

Bewertung
von Ergebnisberichten zur Phase 1
im Rahmen der ÜsiKo

Auftraggeber:

Bündnis gegen Schacht Konrad

Auftragnehmer:

Ing. grad Dipl.-Phys.
Wolfgang Neumann

Berlin, Mai 2020

Inhalt

1. Einleitung	3
2. Bestimmungsgemäßer Betrieb.....	5
2.1 Stand von Wissenschaft und Technik.....	5
2.2 Überprüfte Aspekte, Methodik und Darstellung im Ergebnisbericht	8
2.3 Ableitungen mit Abluft und Abwasser sowie Direktstrahlung.....	12
2.4 Minimierungsgebot	19
2.5 Zusammenfassung bestimmungsgemäßer Betrieb	20
3. Unterkritikalität Betriebsphase	23
3.1 Stand von Wissenschaft und Technik.....	23
3.2 Darstellung und Methodik im Ergebnisbericht	24
3.3 Radionuklide.....	24
3.4 Sicherheitsprinzipien, Berechnungsmethoden und Modellierungen	25
3.5 Zusammenfassung Unterkritikalität Betriebsphase	26
4. Störfallanalysen	28
4.1 Stand von Wissenschaft und Technik.....	28
4.2 Darstellung und Methodik im Ergebnisbericht	29
4.3 Störfallanalyse, Störfallberechnungsgrundlagen, Störfallplanungswert	30
4.4 Betriebliche Störfälle.....	31
4.5 Einwirkungen von außen	33
4.6 Zusammenfassung Störfälle	34
5. Fazit	36
6. Literaturverzeichnis	38

1. Einleitung

Für die Schachanlage Konrad (ehemaliges Eisenerzbergwerk) wurde im Jahr 1982 ein Antrag auf Planfeststellung für den Umbau zum und die anschließende Nutzung als Endlager für „vernachlässigbar Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle“ gestellt. Die Antragsunterlagen wurden auf Grundlage der nach Antragsstellung erfolgten Planungen für Errichtung und Betrieb des Endlagers, einschließlich des zu führenden Langzeitsicherheitsnachweises, im Jahr 1990 vorgelegt. In den Jahren 1992 und 1993 wurde auf Grundlage einer Weisung des Bundesumweltministeriums der im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung erforderliche Erörterungstermin durchgeführt. Auf diesem wurde von Einwendern (u.a. die Kommunen Salzgitter, Vechelde und Lengede) massive Kritik zu dem Vorhaben vorgetragen. Unter anderem diese Einwendungen führten zu einer länger dauernden Überarbeitung von Planung und Unterlagen. Durch eine grundsätzliche Diskussion des Entsorgungskonzeptes für radioaktive Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland verzögerte sich der Planfeststellungsbeschluss (PFB) durch das Niedersächsische Umweltministerium dann zusätzlich bis zum Jahr 2002. Das Planfeststellungsverfahren war von 1990 bis 2002 von zahlreichen verfahrenlenkenden Weisungen des Bundesumweltministeriums an die Planfeststellungsbehörde gekennzeichnet.

Die fundierten Einwände gegen die Schachanlage Konrad wurden im PFB nur zum Teil berücksichtigt. Deshalb wurde gegen ihn zunächst vor dem Oberverwaltungsgericht Lüneburg und nach Zurückweisung dann vor dem Bundesverwaltungsgericht geklagt. Letzteres lehnte die Beschwerde gegen die Nichtzulassung der Revision im Jahr 2007 ab. Danach begann der Betreiber mit dem Umbau des Bergwerkes. Während des Umbaus traten immer wieder Verzögerungen auf. Gegenwärtig ist die Inbetriebnahme für 2027 vorgesehen. Das heißt, die Konzipierung und die wesentlichen Planungen für den Betrieb sowie der Langzeitsicherheitsnachweis sind dann über 35 Jahre alt.

Zweifel am Stand von Wissenschaft und Technik des Projektes bestehen schon seit langer Zeit, das betrifft insbesondere die Errichtung in einem ehemaligen Eisenerzbergwerk, die Betriebs- und Störfallsicherheit sowie den Langzeitsicherheitsnachweis. Der erhebliche Druck aus der Region und der lange Zeitraum zwischen den Nachweisführungen und der geplanten Inbetriebnahme des Endlagers haben den Betreiber (bis 2018 Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), seitdem Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE)) veranlasst, die „Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad nach dem Stand von Wissenschaft und Technik (ÜsiKo)“ vorzunehmen.

Die ÜSiKo soll in vier Phasen erfolgen:

Phase I: Ermittlung des Überprüfungsbedarfs.

Phase II ggf. Aktualisierung von Sicherheitsanalysen.

Phase III: ggf. Anpassung der Planung.

Phase IV: ggf. Umsetzung im Bau.

Davon ist gegenwärtig nach BGE die erste Phase abgeschlossen.

Die vorläufigen Ergebnisse der Phase 1 der ÜSiKo wurden im Januar 2019 in einer Veranstaltung präsentiert und diskutiert, die endgültigen Ergebnisberichte im März 2019 abgeschlossen. Die Veröffentlichung der Ergebnisberichte erfolgte dann, entgegen vorherigen Ankündigungen der BGE, zeitlich stark verzögert im Januar 2020. Dies führte auch zu einer erheblichen Verzögerung der hier vorgelegten Bewertung.

Die Phase 1 der ÜSiKo wird im Auftrag des „Bündnisses gegen Schacht Konrad“ in zwei Teilen bewertet. Der Teil Langzeitsicherheit ist hier nicht Gegenstand der Bewertung, sondern wird von Dipl.-Geol. Jürgen Kreuzsch separat vorgelegt. Im hier vorliegenden Teil werden die Ergebnisberichte

- Ermittlung des Überprüfungsbedarfs der Sicherheitsanalyse des bestimmungsgemäßen Betriebs [BS 2019],
- Unterkritikalität in der Betriebsphase [TÜV 2019],
- Ermittlung des Überprüfungsbedarfs der Störfallanalysen [DMT 2019].

Die Schwerpunkte bei der Bewertung der drei Ergebnisberichte werden durch die für das weitere Vorgehen des „Bündnisses gegen Schacht Konrad“ in Bezug auf die Zulässigkeit der Inbetriebnahme des Endlagers Konrad festgelegten Themen gesetzt. Dabei werden auch die seit 2007 diversen, von Betreiber und Aufsichtsbehörde als unwesentlich eingestuften Änderungsgenehmigungen berücksichtigt, durch die unter anderem das in den radioaktiven Abfällen zulässigerweise enthaltene Radionuklidspektrum drastisch ausgeweitet wurde.

Es wurde aus Zweckmäßigkeitsgründen vereinbart, dass für die hier vorgelegte Bewertung der Phase 1 der ÜSiKo auf die formelle Gestaltung als fachliches Gutachten verzichtet werden kann.

2. Bestimmungsgemäßer Betrieb

Mit der Prüfung der Einhaltung des Standes von Wissenschaft und Technik für die Sicherheitsanalysen des bestimmungsgemäßen Betriebes wurde von BfS/BGE die Brenk Systemplanung GmbH beauftragt.

Laut Ergebnisbericht von Brenk zur ÜsiKo wurden keine sicherheitsrelevanten Abweichungen zum Stand von Wissenschaft und Technik zwischen dem Zeitpunkt der Planfeststellungserteilung und dem von BfS/BGE vorgegebenen Zeitpunkt zur Überprüfung des Standes von Wissenschaft und Technik festgestellt, die zu einer vollständigen oder teilweisen Erneuerung der Sicherheitsanalyse für den bestimmungsgemäßen Betrieb führen müssten.

Der im Ergebnisbericht als aktuell bzw. heutig bezeichnete Stand von Wissenschaft und Technik bezieht sich auf April 2018.

Im Folgenden wird die Bewertung der Prüfung von Brenk Systemplanung nur bezüglich Personen aus der Bevölkerung vorgenommen. Belastungen für das Personal sind für das weitere Vorgehen im Rahmen des „Bündnisses gegen Schacht Konrad“ nicht relevant.

2.1 Stand von Wissenschaft und Technik

In der Vorhabensbeschreibung hat das damals noch zuständige BfS folgendes ausgeführt [BFS 2016b]:

„Bei der Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen nach dem Stand von Wissenschaft und Technik sind die sich ständig weiter entwickelnden wissenschaftlichen Kenntnisse, aber auch die bei Errichtung und Betrieb gemachten Erfahrungswerte und eine ggf. erweiterte Datenlage zu berücksichtigen.“

Auf der Internetseite der inzwischen zuständigen BGE zum Themenschwerpunkt ÜsiKo steht [BGE 2020]:

„Als verantwortungsvoller Betreiber unternimmt die BGE vor der Inbetriebnahme eine Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad nach dem Stand von Wissenschaft und Technik (ÜsiKo).“

Nach diesen beiden vorstehenden Formulierungen wäre zu erwarten, dass die ÜSiKo nach der Maßgabe des vom Bundesverfassungsgericht geprägten dynamischen Grundrechtsschutzes durchgeführt wird [BVERFG 1978, RN 101]:

„Es muß diejenige Vorsorge gegen Schäden getroffen werden, die nach den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen für erforderlich gehalten wird. Läßt sie sich technisch noch nicht verwirklichen, darf die Genehmigung nicht erteilt werden; die erforderliche Vorsorge wird mithin nicht durch das technisch gegenwärtig Machbare begrenzt.“

Dies ist aber offensichtlich nicht der Fall. Im Ergebnisbericht von Brenk wird zu Beginn des Ergebniskapitels 7 relativierend dargelegt [BS 2019, S. 56]:

„Im Rahmen der Überprüfung der Sicherheitsanalyse des bestimmungsgemäßen Betriebs wurde der dem PFB [4] und den zugehörigen atomrechtlichen Gutachten [5], [6] zugrunde gelegte sicherheitstechnisch relevante Stand von W&T (Stand 2002) im Hinblick auf seine Aktualität überprüft. Die sich gegenüber dem aktuellen sicherheitstechnisch relevanten Stand (Stand April 2018) ergebenden Abweichungen wurden im Hinblick auf die sicherheitstechnisch relevanten Festlegungen zum bestimmungsgemäßen Betrieb im PFB bewertet und sich hierbei ergebende sicherheitstechnisch relevante Deltas ausgewiesen.“

Das bedeutet, von Brenk wurde bei der Überprüfung für den Zeitraum des Planfeststellungsverfahrens der Stand von Wissenschaft und Technik herangezogen, den die Planfeststellungsbehörde für den aktuellen Stand gehalten hat. Es erfolgte keine Überprüfung, ob das tatsächlich der damalige Stand von Wissenschaft und Technik war.

Sowohl der im Ergebnisbericht für den Zeitpunkt des Planfeststellungsbeschlusses herangezogene als auch der für den „aktuellen“ Zeitpunkt unterstellte Stand von Wissenschaft und Technik beschränken sich im Wesentlichen auf die jeweils geltenden gesetzlichen Vorgaben, nachgeordneten Verordnungen, sowie sonstige Vorschriften und Regelwerke (u.a. Empfehlungen von ICRP und SSK). Der vom Bundesverfassungsgericht reklamierte Stand von Wissenschaft und Technik beinhaltet aber darüber hinaus die Berücksichtigung der wissenschaftlichen Entwicklung. Es hätten also zusätzlich Forschungsberichte und einschlägige Veröffentlichungen für die Festlegung des Standes von Wissenschaft und Technik einbezogen werden müssen. Dabei sind alle wissenschaftlich vertretbaren Erkenntnisse zu berücksichtigen. Im Ergebnisbericht werden lediglich ältere Veröffentlichungen zu Radon aufgeführt, die zudem hauptsächlich das Personal betreffen.

Der Stand von Wissenschaft und Technik für den bestimmungsgemäßen Betrieb wird im Ergebnisbericht offenbar auf den Stand der im April 2018 geltenden Strahlenschutzverordnung reduziert. Und hier auch noch wesentlich auf die Einhaltung der Grenzwerte. Dies wird aus den Bewertungen in Tabelle 1 des Ergebnisberichtes deutlich, und bei der Darstellung des Ergebnisses, dass keine Überprüfung der Sicherheitsanalyse erforderlich sei, wird immer wieder darauf hingewiesen, dass keine neuen Grenzwerte vorgeschrieben sind.

Diese Betrachtungsweise ist für die Überprüfung zur Einhaltung des Standes von Wissenschaft und Technik beim geplanten Endlager Konrad absolut unzureichend. Es entspricht nicht den Vorgaben von Bundesverfassungsgericht und Atomgesetz und erfüllt auch nicht die zu Beginn des Kapitels formulierten Ansprüche von BfS und BGE. Ob der Gutachter Brenk Systemplanung die Überprüfung in der Form aus eigenem Antrieb oder auftragsgemäß in dieser Art und Weise vorgenommen hat, ist nicht ersichtlich.

