Protokollentwurf der 40. Dialoggruppensitzung vom 03.06.2025

Datum:	26.08.25
Typ:	Dialoggruppe in Präsenz am HZB
Moderation:	S. Freitag, S. Kilburg
Verfasser:	Helms
Teilnehmer:	Begleitgruppe: Beyme, Frieboese, Jaschke, Klose, Lisek, Worseck, Dindarian, HZB: Eickelpasch-Bahr, Helms, Lüning, Thiess, Schulze, Ludwik (ISE)

Agenda

Nr	Art	Themen	Wer?	Wann?
1	**1**	**Fortsetzung Vortrag Störfallszenarien: Herr Eickelpasch-Bahr**		
2	I	Das Thema mögliche Freisetzung von radioaktiven Stoffen bei einer angenommenen Beschädigung der Brennelemente wird von Herr Ludwik (ISE) erläutert.		
3	**2**	**Vortrag zum Thema Transporte: Herr Schulze**		
4	I	Herr Schulze adressiert in seinem Vortrag die von der Begleitgruppe angefragten Themen und beantwortet deren Fragen.		
5	I	Diskussion über den Transportweg aus dem HZB (Ost- oder Westtor)		
6	I	Transporte zum Zweck der Konditionierung und zurück: HZB legt dar, dass die für den Rückbau des BER II notwendigen Transporte im Verhältnis zum regulären täglichen Verkehr des HZB in der Summe keine relevante Rolle spielen werden.		
7	I	Frage: Welche Transporte sind auf dem Gelände des HZB geplant? Antwort: Verschiedene Umgangsbereiche: BER II, ZRA, Labore, Protonentherapie (PT), geplante Freimessanlage, Bereitstellungsflächen. Zwischen den bestehenden Bereichen besteht schon heute regelmäßiger innerbetrieblicher Verkehr.		
8	I	Frage: Wie gesichert? Mit welchen Behältern? Antwort: Radioaktive Behälter als 200 l-Fässer. Andere sind Kunststoffvollwandboxen z.B. für zukünftige Transporte zur Freimessanlage oder zur Bereitstellungsfläche.		
9	I	Frage: Transporte nach Abbau? Antwort: Bis zum Betriebsende von LaRa werden innerbetriebliche Transporte zum täglichen Geschäft gehören. Auch für andere Belange des HZB finden täglich viele innerbetriebliche Transporte statt (Experimente, Stapler, Gasflaschen). BG erläutert: Hintergrund der Frage ist die Sorge vor Drohnenangriffen auf diese Transporte. HZB: Bei der Auslegung der innerbetrieblichen Transporte lehnen wir uns an das Regelwerk von Gefahrguttransporten an.		
10	I	Fotos der Behälter sind auf der Webseite der ZRA zu sehen		
11	**3**	**Transporte zur Deponie werden in nächster Sitzung behandelt**		
12	**4**	**Aktuelles**		
13	I	Im Mai fand die wissenschaftliche Begutachtung des HZB statt mit sehr guten Ergebnissen. Rückbauprojekt wurde erwähnt und von den Gutachtern gelobt.		
14	I	Der kaufmännische Geschäftsführer Th. Frederking wurde verabschiedet. Er geht Ende Juni in Ruhestand. Deshalb aktuell Bernd Rech als wiss. GF verantwortlich für Strahlenschutz. Neue kaufmänn. kGF, Saskia Vormfelde, kommt zum 1. September vom Fraunhofer ISE, Freiburg.		
15	I	Herr Seitz kommt zum 1.7. als neuer Reaktorleiter, ehemals KKW Brokdorf. Hat daher schon Erfahrung mit Rückbau, wird sich der BG persönlich vorstellen.		
16	I	Mitte Juni Vorstellungsgespräche für Nachfolger von Herrn Schlender.		
17	I	HZB arbeitet an neuer Organisationsstruktur, um alle Aktivitäten zu nuklearen Vorhaben zusammenzufassen (Bau/Betrieb der Lagerhalle, Rückbau, Entsorgung der radioaktiven Reststoffe, ZRA). Leitung für Abteilung wurde ausgeschrieben. Ziel: Abteilung soll im Herbst Arbeit aufnehmen.		
18	I	Dialogsitzung am 9. September: Ein Vertreter der Behörde wird anwesend sein und das Verfahren bzw. den Erörterungstermin (EÖT) aus Behördensicht vorstellen.		

I = Information, A = Aufgabe, B = Beschluss, OP = Offener Punkt

19	I	Ab Auslegung der Unterlagen wird das Dialogverfahren bis zum EÖT pausieren, weil mit dem EÖT die offizielle Öffentlichkeitsbeteiligung einsetzt. HZB wird sich mit der BG abstimmen, wie der Dialog nach dem EÖT weitergeführt wird.		
19	I	Info aus BG-Sitzung, dass die Gruppe grundsätzlich großes Interesse hat, mit dem HZB im Gespräch zu bleiben.		
20	I	Nach der DG-Sitzung soll es noch zwei BG-Termine geben. Herr Schlösser von VKTA Rossendorf hat angeboten, in einer BG-Sitzung mit einem Vortrag zu erläutern, wie ein Forschungszentrum nach Rückbau des Reaktors weitermacht. Alternativ bietet er einen Besuch der BG in Rossendorf an.		
21	I	Kurze Nachlese zum Infotag: Herr Lüning bedankt sich bei der BG für ihre Beteiligung, die er als sehr verantwortungsvoll gestaltet würdigt.		

