

Konkretisierung von Anforderungen im Zusammenhang mit der 10 h-Autarkie bei zivilisatorischen Einwirkungen von außen (Notstandsfälle)

1 Anlass der Beratung

Bei der Beratung der sicherheitstechnischen Bewertung der Nichtverfügbarkeit der Verwerffunktion im Notspeisesystem LAR bei dem Ereignis "Freischaltung von Dreiwegearmaturen im Kernkraftwerk Philippsburg (Block 2)" im Ausschuss REAKTORBETRIEB (206. Sitzung, [1]) haben sich Fragen zur Nachweisführung zur Einhaltung der 10 h-Autarkie gemäß RSK-Leitlinien [2] ergeben, um deren Beratung der Ausschuss ANLAGEN- UND SYSTEMTECHNIK gebeten wurde. Weiterer Bedarf für Beratungen des Ausschusses ergab sich aus Überlegungen zur langfristigen Absicherung der Kühlung der D2-Notspeisediesel, die durch den Review Prozess im Kontext des EU Stresstests für deutsche Kernkraftwerke angestoßen wurden. Der diesbezügliche Klarstellungs- und Konkretisierungsbedarf betrifft folgende Aspekte:

- a) Überlagerung eines Notstandsfalles mit einem Einzelfehler;
- b) Anforderungen an die Maßnahmen zur Ergänzung der Notspeisewasservorräte bei DWR und
- c) Betriebsreglement.

2 Beratungen im RSK-Ausschuss ANLAGEN- UND SYSTEMTECHNIK

In der 79. Sitzung des RSK-Ausschusses ANLAGEN- UND SYSTEMTECHNIK am 19.04.2012 [3] wurde ein Überblick über die Beratung im Ausschuss REAKTORBETRIEB [1] sowie die aufgeworfenen Fragestellungen und Diskussionsbeiträge gegeben. Für die 80. Sitzung des Ausschusses am 31.05.2012 wurde der Konkretisierungsbedarf im Hinblick auf die in den RSK-Leitlinien geforderte 10 h-Autarkie zusammengefasst (vgl. 80. Sitzung [4]) und in dieser sowie weiteren Sitzungen [5, 6] beraten.

Gegenstand der Beratungen waren sowohl die technischen Fragestellungen zu den Randbedingungen der 10-h-Autarkie und das anschließende Abfahren auf die Übernahmebedingungen für die Wärmeabfuhr durch das Notnackkühlssystem, als auch die zugehörigen Prozeduren im Betriebsreglement.

Dabei wurde erörtert, ob bei Funktionsuntüchtigkeit der Warte mit den vorhandenen Wasservorräten der Übergang in den langfristigen Notnackkühlbetrieb mit dem Notstandssystem möglich ist bzw. mit welchen technischen Einrichtungen das Nachspeisen der Notspeisebecken erfolgen kann.

In der 83. Sitzung des RSK-Ausschusses ANLAGEN- UND SYSTEMTECHNIK am 04.10.2012 berichtete die GRS über PKL-III-Versuche zum Abfahren ohne Hauptkühlmittelpumpen mit einem dampfseitig abgesperrten Dampferzeuger. Dabei ergaben sich die ungünstigsten Abfahrbedingungen bei einem vollen dampfseitig abgesperrten und drei aktiven Dampferzeugern.

Die GRS berichtete in der 84. Sitzung des Ausschusses am 08.11.2012 über ihre Analysen zum Abfahren eines DWR im Notstandsfall bis zur Übernahme der Wärmeabfuhr über das Notnackkühlsystem [8]. Dazu sind das Einstellen einer zur Sicherstellung der Unterkritikalität ausreichenden Borkonzentration, die Abkühlung des Primärkreislaufs auf eine Temperatur $< 160^{\circ}\text{C}$ und die Absenkung des Druckes im Primärkreislauf auf einen Wert $< 35\text{ bar}$ erforderlich. Dazu stellte die GRS die durchgeführten Analysen zum Basisfall (alle vier Dampferzeuger stehen zur Druckabsenkung zur Verfügung, kein Einzelfehler) und zu zwei Varianten mit folgenden Randbedingungen vor:

- alle vier Dampferzeuger stehen zum Ereignisbeginn zur sekundärseitigen Wärmeabfuhr zur Verfügung; der Ausfall eines Notspeisediesels führt zum Ausfall der Bespeisung eines Dampferzeugers (Variante 1);
- ein frischdampfseitig abgesperrter Dampferzeuger, mit Ausfall des Abblaseregelventils (Variante 2).

Sie stellte fest, dass beim Basisfall mit 50 K/h bis zur Übernahme der Nachwärmeabfuhr durch das Notnackkühlsystem abgefahren werden kann, bei gleichzeitig ausreichender Aufborierung zur Sicherstellung der Unterkritikalität. Bei den Varianten 1 und 2 käme es beim Abfahren mit 50 K/h zum Ausdampfen in den U-Rohren des sekundärseitig leeren bzw. dampfseitig abgesperrten Dampferzeugers und zum vollständigen Auffüllen des Druckhalters. Somit wären in diesen Fällen eine Druckabsenkung mit einem Abfahrgradienten von 50 K/h auf einen Druck $< 35\text{ bar}$ und die Übernahme der Nachwärmeabfuhr durch das Notnackkühlsystem nicht möglich. Das Abfahren ohne Ausdampfen in den U-Rohren des abgesperrten leeren Dampferzeugers analog zu den PKL-Versuchen wäre mit einem Gradienten von etwa 10 K/h möglich. Bei vollem abgesperrtem Dampferzeuger wäre ein noch kleinerer Abfahrgradient erforderlich.

Aus dem Ausschuss wurde darauf hingewiesen, dass für die von der GRS betrachteten Varianten 1 und 2 Möglichkeiten bestehen und genutzt werden könnten, um die Wärmeabfuhr über den „ausgefallenen“ Dampferzeuger nach Ablauf von zehn Stunden wieder herzustellen, so dass diese Varianten dann in den Basisfall übergangen.

3 Bewertungsmaßstäbe

In den RSK-Leitlinien [2], Kap. 22.2, Systeme zur Wärmeabfuhr nach Störfällen, Notstandssystem, ist festgehalten:

- (1) *Bei Funktionsuntüchtigkeit der Warte muss sichergestellt sein, dass die Anlage mit Hilfe des Notstandssystems ohne Handeingriff in einen sicheren Zustand übergeht und mindestens zehn Stunden darin verbleiben kann. Darüber hinaus muss die Anlage mit Hilfe des Notstandssystems durch Abblasen auf der Sekundärseite in einen Zustand gebracht werden können, der die anschließende Nachwärmeabfuhr über das spezielle Notnackkühlsystem erlaubt. Für dieses Notnackkühlsystem ist keine Redundanz erforderlich.*

Notstandsmaßnahmen, für die eine hinreichende Karenzzeit besteht oder für deren Auslösung durch administrative Maßnahmen Vorsorge getroffen werden kann, müssen nicht automatisiert

werden. Zur Langzeitbeherrschung des Notstandsfalls kann auf örtliche Hilfsmaßnahmen zurückgegriffen werden.

- (2) Das Notstandssystem soll im Einzelnen folgenden sicherheitstechnischen Anforderungen genügen:
1. Komponenten und Teilsysteme des Notstandssystems müssen gegen äußere Einwirkungen und Einwirkungen Dritter besonders geschützt werden.
 2. Durch eine konsequente Trennung des Notstandssystems von anderen Kernkraftwerkssystemen muss sichergestellt sein, dass die Funktion des Notstandssystems nicht durch Schäden in zerstörbaren Anlagenbereichen unzulässig beeinträchtigt werden kann. Dies gilt sowohl für verfahrenstechnische Systeme als auch für die Energieversorgung und das Reaktorschutzsystem...
-