Von der grundsätzlichen Kritik abgesehen, dass für den Stand von Wissenschaft und Technik die neusten wissenschaftlichen Erkenntnisse und technischen Entwicklungen heranzuziehen sind, werden die als wesentlicher Bewertungsmaßstab herangezogenen Grenzwerte außerdem in Fachkreisen als zu hoch und nicht mehr dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechend bewertet. Unter anderen der BUND fordert auf Empfehlung seiner ausschließlich mit WissenschaftlerInnen interdisziplinär besetzten Atom- und Strahlenkommission (BASK) eine Senkung der Grenzwerte um einen Faktor bis zu 10 [BUND 2017]. Die Empfehlung beruht auf einer Auswertung der internationalen Literatur zum Strahlenschutz im Bereich der Niedrigstrahlung.

Ein weiteres Manko der ÜsiKo hinsichtlich des bestimmungsgemäßen Betriebes besteht in der Beschränkung der Überprüfung des Standes von Wissenschaft und Technik auf radiologische Aspekte. Eine Änderung kann aber auch in anderen Bereichen gegeben sein. Sie kann zum Beispiel die Konditionierungsmethoden für die radioaktiven Abfälle oder die Handhabungsmöglichkeiten oder –einrichtungen betreffen.

2.2 Überprüfte Aspekte, Methodik und Darstellung im Ergebnisbericht

Die im Ergebnisbericht von Brenk für die Überprüfung angewendete Vorgehensweise folgt zwar einer gewissen Systematik, die Darstellungsweise ist aber zum Teil unübersichtlich und in den Tabellen nicht einfach nachzuvollziehen. Die folgenden Bewertungen erfolgen in der im Ergebnisbericht auftretenden Reihenfolge.

Bei der Beschreibung der Aufgabenstellung in Kapitel 2.1 des Ergebnisberichtes wird als Zielsetzung der Sicherheitsanalyse für den bestimmungsgemäßen Betrieb von Brenk bezüglich von Strahlenbelastungen allein die Einhaltung der Grenzwerte nach Strahlenschutzverordnung genannt. Das ist aufgrund der durch einen Planfeststellungsbeschluss zu gewährleistenden Vorsorge unzureichend. Das Minimierungsgebot ist nicht erst im behördlichen Aufsichtsverfahren für die Umsetzung und Durchführung des bestimmungsgemäßen Betriebes zu beachten, sondern bereits bei der Festlegung der zulässigen Ableitungswerte im Planfeststellungsbeschluss. Siehe hierzu Kapitel 2.3 dieser Bewertung.

Als für die Prüfung relevante Unterlagen werden in Kapitel 2.1 des Ergebnisberichtes ausschließlich das Atomgesetz, die Strahlenschutzverordnung sowie nachgeordnete Richtlinien und Verwaltungsvorschriften genannt. Sofern damit nur die einzuhaltenen rechtlichen Vorgaben wiedergegeben werden sollten, wäre das ausreichend. Der Stand von Wissenschaft und Technik wird aber nicht nur durch rechtlich festgelegte Vorgaben abgebildet, sondern auch durch technische und wissenschaftliche Entwicklungen und validierte Veröffentlichungen, die in den Vorschriften noch nicht berücksichtigt sind. Um der Aufgabenstellung gerecht werden zu können, ist deshalb auch die sonstige, den Stand von Wissenschaft und Technik bestimmende Literatur zu benennen.

Im Ergebnisbericht wird ausgeführt: „Die Strahlenexposition von Einzelpersonen der Bevölkerung durch Direktstrahlung ist im bestimmungsgemäßen Betrieb nicht zu besorgen“ [BS 2019, S.12]. Diese Behauptung wird nicht begründet. Sie ist auch nicht begründbar, da im PFB am Anlagenzaun eine Belastung durch Direktstrahlung von 0,6 mSv/a angegeben wurde. Damit wird der Grenzwert von 1 mSv/a für die Gesamtbelastung durch Abluft, Abwasser, Direktstrahlung und Vorbelastung (§ 46 StrlSchV 2001 bzw. § 80 StrlSchG 2017) nur durch die Direktstrahlung bereits zu deutlich mehr als die Hälfte ausgelastet. Eine rechnerische Abschätzung nach den

aktuell geltenden Vorschriften in Strahlenschutzverordnung bzw. Strahlenschutzgesetz ist bei dieser weitgehenden Ausschöpfung geboten.

Davon abgesehen hat sich für Konrad durch das Entsorgungsübergangsgesetz von Januar 2017 und dem Koalitionsvertrag für die derzeitige Bundesregierung von März 2018 auch eine Änderung zum Stand der Technik ergeben [ENTSORGÜG 2017, CDUCSUSPD 2018]. Dort wird die Errichtung eines Bereitstellungslagers für die radioaktiven Abfälle festgelegt. Durch dieses Bereitstellungslager ändern sich die Anlieferungsbedingungen für die radioaktiven Abfälle. Bei einer Erhöhung der pro Jahr angelieferten Abfallgebinde erhöht sich auch die Direktstrahlung am Zaun und muss deshalb neu ermittelt werden.

Bezüglich der Umgebungsüberwachung wird im Ergebnisbericht festgestellt [BS 2019, S.14], dass sich für die Überwachung von Ableitungen zwischen § 48 StrlSchV 2001 und § 103 StrlSchV 2018 keine Veränderung ergeben hat. Die diesbezüglich relevante Richtlinie zu Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) habe sich nicht verändert [BS 2019, S. 14 und 16]. Dies ist in Bezug auf die Angaben in diesem Kapitel des Ergebnisberichtes (und auch in Kapitel 3.2) bereits rein sachlich nicht zutreffend. Brenk bezieht sich allein auf die REI vom Dezember 2005. Grundlage für den PFB war dagegen die REI von 1993/95. Dies wird dann zwar in Tabelle 1 im Ergebnisbericht richtig wiedergegeben [BS 2019, S. 66], aber eine Relevanz für Schlussfolgerungen aus dieser Änderung erst für das spätere Aufsichtsverfahren gesehen. Dem ist zu entnehmen, dass keine Prüfung einer Änderung des Standes von Wissenschaft und Technik stattgefunden hat.

Im Ergebnisbericht wird ausgeführt, die „*Sicherheitsanalyse des bestimmungsgemäßen Betriebs betrachtet damit primär radiologische Fragestellungen*“ [BS 2019, S. 17]. Das ist in Bezug auf den Endpunkt der Beurteilung über die Einhaltung der Voraussetzungen für die Erteilung des PFB zutreffend. Aber um die entsprechenden Dosiswerte zum Nachweis der Einhaltung der Anforderungen der Strahlenschutzverordnung zu ermitteln, müssen zur Berechnung Daten ermittelt, bestimmte Methoden angewendet, das Verhalten von Radionukliden im Endlager und in der Umwelt modelliert und Computerprogramme eingesetzt werden. Zu den vorgenannten Aspekten ist jenseits der Überprüfung von Vorschriften für Radionuklide keine Prüfung des Standes von Wissenschaft und Technik zu erkennen. Die Grubenwasserhaltung unter Tage ist ein wichtiger Aspekt, der zur Einhaltung der Grenzwerte von höchster

Bedeutung ist. Eine diesbezügliche Überprüfung des Standes von Wissenschaft und Technik ist dem Ergebnisbericht nicht zu entnehmen.

Die für mögliche Strahlenbelastungen von Personen aus der Bevölkerung wichtigen Anforderungen an die Abfallgebinde werden auf Dosisleistung und Oberflächenkontamination der Behälter beschränkt [BS 2019, S. 17]. Das ist nicht nachvollziehbar, da die Dichtheit der Behälter für den in Sicherheitsanalysen zu berücksichtigenden Umfang der Ableitungen im Normalbetrieb eine wichtige Rolle spielt. Es ist also wichtig, auch diesbezüglich den Stand von Wissenschaft und Technik zu überprüfen.

Als Bewertungskriterium wird in Kapitel 2.2 des Ergebnisberichtes ein „Delta“ zwischen dem Stand von Wissenschaft und Technik zum Zeitpunkt der Planfeststellungsbeschlusserteilung und April 2018 angegeben. Der Bewertungsmaßstab für die Feststellung eines Deltas soll eine begründete Experteneinschätzung sein. Diese Vorgehensweise ist im Prinzip zielführend. Zur Experteneinschätzung siehe weiter unten.

In Kapitel 3 des Ergebnisberichtes sollen laut Brenk die Kernaussagen der Sicherheitsanalysen im PFB und den dem zugrundeliegenden Gutachten wiedergegeben werden. Dies erfolgt nur teilweise. Es wird bspw. versäumt darauf hinzuweisen, dass die Grenzwerte für Strahlenbelastungen durch das Abwasser nach PFB nur eingehalten werden können, wenn die Ableitung natürlicher Radioaktivität durch technische Maßnahmen um den Faktor 20 reduziert wird [NMU 2002, CII.2.1.2.5-10]. Andernfalls würde der Grenzwert für die effektive Dosis um mehr als das Doppelte überschritten.

Für Kapitel 5 des Ergebnisberichtes lautet die Überschrift „Überprüfung des relevanten Standes von Wissenschaft und Technik (Stand 2002)“ [BS 2019, S. 25]. In dem Kapitel wird aber nicht überprüft, ob zum Zeitpunkt der Planfeststellung der Stand von Wissenschaft und Technik eingehalten wurde, sondern lediglich festgestellt, welche Vorschriften für den Planfeststellungsbeschluss, z.B. bei der rechnerischen Abschätzung von Strahlenbelastungen, berücksichtigt wurden. Eine Prüfung, ob die Vorschriften für den Planfeststellungsbeschluss richtig und unter Berücksichtigung

des Standes von Wissenschaft und Technik angewendet wurden, ist dem Ergebnisbericht nicht zu entnehmen. Ebenso wenig wird geprüft, ob die Vorschriften selbst zum Zeitpunkt ihrer Anwendung dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprochen haben.

Entgegen der Überschrift werden in der Bewertungstabelle (Tabelle 1 im Ergebnisbericht) dann außer den zum Zeitpunkt des Planfeststellungsbeschlusses gültigen Vorschriften auch der Stand der Vorschriften im April 2018 (vom Auftraggeber vorgegebener Zeitpunkt für die Prüfung) aufgeführt. Aufgrund von Experteneinschätzung wird dann bewertet, ob durch Veränderungen in den Vorschriften ein „*sicherheitstechnisch relevantes Delta*“ vorhanden ist und deshalb die Sicherheitsanalyse diesbezüglich neu durchgeführt werden muss. Diese Tabelle soll damit offensichtlich – anders als nach Kapitelüberschrift zu vermuten – die Delta-Bewertung einschließlich Begründung darstellen.

Die Bewertung durch Experteneinschätzung ist im vorliegenden Fall grundsätzlich eine zielführende Methode. Allerdings enthält der Ergebnisbericht keine oder nur rudimentäre Begründungen bzw. sehr allgemeine Erläuterungen für die jeweiligen Einschätzungen. In Tabelle 1 des Ergebnisberichtes werden häufig lediglich die Änderungen in den Vorschriften benannt. Damit ist der Grad der Subjektivität und Interpretation in der Experteneinschätzung für die hier vorzunehmende Bewertung der Ergebnisse der Prüfung nicht beurteilbar. Die in Tabelle 1 in der Spalte „*Sicherheitstechnisch relevantes Delta*“ von Brenk vorgenommene Einschätzung erscheint dadurch beliebig.

Unter der Überschrift des Kapitels 6 „*Bewertung des relevanten Standes von Wissenschaft und Technik (Stand 2018)*“ [BS 2019, S. 41] werden die Empfehlungen/Stellungnahmen von SSK, ICRP und WENRA aufgeführt, die seit Planfeststellungsbeschluss erstellt worden sind und relevant für den PFB oder die Gestaltung des Betriebes im Endlager sein könnten. Außerdem werden Änderungen im Handbuch für Reaktorsicherheit mit seinen Regeln und die Änderungen bei den Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA) seit dem Planfeststellungsbeschluss aufgeführt.

Die Stellungnahmen von SSK und ICRP sind die für die Festlegungen in Strahlenschutzgesetz und Strahlenschutzverordnung herangezogenen Grundlagen. Sie repräsentieren damit den fachlichen Stand, auf dem sie beruhen. Der aktuelle Stand von Wissenschaft und Technik wird dadurch aber nicht unbedingt abgedeckt. Inso-

fern reichen die Betrachtungen im Ergebnisbericht zum Stand von Wissenschaft und Technik nicht aus.