I = Information, A = Aufgabe, B = Beschluss, OP = Offener Punkt

Nur für internen Gebrauch / For Internal Use Only

HZB Helmholtz Zentrum Berlin

EREIGNISANALYSE

Stilllegung und Abbau des BER II

Dialoggruppensitzung am 25.02.2025 – Version 03.06.2025

Inhalt
Ereignisanalyse BER II

TOP 1: Grundlagen

TOP 2: Vergleich Stresstest / Ereignisanalyse

TOP 3: RSK-Stellungnahme 2012

TOP 4: Störfallverhindernde und begrenzende Maßnahmen

TOP 5: Auslegung Zwischenlager

TOP 6: weitere Themen der BG-Frageliste

TOP 7: Antragsunterlagen voraussichtliche Szenarien

TOP 8: Vergleich mit Scoping-Bericht

Top 9: Freisetzung von radioaktiven Stoffen aus Brennelementen

TOP 1: Grundlagen
Veranlassung zur Durchführung einer Ereignisanalyse

- §1 AtG

Zweck dieses Gesetzes ist, …

2. Leben, Gesundheit und Sachgüter vor den Gefahren der Kernenergie und der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlen zu schützen und durch Kernenergie oder ionisierende Strahlen verursachte Schäden auszugleichen, …

- §7 (2) AtG:

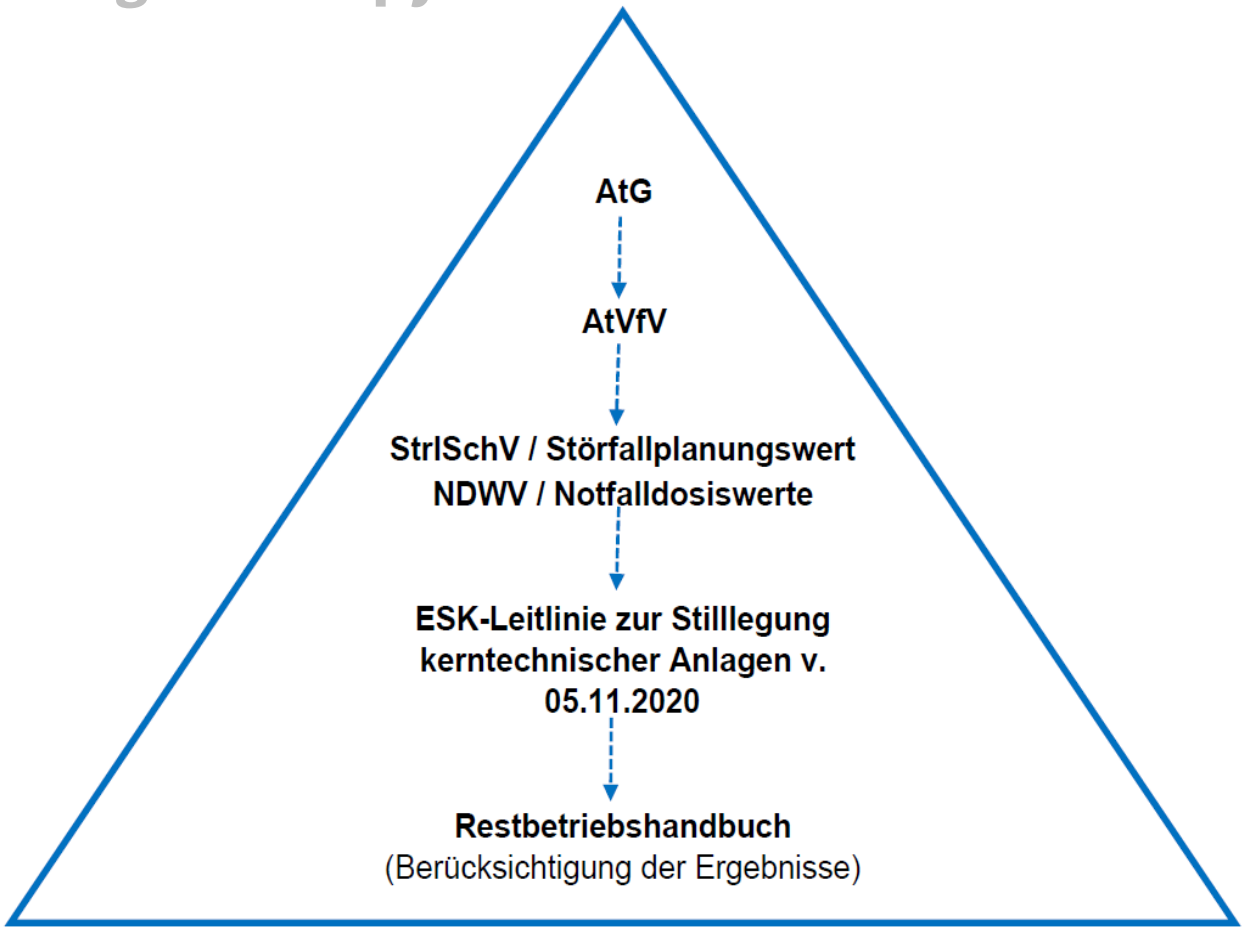
(2) Die Genehmigung darf nur erteilt werden, wenn …