Im Hinblick auf das Einzelfehlerkonzept ist in den RSK-Leitlinien [2], Kap. 19.1, Flugzeugabsturz festgelegt:

- (7) Bei der Auslegung gegen einen Flugzeugabsturz ist das gleichzeitige Auftreten eines Einzelfehlers nicht zu unterstellen; auch ein gleichzeitiger Instandsetzungsfall wird nicht postuliert.
- (8) Erfordert die Beherrschung eines derartigen Flugzeugabsturzes die Funktion von Sicherheitseinrichtungen eher als nach einer Zeit von 30 Minuten, so ist ein Einzelfehler in den aktiven Systemteilen zu unterstellen. Bei der Betrachtung der Langzeit-Nachkühlphase ist nachzuweisen, dass erforderlichenfalls an den für die Langzeit-Nachkühlphase benötigten Sicherheitseinrichtungen rechtzeitig Instandsetzungsmaßnahmen durchgeführt werden können.

Hinsichtlich der Überlagerung eines Notstandsfall mit einem Einzelfehler wird in den "Interpretationen zu den Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke" zum "Einzelfehlerkonzept – Grundsätze für die Anwendung des Einzelfehlerkriteriums" [7] festgestellt:

Anlageninterne Ereignisse und Einwirkungen von außen sind im Hinblick auf die Anwendung des Einzelfehlerkonzepts grundsätzlich gleichzusetzen.

Bei anlageninternen Ereignissen mit sehr geringer Eintrittswahrscheinlichkeit (z. B. ATWS), bei äußeren Einwirkungen mit sehr geringer Eintrittswahrscheinlichkeit (wie z. B. Flugzeugabsturz und Explosionsdruckwelle) und bei Ereignisketten mit sehr geringer Eintrittswahrscheinlichkeit, die keine Auslegungstörfälle i. S. d. § 28 Abs. 3 StrlSchV sind, ist das gleichzeitige Auftreten eines Einzelfehlers nicht zu unterstellen; auch ein gleichzeitiger Instandsetzungsfall wird nicht postuliert.

Die in den am 20.11.2012 verabschiedeten „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ [9] enthaltenen Anforderungen an die Beherrschung der Notstandsfälle entsprechen im Wesentlichen den Anforderungen in der RSK LL [2].

Im Hinblick auf die Überlagerung eines Notstandsfall mit einem Einzelfehler ist in Anhang 4 „Grundsätze für die Anwendung des Einzelfehlerkriteriums und für die Instandhaltung“ der „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ folgende Anforderung enthalten:

2.4 (1) Bei Notstandsfällen muss im Anforderungsfall in allen Betriebsphasen für die erforderlichen sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen grundsätzlich weder ein Einzelfehler noch ein Instandhaltungsfall unterstellt werden (Redundanzgrad $n+0$).

2.4 (2) Zur Beherrschung der Einwirkungen aus Notstandsfällen ist für die Funktion von Einrichtungen, die innerhalb der ersten 30 Minuten erforderlich sind, ein Einzelfehler in aktiven Systemteilen dieser Einrichtungen zu unterstellen (Redundanzgrad $n+1$). Für Einrichtungen die innerhalb der ersten 30 Minuten nicht benötigt werden, muss weder ein Einzelfehler noch ein Instandhaltungsfall unterstellt werden (Redundanzgrad $n+0$).

Als Bewertungsmaßstab für die Konkretisierung von Anforderungen im Zusammenhang mit der 10-h-Autarkie werden zusätzlich die RSK-Empfehlung "Regelungen zu Anlagenzuständen nach Eintritt eines Störfalls" [10] sowie die Empfehlungen der RSK zur Robustheit von deutschen Kernkraftwerken [11], [12] herangezogen.