In Kapitel 7 des Ergebnisberichtes werden die Ergebnisse „zusammengestellt“. Folgerichtig werden auch hier nur allgemeine Aussagen getroffen und der Stand von Wissenschaft und Technik auf die geltenden Vorschriften reduziert.

2.3 Ableitungen mit Abluft und Abwasser sowie Direktstrahlung

Nach Erteilung des PFB im Jahr 2002 hat sich der Stand von Wissenschaft und Technik bezüglich der Bestimmung von Abfallradioaktivitätsinventaren verändert. Es ergaben sich zusätzliche Radionuklide, die über die im PFB berücksichtigten Radionuklide hinaus mittels **Änderungsgenehmigungen zum Planfeststellungsbeschluss** zur Einlagerung zugelassen wurden. Diese neuen Radionuklide haben zum Teil hohe Dosiskoeffizienten, was sich auf die Höhe der rechnerisch für die Ableitungen abgeschätzten Strahlenbelastungen auswirken kann. Dem Ergebnisbericht ist keine Prüfung zu entnehmen, ob, und wenn nicht, warum keine neuen rechnerischen Ausbreitungsabschätzungen unter Berücksichtigung der zusätzlich in Konrad einzulagernden Radionuklide durchgeführt werden müssen.

Die „**Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe ...**“ (AVV) ist gegenüber dem Stand zum Zeitpunkt des PFB im Jahr 2012 verändert worden. Laut Ergebnisbericht wird darin kein Delta gesehen. Vielmehr wird dort festgestellt: *„Aufgrund der auf Grundlage des Entwurfs von 2001 ermittelten niedrigen Ausschöpfung der Grenzwerte des § 47 StrlSchV (2001) wirken sich die Änderungen der AVV 2012 nicht wesentlich aus, so dass auch weiterhin eine Unterschreitung der Grenzwerte zu erwarten ist“* [BS 2019, S. 29]. Diese Bewertung ist nicht sachgerecht. Laut PFB wird der Grenzwert für die potenzielle Strahlenbelastung durch Direktstrahlung und Abluft außerhalb des Betriebsgeländes von 1 mSv/a zu 75 % und die Grenzwerte für die potenzielle Strahlenbelastung durch Abwasser für die höchst belastete Altersgruppe zu 46 % bei der effektiven Dosis sowie zu 92 % bei dem Organ Knochenmark ausgeschöpft.

In der 2018 geltenden AVV [AVV 2012] wird dem Muttermilchpfad gegenüber vorher erhöhte Bedeutung zugemessen. Allein dies wird für die davon betroffene Altersgruppe zu einer höheren Strahlenbelastung führen.

Die AVV ist die grundlegende Vorschrift für die rechnerische Abschätzung von Strahlenbelastungen. Eine geänderte AVV muss deshalb zwangsläufig zu einer Neuabschätzung der Strahlenbelastungen führen, wenn der Stand von Wissenschaft und Technik von April 2018 eingehalten werden soll. Das gilt insbesondere, wenn die Grenzwerte unter Berücksichtigung der alten AVV-Version bereits so weitgehend ausgeschöpft werden, wie es laut PFB der Fall ist [TÜV 2002]. Da gibt es für eine Experteneinschätzung eigentlich keinen Spielraum bzgl. einer neuen Berechnung.

Im Ergebnisbericht werden die vom Bundesumweltministerium im Jahr 2001 veröffentlichten **Dosiskoeffizienten** zur Berechnung von Strahlenbelastungen [BMU 2001] als Stand von Wissenschaft und Technik bewertet [BS 2019, S. 29/30]. Deshalb wird kein Delta beim Stand von Wissenschaft und Technik zwischen dem Zeitpunkt der Erteilung des PFB und im April 2018 gesehen. Brenk widerspricht sich jedoch im Prinzip selber indem festgestellt wird [BS 2019, S. 29]: *„Basierend auf ICRP 103 werden neue Dosiskoeffizienten mittelfristig berechnet. Mit den Veröffentlichungen ICRP Publication 133, 134 und 137 wurden bereits für verschiedene Nuklide neue Dosiskoeffizienten unter Verwendung der geänderten Modelle veröffentlicht; noch sind aber nicht für alle Radionuklide die entsprechenden Dosiskoeffizienten verfügbar.“*

Das bisher von der ICRP nur ein Teil der Dosiskoeffizienten in Empfehlungen neu festgelegt wurden darf mit der Einschätzung *„Der Zeitplan für die vollständige Neuerstellung und Umsetzung in das deutsche Recht ist derzeit nicht bekannt.“* [BS 2019, S. 29/30] nicht dazu führen, keine Bewertung zur Notwendigkeit der Überprüfung der Sicherheitsanalyse für die bekannten neuen Dosiskoeffizienten durchzuführen. Auch bei Veränderung nur eines Teiles der Dosiskoeffizienten kann die Änderung des Standes von Wissenschaft und Technik nicht deshalb verneint werden, weil noch keine rechtliche Umsetzung für alle Dosiskoeffizienten stattgefunden hat. Vielmehr ist zu prüfen, ob sich bereits der neue Stand auswirkt.

Im Jahr 2013 wurde vom Rat der Europäischen Union eine neue **Richtlinie zum Strahlenschutz** erlassen [EU 2013]. Im Ergebnisbericht wird im Vergleich des Stan-

des von Wissenschaft und Technik zum Zeitpunkt des PFB kein Delta gesehen, das Einfluss auf die Sicherheitsanalyse für den bestimmungsgemäßen Betrieb haben kann [BS 2019, S. 30-32]. Begründet wird das offenbar damit, dass diese Richtlinie nicht als Stand von Wissenschaft und Technik angesehen wird, da sie im April 2018 noch nicht in die deutsche Strahlenschutzgesetzgebung umgesetzt war. Bei der ÜsiKo soll es aber nicht um die Überprüfung des Standes der deutschen Vorschriften gehen, sondern um die Überprüfung hinsichtlich des Standes von Wissenschaft und Technik. Dieser Stand wird aber zweifellos unter anderem durch die EU-Richtlinie gebildet. Insofern ist die Bewertung im Ergebnisbericht aus gutachterlicher Sicht fachlich nicht sachgerecht. Davon abgesehen war zum Zeitpunkt der Überprüfung klar, dass die Inhalte der EU-Richtlinie ein paar Monate nach April 2018 in das deutsche Strahlenschutzrecht aufgenommen sein würden. Soll das Endlager Konrad also zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme dem Stand von Wissenschaft und Technik erfüllen ist klar, dass die Sicherheitsanalyse nach den Vorgaben der EU-Richtlinie von 2013 neu erstellt werden muss.

Die Notwendigkeit für eine neue Sicherheitsanalyse ist offensichtlich, da die EU-Richtlinie folgende, zum Zeitpunkt des PFB noch nicht geltende Anforderungen, stellt:

- Als zusätzlicher Schutz der Bevölkerung müssen Dosisrichtwerte unterhalb der Grenzwerte festgelegt werden. Die Einführung eines solchen Regimes kann nicht im Rahmen der behördlichen Aufsicht zum Betrieb der Anlage, sondern muss genehmigungsrechtlich erfolgen.
- Künstlich erzeugte und durch natürliche Radioaktivität verursachte Strahlenbelastungen müssen hinsichtlich aller Strahlenschutzanforderungen gleich behandelt werden.
 - Dies ist im PFB in Bezug auf die Emission aus dem geplanten Endlager nur ansatzweise geschehen [INTAC 2003]. Es ist davon auszugehen, dass die nicht konsequente Gleichbehandlung der durch die radioaktiven Abfälle erzeugten und durch die im Gestein der Endlagerformation erzeugten Strahlenbelastungen die vorgenommene Abwägung bei der Planfeststellungsentscheidung beeinflusst hat. Dies ist aufgrund der weitgehenden Ausschöpfung von Grenzwerten besonders problematisch und ist vor dem Hintergrund der vorgeschriebenen Minimierung von Strahlenbelastungen zu bewerten. Deshalb ist die Sicherheitsanalyse dem durch die EU-Richtlinie gegebenen Stand von Wissenschaft und Technik anzupassen.

- Nicht durch den geplanten Betrieb des Endlagers verursachte Strahlenbelastungen für Personen aus der Bevölkerung wurden im PFB nicht berücksichtigt. Bei Fortsetzung der langjährigen Praxis in unmittelbarer Nähe des übertägigen Betriebsgeländes von Schacht 2 Kohleverbrennungsrückstände auf großen Halden zu lagern, ist die dadurch verursachte Direktstrahlung zu berücksichtigen. Da der Grenzwert von 1 mSv/a bereits für die gesamte durch den geplanten Anlagenbetrieb verursachte potenzielle Strahlenbelastung mit 0,75 mSv/a weitgehend ausgeschöpft wird, ist die Sicherheitsanalyse dem durch die EU-Richtlinie nun auch laut Vorschrift gegebenen Stand von Wissenschaft und Technik anzupassen.
- Im Zusammenhang mit der EU-Richtlinie wird in Tabelle 1 des Ergebnisberichtes auch auf die in Zukunft zu erwartende Anwendung des Partikelmodells in den Ausbreitungsrechnungen für die Ableitungen mit der Abluft im Normalbetrieb hingewiesen. Dabei stellt Brenk selbst fest, dass dies zur Ermittlung von höheren potenziellen Strahlenbelastungen führen kann. Offenbar wird aber kein Delta des Standes von Wissenschaft und Technik gesehen, weil dieses Modell in der im April 2018 geltenden Strahlenschutzverordnung noch nicht vorgeschrieben war. Das ist gutachterlich nicht zu akzeptieren. Es ist schon lange bekannt, dass das zum vorstehenden Zeitpunkt noch für die Ausbreitungsrechnungen vorgesehene Gauß-Modell nicht adäquat ist und die Dosis eher unterschätzt (siehe z.B. [HINRICHSSEN 2001]). Folgerichtig wird international und auch in der Bundesrepublik Deutschland seit einiger Zeit das Lagrange Partikelmodell verwendet (siehe z.B. [BFS 2016a]). In der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft wird es bereits seit 2002 zur Berechnung der Ausbreitung von Schadstoffen verwendet [TALUFT 2002]. Es ist völlig unverständlich, dass hier kein Delta zum Stand von Wissenschaft und Technik gesehen wird.

Weiterhin unverständlich ist die im Ergebnisbericht vorgenommene Verneinung eines Deltas beim Stand von Wissenschaft und Technik und der Notwendigkeit der Überprüfung der Sicherheitsanalyse auch in Bezug auf **Radon**. Das wird begründet mit der Empfehlung der Strahlenschutzkommission, keine regulatorischen Änderungen vorzunehmen, bis es abschließende Empfehlungen der ICRP gibt und diese international diskutiert wurden. Die Empfehlungen der SSK beziehen sich auf vorzunehmende Änderungen in der Strahlenschutzverordnung. Sie treffen keine Entscheidung, was zum Zeitpunkt der Herausgabe der entsprechenden SSK-Empfehlung Stand von Wissenschaft und Technik war.

Seit Erteilung des Planfeststellungsbeschlusses hat sich die Bewertung des radonbedingten Gesundheitsrisikos drastisch geändert. Im Jahr 2005 hat die SSK festgestellt, dass sich der Schätzwert für das Radonrisiko deutlich erhöht hat [SSK 2005]. Weil die Stellungnahme keine Empfehlungen für konkrete Maßnahmen enthält, wird im Ergebnisbericht kein Handlungsbedarf festgestellt. Diese Logik erschließt sich nicht.

Die ICRP hat 2010 eine Empfehlung verabschiedet, nach der das absolute Risiko für Lungenerkrankungen durch Radon verdoppelt ist [ICRP 2010]. Es werden Handlungsanweisungen für die Dosiskonversion bei der Berechnung der Strahlenbelastung durch Radon gegeben.