3. die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage getroffen ist, …

Die konkret zu betrachtenden Ereignisse sowie die Art und Weise der Durchführung einer Ereignisanalyse ergibt sich aus verschiedenen untergesetzlichen Regelwerken und Leitlinien.

HZB: Nur für internen Gebrauch / For Internal Use Only

TOP 1: Grundlagen
Regelwerkspyramide



AtG § 1 Punkte 2-4 Zweckbestimmung des Gesetzes

AtVfV
§ 7 Absatz 2 Nummer 3: Genehmigung von Anlagen, und
§ 3 (1) Punkt 1 e: Art und Umfang der Unterlagen

StrlSchV § 104 (1) in Verbindung mit § 194: Begrenzung der Exposition durch Störfälle

NDWV - komplett

ESK-LL Kap. 8: Sicherheit
RS-H Handbuch Reaktorsicherheit, Kap. 2 - 5

SAG Genehmigung zu Stilllegung und Abbau des BER II, beantragt
RHB Kap. 3 Störfälle und Umsetzung Vorsorge und Mitigation in diversen Kapiteln

TOP 1: Grundlagen
Begriffsklärung

Ereignis Bei einem Ereignis handelt es sich um einen Vorfall, der die Sicherheit einer Anlage beeinträchtigen kann. (Quelle: KTA 2101.1 (11/2022))

Störung Ereignis bzw. Ereignisablauf, dessen Eintreten während der Betriebsdauer der Anlage häufig zu erwarten ist, für den die Anlage ausgelegt ist oder für den bei der Tätigkeit vorsorglich Maßnahmen und Einrichtungen vorgesehen sind und nach dessen Eintreten der Betrieb der Anlage oder die Tätigkeit fortgeführt werden kann. (Quelle: RS-H 3-01 Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke (02/2022) - Auszug)

Störfall Ereignis bzw. Ereignisablauf, dessen Eintreten während der Betriebsdauer der Anlage nicht zu erwarten ist, gegen den die Anlage dennoch so auszulegen ist, dass die Auslegungsgrundsätze, Nachweisziele und Nachweiskriterien für die entsprechende Sicherheitsebene eingehalten werden und bei dessen Eintreten der Betrieb der Anlage oder die Tätigkeit aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden kann. (Quelle: RS-H 3-01 Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke (02/2022))

TOP 1: Grundlagen
Zuordnung von Ereignissen zu Sicherheitsebenen

Normalbetrieb (Sicherheitsebne 1)

Störung (Sicherheitsebene 2) ⩢ Eintrittshäufigkeit größer ca. 10^{-2}/a (> einmal in 100 Jahren)

Auslegungsstörfall (Sicherheitsebene 3) ⩢ Eintrittshäufigkeit kleiner ca. 10^{-2}/a bis größer ca. 10^{-5}/a
➔ § 104 StrlSchV („50 mSv“)

Auslegungsüberschreitender Störfall (Sicherheitsebene 4) ⩢ Eintrittshäufigkeit kleiner ca. 10^{-5}/a
⩢ § 4 NDWV*1 („100 mSv in 7 Tagen“)

wetterbedingten Einwirkungen von außen ⩢ Zuordnung zur Sicherheitsebene 3 bis zu einer Eintrittshäufigkeit von 10^{-4}/a

Bezug: RSK-Stellungnahme 460. Sitzung vom 05.12.2023, Kap. 4.3 Konzept der Sicherheitsebenen

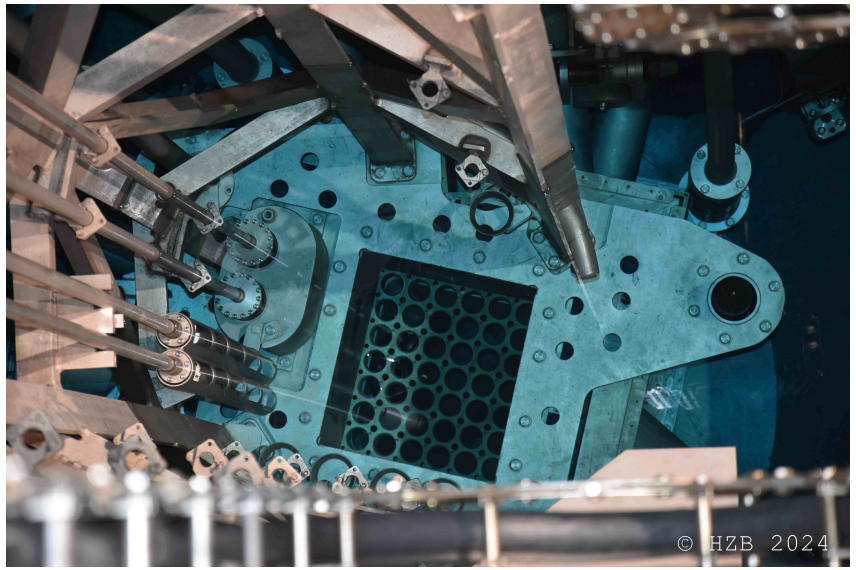
*1: NDWV: Verordnung zur Festlegung von Dosiswerten für **frühe** Notfallschutzmaßnahmen (Notfall-Dosiswerte-Verordnung - NDWV)