4 Konkretisierung von Anforderungen und Ableitung von Empfehlungen

In den Beratungen des Ausschusses ANLAGEN- UND SYSTEMTECHNIK haben Überlegungen zur langfristigen Absicherung der Kühlung der D2-Notspeisediesel, die durch den Review Prozess im Kontext des EU Stresstests für Kernkraftwerke angestoßen wurden, einen Klarstellungs- und Konkretisierungsbedarf hinsichtlich folgender Aspekte ergeben:

- a) Überlagerung eines Notstandsfalles mit einem Einzelfehler;
- b) Anforderungen an die Maßnahmen zur Ergänzung der Notspeisewasservorräte bei DWR und
- c) Betriebsreglement.

Zu a): Überlagerung eines Notstandsfalles mit einem Einzelfehler

Aus Abschnitt 3 geht hervor, dass die Anforderungen des kerntechnischen Regelwerks zur Überlagerung eines Notstandsfalles mit einem Einzelfehler, wie sie bis zur Verabschiedung der „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ bestanden, nicht einheitlich waren. Während einerseits gemäß den „Grundsätzen für die Anwendung des Einzelfehlerkriteriums“ [7] das gleichzeitige Auftreten eines Einzelfehlers oder das Vorliegen eines Instandsetzungsfalls zusammen mit dem Notstandsfall nicht zu unterstellen war, war andererseits gemäß RSK-Leitlinien [2] ein Einzelfehler in den aktiven Systemteilen derjenigen Sicherheitseinrichtungen zu unterstellen, deren Funktion zur Beherrschung eines Flugzeugabsturzes früher als nach einer Zeit von 30 Minuten erforderlich ist.

In Betriebshandbüchern von DWR-Anlagen wird trotz der Anforderungen in [2], im Kapitel „EVA¹ während Leistungsbetrieb“ unter Verweis auf [7] festgestellt, dass das gleichzeitige Auftreten eines Einzelfehlers oder eines Instandsetzungsfalls während EVA nicht unterstellt wird.

¹ Mit EVA sind dabei die sehr seltenen Ereignisse Flugzeugabsturz und Explosionsdruckwelle gemeint.

Mit der Verabschiedung der „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ [9] ist gefordert, dass für die Funktion von Einrichtungen, die innerhalb der ersten 30 Minuten erforderlich sind, ein Einzelfehler in aktiven Systemteilen dieser Einrichtungen zu unterstellen ist. Die diesbezügliche Anforderung in den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ [9] entspricht somit i.W. den Anforderungen in Kap. 19.1 der RSK LL [2].

Allerdings haben Diskussionen im Ausschuss ANLAGEN- UND SYSTEMTECHNIK gezeigt, dass hinsichtlich der Bestimmung der Funktionen von Einrichtungen, die innerhalb der ersten 30 Minuten erforderlich sind, noch Interpretationsspielraum besteht. Die RSK empfiehlt hierzu folgende Konkretisierung:

Funktionen, die innerhalb der ersten 30 Minuten angefordert werden und deren Wirksamkeit für die Erreichung und Aufrechterhaltung eines kontrollierten Anlagenzustandes während der 10-h-Autarkiezeit erforderlich ist, sollen auch unter Berücksichtigung eines Einzelfehlers gewährleistet sein.

Zu b): Anforderungen an die Maßnahmen zur Ergänzung der Notspeisewasservorräte beim DWR

Der Betrieb der D2-Notspeisediesel ist wesentlich für das Abfahren der Anlage nach Ablauf der 10-h-Autarkie und für die dauerhafte Nachwärmeabfuhr, sofern keine anderweitige Stromversorgung zur Verfügung steht oder kurzfristig aufgebaut werden kann. Hierzu ist die Bereitstellung ausreichender Betriebsstoff- und Hilfsstoffmengen (Diesel, Schmieröl) sowie eine ausreichende Deionat- oder Wasserversorgung zur Dieselkühlung zu gewährleisten. Zudem ist ggf. die weitere Bespeisung der Dampferzeuger sicherzustellen.