Im Jahr 2014 folgte dann eine weitere Empfehlung der ICRP, in der ausgeführt wird: *„Characterisation of the exposure situation is also a prerequisite for application of the optimisation principle. This principle is the driver for controlling radon exposure in order to maintain or reduce exposure to a level that is as low as reasonably achievable“*. Es wird die Etablierung von jeweils nationalen Radon-Schutz-Strategien gefordert [ICRP 2014a]. Unabhängig davon, ob die ICRP ihre Aussagen in Bezug auf Personen aus der Bevölkerung hauptsächlich für den Aufenthalt in Räumen gemacht hat, ist die Notwendigkeit des Handelns für alle Radon-Expositionen offensichtlich. Für die von Brenk vorzunehmende Prüfung, ob die Grundlagen für die im PFB herangezogene Sicherheitsanalyse dem Stand von Wissenschaft und Technik im April 2018 entspricht, ist nicht ausreichend, auf eine Stellungnahme der SSK zu verweisen. In dieser Stellungnahme wird empfohlen, in Rechtsetzungsmaßnahmen keine Änderung der Dosiskoeffizienten für Radon vorzunehmen, bis von der ICRP allumfassende abschließende Empfehlungen zum Thema Radon vorliegen. Dass neue wissenschaftlich abgesicherte Erkenntnisse noch nicht in Vorschriften verankert sind, darf aber keinen Einfluss auf den zu bewertenden Stand von Wissenschaft und Technik haben, der unter anderem durch Empfehlungen der ICRP gebildet wird¹.

Eine wichtige neue Publikation der Weltgesundheitsorganisation wird im Ergebnisbericht nicht berücksichtigt [WHO 2009]. Ebenso nicht berücksichtigt werden die Strahlenschutzleitlinien des BfS von 2005. In ihnen wird auf die dringende Umsetzung eines erhöhten Schutzes vor Radon hingewiesen [BFS 2005].

Aus den vorstehend genannten drei Dokumenten ergibt sich, dass das Risiko bei Strahlenbelastungen durch Radon deutlich höher eingeschätzt wird als zum Zeit-

¹ Es ist darauf hinzuweisen, dass auch aktuelle ICRP-Empfehlungen zu bestimmten Aspekten (Dosisgrenzwerte, DDREF, strahlensensiblere Personen usw.) selbst nicht mehr den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik darstellen.

punkt des PFB. In Bezug auf die Bevölkerung sind deshalb regelmäßige Radon-Messungen unter Tage sowie andere betriebliche Maßnahmen, wie sie im Ergebnisbericht in Bezug auf das Personal vorgeschlagen werden, nicht ausreichend, um die zu fordernde Schadensvorsorge zu gewährleisten. Deshalb muss im Rahmen der Sicherheitsanalyse ermittelt werden, welche weiteren Maßnahmen zur Verringerung der Radon-Emission möglich sind. Dies gilt verstärkt, da die Radonisotope maßgeblich zur Strahlenbelastung von Personen aus der Bevölkerung beitragen [NMU 2002, BV- 5 bis 8 und CII.2.1.2.5-8 bis10].

Die SSK führt in ihren überarbeiteten und neu herausgegebenen **Berechnungsgrundlagen für die Ermittlung von Körper-Äquivalentdosen bei äußerer Strahlenexposition** aus [SSK 2016a]:

„Angesichts erheblicher Änderungen sowohl bei den radiologischen Grundlagen als auch bei den rechtlichen Rahmenbedingungen im Strahlenschutz seit dem Erscheinen der 2. Auflage des Bandes 43 der Veröffentlichungen der SSK im Jahr 2006 wurde der Band überarbeitet und neugefasst. Zu den Neuerungen zählen u. a. die mit der ICRP-Publikation 103 geänderten Strahlungs- und Gewebewichtungsfaktoren, die mit ICRP-Publikation 116 veröffentlichten neuen Konversionskoeffizienten für die äußere Strahlenexposition, die von der ICRP empfohlene drastische Absenkung des Grenzwertes für die Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse und Änderungen der rechtlichen Grundlagen mit der Umsetzung der Richtlinie 2013/59/Euratom in nationales deutsches Recht.“

Trotz dieser Feststellungen der SSK hält Brenk lediglich eventuelle Anpassungen bei der Gestaltung des Betriebs, aber keine Neuberechnung der Dosiswerte durch Direktstrahlung für erforderlich [BS 2019, S. 46]. Dies obwohl die im PFB berücksichtigte Strahlenbelastung mit 0,6 mSv/a sehr hoch ist. Eine Überarbeitung der Sicherheitsanalyse ist also dringend geboten.

ICRP und SSK haben neue Empfehlungen für den **Schutz der Umwelt im Strahlenschutz** veröffentlicht. Im Ergebnisbericht sieht Brenk kein sicherheitstechnisches Delta. Die ICRP will mit ihrer Empfehlung neue Anforderungen etablieren: *„introducing a new requirement, that of protecting the environment“* [ICRP 2014b]. Aufgrund dieser Empfehlungen veröffentlicht die SSK im Jahr 2016 eigene Empfehlungen. Im Ergebnisbericht sieht Brenk kein relevantes Delta beim Stand von Wissenschaft und

Technik. Dies wird in den Erläuterungen im Ergebnisbericht (Tabelle 2, S. 47) mit der Empfehlung 6 in der SSK-Empfehlung begründet [SSK 2016b]: *„Bei Anwendung des geltenden Strahlenschutzregelwerks und bei geplanten Expositionssituationen im Sinne der Richtlinie 2013/59/Euratom werden die oberen Werte der DCRL-Bereiche nicht überschritten. Für diese Expositionssituationen kann daher auf Betrachtungen zur Strahlenexposition nicht menschlicher Arten verzichtet werden.“*

Dies ist allerdings eine unzulässige Verkürzung der SSK-Empfehlung und beschränkt die Bewertung auf nicht menschliche Arten. In Empfehlung 9 empfiehlt die SSK nämlich, *„die Umweltmedien Wasser, Boden und Luft als Schutzgüter im Strahlenschutz zu betrachten“* und stellt insgesamt unmissverständlich fest, mit der Empfehlung *„soll die im System des Strahlenschutzes noch vorhandene konzeptionelle Lücke geschlossen und der bisherige Fokus des Strahlenschutzes auf schädliche Wirkungen ionisierender Strahlung auf Menschen durch eine Komponente ergänzt werden, die auch nicht menschliche Arten und andere Umweltschutzgüter einbezieht.“* [SSK 2016b]. Entsprechende Vorgaben gab es zum Zeitpunkt des PFB noch nicht. Das heißt, hier ist ein neuer Stand von Wissenschaft und Technik bezüglich der zu berücksichtigenden Schutzgüter gegeben, dem durch Einbeziehung in die Sicherheitsanalyse zum bestimmungsgemäßen Betrieb Rechnung zu tragen ist.

Im Ergebnisbericht findet sich kein Hinweis, dass es im Niedrigdosisbereich gegenüber dem Zeitpunkt des PFB einen neuen Stand von Wissenschaft und Technik gibt. Bei der Bewertung von Strahlenbelastungen und ihrem Abstand zu den Grenzwerten ist nunmehr die Änderung bei der Bewertung des Strahlenrisikos durch den Wegfall des **DDREF** zu berücksichtigen. Dieser von der ICRP auch in ICRP 103 nach wie vor vertretene Reduktionsfaktor wird von Bundesamt für Strahlenschutz [BFS 2005] und Strahlenschutzkommission [SSK 2014] nicht mehr als wissenschaftlich begründbar angesehen. Das ist in der Sicherheitsanalyse zu berücksichtigen.

Dem Ergebnisbericht ist keine Prüfung zu entnehmen, ob die Vorgehensweise bei der **Einbeziehung meteorologischer Daten** in die Ausbreitungsrechnungen für die mit der Abluft abgeleiteten Radionuklide und die Nutzung der im PFB herangezogenen meteorologischen Daten dem Stand von Wissenschaft und Technik zum Zeitpunkt April 2018 entsprechen. Für den PFB wurden Daten aus einer weiter entfernten Wetterstation mit anderer Beschaffenheit der Umgebung genutzt. Dies wurde bereits im Erörterungstermin von Sachverständigen der Stadt Salzgitter und dem

Deutschen Wetterdienst bemängelt [EÖT 1993, S. 45-49]. Der möglicherweise daraufhin erfolgte Vergleich mit für die Ausbreitungsrechnungen am Schacht 1 von Konrad gemessenen Daten ist nicht ausreichend [INTAC 1998]. Dem Stand von Wissenschaft und Technik entspräche nur eine Ausbreitungsrechnung mit meteorologischen Daten die am Hauptemissionsort gemessen wurden. Dies wäre der Standort des Diffusors am Schacht 2. Eine neue Ausbreitungsrechnung mit diesen Daten ist deshalb dringend geboten.

Dem Ergebnisbericht ist keine Prüfung zu entnehmen, ob die für den PFB durchgeführten **Berechnungen zum Übergang der mit dem Abwasser abgeleiteten Radionuklide** in den Vorfluter Aue noch dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen. Ebenso wenig wurde eine mögliche Veränderung des Abflussverhaltens der Aue geprüft. Diese Überprüfungen sind insbesondere wegen der weitgehenden Ausschöpfung von Grenzwerten durch das Abwasser zwingend erforderlich.

2.4 Minimierungsgebot

Nach Auffassung der Autoren des Ergebnisberichtes gehört die Gewährleistung der Einhaltung des Minimierungsgebotes der Strahlenschutzvorschriften (im April 2018 § 6 StrlSchV) offenbar nicht zu den im Rahmen des PFB zu betrachtenden sicherheitstechnischen Aspekten. Dementsprechend wurde dessen Einhaltung nach Stand von Wissenschaft und Technik auch nicht überprüft. Im Ergebnisbericht wird darauf nur im Anhang 6, Tabelle I.1 kurz eingegangen. Die Erwähnung erfolgte wohl nur aufgrund des Einwandes des Gutachters der Stadt Salzgitter während der Präsentation im Workshop zur Phase 1 der ÜsiKo im Januar 2019. Überlegungen zum Minimierungsgebot werden in die kommende Ausführungsplanung zum PFB und damit in die atomrechtliche Aufsicht verwiesen [BS 2019].

Die Gewährleistung des Minimierungsgebots allein durch Maßnahmen im Rahmen der atomrechtlichen Aufsicht während der Ausführungsplanung zum PFB war und ist nicht ausreichend. Die Gleichrangigkeit von Einhaltung der Grenzwerte und Minimierungsgebot wurde im PFB von 2002 berücksichtigt. Er enthält genehmigungsrechtliche Ausführungen sowohl zu den Grenzwerten als auch zum Minimierungsgebot [NMU 2002]. Der zum Stichtag für die ÜsiKo im April 2018 geltende § 6 StrlSchV zum Minimierungsgebot hat den gleichen Rang wie die §§ 46 und 47 StrlSchV [STRLSCHV 2012]. Dementsprechend muss auch für beide Aspekte, Grenzwerte

und Minimierungsgebot, der Stand von Wissenschaft und Technik bzgl. des PFB überprüft werden. Die Position der Autoren des Ergebnisberichtes entspricht deshalb nicht dem Stand der Vorschriften.

Auch in den neuen, nach dem Überprüfungsstichtag geltenden Strahlenschutzvorschriften wird dies ausdrücklich festgelegt. Nach § 8 Abs. 2 Nr. 1 StrlSchG ist bzgl. Minimierungsgebot vorgeschrieben, „*bei Tätigkeiten nach § 4 Absatz 1 Satz 1 Nummer 1 bis 7 und 9 den Stand von Wissenschaft und Technik zu beachten*“ [STRLSCHG 2019]. Die Nummer 6 bezieht sich wörtlich auf den Betrieb von Endlagern.

Die Überprüfung, ob das Minimierungsgebot nach Stand von Wissenschaft und Technik eingehalten wird, muss sowohl die aus den Abfällen emittierten Radionuklide als auch die aus dem Gestein der Endlagerformation austretenden Radionuklide berücksichtigen. Für das Abwasser war bereits 2002 im PFB zur Einhaltung der Grenzwerte eine Verringerung der beantragten Ableitungswerte für natürliche Radionuklide um den Faktor 20 notwendig [NMU 2002, CII.2.1.2.5-10]. Deshalb und wegen der relativ weitgehenden Ausschöpfung von Grenzwerten im Falle Konrad ist zu überprüfen, ob die vorgesehenen Rückhaltungsmöglichkeiten für die natürlichen Radionuklide in Abluft und Abwasser dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen und die vorgegebene Minimierung von Strahlenbelastungen gewährleistet wird.

2.5 Zusammenfassung bestimmungsgemäßer Betrieb

Der Ergebnisbericht enthält keine dem Atomgesetz und den Vorgaben des Bundesverfassungsgerichts entsprechende Prüfung des Standes von Wissenschaft und Technik. Die Überprüfung wurde auf einen Teil der den Stand von Wissenschaft und Technik bestimmenden Grundlagen, nämlich Gesetze, Verordnungen und untergesetzliche Regelwerke, eingeschränkt. Wissenschaftliche Forschungsberichte und Veröffentlichungen wurden praktisch nicht berücksichtigt. Als wesentliches Kriterium für die Beurteilung der Erfüllung des Standes von Wissenschaft und Technik wird von Brenk die Einhaltung der radiologischen Grenzwerte herangezogen.