TOP 1: Grundlagen
Sicherheitstechnischer Zustand des BER II

Der BER II befindet sich quasi in einem passiv sicheren Zustand!

Weil:

- Im Reaktorkern keine Brennelemente mehr sind
- Die verbliebenen Brennelemente bereits seit mehr als 5 Jahren abgeklungen sind und keine aktive Kühlung mehr erforderlich ist (Ausfallsicherheit)
- Systeme und Einrichtungen keine hohen Drücke oder Temperaturen aufweisen
- Der außerplanmäßige Ausfall einer Komponente oder eines Systems (Störung) nicht zur Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umwelt führt
- Störungen nicht zwingend unmittelbare oder kurzfristige Gegenmaßnahmen erfordern



TOP 2: Vergleich Stresstest / Ereignisanalyse
Schutzziele und vitale Funktionen

„Stresstest 2011“ ⫠ sicherer Betrieb

Ereignisanalyse ⫠ Stilllegung und Abbau

Schutzziele gleich ⫠ gelten unabhängig von Anlagentyp und Anlagenzustand

vitale Funktionen geändert ⫠ abhängig vom Anlagenzustand

Beispiele

- Bei Stilllegung und Abbau entfällt die aktive Kontrolle der Reaktivität.
- Die Abfuhr der Zerfallswärme kann in der Bedeutung heruntergestuft werden, z.B. kein Kühlturm mehr.

„Stresstest 2011“: Unterlagen zur Sonderüberprüfung des BER II unter Berücksichtigung der Ereignisse in Fukushima, HZB, Oktober 2011

TOP 3: RSK-Stellungnahme 447. Sitzung am 03.05.2012

Status der Bearbeitung

Die Überprüfung der Anlagenrobustheit in Folge des Unfalls von Fukushima hat zu umfangreichen Prüfungen mit geringem resultierenden Anpassungsbedarf geführt. Die Anpassungen wurden umgesetzt.

Empfehlungen der RSK zur Verbesserung der Anlagenrobustheit (Kap. 5.2.2):

- Prüfbedarf Auslegungsgrundlagen zu Ermüdungsbeanspruchungen des Abluftkamins ⇒ Nachweis erbracht
- Nachrüstung Regennotabläufe Reaktorgebäude ⇒ nachgerüstet
- Überprüfungsbedarf Notfallmaßnahmen zur Kühlung von bestrahlten Brennelementen im Absetzbecken und Umsetzbecken im Rahmen der Erstellung des Notfallhandbuches ⇒ Leerlaufen Absetzbecken Nachweis geeigneter Maßnahmen erbracht, Umsetzbecken auslaufsicher
- weitergehende Überlegungen … bezüglich Flugzeugabsturz im Hinblick auf den Erhalt der Wirksamkeit von Notfall- und Katastrophenschutzmaßnahmen, Vermeidung und Mitigation der Folgen ⇒ Nachweis durch Gutachten erbracht
- Überprüfung der vorhandenen Brandbekämpfungsmaßnahmen bzgl. Eignung bei Treibstoffbränden ⇒ überarbeitetes Brandschutzkonzept
- maximale Transportmengen von Wasserstoff bei der Befüllung des Pufferbehälters ⇒ obsolet

TOP 4: Störfallverhindernde und begrenzende Maßnahmen

Was für störfallverhindernde und begrenzende Maßnahmen sind geplant?

- Auslegung der Anlage
  - z.B. Sicherheitsebenen (vgl. Folie 6),
  - div. Technische Systeme inkl. Redundanzen,
- Fachkunde des Personals und der sonstigen tätigen Personen
- Einhaltung der Vorgaben aus den Regelwerken
- Fortführung der Übungen zu Alarmierung und Einsatz der Einsatzkräfte, solange dies angezeigt ist

TOP 5: Auslegung des Zwischenlagers

Zwischenlagerung in separatem, neu zu errichtendem Lager (LaRA) auf dem HZB-Betriebsgelände

- Auslegung als Zwischenlager
- Antrag nach StrlSchG wurde bereits gestellt

Lagerung im BER II nur bis zur Abgabe an das neu zu errichtende LaRA, also keine Zwischenlagerung

Für beide Bereiche gilt:

- **Keine offenen radioaktiven Stoffe**

TOP 6: Weitere Themen der BG-Frageliste

Wie wird die **Dokumentation** vor Verlust geschützt?

