 100 % Überprüfung sind zusammenfassend in Kapitel 3 dargestellt.



## 3 Überprüfungsergebnisse

Ziel des Überprüfungsprogramms war es, 100 % der ab Mai 2017 in KKP 1 und 2 erzeugten Gebinde, welche der Freigabe zugeführt werden oder wurden, hinsichtlich möglicher Nuklidvektorverwechslungen zu überprüfen. Die Gebinde des RBZ-P mit Reststoffen aus KKP 1 und 2 waren ebenfalls Teil der Überprüfung. Die Gesamtbetrachtung umfasste damit ca. 57.000 Gebinde. In der Gesamtbetrachtung wurde zwischen drei Fällen unterschieden:

1. Gebinde, die freigegeben und bereits entsorgt wurden (Kapitel 3.1),
2. Gebinde, die freigegeben aber noch nicht entsorgt wurden (Kapitel 3.2) und
3. Gebinde, die noch nicht freigegeben wurden (Kapitel 3.3).

Zeitgleich hat die EnKK mit einer umfassenden Schwachstellenanalyse begonnen, die neben den direkt beitragenden Faktoren für eine Nuklidvektorverwechslung auch potentielle Schwachstellen im gesamten Mensch, Technik und Organisation umfassenden Bereich ermitteln soll. Dazu gehören z.B. Regelungen und Praktiken in den Bereichen Arbeitsplanung, Arbeitsausführung, Arbeitskontrolle und Verantwortlichkeiten. Die Ergebnisse der Schwachstellenanalyse sind in Kapitel 3.4 zusammengefasst.

### 3.1 FREIGELEGEBENE UND BEREITS ENTSORGTE GEBINDE

Im April 2022 waren am Standort Philippsburg ca. 26.500 Gebinde freigegeben und bereits entsorgt worden. Auf diese Gebinde hatte die EnKK keinen Zugriff mehr, da sie bereits externen Entsorgungsunternehmen übergeben und von diesen weiterbearbeitet wurden. Die Überprüfung bezog sich bei diesen Gebinden auf die Einhaltung des 10-Mikrosievert-Kriteriums, welches die Voraussetzung für die radiologische Freigabe ist (vergleiche Kapitel 1.1.1).

Die EnKK hat durch eine detaillierte radiologische Betrachtung (konservativer Ansatz, vergleiche Kapitel 1.1.3) auf Basis der Freigabe-Dokumentation unter Einbeziehen des tatsächlichen Entsorgungsweges nachgewiesen, dass für alle ca. 26.500 Gebinde eine Verletzung des 10-Mikrosievert-Kriteriums höchst unwahrscheinlich ist.

Das UM hat den TÜV SÜD ET als Sachverständigen gemäß § 20 Atomgesetz mit der Prüfung und Bewertung der Darstellungen der EnKK beauftragt. In seiner Stellungnahme bestätigt der Sachverständige die Schlussfolgerung der Betreiberin, dass eine Verletzung des 10-Mikrosievert-Kriteriums für alle Gebinde höchst unwahrscheinlich ist.

Das UM kommt nach Prüfung aller vorliegenden Bewertungsergebnisse zu dem Schluss, dass die bereits behördlich erteilten Freigaben der rund 26.500 Gebinde weiterhin Bestand haben können und damit keine weiteren Maßnahmen erforderlich sind.

### **3.2 FREIGELEGENE ABER NOCH NICHT ENTSORGTE GEBINDE**

Gebinde, die freigegeben aber noch nicht entsorgt wurden, lagern auf dem Gelände des KKP als nicht radioaktive Reststoffe. Hierbei handelt es sich um ca. 700 Gebinde, die teilweise bereits zusammengeschüttet in Containern auf dem Betriebsgelände des KKP stehen. Jedes der Gebinde wurde mit Hilfe der Checkliste (vergleiche Kapitel 2.3) hinsichtlich des passenden Nuklidvektors überprüft. Dadurch konnten bei den 700 Gebinden ca. 130 Gebinde identifiziert werden, bei denen nicht bestätigt werden konnte, dass der passende Nuklidvektor genutzt wurde. In diesen Fällen wurde eine konservative Nachbewertung mit dem Nuklidvektor durchgeführt, der zu den höchsten radiologischen Werten für den jeweiligen Reststoff führt (vergleiche Kapitel 1.1.3). Die EnKK konnte so nachweisen, dass alle bereits freigegebenen Gebinde die Freigabewerte auch im Fall einer Nuklidvektorverwechslung sicher einhalten. Der gesamte Prozess wurde im Auftrag des UM durch den Sachverständigen TÜV SÜD ET kontrolliert, ohne dass hierbei Auffälligkeiten festgestellt wurden.