Davon abgesehen, dass zum Stand von Wissenschaft und Technik des Strahlenschutzes auch die Minimierung von Strahlenbelastungen gehört, ist für den bestimm-

mungsgemäßen Betrieb auch zu prüfen, ob zum Beispiel der geforderte Zustand von Abfallprodukt und Abfallgebinde, die vorgesehene Handhabung der Abfallgebinde sowie die Umstände der Ableitung kontaminierter Abwässer und die Bewertung des Verhaltens der Radionuklide im Vorfluter Aue dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen. Dies ist nicht geschehen.

Damit ist die ÜsiKo für den bestimmungsgemäßen Betrieb bereits bezüglich des grundsätzlichen Anspruchs unzureichend, da weder der Stand von Wissenschaft und Technik an sich, noch die zu überprüfenden Aspekte vollständig berücksichtigt wurden.

Seit dem Planfeststellungsbeschluss 2002 haben sich bis April 2018 (Stichtag für die Überprüfung) Vorschriften zur Ermittlung von Strahlenbelastungen verändert. Das sind u.a. die AVV, die Ermittlung von Körper-Äquivalentdosen bei äußerer Strahlenexposition, der Wegfall des DDREF und ein Teil der Dosiskoeffizienten. In der Europäischen Union wurde eine neue Richtlinie zum Strahlenschutz erlassen. Aus verschiedenen Gründen werden im Ergebnisbericht trotzdem keine sicherheitsrelevanten Deltas gesehen, die zu einer Neubewertung in der Sicherheitsanalyse nach Stand von Wissenschaft und Technik führen müssten. **Das Ergebnis der ÜsiKo, keine sicherheitsrelevante Änderung des Standes von Wissenschaft und Technik durch AVV, Berechnungsgrundlage für Körper-Äquivalenzdosen bei äußerer Strahlenexposition, Wegfall des DDREF, Dosiskoeffizienten und EU-Richtlinie festzustellen, ist fachlich nicht nachvollziehbar. Besonders relevant ist eine Berücksichtigung dieser Änderungen in der Sicherheitsanalyse auch deshalb, weil bereits nach der für den PFB berücksichtigten Sicherheitsanalyse die Grenzwerte in ungewöhnlich hohem Maße ausgeschöpft werden.**

Seit dem Planfeststellungsbeschluss 2002 hat sich bis April 2018 (Stichtag für die Überprüfung) die Einschätzung des Gesundheitsrisikos durch Radon erhöht. Das ergibt sich aus Empfehlungen der ICRP sowie Bewertungen des BfS und der WHO. Die letztgenannten Bewertungen werden im Ergebnisbericht unverständlicher Weise überhaupt nicht erwähnt, und die Empfehlungen der ICRP sollen nicht zu einem Delta führen, weil die SSK empfohlen hat, keine Rechtsetzungsmaßnahmen vorzunehmen, bis allumfassende Empfehlungen der ICRP zum Thema Radon vorliegen. **Die Aussage im Ergebnisbericht, dass zum Zeitpunkt des Stichtages für ÜsiKo keine sicherheitstechnisch relevante Veränderung des Standes von Wissenschaft und Technik bezüglich der Risikoeinschätzung von Radon in der Sicherheitsanalyse für Konrad zu berücksichtigen sei, ist nicht nachvollziehbar.**

Nach Empfehlungen der ICRP 2014 und der SSK 2016 soll der Schutz der Umwelt im Strahlenschutz geregelt werden. Trotzdem es konkrete Regeln dieser Art zum Zeitpunkt des PFB nicht gab, sieht Brenk kein relevantes Delta. **Im Gegensatz zur Auffassung im Ergebnisbericht ist die Einbeziehung des Strahlenschutzes für die Umwelt in die Sicherheitsanalyse nach den Empfehlungen von ICRP und SSK zwingend erforderlich. Es handelt sich um einen im Vergleich zum PFB deutlich neuen Stand von Wissenschaft und Technik.**

Die Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung werden nach dem PFB Konrad weitgehend ausgeschöpft. Für die Ermittlung der Dosis sind nicht nur radiologische Aspekte relevant, sondern beispielsweise auch die Ermittlung der meteorologischen Daten für die Abluft, die Verhältnisse sowie technische Einrichtungen bezüglich der Ableitung von Abwässern und die Ermittlung des Abfluss- und Überschwemmungsverhaltens des Vorfluters Aue. Dem Ergebnisbericht ist keine Überprüfung dieser Aspekte hinsichtlich des Standes von Wissenschaft und Technik zu entnehmen. **Die nicht radiologischen Aspekte für die Ermittlung der Strahlenbelastungen durch Abluft und Abwasser müssen auf die Einhaltung des Standes von Wissenschaft und Technik geprüft werden.**

Nach Erteilung des PFB im Jahr 2002 hat sich der Stand von Wissenschaft und Technik bezüglich der Bestimmung von Abfallradioaktivitätsinventaren verändert. Daraus ergibt sich, dass neben den im PFB für die Sicherheitsnachweise berücksichtigten Radionukliden zusätzliche Radionuklide endgelagert werden sollen. **Die nach PFB zusätzlich zur Einlagerung erlaubten Radionuklide müssen nach Stand von Wissenschaft und Technik in die Sicherheitsanalyse einbezogen werden.**

Die Minimierung von Strahlenbelastungen ist in den Strahlenschutzvorschriften von gleichem Rang wie die Einhaltung von Grenzwerten. Demzufolge ist auch beides genehmigungsrechtlich zu regeln. **Eine ÜSiKo zum Stand von Wissenschaft und Technik für den bestimmungsgemäßen Betrieb muss deshalb auch das Minimierungsgebot umfassen.**

3. Unterkritikalität Betriebsphase

Mit der Prüfung der Einhaltung des Standes von Wissenschaft und Technik für die Gewährleistung der Unterkritikalität während der Betriebsphase wurde von der BGE die TÜV Rheinland Industrie Service GmbH beauftragt.

Laut Ergebnisbericht des TÜV Rheinland zur ÜsiKo wurden 13 Abweichungen zum Stand von Wissenschaft und Technik zwischen dem Zeitpunkt des Planfeststellungsbeschlusses und dem von BfS/BGE vorgegebenen Zeitpunkt festgestellt. Davon werden 4 Abweichungen als sicherheitsrelevant angesehen, von denen wiederum 3 in der Phase II von ÜsiKo tiefer gehend behandelt werden müssen, d.h. die Sicherheitsanalyse angepasst werden muss. Für diese 3 Aspekte ist nach TÜV Rheinland eine Verringerung des Sicherheitsfaktors bei der Sicherheitsanalyse für die Unterkritikalität während der Betriebsphase möglich, d.h. sie können negative Auswirkungen haben. Der vierte Aspekt hat positive Auswirkungen, d.h. der Sicherheitsfaktor wird größer, weshalb gemäß der durch den Auftraggeber (BfS/BGE) vorgegebenen Bewertungsmaßstäbe keine weitere Betrachtung erforderlich ist. Insgesamt wird die Unterkritikalität im Ergebnisbericht aber auch unter Berücksichtigung der Deltas für gewährleistet gehalten (siehe hierzu Kapitel 3.4).

Der im Ergebnisbericht als aktuell bezeichnete Stand von Wissenschaft und Technik bezieht sich auf November 2017.

Die folgende Bewertung der Prüfung des TÜV Rheinland erfolgt in Bezug auf die fachliche Plausibilität der Vorgehensweise und der Argumente. Eine detaillierte inhaltliche Bewertung zur Unterkritikalität in der Betriebsphase kann im Rahmen der hier vorgelegten Bewertung nicht erfolgen.

3.1 Stand von Wissenschaft und Technik

Zur Prüfung des Standes von Wissenschaft und Technik wurden vom TÜV Rheinland die gesetzlichen Vorgaben, die normativen Grundlagen, Aspekte der Grundanforderungen und zu den zulässigen Konzentrationen von Spaltstoffen in Abfallgebinden sowie die Berechnungsverfahren zur Kritikalitätsbestimmung betrachtet. Es wurde im Ergebnisbericht außerhalb der in Handbüchern und normativen Vorgaben herangezogenen Literatur keine Forschungsberichte oder sonstige Veröffentlichungen berücksichtigt. Damit wird der Stand von Wissenschaft und Technik nicht vollständig

erfasst. Außerdem ist das nicht der Fall, weil die Handbücher und normativen Grundlagen schon älteren Datums sind und in ihnen nicht die aktuellen Entwicklungen der letzten Jahre berücksichtigt sind. Damit überprüft der TÜV Rheinland nur die Einhaltung des von ihm definierten und nicht den tatsächlichen Stand von Wissenschaft und Technik zum vorgegebenen Zeitpunkt November 2017.

3.2 Darstellung und Methodik im Ergebnisbericht

Die **Darstellung** im Ergebnisbericht ist klar strukturiert und nachvollziehbar. Es wurde zunächst in einem Kapitel der Stand von Wissenschaft und Technik zum Zeitpunkt des Planfeststellungsbeschlusses, dann in einem Kapitel der im Ergebnisbericht definierte aktuelle Stand und die Abweichungen zwischen den beiden Zeitpunkten beschrieben. In einem weiteren Kapitel wurden die Abweichungen nach ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung bewertet.

Entsprechend dem Stand von Wissenschaft und Technik werden auch **Unsicherheiten** in der Sicherheitsanalyse zur Unterkritikalität bewertet. Aus den identifizierten Unsicherheiten ergeben sich laut Ergebnisbericht aber sicherheitstechnischen Deltas [TÜV RL 2019, S. 33]. Dies wird plausibel begründet.

Die für die Prüfung vom TÜV Rheinland herangezogenen **Bewertungsmaßstäbe** wurden durch den Auftraggeber vorgegeben. Das ist zumindest ungewöhnlich, da Bewertungsmaßstäbe für die Prüfung der Einhaltung des Standes von Wissenschaft und Technik eigentlich durch den Gutachter festgelegt werden sollten.

Im Ergebnisbericht wird nicht auf die Berücksichtigung der in **Änderungsgenehmigungen** zum PFB nach 2002 für zusätzlich zur Einlagerung zulässig erklärten Radionuklide Bk-249, Cf-250, Cf-252, Cf-253, Cf-254, Cm-250, Es 253 und Np-236m, die auch für die Kritikalität relevant sind [TÜV NORD 2009], eingegangen. Hier wäre eine Bewertung erforderlich gewesen. Unter diesem Vorbehalt sind die nächsten Abschnitte zu betrachten.

3.3 Radionuklide

In Bezug auf die im PFB berücksichtigten spaltbaren Radionuklide und ihre Begrenzung wird im Ergebnisbericht nachvollziehbar dargestellt, dass bezüglich der rechtli-

chen Grundlagen AtG und StrlSchV kein Delta zum aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik vorliegt [TÜV RL 2019, S. 26]. Diese Bewertung ist zutreffend.

Als sicherheitstechnisches Delta mit Auswirkungen auf die Sicherheitsanalyse werden neue Daten für bestimmte Radionuklide in den Vorgaben der American Nuclear Society (ANSI/ANS) identifiziert. Es handelt sich um die Radionuklide U-232, U-234, Pu-236, Pu-240, Pu-242, Cm-242 und Cm-246. Für diese Radionuklide sind im PFB zwar bereits Radioaktivitätsbegrenzungen berücksichtigt, aber sie beziehen sich nur auf Störfälle und thermische Auswirkungen. Deshalb müssen die dafür zur Einlagerung in Konrad zulässigen Radioaktivitätsinventare überprüft werden, ob sie auch die Unterkritikalität gewährleisten [TÜV RL 2019, S.27]. Die Argumentation ist zutreffend.

Die, wie oben bereits ausgeführt, durch Änderungsgenehmigungen zum PFB nach 2002 zur Endlagerung zusätzlich zugelassenen Radionuklide, die für die Gewährleistung der Unterkritikalität von Bedeutung sind, werden in ANSI/ANS nicht erwähnt. Sie sind trotzdem im Rahmen der Sicherheitsanalyse zur Einhaltung der Unterkritikalität zu betrachten. Eine diesbezügliche Überprüfung ist dem Ergebnisbericht nicht zu entnehmen.

3.4 Sicherheitsprinzipien, Berechnungsmethoden und Modellierungen

Zu Vorgaben in DIN- und ISO-Normen bezüglich Sicherheitsprinzip (Einzelfallkriterium), Validierung von Rechenverfahren und Maßnahmen zur Einhaltung der Unterkritikalität sowie zu Vorgaben der American Nuclear Society (ANSI/ANS) zu Moderations- und Reflektorbedingungen gibt es nach Ergebnisbericht kein sicherheitsrelevantes Delta zum aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik [TÜV RL 2019, S. 27/28]. Die Begründungen dafür sind plausibel.