- Derzeit in einem Archivraum
- Konkrete Planungen für die Langzeitarchivierung noch nicht verfügbar

TOP 6: Weitere Themen der BG-Frageliste

Aus Sicht der Vorhabensträgerin ist ein **Katastrophenschutzplan** für den Rückbau und die anschließende Zwischenlagerung nicht mehr erforderlich, da die Voraussetzungen für den Katastrophenfall nicht gegeben sind (vgl. Folie 7). Der Plan selbst liegt nicht im Aufgabenbereich der Vorhabensträgerin.

Die Voraussetzungen sind insbesondere deshalb nicht gegeben, da

- kein Bedarf an zwingenden unmittelbaren oder kurzfristigen Gegenmaßnahmen bei Einwirkungen von Innen besteht und
- Freisetzungen in Folge von Einwirkungen von Innen oder Außen nicht die Werte der NDWV überschreiten.

TOP 6: Weitere Themen der BG-Frageliste

Terror- und Sabotageakte, Cyberangriffe

- Für den BER II existiert ein Sicherungskonzept, welches im Verlauf des Betriebs und Nachbetriebszeit an sich ändernde Randbedingungen angepasst wurde und wird.
- Für die Stilllegung und den Abbau (Restbetriebsphase) wird ein spezifischer Sicherungsbericht vorgelegt, welcher die geänderten und sich im Stilllegungsverlauf weiter ändernden Randbedingungen berücksichtigt.
- Informationen zur Anlagensicherung sind häufig Verschlusssache
- Siehe auch: RS-H 3-354, Richtlinie zur Sicherung sonstiger radioaktiver Stoffe in kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter (SEWD-Richtlinie sonstige radioaktive Stoffe in Kerntechnischen Anlagen – SisoraK) – Revision 1.0, Stand 07/2022 (öffentlicher Teil)
- Bezüglich der IT-Sicherheit ergeben sich keine Schnittstellen zu Einrichtungen im BER II, die zu einer Freisetzung führen können (isolierte oder keine durch IT beeinflussbare Systeme vorhanden wie Hebezeuge, Umsetzbecken etc.)

TOP 6: Weitere Themen der BG-Frageliste

Kriegshandlungen

- Der BER II ist nicht gegen gewaltsame Beschädigung mit militärischen Mitteln ausgelegt
- Chaotische Machtverhältnisse und gesellschaftliche- oder soziale Umbrüche und Notsituation können zudem den Handlungsspielraum von Behörde und Betreiber einschränken

- Im Falle von Kriegshandlungen auf dem Bundesgebiet obliegt es der Bundesregierung für den Schutz der Umwelt im Bereich der Anlage bzw. den Schutz der Anlage zu sorgen.
- Dies wird essenziell erleichtert durch den aktuell bereits erreichten Sicherheitszustand des Reaktors (vgl. Folie 7), der ein auf Kriegshandlungen zurückzuführendes Ereignis mit Kernschmelze in den Bereich des Unmöglichen verschiebt.

Der BER II befindet sich quasi in einem passiv sicheren Zustand!

TOP 6: Weitere Themen der BG-Frageliste
menschliches Versagen / Personalmangel

„menschliches Versagen und Personalmangel“ zählen zu den Ursachen für Störungen oder Störfälle, jedoch nicht zu den Auswirkungen. Bei der Ereignisanalyse wird aber pauschal, also unabhängig von der Ursache, unterstellt, dass ein bestimmtes Ereignis eintritt.
Diese Ursachen sind deshalb nicht Gegenstand der Ereignisanalyse, werden aber bei der Sicherheitsanalyse betrachtet.

Wesentliche Gegenmaßnahmen:

- Passive Sicherheit der Anlage (vgl. Folie 7)
- Passive und „Fail Safe“ Sicherheitseinrichtungen haben Vorrang vor anderen Auslösemechanismen bei der Auslegung
- Organisatorische Maßnahmen, z.B. Personelle Betriebsordnung (inkl. Regelung von Hierarchie und Verantwortungsbereichen), Arbeitserlaubnisverfahren
- Fachkundeerhalt des Personals
- Regelmäßige Kontrolle durch die Aufsichtsbehörde

TOP 6: Weitere Themen der BG-Frageliste
Austritt von kontaminiertem Material

Die Formulierung **„Austritt von kontaminiertem Material“** ist im Schutzziel „sicherer Einschluss der radioaktiven Stoffe“ enthalten.
Der Nachweis der Einhaltung der Schutzziele ist Gegenstand der Sicherheitsanalyse für den Normalbetrieb.
Die Ereignisanalyse betrachtet Störfälle, also den Zustand, wenn Schutzziele (egal warum) verletzt werden. Aus diesem Grund ist die Formulierung „Austritt von kontaminiertem Material“ bei der Ereignisanalyse kein eigenständiges Ereignis, sondern wird als Folge anderer Ereignisse, wie, z.B. Brand, Flugzeugabsturz, Leckage, Transportstörfall betrachtet.