Als Grundlage für seine Beratungen zieht der Ausschuss folgende Informationen heran:

- Die Deionatvorräte in den Becken der Notspeisesysteme sind mindestens während der 10-h-Autarkiephase ausreichend für die Dampferzeugerbespeisung und die Dieselkühlung, müssen danach aber ergänzt werden, falls die Dampferzeugerbespeisung und die Stromversorgung der erforderlichen Verbraucher nicht auf andere Weise sichergestellt werden. Andernfalls käme es zum Ausfall der D2-Notspeisediesel infolge mangelnder Kühlung mit Auswirkungen auf die den D2-Notspeisedieseln zugeordneten Einrichtungen zur sekundärseitigen und primärseitigen Nachwärmeabfuhr.
- Falls es in der Autarkiezeit zur automatischen Auslösung des 100 K/h-Abfahrens durch Kühlmitteldruck $< 131 \text{ bar}$ UND $\Delta p > 30 \text{ mbar}$ (Differenzdruck Containment gegen Atmosphäre) kommt, ergeben sich keine ungünstigeren Verhältnisse, da einerseits zwar innerhalb der Autarkiezeit mehr Notspeisewasser in die Dampferzeuger eingespeist wird, andererseits aber dadurch die Verwerfmenge des Deionats aus der Dieselkühlung reduziert wird.
- Zur Bereitstellung zusätzlicher Wasser-/Deionatvorräte, die nach der Autarkiezeit benötigt werden, bestehen in den Anlagen verschiedene Möglichkeiten. In einigen Anlagen gibt es Nachspeisemöglichkeiten über festinstallierte und D2-versorgte Einrichtungen (z. B. Brunnenwassersysteme) oder Rohrleitungen vom EVA-festen Nebenkühlwassersystem zum Notspeisegebäude. Zusätzliche Einspeisemöglichkeiten greifen auf Vorräte in nicht gegen EVA ausgelegten, aber räumlich getrennten Gebäuden zurück, wobei allerdings eine funktionsfähige

D1-Stromversorgung benötigt wird. Darüber hinaus gibt es weitere Nachspeisemöglichkeiten, die z. B. in Notfallhandbüchern beschrieben sind.

Nach Auffassung des Ausschusses ANLAGEN- UND SYSTEMTECHNIK sollte die Kühlwasserversorgung der D2-Notspeisediesel (sowie die Bespeisung der Dampferzeuger, soweit erforderlich) auch nach Verbrauch der Deionatvorräte in den Deionatbecken als Teil der vorzusehenden Notstandsmaßnahmen entsprechend zuverlässig und wirksam gestaltet sein.

Vor diesem Hintergrund empfiehlt die RSK, dass im Rahmen eines EVA-Gesamtkonzepts zur gesicherten Wasserversorgung des Notspeisesystems nach Erschöpfung der Vorräte der Notspeisebecken (unter Einbeziehung des Schutzgrades von Gebäuden und deren räumlich getrennter Anordnung) eine Möglichkeit für eine Wasserversorgung über festinstallierte, auch unter diesen Bedingungen funktionsfähige Einrichtungen (einschließlich der Stromversorgung) vorhanden sein soll. Handmaßnahmen, wie das Anschließen von Verbindungsstücken innerhalb von Gebäuden, die gegen Notstandsfälle ausgelegt und zugänglich sind oder aufgrund räumlicher Trennung als unbeschädigt unterstellt werden können, sind hierbei zulässig. Die Kapazität dieser gesichert verfügbaren Einrichtungen zur Nachspeisung muss ausreichend sein, um einen sicheren Betrieb der benötigten D2-Notspeisediesel sowie die weitere Bespeisung der Dampferzeuger (soweit erforderlich) zu gewährleisten.