Für die Berechnung des Kritikalitätszustandes wurde im PFB das Summenkriterium für eine Mischung von Radionukliden herangezogen, um die kleinsten kritischen Massen zu ermitteln. Nach heutigem Stand von Wissenschaft und Technik werden die Massen in Anhängigkeit des Gebindezustandes direkt für die einzelnen Radionuklide berechnet. Das ergibt nach Ergebnisbericht größere kritische Massen. Dieses sicherheitstechnische Delta würde sich als Erhöhung des Sicherheitsfaktors in der Sicherheitsanalyse auswirken [TÜV RL 2019, S.29]. Gegenüber dem PFB ist bei diesem Aspekt deshalb eine Sicherheitsverbesserung zu erwarten.

Im PFB werden die kleinsten kritischen Massen und daraus wiederum die jeweils zulässigen Aktivitätsinventare für homogene Spaltstoff-Absorber-Gemische berechnet. Nach heutigem Stand von Wissenschaft und Technik kann die Berechnung auch für heterogene Gemische erfolgen. Hiermit können sich aber kleinere kritische Massen als zu PFB-Zeiten ergeben [TÜV RL 2019, S.30]. Heterogene Gemische sind realitätsnäher. Der Sicherheitsfaktor würde sich dadurch verringern. Deshalb ist eine Betrachtung im Rahmen der Sicherheitsanalyse erforderlich.

Die Aussage im Ergebnisbericht, dass die Berechnung des effektiven Multiplikationsfaktors für die Neutronen k_{eff} auch unter Berücksichtigung neuerer Ansätze nach aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik kein sicherheitstechnisches Delta ergibt [TÜV RL 2019, S. 30], ist plausibel begründet. Das gilt auch wegen dem im PFB für Konrad (richtigerweise) sehr niedrigen k_{eff} -Wert (0,71) im Vergleich zu anderen kerntechnischen Anlagen (0,95).

3.5 Zusammenfassung Unterkritikalität Betriebsphase

Der Ergebnisbericht enthält keine dem Atomgesetz und den Vorgaben des Bundesverfassungsgerichts entsprechende Prüfung des Standes von Wissenschaft und Technik. Die Überprüfung wurde auf einen Teil der den Stand von Wissenschaft und Technik bestimmenden Grundlagen, nämlich Gesetze, Verordnungen und untergesetzliche Regelwerke, eingeschränkt. Wissenschaftliche Forschungsberichte und Veröffentlichungen wurden praktisch nicht berücksichtigt. Es kann hier nicht bewertet werden, ob sich das Ergebnis des TÜV Rheinland bei Berücksichtigung aller zum Zeitpunkt der Betrachtung den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik prägenden Grundlagen (auch Forschungsergebnisse und Veröffentlichungen) nachhaltig verändern würde. Aufgrund der bei den Berechnungen und Modellen in Ansatz gebrachten Konservativitäten ist das aber möglich. Das muss jedoch nachgewiesen werden. **Bei der ÜsiKo zur Unterkritikalität wurde nur ein Teil der den Stand von Wissenschaft und Technik prägenden Grundlagen berücksichtigt. Sie ist deshalb nicht ausreichend.**

Der Stand von Wissenschaft und Technik bezüglich der zur Einhaltung der Unterkritikalität zu betrachtenden Radionuklide hat sich gegenüber dem PFB weiter entwickelt. Für einen Teil dieser Radionuklide wird im Ergebnisbericht ein Delta festgestellt, das behoben werden muss. Die nach dem PFB zusätzlich zur Einlagerung zugelassenen und für die Einhaltung der Unterkritikalität möglicherweise relevanten

Radionuklide wurden vom TÜV Rheinland nicht betrachtet. **Die Sicherheitsanalyse muss zur Einhaltung des Standes von Wissenschaft und Technik unter Berücksichtigung aller spaltbaren Radionuklide ergänzt werden, die im PFB (damals noch) nicht berücksichtigt wurden.**

Den Bewertungen des TÜV Rheinland zur Erfüllung des Standes von Wissenschaft und Technik kann bei vielen Aspekten zugestimmt werden. Das sind sowohl Aspekte für die kein Delta gesehen wird als auch Aspekte für die TÜV ein Delta feststellt. **Die Aussage im Ergebnisbericht, dass die festgestellten Deltas die Belastbarkeit der Aussagen zur Sicherstellung der Unterkritikalität nicht beeinflussen [TÜV RL 2019, S. 30] mag zutreffend sein, ist in der Allgemeinheit ohne weitere Erläuterungen aber nicht ohne weiteres zu akzeptieren. Es gibt immerhin mehrere Deltas, die die für den PFB berücksichtigte kleinste kritische Masse von spaltbaren Radionukliden infrage stellen.**

4. Störfallanalysen

Mit der Prüfung der Einhaltung des Standes von Wissenschaft und Technik für die Sicherheitsanalysen zu Störfällen wurden von der BGE die DMT GmbH & Co. KG und die DSR Ingenieurgesellschaft mbH beauftragt.

Laut Ergebnisbericht wurden 18 Abweichungen zum Stand von Wissenschaft und Technik zwischen dem Zeitpunkt der Planfeststellungserteilung und dem von BfS/BGE vorgegebenen Vergleichszeitpunkt festgestellt. Für alle 18 Abweichungen wird vom Gutachter die Notwendigkeit einer Aktualisierung der Sicherheitsanalysen festgestellt. Die 18 Abweichungen wurden für die Bearbeitung zeitlich priorisiert.

Der im Ergebnisbericht als aktuell bzw. heutig bezeichnete Stand von Wissenschaft und Technik bezieht sich auf Januar 2018.

4.1 Stand von Wissenschaft und Technik

Der Stand von Wissenschaft und Technik wird im Ergebnisbericht reduziert auf Gesetze, Verordnungen und kerntechnisches Regelwerke [DMT 2019, S. 24]. Diese Einschränkung ist fachlich nicht gerechtfertigt. Der Stand von Wissenschaft und Technik wird auch durch wissenschaftliche Forschungsberichte und Veröffentlichungen geprägt. Das ergibt sich allein daraus, dass gesetzliche und untergesetzliche Regelwerke nur im Abstand von mehreren Jahren aktualisiert werden. Demzufolge können wissenschaftliche Erkenntnisse, die zwischen zwei Regelwerkaktualisierungen gewonnen werden, im älteren Regelwerk noch nicht berücksichtigt sein. Das Bundesverfassungsgericht drückt das so aus [BVERFG 1978, RN 101]: *„Es muß diejenige Vorsorge gegen Schäden getroffen werden, die nach den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen für erforderlich gehalten wird. Läßt sie sich technisch noch nicht verwirklichen, darf die Genehmigung nicht erteilt werden“*

Darüber hinaus ist zum Stand von Wissenschaft und Technik die gesamte Breite des Spektrums vertretbarer wissenschaftlicher Meinungen und technischen Entwicklungen heranzuziehen.

Die RSK-Kriterien von 1983 werden in Tabelle 4-1 des Ergebnisberichts als aktueller Stand von Wissenschaft und Technik bezeichnet [DMT 2019, S.27]. Das ist unzutreffend. Die RSK-Kriterien wurden bereits 2002 in Teilen als nicht mehr dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechend bewertet [RSK/SSK 2002, S. 5]

Im Ergebnisbericht wird behauptet, die Sicherheitsanforderungen des Bundesumweltministeriums für Endlager von 2010 (BMU 2010) bezögen sich ausschließlich auf wärmeentwickelnde Abfälle [DMT 2019, S.27]. Das ist nur insoweit richtig, als das sie für wärmeentwickelnde Abfälle entwickelt wurden. Dass sie gleichwohl sinngemäß auch auf vernachlässigbar bzw. gering wärmeentwickelnde Abfälle anzuwenden sind, wurde zum Beispiel von der Entsorgungskommission des Bundesumweltministeriums festgestellt [ESK 2013]. Auch ohne diese Feststellung ist das für das deutsche Regelwerk üblich. Es existieren keine Sicherheitsanforderungen für Endlager für gering wärmeentwickelnde Abfälle, die dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen. Demzufolge sind die existierenden für wärmeentwickelnde Abfälle sinngemäß anzuwenden. Genauso geht der Gutachter selber bezüglich der Störfallvorschriften vor. Er registriert zustimmend, dass als Grundlage für den PFB die Störfall-Leitlinien für Druckwasserreaktoren auf das geplante Endlager Konrad angewendet worden sind.

4.2 Darstellung und Methodik im Ergebnisbericht

Die Darstellung ist klar strukturiert. Das Bewertungsvorgehen und die Grundlagen, auf denen Schlussfolgerungen gezogen wurden, sind nachvollziehbar dargestellt.

Es wird dargestellt, dass zum Planfeststellungsverfahren die vom Antragsteller eingereichten Unterlagen (bzw. die, die BGE davon für relevant gehalten hat) und Gutachten und Stellungnahmen von der Planfeststellungsbehörde zur Überprüfung herangezogen worden sind [DMT 2019, S. 15]. Es ist nicht nachvollziehbar, warum nicht auch Gutachten und Stellungnahmen von Einwendern berücksichtigt worden sind.

Deltas, die wahrscheinlich eine positive Auswirkung, z.B. in Form von wahrscheinlicher Verringerung der Strahlenbelastung haben, wurden im Ergebnisbericht für die weiteren Phasen der ÜsiKo ausgeblendet (siehe [DMT 2019, S. 19]). Das ist nicht zulässig, Positive Auswirkungen können bei Veranlassung daraus abgeleiteter Maßnahmen Bedeutung für das Minimierungsgebot haben. Nach Stand von Wissenschaft und Technik muss das dann umgesetzt werden.

4.3 Störfallanalyse, Störfallberechnungsgrundlagen, Störfallplanungswert

Im Ergebnisbericht wird die im PFB berücksichtigte Störfallanalyse zum damaligen und zum aktuellem Zeitpunkt (Januar 2018) als dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechend bewertet [DMT 2019, S.54/55]. Dem kann hier insoweit zugestimmt werden, da die Analyse in Anlehnung an die Struktur der geltenden gesetzlichen und nachgeordneten Vorschriften erfolgte und eine umfassende Ereignisanalyse durchgeführt wurde.

Insbesondere bei der Zuordnung von möglichen Störfällen in die Störfallklasse, für die im PFB wegen getroffener Maßnahmen von einem Ausschluss ihres Auftretens ausgegangen wird, wird der **Stand von Wissenschaft und Technik nicht eingehalten**. Die sinngemäße Anwendung der einschlägigen Störfall-Leitlinien für Druckwasserreaktoren wurde nicht konsequent durchgeführt [INTAC 2003, Kap. 6.2.3]. Nach den Leitlinien darf ein Ausschluss von Störfallabläufen nur erfolgen, wenn sie durch bauliche oder sonstige technische Maßnahmen vermieden werden [BMI 1983, Kap. 3.3, 4.1, 4.10]. Der PFB lässt aber auch administrative Maßnahmen bzw. Maßnahmen, die erst durch Eingreifen von Personal wirksam werden, für den Ausschluss eines Störfallablaufes zu. Hier hätte der ÜsiKo-Gutachter ein Delta feststellen müssen.

In einem anderen Zusammenhang hat der ÜsiKo-Gutachter das Problem erkannt, nämlich bei Störfällen, die durch **Fehlverhalten des Personals** ausgelöst werden [DMT 2019, S. 63]. Dafür wird ein Delta zum Stand von Wissenschaft und Technik (Stand Januar 2018) festgestellt und eine Mensch-Technik-Organisation-Analyse für alle Betriebsabläufe im Endlager gefordert. Dieser Forderung ist zuzustimmen.

Im Ergebnisbericht wird keine ÜsiKo des Standes von Wissenschaft und Technik zu **SEWD** vorgenommen. Das ist nicht nachvollziehbar. Diesbezüglich hat es in den letzten Jahren deutliche Veränderungen gegeben. Das ist zum Beispiel bei der Sicherheitsbewertung von Zwischenlagern für bestrahlte Brennelemente deutlich, bei denen zusätzliche Maßnahmen, wie Mauern um große Teile der Lagergebäude errichtet worden sind.

Im Ergebnisbericht wird ein Delta für die Berechnung der Ausbreitung von Radionukliden nach Störfällen festgestellt. Das wird mit den nach dem PFB veränderten **Störfallberechnungsgrundlagen** begründet [DMT 2019, S.58]. Dieser Forderung wird mit dem Hinweis zugestimmt, dass dabei auch die unterstellten Ablagerungsgeschwindigkeiten kritisch überprüft werden.