TOP 7: Antragsunterlagen voraussichtliche Szenarien
Vorbemerkung

Wechselwirkungen zwischen den betrachteten Szenarien werden betrachtet.
Eine prinzipielle Vorgehensweise mit 2 verschiedenen Ausgangssituationen, z.B. mit und ohne Brennelemente auf der Anlage, wird nicht durchgeführt, da grundsätzlich repräsentative Ereignisse*1 zugrunde zu legen sind.

Das Einzelfehlerkonzept*2 gemäß Anhang 4 zu den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke (RS-H 3-0.1) greift faktisch nicht, da

- es z.T. nicht anwendbar ist, wenn z.B. Freisetzungen außerhalb des Gebäudes betrachtet werden
- Einrichtungen entsprechend zur Beherrschung der Ereignisse ausgelegt sind (Vorsorge, Redundanz), z.B. doppelwandige Behälter und Leitungen.
- Einzelfehler sich nicht störfallverschärfend auswirken
- das Sicherheitsebenen-Konzept auf die Stilllegung nicht übertragbar ist (nach Stilllegungsleitfaden)

*1: gemäß Anhang 1 zu den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“, RS-H 3-0.1:
Definition: *Ereignis, repräsentativ: Ereignis, dessen Analyse einen ausreichend, generisch abdeckenden sicherheitstechnischen Nachweis ermöglicht.*

*2: gemäß Anhang 1 zu den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“, RS-H 3-0.1:
Definition: *Konzept der abhängig von den Sicherheitsebenen zu unterstellenden Kombination von Ausfallannahmen infolge eines aktiven oder passiven Einzelfehlers und Instandhaltungsvorgängen.*

TOP 7: Antragsunterlagen voraussichtliche Szenarien
Vorbemerkung

Im Ergebnis sind Auswirkungen der Ereigniskombinationen für den BER II in Stilllegung sehr gering, da

- das Sicherheitskonzept die Schutzziele „Unterkritikalität“ und „Wärmeabfuhr“ fokussiert, beides im BER II aber keine technischen Einrichtungen mehr benötigt und somit
- keine kurzfristigen Maßnahmen der Prävention oder Mitigation erforderlich machen.

Der BER II befindet sich quasi in einem passiv sicheren Zustand!

TOP 7: Antragsunterlagen voraussichtliche Szenarien
Flugzeugabsturz

Zufälliger Absturz eines Militärflugzeugs

- im Sicherheitsbericht betrachtet
- sehr seltenes Ereignis (Eintrittswahrscheinlichkeit im Bereich von ca. 10^{-6}/a, Flugbeschränkungsgebiet) → auslegungsüberschreitendes Ereignis
- Szenario gemäß Regelwerk*1: zufälliger senkrechter Absturz
  - Punktförmige mechanische Einwirkung durch Triebwerkswelle (auch „Durchstanzen“ von Betonstrukturen, z. B. Sicherheitskuppel)
  - thermische Einwirkung durch Kerosinbrand
- Brennelemente Lagern unterirdisch mit einem massiven Betondeckel und Wasserüberdeckung (ca. 4 m)→ hohe mechanische und thermische Einwirkung auf die Brennelemente selbst kann ausgeschlossen werden.
- Konservative Annahmen beim BER II getroffen

Ergebnis ≙ Die Sicherheitsanforderungen werden erfüllt.

*1: gemäß „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“, RS-H 3-0.1

TOP 7: Antragsunterlagen voraussichtliche Szenarien
Flugzeugabsturz

Zufälliger Absturz eines Militärflugzeugs - Berechnungsgrundlagen

- Eine Beschädigung der BE‘s ist aufgrund der Schutzmaßnahmen am Lagerort und der Ausführung der BE‘s selbst (vgl. Top 9, Folie 29 ff) unwahrscheinlich.
- Die BE‘s liefern selbst im Falle einer unterstellten Beschädigung keinen relevanten Dosisbeitrag für die Umwelt, da das freisetzbare Nuklid Kr-85 ein gasförmiges Edelgas mit vergleichsweise niederenergetischer Strahlung ist und nur zu geringen Anteilen freigesetzt werden kann.

➢ Was ist dann aber die größte freisetzbare Quelle für radioaktive Stoffe im BER II?

- Quellterm: Gesamtes Aktivitätsinventar ohne Brennelemente
- Szenario: Lagerung der in Behältern (Stahlgussbehälter und Container) verpackten radioaktiven Stoffe in der Versuchshalle, welche von einem abstürzenden Militärflugzeug getroffen wird.
- Annahme: Alle Behälter werden beschädigt, unabhängig von der tatsächlichen Aufstellungsgeometrie und Anzahl der Behälter