Sofern in Anlagen Nachrüstungen zur Erfüllung dieser Empfehlung erforderlich werden, sollte für die Zeit bis zur Realisierung der Nachrüstungen aufgezeigt werden, dass eine ausreichende Wassernachspeisung verfügbar ist. Falls hierbei neben fest installierten Einrichtungen weitere Einspeisemöglichkeiten herangezogen werden, sollte die praktische Anwendbarkeit dieser Möglichkeiten unter Berücksichtigung der gegebenen Umstände gezeigt sein.

Zu c) Betriebsreglement

Im Hinblick auf die im Betriebsreglement für den Notstandsfall zu beschreibenden Maßnahmen bzw. Prozeduren ist zu berücksichtigen,

- dass unterschiedliche Folgeschäden aufgrund der externen Einwirkungen vorliegen können und,
- dass nach einer automatischen Stabilisierung der Anlage im kontrollierten Zustand „heiß, unterkritisch“ ein Vorgehen im Betriebsreglement festzulegen ist, auf welchem Wege nach der Autarkiephase die Anlage abhängig vom Anlagenzustand und von Systemverfügbarkeiten in den Zustand „kalt, unterkritisch, drucklos“ überführt und dann langfristig darin gehalten werden kann.

Daher ist es aus Sicht der RSK erforderlich, dass im Betriebsreglement

- Festlegungen zur Überprüfung des Anlagenzustands im Hinblick auf die Verfügbarkeit der zur weiteren Ereignisbeherrschung und -behandlung erforderlichen Einrichtungen vorhanden sind, sowie
- Festlegungen zu erforderlichen Maßnahmen, einschließlich des Nachspeisens der Deionatbecken, auf Basis der anlagenspezifisch vorhandenen Möglichkeiten geeignet und ausreichend detailliert

beschrieben werden. Diese Festlegungen sollten auch ein in der 10-h-Autarkiephase erfolgtes automatisches Abfahren sowie einen aufgetretenen Einzelfehler berücksichtigen.

5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Zusammenfassend kommt die RSK zu folgenden Empfehlungen:

Konkretisierung der Anforderung zur Überlagerung eines Notstandsfalles mit einem Einzelfehler

Die RSK empfiehlt, dass Funktionen, die innerhalb der ersten 30 Minuten angefordert werden und deren Wirksamkeit für die Erreichung und Aufrechterhaltung eines kontrollierten Anlagenzustandes während der 10-h-Autarkiezeit erforderlich ist, auch unter Berücksichtigung eines Einzelfehlers gewährleistet sein sollen.

Konkretisierung von Anforderungen an Maßnahmen zur Ergänzung der Notspeisewasservorräte beim DWR

Der Betrieb der D2-Notspeisediesel ist wesentlich für das Abfahren der Anlage nach Ablauf der 10-h Autarkie und für die dauerhafte Nachwärmeabfuhr, sofern keine anderweitige Stromversorgung zur Verfügung steht oder kurzfristig aufgebaut werden kann. Hierzu ist die Bereitstellung ausreichender Betriebsstoff- und Hilfsstoffmengen (Diesel, Schmieröl) sowie eine ausreichende Deionat- oder Wasserversorgung zur Dieselkühlung zu gewährleisten. Zudem ist ggf. die weitere Bespeisung der Dampferzeuger sicherzustellen. Nach Auffassung der RSK sollte daher die Kühlwasserversorgung der D2-Notspeisediesel (sowie die Bespeisung der Dampferzeuger, soweit erforderlich) auch nach Verbrauch der Deionatvorräte in den Deionatbecken als Teil der vorzusehenden Notstandsmaßnahmen entsprechend zuverlässig und wirksam gestaltet sein.