Anders als scheinbar vom ÜsiKo-Gutachter vertreten [DMT 2019, S. 58/61], muss der **Bewertungsmaßstab** für die ermittelten Dosiswerte der als Selbstbeschränkung des Antragstellers im Planfeststellungsverfahren eingeführte Wert von 20 mSv sein und nicht der Störfallplanungswert der Strahlenschutzverordnung von 50 mSv. Mit dieser Selbstbeschränkung wurde damals in der Bevölkerung und gegenüber der Standortkommune Salzgitter um Akzeptanz für das Endlager geworben, deshalb kann der Wert jetzt nicht einfach aufgehoben werden. Davon abgesehen, entsprach der Wert von 20 mSv zum Zeitpunkt des Planfeststellungsbeschlusses dem Stand von Wissenschaft und Technik. Er war von der Bundesregierung auch in den Entwurf der zu novellierenden Strahlenschutzverordnung für 2001 enthalten, wurde aber aus politischen Gründen vom Bundesrat auf 50 mSv hochgesetzt [INTAC 2006, S. 2].

4.4 Betriebliche Störfälle

Die folgende Bewertung der ÜsiKo zu betrieblichen Störfällen wird wegen der großen Zahl an möglichen Störfällen auf diejenigen beschränkt, die bereits im Planfeststellungsverfahren bzw. während der Gerichtsverfahren zum PFB wegen ihrer möglicherweise großen Auswirkungen im Auftrag der Stadt Salzgitter detaillierter betrachtet worden sind. Nicht betrachtet werden hier die Störfälle, bei denen dem Ergebnis der ÜsiKo zugestimmt wird, sowie die Störfälle bei denen dem Ergebnis der ÜsiKo zwar nicht zugestimmt wird, für die aber keine größeren Auswirkungen zu erwarten sind.

Für einen Großteil von Störfällen bzw. Störfallabläufen mit mechanischer Belastung von Abfallgebinden wird vom ÜsiKo-Gutachter ein Delta in Bezug auf den Stand von Wissenschaft und Technik von Januar 2018 gesehen. Es wird von ihm deshalb eine Analyse von der Wechselwirkung zwischen Mensch, Technik und Organisation (**MTO**) während des Betriebes und während Störfallabläufen gefordert [DTM 2019, S. 64]. Dieser Forderung wird zugestimmt.

Für den Störfall Kollision von Transportmitteln über Tage mit Folgebrand wird im Ergebnisbericht ein Delta zum Stand von Wissenschaft und Technik (Stand Januar 2018) festgestellt. Das wird im Wesentlichen mit dem Fehlen einer MTO-Analyse begründet [DMT 2019, S. 123/124]. Im Ergebnis der Überprüfung werden wesentliche Aspekte nicht betrachtet. So wird zum Beispiel außer Acht gelassen, dass ein mit Abfallgebinden beladenes Transportfahrzeug mit einem anderen in Bewegung befindlichen Fahrzeug kollidieren kann. Auch die Notwendigkeit zusätzlicher baulicher Maßnahmen und technischer Vorrichtungen in den Transportmitteln wird nicht expli-

zit gefordert, obwohl die nach PFB vorgesehenen Maßnahmen unzureichend sind [INTAC 2003, S. 81], [INTAC 2006, S. 6-9]. Um dem Stand von Wissenschaft und Technik gerecht zu werden (übrigens schon zum Zeitpunkt des PFB) muss unter Einbeziehung einer MTO-Analyse die **Kollision eines LKW mit einer Fahrgeschwindigkeit von über 4 m/s auf dem Anlagengelände über Tage mit einem nachfolgendem Brand** und dessen Auswirkungen betrachtet werden.

Die Betrachtung des Störfalls **Kollision eines beladenen Transportfahrzeuges unter Tage mit einem anderen Fahrzeug und Folgebrand** mit Abschätzung der Auswirkungen wurde bereits während des Planfeststellungsverfahrens, z.B. von der Stadt Salzgitter gefordert. Es wurde von ihren Gutachtern ein detailliertes Szenario vorgelegt, das eine Geschwindigkeit der Fahrzeuge beim Zusammenprall von jeweils 4 m/s, das Versagen der Abfallgebinde, einen Folgebrand zunächst des Dieselmotors und dann auch der Reifen und das Liegen heruntergestürzter Behälter in der Brandlache unterstellte. Das Brandszenario wurde detailliert beschrieben, eine Branddauer von 100 Minuten und eine maximale Temperatur von 1.000°C angenommen [GÖK 1991, S. 87-92]. Für den PFB wurden vom Antragsteller zusätzliche Maßnahmen zur Vermeidung festgelegt. Der Störfall wurde trotzdem weiter als nicht ausgeschlossen bewertet [INTAC 1998, S.22-24]. Dennoch ist der PFB ohne genauere Betrachtung dieses Störfalls erteilt worden, allerdings wurden für den Regelbetrieb Elektro- statt Dieselantrieb für die Transportfahrzeuge vorgeschrieben [INTAC 2003, S. 82/83], [INTAC 2006, S. 6-9]. Ob das inzwischen auch für die Stapelfahrzeuge unter Tage gilt, lässt sich den Unterlagen nicht entnehmen. Hier könnte also nach wie vor Dieselmotoren brennen. Im Ergebnisbericht zur ÜsiKo wird festgestellt, dass für den PFB keine Betrachtungen zum Brandgeschehen mit Elektrofahrzeugen erfolgte [DMT 2019, S. 137]. Außerdem wird dort vorgeschlagen, zur Verringerung der Wahrscheinlichkeit von Kollisionen zusätzlich Assistenzsysteme in die Fahrzeuge einzubauen sowie eine MTO-Analyse für diesen Störfall durchzuführen [DMT 2019, S. 134/135]. Insgesamt wird eine Überprüfung der Sicherheitsanalyse hinsichtlich dieses Störfalls gefordert [DMT 2019, S. 135]. Dieser Forderung wird hier ausdrücklich zugestimmt.

Gefordert wird auch zu überprüfen, ob die im PFB berücksichtigte **Kurve für den Brandverlauf nach wie vor** abdeckend ist und ob das auch für elektrobetriebene Fahrzeuge gilt [DMT 2019, S. 138]. Die geforderte Abdeckung ist vor dem Hintergrund der Diskussionen zu Fahrzeugakkumulatoren in den letzten Jahren durchaus nicht zwingend. Bezweifelt werden darf auch die Aussage des ÜsiKo-Gutachters, eine Überprüfung des Brandschutzes nach Wissenschaft und Technik erfolge im

Rahmen des bergrechtlichen Verfahrens zur Zulassung der Fahrzeuge. Soweit bekannt, wird im Rahmen des Bergrechts nur die Einhaltung des Standes der Technik gefordert.

4.5 Einwirkungen von außen

Die folgende Bewertung der ÜsiKo zu Störfällen durch Einwirkungen von außen wird auf diejenigen beschränkt, die im Auftrag der Stadt Salzgitter bereits im Planfeststellungsverfahren bzw. während der Gerichtsverfahren zum PFB wegen ihrer möglicherweise großen Auswirkungen detaillierter betrachtet worden sind.

Die Möglichkeit eines **gezielten Flugzeugabsturzes** auf die Tagesanlagen von Konrad wird im Ergebnisbericht zur ÜsiKo unzureichend behandelt. Es wird darauf hingewiesen, dass im Auftrag der Planfeststellungsbehörde ein solcher Absturz betrachtet wurde [DMT 2019, S. 76]. Im Weiteren wird aber der Eindruck erweckt, als sei dieser Absturz als Restrisiko zu betrachten und es bräuchten keine schadensmindernden Maßnahmen ergriffen werden. Das ist jedoch nicht zutreffend, denn beim Studium der Behördengutachten hätte der ÜsiKo-Gutachter feststellen müssen, dass – wegen des deutlich höheren Freisetzungsquellterms für Radionuklide im Vergleich zum schnell fliegenden Militärflugzeug – erhebliche Strahlenbelastungen für Personen aus der Bevölkerung zu besorgen sind. Der Störfallplanungswert der Strahlenschutzverordnung (50 mSv) und erst recht der selbst auferlegte Störfallplanungswert des Endlagerbetreibers (20 mSv) werden in Entfernungen von weit mehr als 500 m Entfernung um ein mehrfaches überschritten [INTAC 2003, S. 86]. Das ist auch für die Richtwerte des Katastrophenschutzes zu erwarten. Deshalb ist eine neue Bewertung des gezielten Absturzes eines Großraumflugzeuges (vergleichbar A 380) nach Stand von Wissenschaft und Technik erforderlich.

Der Einordnung eines **Hubschrauberabsturzes** auf im Freien befindliche Abfallgebinde durch die Planfeststellungsbehörde wird vom ÜsiKo-Gutachter zugestimmt, und schadensminimierende Maßnahmen werden nicht für notwendig gehalten [DMT 2019, S. 76/77]. Dem ist nicht zuzustimmen. Um den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik einzuhalten, ist die Betrachtung dieses Störfalles erforderlich. Eine Abschätzung der Auswirkungen eines solchen Absturzes würde erhebliche Strahlenbelastungen zeigen [INTAC 2003, S. 84].

Zu **Sonstigen Einwirkungen Dritter** (SEWD) ist dem Ergebnisbericht keine Überprüfung des Standes von Wissenschaft und Technik für Gegenmaßnahmen zu entnehmen. Es wird auch nicht darauf hingewiesen, dass entsprechende Überprüfungen an anderer Stelle vorgenommen würden. Bekannt ist lediglich, dass im Rahmen einer als unwesentlich bezeichneten Änderungsgenehmigung ein neuer Sicherheitszaun um das Schachtgelände von Konrad 1 errichtet wurde [INTAC 2018, S. 17/18]. SEWD müssen im Rahmen der ÜsiKo betrachtet werden. Da dies nicht geschehen ist, hat der Ergebnisbericht einen Mangel.

4.6 Zusammenfassung Störfälle

Der Ergebnisbericht enthält keine dem Atomgesetz und den Vorgaben des Bundesverfassungsgerichts entsprechende Prüfung des Standes von Wissenschaft und Technik. Die Überprüfung wurde auf einen Teil der den Stand von Wissenschaft und Technik bestimmenden Grundlagen, nämlich Gesetze, Verordnungen und untergesetzliche Regelwerke, eingeschränkt. Wissenschaftliche Forschungsberichte und Veröffentlichungen hingegen wurden praktisch nicht berücksichtigt. **Die Überprüfung ist unzureichend, weil nicht der umfassende Stand von Wissenschaft und Technik geprüft wurde.**

Im Ergebnisbericht wird richtigerweise eine Neuberechnung der Strahlenbelastungen nach Störfällen gefordert. Anders als vom ÜsiKo-Gutachter offenbar vorgeschlagen, muss als **Bewertungsmaßstab** für die effektive Dosis der als Selbstbeschränkung des Antragstellers in das Planfeststellungsverfahren eingeführte Wert von **20 mSv** herangezogen werden.

Bei der Bewertung des Vorgehens zur im PFB berücksichtigten Störfallanalyse wird im Ergebnisbericht für die Vermeidung von Störfällen nicht ausreichend differenziert zwischen baulichen und technischen Maßnahmen einerseits und administrativen Maßnahmen andererseits. **Dadurch ist bei der Bewertung für die mögliche Strahlenbelastung der Bevölkerung nicht die Berücksichtigung aller Störfälle mit besonders großen Auswirkungen gewährleistet.** Inwieweit das durch die vom ÜsiKo-Gutachter geforderten MTO-Analysen für die Störfälle verhindert werden kann, hängt von deren konkreten Durchführung ab.

Deltas werden im Ergebnisbericht auch für Störfälle festgestellt, deren Betrachtung bereits bei den Einwendungen der Stadt Salzgitter im Planfeststellungsverfahren dis-

kutiert wurde. Es handelt sich um Kollisionen von Transportfahrzeugen über und unter Tage. **Für die Kollision eines Transportfahrzeuges über Tage reichen die Forderungen im Ergebnisbericht nicht aus, um den Störfall in ausreichendem Maße zu berücksichtigen. Für die Kollision von Fahrzeugen unter Tage wird den im Ergebnisbericht gestellten Forderungen zugestimmt.**

Der gezielte Absturz eines Großraumflugzeuges und der Absturz eines Hubschraubers werden im Ergebnisbericht nur unzureichend gewürdigt. Sonstige Einwirkungen Dritter werden überhaupt nicht betrachtet. **Im Hinblick auf diese beiden Einwirkungen von außen ist die ÜsiKo zu Störfällen unvollständig.**

5. Fazit

In den drei in dieser Stellungnahme bewerteten Ergebnisberichten zur ÜsiKo-Phase 1 (bestimmungsgemäßer Betrieb, Unterkritikalität und Störfallanalyse) wird keine Überprüfung der Sicherheitsanalysen zum geplanten Endlager Konrad auf der Grundlage des Standes von Wissenschaft und Technik vorgenommen.