Das UM kommt nach Prüfung aller vorliegenden Bewertungsergebnisse zu dem Schluss, dass die bereits behördlich erteilten Freigaben der ca. 700 Gebinde weiterhin Bestand haben können. Die Gebinde können als nicht radioaktive Reststoffe einem externen Entsorger übergeben werden.

### **3.3 ABGEBaute ABER NOCH NICHT FREIGELEGENE GEBINDE**

Aus dem Abbau oder dem Restbetrieb von KKP 1 oder 2 erzeugte Gebinde mit Reststoffen, die noch nicht freigegeben wurden, lagern als Gebinde mit radioaktiven Reststoffen in entsprechenden Strahlenschutzbereichen innerhalb des Geländes des KKP. Nach Betreiberangaben handelt es sich hierbei um ca. 30.000 Gebinde. Diese Gebinde wurden nach Betreiberangabe alle mit der Checkliste (vergleiche Kapitel 2.3) hinsichtlich des passenden Nuklidvektors überprüft. Die Überprüfung wurde nachvollziehbar dokumentiert und wo nötig wurden die entsprechenden Gebinde- und Reststoffkennzeichnungen aktualisiert. Da diese Gebinde das behördliche Verfahren der Freigabe noch nicht durchlaufen haben, ist eine Nachbewertung der Messergebnisse (vergleiche Kapitel 1.1.3) nicht nötig.

Die Checkliste zur Gebindeüberprüfung hinsichtlich möglicher Nuklidvektorverwechslungen wurde in die KKP-Betriebsvorschriften aufgenommen (vergleiche Kapitel 2.3). Die Sachverständigen überprüfen die passende Nuklidvektorkennzeichnung und die Vollständigkeit der

Dokumentation der Überprüfung während der begleitenden Kontrollen im behördlichen Freigabeverfahren (vergleiche Kapitel 1.1.1). So ist sichergestellt, dass künftig alle Gebinde, die das behördliche Freigabeverfahren erfolgreich durchlaufen haben, auch mit dem passenden Nuklidvektor freigegeben worden sind.

### **3.4 ERGEBNISSE DER SCHWACHSTELLENANALYSE**

In den Kapiteln 3.1 bis 3.3 ist dargestellt, wie die Überprüfung der am Standort KKP bis April 2022 bereits erzeugten Gebinde erfolgt ist. Die in diesem Kapitel beschriebene Schwachstellenanalyse hatte ergänzend das Ziel, bei zukünftig zu erstellenden Gebinden eine unpassende Nuklidvektoruweisung bereits ab der Planung in der gesamten Prozesskette (vergleiche Kapitel 2.2) zu vermeiden.

Bei der Schwachstellenanalyse wurde die Methode einer „ganzheitlichen Ereignisanalyse“ angewendet. Hierzu gehören Interviews, Begehungen der Gegebenheiten vor Ort und das Überprüfen der gesamten betrieblichen Regelungen auf mögliche Schwachstellen. So konnte die EnKK 13 potentielle Schwachstellenbereiche erkennen. Dabei wurde die Relevanz der Schwachstelle in Hinblick auf das im April 2022 erkannte Ereignis, vor allem aber auch die Relevanz der Schwachstelle für potentielle, zukünftige gleichartige Ereignisse, bewertet.

Um gleiche und ähnliche Ereignisse in Zukunft wirkungsvoll zu vermeiden, hat die EnKK zu den Schwachstellenbereichen einen Maßnahmenkatalog abgeleitet. Die Wirksamkeit der Maßnahmen wird sie mit geeigneten Wirksamkeitskontrollen überprüfen.

Das UM hat den TÜV NORD als Sachverständigen nach § 20 Atomgesetz mit der Bewertung und Prüfung der gesamten Schwachstellenanalyse und des abgeleiteten Maßnahmenkatalogs inklusive Wirksamkeitskontrollen beauftragt. Der Sachverständige kommt in seiner Stellungnahme zu dem Ergebnis, dass die abgeleiteten Maßnahmen geeignet sind, die Schwachstellen zu beseitigen und eine Vorsorge für eine zukünftige Vermeidung vergleichbarer Vorkommnisse während des Freigabeprozesses zu treffen. Das UM schließt sich dieser Bewertung an und kommt nach eigener Prüfung zu dem Schluss, dass die von der EnKK abgeleiteten Maßnahmen zielführend sind, Nuklidvektorverwechslungen zu vermeiden oder zu entdecken, bevor Reststoffe in das behördliche Freigabeverfahren gehen.