TOP 7: Antragsunterlagen voraussichtliche Szenarien
Flugzeugabsturz

Vorsätzlicher (terroristischer) Absturz eines Großraumflugzeuges

- Verschlusssache
- generelle Aspekte:
  - höhere mechanische Einwirkung (höhere „Flächen“-last, z. B. auf Sicherheitskuppel)
  - bis zu 4 Triebwerke mit entsprechend großen Abständen
    - Verteilung der mechanischen Einwirkung auf größere Fläche
    - keine punktuelle Einwirkung wie beim Militärflugzeug
  - großflächigere thermisch Einwirkung → größere thermische Überhöhung → geringere Exposition
  - schräger Anflug → Hindernisse durch Erhebungen und Gebäude möglich
  - Brennelemente können bei einem schrägen Anflug nicht getroffen werden

TOP 7: Antragsunterlagen voraussichtliche Szenarien
extreme meteorologische Bedingungen

Folgende extreme meteorologische Bedingungen wurden betrachtet:

• Regen	• Frost
• Hagel	• Blitzschlag
• Sturm (einschließlich Tornados)	• Außergewöhnliche Hitzeperioden
• Schneefall	• Hohe und niedrige Luftfeuchtigkeit
• Schneelasten	

Eine Aktualisierung der Untersuchungen in der Sonderüberprüfung („Stresstest 2011“) wurde durchgeführt und auf die Versuchshalle ausgedehnt.

Ergebnis ≙ Die Sicherheitsanforderungen werden erfüllt.

TOP 7: Antragsunterlagen voraussichtliche Szenarien
Ausfall von Versorgungseinrichtungen

Der Ausfall von Versorgungseinrichtungen wurde betrachtet. Ein Ausfall kann nicht unmittelbar und kurzfristig zur Verletzung eines der Schutzziele führen (vgl. Folie 7).

Ergebnis ≙ Die Sicherheitsanforderungen werden erfüllt.

TOP 7: Antragsunterlagen voraussichtliche Szenarien
externe Explosion

Das Auftreten von anlagenexternen Explosionen wurde betrachtet. Dabei konnte von früheren Untersuchungen Kredit genommen werden, da sich weder die diesbezügliche Auslegung der Anlage noch das Gefährdungspotential in der Umgebung der Anlage verändert haben. Aufgrund dieser Untersuchungen wurde das Ereignis anlagenexterne Explosion als auslegungsüberschreitendes Ereignis eingestuft.
Aufgrund des reduzierten Gefährdungspotentials in der Restbetriebsphase gegenüber der Betriebsphase ist außerdem mit geringerer Freisetzung von radioaktiven Stoffen und ionisierender Strahlung zu rechnen.

Ergebnis ≙ Die Sicherheitsanforderungen werden erfüllt.

TOP 7: Antragsunterlagen voraussichtliche Szenarien

Leckagen

Das Auftreten von **Leckagen** an Behältern, einschließlich Reaktor- und Umsetzbecken, und Leitungen wurde betrachtet.

- Die in de Anlage verbliebenen Wässer haben nur geringes bis mäßiges Aktivitätsinventar, so dass jederzeit manuelle Tätigkeiten zur Beherrschung und Begrenzung der Auswirkungen in der Anlage möglich sind ohne das Personal einer unzulässig hohen ionisierenden Strahlung auszusetzen.
- Die Anlage ist so ausgelegt, dass Leckagen beherrscht werden. Im Wesentlichen erfolgt dies durch das kontrollierte Auffangen und Sammeln von potenziellen Leckagewässern, wodurch ein potenzielles Ereignis auf das Innere der Anlage begrenzt bleibt.
- Beim Umsetzbecken muss aufgrund der Bauweise keine Leckage unterstellt werden. Hinzu kommt, dass aufgrund der langen Abklingzeit keine Kühlung der Brennelemente durch Wasser mehr erforderlich ist, um die Schutzziele „Unterkritikalität“ und „Wärmeabfuhr“ einzuhalten.

Ergebnis ≙ Die Sicherheitsanforderungen werden erfüllt.

TOP 7: Antragsunterlagen voraussichtliche Szenarien
Störfälle bei Transporten

Störfälle bei Transporten **in der Anlage und auf dem HZB-Gelände** wurden betrachtet.
Dazu gehört insbesondere die Freisetzung von radioaktiven Stoffen im Freien durch Beschädigung eines Transportbehälters. Diesem Behälter wurde für die Berechnung ein extrem hohes Aktivitätsinventar zugordnet.
Dies dient dem sicheren Nachweis eines abdeckenden Szenarios.

Ergebnis ≙ Die Sicherheitsanforderungen werden erfüllt.

Störfälle bei Transporten **im öffentlichen Raum** sind nicht Gegenstand des Vorhabens und nicht Gegenstand einer Genehmigung der Vorhabensträgerin.
Solche Störfälle werden durch entsprechende Betrachtungen und Regelungen zu den jeweiligen Transportgenehmigungen abgedeckt.