Für den Zeitpunkt der Erteilung des Planfeststellungsbeschlusses im Jahr 2002 wird von den Gutachtern davon ausgegangen, dass dieser den Stand von Wissenschaft und Technik erfüllt. Das wird offenbar hauptsächlich aus der im Planfeststellungsbeschluss dargelegten Einhaltung der Grenz- und Störfallplanungswerte in der damals geltenden Strahlenschutzverordnung sowie des vorgegebenen effektiven Neutronenmultiplikationsfaktors geschlossen.

Beim Vergleich wird der Stand von Wissenschaft und Technik sowohl für den Zeitpunkt des Planfeststellungsbeschlusses als auch für den (aktuellen) Zeitpunkt des jeweiligen Redaktionsschlusses für die Ergebnisberichte auf die gesetzlichen und untergesetzlichen Regelwerke reduziert. Wissenschaftliche Forschungsberichte und Veröffentlichungen, die nicht oder noch nicht in das untergesetzliche Regelwerke eingeflossen sind, werden nicht berücksichtigt.

Damit wird zum einen nicht der tatsächlich aktuelle Stand von Wissenschaft und Technik zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses überprüft, und zum anderen wird das vom Bundesverfassungsgericht geforderte breite Spektrum vertretbarer wissenschaftlicher Meinungen nicht berücksichtigt.

Es kann hier nicht beurteilt werden, ob der den Überprüfungen zugrundeliegende unvollständige Stand von Wissenschaft und Technik im Auftrag von BfS/BGE so vorgegeben war oder ob die Gutachter diese Einschränkung vorgenommen haben.

Der Feststellung der Bundesgesellschaft für Endlagerung, *„Es gibt keine Erkenntnisse, welche die Sicherheit des Endlagers Konrad grundlegend in Frage stellen.“* [BGE 2020b], kann aufgrund der Ergebnisse der ÜsiKo in dieser Allgemeinheit nicht zugestimmt werden. Trotz der vorstehenden Einschränkungen bezüglich des von den Gutachtern überprüften Standes von Wissenschaft und Technik wurden von ihnen Deltas zwischen dem Stand zum Zeitpunkt des Planfeststellungsbeschlusses und dem Zeitpunkt des jeweiligen Redaktionsschlusses für den Ergebnisbericht aufgezeigt.

Die hier in den Kapiteln 2 und 4 aufgezeigten Defizite können durchaus zu einer Unterschätzung von Strahlenbelastungen führen. Dadurch ist die Überschreitung von Grenz- bzw. Störfallplanungswerten, auf jeden Fall aber eine noch weiter gehende Ausschöpfung von ihnen möglich. Das widerspricht dem Stand von Wissenschaft und Technik im Strahlenschutz, dessen elementarer Bestandteil das Minimierungsgebot ist.

Inwieweit beim Überschreiten von Grenz- bzw. Störfallplanungswerten oder ihrer weitgehende Ausschöpfung Abhilfe durch zusätzliche Maßnahmen möglich sind, kann im Rahmen dieser Stellungnahme nicht beurteilt werden.

6. Literaturverzeichnis

- BFS 2005 Bundesamt für Strahlenschutz: Positionsbestimmung des BfS zu Grundsatzfragen des Strahlenschutzes („Leitlinien Strahlenschutz“); Salzgitter, 01.06.2005
- BFS 2016a Bundesamt für Strahlenschutz: Parameterstudie zur Simulation von Ableitungen und Freisetzungen eines übertägigen Zwischenlagers für die rückgeholtten radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II; Salzgitter, 8.04.2016
- BFS 2016b Bundesamt für Strahlenschutz: Vorhabensbeschreibung – Endlager Konrad: Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen nach dem Stand von Wissenschaft und Technik; Salzgitter, 15.04.2016
- BGE 2020 Bundesgesellschaft für Endlagerung: Website <https://www.bge.de/de/konrad/themenschwerpunkte/themenschwerpunkt-uesiko/>, eingesehen am 10.04.2020
- BGE 2020b Bundesgesellschaft für Endlagerung: Website <https://www.bge.de/de/aktuelles/meldungen-und-pressemitteilungen/meldung/news/2019/1/292-endlager-konrad/>, eingesehen am 10.04.2020
- BMI 1983 Bundesministerium des Inneren: Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren gegen Störfälle im Sinne des § 28.3 StrlSchV – Störfall-Leitlinien – vom 18. Okt. 1983
- BS 2019 Brenk Systemplanung GmbH: Ermittlung des Überprüfungsbedarfs der Sicherheitsanalyse des bestimmungsgemäßen Betriebs – Finaler Ergebnisbericht, erstellt im Auftrag der Bundesgesellschaft für Endlagerung, Aachen, 21.03.2019
- BUND 2017 Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.: BUND-Stellungnahme zum Entwurf des Strahlenschutzgesetzes, anlässlich der Anhörung im Deutschen Bundestag am 24.03.2017
- BVERFG 1978 Bundesverfassungsgericht: Beschluss vom 08.08.1978 - 2 BvL 8/77

- CDUCSUSPD 2018 Ein neuer Aufbruch für Europa. Eine neue Dynamik für Deutschland. Ein neuer Zusammenhalt für unser Land. - Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD für die 19. Legislaturperiode, Berlin den 12. März 2018
- DMT 2019 DMT GmbH & Co. KG und DSR Ingenieurgesellschaft mbH: Los 1: Ermittlung des Überprüfungsbedarfs der Störfallanalysen, erstellt im Auftrag der Bundesgesellschaft für Endlagerung, Hamburg, 08.03 2019
- EntsorgÜG 2017 Gesetz zur Regelung des Übergangs der Finanzierungs- und Handlungspflichten für die Entsorgung radioaktiver Abfälle der Betreiber von Kernkraftwerken (Entsorgungsübergangsgesetz) vom 27. Januar 2017 (BGBl. I S. 114, 120, 1676)
- EÖT 1993 Niedersächsisches Umweltministerium: Planfeststellungsverfahren für die Errichtung und den Betrieb der Schachtanlage Konrad als Endlager für radioaktive Abfälle; Erörterungstermin vom 25.9.1992 bis 6.3.1993 in Salzgitter-Lebenstedt und Vechelde-Wedtlenstedt, Wortprotokoll Band 5
- EU 2013 Europäische Union: Richtlinie 2013/59/EURATOM des Rates vom 5. Dezember 2013 zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung und zur Aufhebung der Richtlinien 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom und 2003/122/Euratom
- GÖK 1991 Gruppe Ökologie GmbH: Gutachterliche Stellungnahme zum ‚Plan Endlager für radioaktive Abfälle Schachtanlage Konrad, Salzgitter‘ des Bundesamtes für Strahlenschutz; erstellt im Auftrag der Stadt Salzgitter, Hannover, Oktober 1991

HINRICHSSEN 2001 K. Hinrichsen: Kritische Würdigung der meteorologischen Basis im Zusammenhang mit der AVV, Anhang D in: Strahlenbiologisches Gutachten zur Ermittlung des Standes wissenschaftlicher Erkenntnisse und der Verlässlichkeit der Strahlenschutzbestimmungen unter besonderer Berücksichtigung der Belastung durch Radioaktivität in der Umgebung von Kernkraftwerken und zur Frage der Strahleninduktion kindlicher Leukämien; im Auftrag des Ministeriums für Finanzen und Energie des Landes Schleswig-Holstein, Kiel.

ICRP 2010 The International Commission on Radiological Protection: Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon. ICRP Publication 115, Ann. ICRP 40(1).

ICRP 2014a The International Commission on Radiological Protection: Radiological Protection against Radon Exposure; ICRP Publication 126, Ann. ICRP 43(3).

ICRP 2014b The International Commission on Radiological Protection: Protection of the Environment under Different Exposure Situations; ICRP Publication 124. Ann. ICRP 43(1).

INTAC 1998 intac – Beratung, Konzepte, Gutachten zu Technik und Umwelt GmbH: Auswertung von Veränderungen des fachwissenschaftlichen Standes ausgewählter Themen im Planfeststellungsverfahren zum geplanten Endlager Konrad seit Beginn des Erörterungstermins im September 1992 – Phase C; im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Schacht KONRAD e.V., Hannover, März 1998

INTAC 2003 intac – Beratung, Konzepte, Gutachten zu Technik und Umwelt GmbH: Stellungnahme zu klagerrelevanten Aspekten im Planfeststellungsbeschluss zur Schachtanlage Konrad; Auftraggeber: Rechtsanwaltskanzlei Wiltrud Rülle-Hengesbach, Hannover, September 2003

INTAC 2006 intac – Beratung, Konzepte, Gutachten zu Technik und Umwelt GmbH: Bewertungen im Rahmen der Klage der Stadt Salzgitter gegen den Planfeststellungsbeschluss, hier „Störfälle während des Endlagerbetriebes Konrad“, Stand 21.01.2006

- INTAC 2018 intac – Beratung, Konzepte, Gutachten zu Technik und Umwelt GmbH: Änderungsverfahren PFB-Konrad - Interner Bericht für die Arbeitsgruppe des Bündnisses gegen Schacht Konrad, Vorläufige Bewertung 01.06.2018
- NMU 2002 Niedersächsisches Umweltministerium: „Planfeststellungsbeschluss für die Errichtung und den Betrieb des Bergwerkes Konrad in Salzgitter als Anlage zur Endlagerung fester oder verfestigter radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“; Az.: 41 – 40326/3/10, 22. Mai 2002
- RSK/SSK 2002 Reaktor-Sicherheitskommission/Strahlenschutzkommission: Gemeinsame Stellungnahme der RSK und der SSK betreffend BMU-Fragen zur Fortschreibung der Endlager-Sicherheitskriterien, Dezember 2002
- SSK 2005 Strahlenschutzkommission: Lungenkrebsrisiko durch Radonexpositionen in Wohnungen; verabschiedet in der 199. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 21./22. April 2005
- SSK 2014 Strahlenschutzkommission: Dosis- und Dosisleistungs-Effektivitätsfaktor (DDREF); Empfehlung der Strahlenschutzkommission mit wissenschaftlicher Begründung, verabschiedet in der 268. Sitzung der SSK am 13.02.2014
- SSK 2016a Strahlenschutzkommission: Berechnungsgrundlage für die Ermittlung von Körper-Äquivalentdosen bei äußerer Strahlenexposition; Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission Band 43, 3. überarbeitete Auflage, Bonn, 01.12.2016
- SSK 2016b Strahlenschutzkommission: Schutz der Umwelt im Strahlenschutz; Empfehlung der Strahlenschutzkommission, verabschiedet in der 286. Sitzung der SSK am 01. Dezember 2016
- STRLSCHV 2012 Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV); Strahlenschutzverordnung vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714; 2002 I S. 1459), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 7 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist

- STRLSCHG 2019 Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz - StrlSchG); Strahlenschutzgesetz vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966), das zuletzt durch Artikel 11 des Gesetzes vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2510) geändert worden ist
- TALUFT 2002 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft); 24. Juli 2002
- TÜV 2002 TÜV HANNOVER/SACHSEN-ANHALT E.V. - BEREICH ENERGIE- UND SYSTEMTECHNIK: Endlager für radioaktive Abfälle - Schachtanlage Konrad Salzgitter - Ergänzendes Gutachten im Planfeststellungsverfahren, Februar 2002.
- TÜV NORD 2009 TÜV NORD EnSys Hannover GmbH Co. KG: Stellungnahme zu BfS-Unterlage SE-IB-32-08 „Überprüfung des Radionuklidspektrums aus den Endlagerungsbedingungen Konrad, Stand Dezember 1995“ vom 05.11.2008, Revision 1; im Auftrag von Eigenüberwachung des Bundesamtes für Strahlenschutz, 23.01.2009
- TÜV 2019 TÜV Rheinland Industrie Service GmbH: Projekt Konrad, ÜsiKo, Los 3 „Unterkritikalität in der Betriebsphase“ Phase 1: Ermittlung des Überprüfungsbedarfs – Abschlussbericht, erstellt im Auftrag der Bundesgesellschaft für Endlagerung, Köln, 28.02.2019
- WHO 2009 World Health Organization: WHO Handbook on Indoor Radon – A Public Health Perspective; Genf, 2009