Die abgeleiteten Maßnahmen aus der Schwachstellenanalyse werden in eine verbindliche Betriebsanweisung (BAW) aufgenommen. Diese neue Betriebsanweisung ist sowohl für die Kernkraftwerksblöcke der EnKK am Standort Philippsburg (KKP 1 und 2) als auch für die Kernkraftwerksblöcke der EnKK am Standort Neckarwestheim (GKN I und II) gültig und damit verbindlich. Die Betriebsanweisung kann nur mit Zustimmung durch das UM in Kraft gesetzt und geändert werden. In ihr müssen die abgeleiteten Maßnahmen so beschrieben werden, dass

sie die bereits bestehenden Betriebsvorschriften an beiden Standorten optimal ergänzen, um Nuklidvektorverwechslungen in Zukunft wirkungsvoll zu vermeiden.

Beispiele für die in der BAW umgesetzten abgeleitete Maßnahmen sind aus den Bereichen

1. Mensch: Schulungen und Sensibilisierungen zum Thema Nuklidvektorverwechslung und -kennzeichnung
2. Technik: Softwareseitige automatisierte Unterstützung und Verriegelungen entlang der gesamten Prozesskette
3. Organisation: Optimierte Schnittstellenverantwortlichkeiten zwischen den Prozesskettengliedern und übergeordnete Einordnung jedes Schrittes in den Gesamtprozess

Eine erste Fassung der Betriebsanweisung reichte die EnKK im Mai 2023 ein. Das UM hat den TÜV SÜD ET mit der Prüfung des Inhalts der neuen Betriebsanweisung beauftragt. Die Prüfung ist abgeschlossen, das UM hat der Anwendung der Betriebsanweisung zugestimmt.

Die Umsetzung des Maßnahmenkatalogs und damit bereits die Umsetzung der neuen Betriebsanweisung in die laufenden Arbeiten an den Standorten wird vom UM laufend aufsichtlich überwacht. Nach Umsetzung aller Maßnahmen ist nach Einschätzung des UM eine Freigabe nach den Vorgaben der Strahlenschutzverordnung mit einem unpassenden Nuklidvektor durch fehlerhafte Kennzeichnungen der Reststoffe an den EnKK-Standorten Philippsburg und Neckarwestheim höchst unwahrscheinlich. Dies trifft auch für das Freigabeverfahren durch die Reststoffbearbeitungszentren an den Standorten Philippsburg und Neckarwestheim (RBZ-P und RBZ-N) zu.

## 4 Zusammenfassung

Die am 13.04.2022 festgestellte Nuklidvektorverwechslung an Reststoffen, die aus dem Abbau des Kernkraftwerksblock 1 in Philippsburg (KKP 1) stammen, wurde vertieft untersucht und hatte eine breit angelegte Überprüfung aller am Standort erzeugten Gebinde zur Folge (Kapitel 2). Für alle rund 27.200 Gebinde, die bereits freigegeben waren, konnte nachgewiesen werden, dass eine Verletzung des 10-Mikrosievert-Kriteriums der Freigabe höchst unwahrscheinlich ist (Kapitel 3.1 „Freigegebene und bereits entsorgte Gebinde“ sowie Kapitel 3.2 „Freigegebene aber noch nicht entsorgte Gebinde“).

Bereits in KKP 1 und 2 erzeugte aber noch nicht freigegebene Gebinde konnten mit einer Checkliste zuverlässig hinsichtlich möglicher Nuklidvektorverwechslungen überprüft werden. Für diese ca. 30.000 Gebinde ist somit sichergestellt, dass sie das Freigabeverfahren mit dem passenden Nuklidvektor durchlaufen werden (Kapitel 3.3).

Aus einer umfassenden Schwachstellenanalyse hat die EnKK einen Maßnahmenkatalog und dazu passende Wirksamkeitskontrollen abgeleitet. Diese Maßnahmen entlang der Prozesskette Abbauplanung → Abbau → Transport und Lagerung → ggfs. Bearbeitung → Freigabe werden in einer neuen Betriebsanweisung (BAW) für alle Mitarbeiter verbindlich gemacht. Dieser BAW wurde zugestimmt, eine Änderung bedarf wieder der Zustimmung des UM (Kapitel 3.4).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die nach dem 13.04.2022 getätigten Überprüfungen zeigen, dass keines der zu diesem Zeitpunkt bereits freigegebenen Gebinden eine radiologische Gefährdung für Mensch oder Umwelt darstellte (Kapitel 3.1 und 3.2). Keiner der bereits freigegebenen und entsorgten Reststoffe ist auf einer Deponie beseitigt worden. Nach Umsetzung aller Maßnahmen (Kapitel 3.3 und 3.4) kann zukünftig mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden, dass bei einer Freigabe nach Strahlenschutzverordnung von Reststoffen aus KKP 1 und 2 sowie aus GKN I und II ein unpassender Nuklidvektor verwendet wird.

## **Impressum**

Herausgeber:

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Kernerplatz 9

70182 Stuttgart

Tel.: 0711 126-0

Fax: 0711 126-2881

Internet: <https://um.baden-wuerttemberg.de>

E-Mail: [poststelle@um.bwl.de](mailto:poststelle@um.bwl.de)