TOP 8: Vergleich Scoping-Bericht / Ereignisanalyse

Scoping- Bericht	Ereignisanalyse
Einwirkungen von innen (EVI)	
Anlageninterner Brand	Anlageninterner Brand (einschließlich Filterbrände)
Leckage von Behältern oder Systemen	Leckage von Behältern
	Überflutungen in der Anlage
--	Komponentenversagen
Absturz und Anprall von Lasten	Ereignisse bei der Handhabung von Lasten (Absturz von Behältern, Kollision von Lasten)
Kollision von Fahrzeugen auf dem Anlagengelände mit sicherheitstechnisch wichtigen baulichen Anlagenteilen, Systemen und Komponenten und Ereignisse bei Transportvorgängen	Ereignisse bei Transportvorgängen
Wechselwirkung mit anderen Anlagen am Standort	Gegenseitige Beeinflussung von Mehrblockanlagen und benachbarten Anlagen am Standort
Anlageninterne Explosionen	Anlageninterne Explosionen
Chemische Einwirkungen	Chemische Einwirkungen
Ausfall von Versorgungseinrichtungen	Ausfälle und Störungen sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen
	Verringerte Wärmeabfuhr aus dem Brennelementlagerbecken (Umsetzbecken)
	Kühlmittelverlust aus dem Brennelementlagerbecken (Umsetzbecken)
	Reaktivitätsänderungen im Brennelementlagerbecken und Kritikalitätsstörfall

Scoping- Bericht	Ereignisanalyse
Einwirkungen von Außen (EVA)	
Erdbeben	Erdbeben
Überflutung	Überflutung (Hochwasser)
Extreme meteorologische Bedingungen	Regen (auch Starkregenereignisse)
	Hagel
	Sturm (einschließlich Tornado)
	Schneefall
	Schneelasten
	Frost
	Blitzschlag
	Außergewöhnliche Hitzeperioden
	Hohe oder niedrige Luftfeuchtigkeit
Biologische Einwirkungen	Biologische Einwirkungen (z. B. mikrobiologische Korrosion)
Eindringen gefährlicher Stoffe	Waldbrände
	Eindringen gefährlicher Stoffe
	Anlagenexterner Brand
Sehr seltene Ereignisse	
Flugzeugabsturz (auslegungsüberschreitend)	Flugzeugabsturz (auslegungsüberschreitend)
Anlagenexterne Explosion	Anlagenexterne Explosion

TOP 9: Freisetzung von radioaktiven Stoffen aus Brennelementen

Aufbau von Brennelementen

- Der Aufbau von Brennelementen für Forschungsreaktoren und Kernkraftwerken unterscheidet sich

Brennelemente (UO_2) für Kernkraftwerke	Brennelemente des BER II
• UO_2 Pulver zu Pellets gepresst ➢ spröde keramische Struktur	• U_3Si_2 (Metall)-Pulver in einer Aluminiumplatte ➢ verformbare metallische Platte
• Pellets befinden sich in einem metallischen verschweißten Hüllrohr (Innere des Hüllrohres hat einen freien Gasraum)	• Brennelement-Innenplatte hat lokale Poren im 100 nm-Bereich. Platte ist vollständig eingebettet in einer Brennelement-Außenplatte
• Freisetzung von mobilen radioaktiven Stoffen (Spaltprodukte wie Edelgase, Jod etc.) in den Gasraum ➢ poröser Brennstoff, hohen Temperaturen im Leistungsbetrieb (> 600 °C)	• Freisetzung von mobilen radioaktiven Stoffen in die lokalen Poren. ➢ Metallmatrix, mittlere Temperaturen im Forschungsbetrieb (ca. < 340 °C)
• potentielle Freisetzung der mobilen radioaktiven Stoffe (im Gasraum) durch Undichtigkeit des Hüllrohrs	• geringes Freisetzungspotential durch durchgehend verformbares Metallgefüge

TOP 9: Freisetzung von radioaktiven Stoffen aus Brennelementen

Aufbau von Brennelementen

- Freisetzung nur von mobilen radioaktiven Nukliden relevant
- Freisetzung sehr stark durch Einschluss in ein Metallgefüge erschwert
- Nur lokale Ansammlung mobiler radioaktiver Nuklide in den Poren
- Freisetzung bei mechanischer Einwirkung nur an Oberflächen von unterstellten Rissen möglich (nur „einzelne“ Poren, nicht der Gesamte Gasraum)
- Selbst bei unterstellter Freisetzung von nicht mobilen radioaktiven Stoffen (herauslösen durch Beckenwasser) verbleiben diese Nuklide im Beckenwasser.
- Fast alle mobilen Nuklide sind inzwischen abgeklungen, Ausnahme: Kr-85 (HWZ: ca. 10,7 a)
- Unterstellte Freisetzung: 1 ‰ (ca. 7E+12 Bq) der Gesamtaktivität (ca. 7E+15 Bq) aller Brennelemente
- Warum „nur“ 1 ‰?
  - Kr-85 ist nur 1 Nuklid und trägt nur zu einem Bruchteil (Größenordnung 1 %) zur Gesamtaktivität bei
  - Es besteht nur ein sehr geringes Freisetzungspotential
- Vergleich: Typische genehmigte Ableitungswerte von Kernkraftwerken: 1E+15 Bq pro Kalenderjahr (inkl. Nuklide mit deutlich höherenergetischer Strahlung, z. B. Xe-133)

HZB Helmholtz Zentrum Berlin

VIELEN DANK
FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!