Die RSK empfiehlt hierzu,

- dass im Rahmen eines EVA-Gesamtkonzepts zur gesicherten Wasserversorgung des Notspeisesystems nach Erschöpfung der Vorräte der Notspeisebecken (unter Einbeziehung des Schutzgrades von Gebäuden und deren räumlich getrennter Anordnung) eine Möglichkeit für eine Wasserversorgung über festinstallierte, auch unter diesen Bedingungen funktionsfähige Einrichtungen (einschließlich der Stromversorgung) vorhanden sein soll. Handmaßnahmen, wie das Anschließen von Verbindungsstücken innerhalb von Gebäuden, die gegen Notstandsfälle ausgelegt und zugänglich sind oder aufgrund räumlicher Trennung als unbeschädigt unterstellt werden können, sind hierbei zulässig. Die Kapazität dieser gesichert verfügbaren Einrichtungen zur Nachspeisung muss ausreichend sein, um einen sicheren Betrieb der benötigten D2-Notspeisediesel sowie die weitere Bespeisung der Dampferzeuger (soweit erforderlich) zu gewährleisten.
- dass, sofern in Anlagen Nachrüstungen zur Erfüllung der o. g. Empfehlung erforderlich werden, für die Zeit bis zur Realisierung der Nachrüstungen aufgezeigt werden sollte, dass eine ausreichende Wassernachspeisung verfügbar ist. Falls hierbei neben fest installierten Einrichtungen weitere Einspeisemöglichkeiten herangezogen werden, sollte die praktische Anwendbarkeit dieser Möglichkeiten unter Berücksichtigung der gegebenen Umstände gezeigt sein.

Empfehlung zu Darstellungen im Betriebsreglement

Aus Sicht der RSK ist es erforderlich, dass im Betriebsreglement

- Festlegungen zur Überprüfung des Anlagenzustands im Hinblick auf die Verfügbarkeit der zur weiteren Ereignisbeherrschung und -behandlung nach Ablauf der 10-h-Autarkie erforderlichen Einrichtungen vorhanden sind, sowie
- Festlegungen zu erforderlichen Maßnahmen, einschließlich des Nachspeisens der Deionatbecken, auf Basis der anlagenspezifisch vorhandenen Möglichkeiten geeignet und ausreichend detailliert beschrieben werden. Diese Festlegungen sollten auch ein in der 10-h-Autarkiephase erfolgtes automatisches Abfahren sowie einen aufgetretenen Einzelfehler berücksichtigen.

Unterlagen

- [1] Ergebnisprotokoll der 206. Sitzung des RSK-Ausschusses REAKTORBETRIEB am 26.10.2011
- [2] RSK-Leitlinien für Druckwasserreaktoren, Stand 11/96
- [3] Ergebnisprotokoll der 79. Sitzung des RSK-Ausschusses ANLAGEN-UND SYSTEMTECHNIK am 12.04.2012-
- [4] Ergebnisprotokoll der 80. Sitzung des RSK-Ausschusses ANLAGEN-UND SYSTEMTECHNIK am 31.05.2012
- [5] Ergebnisprotokoll der 81. Sitzung des RSK-Ausschusses ANLAGEN-UND SYSTEMTECHNIK am 05.07.2012
- [6] Ergebnisprotokoll der 83. Sitzung des RSK-Ausschusses ANLAGEN-UND SYSTEMTECHNIK am 04.10.2012
- [7] "Interpretationen zu den Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke"
Einzelfehlerkonzept - Grundsätze für die Anwendung des Einzelfehlerkriteriums (Stand: 2.3.1984), RS 3.49
- [8] W. Pointner (GRS); Abfahren eines DWRs im Notstandsfall bis zur Übernahme der Wärmeabfuhr über das Notnachkühlsystem, Präsentation, 84. AST Sitzung, 8. November 2012
- [9] BMU, Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke, RS I 5 – 13303/01, 20. November 2012
- [10] RSK Empfehlung "Regelungen zu Anlagenzuständen nach Eintritt eines Störfalls" (439. Sitzung am 07.07.2011)
- [11] RSK Stellungnahme, Anlagenspezifische Sicherheitsüberprüfung (RSK-SÜ) deutscher Kernkraftwerke unter Berücksichtigung der Ereignisse in Fukushima-I (Japan), 16. Mai 2011
- [12] RSK Empfehlung (450. Sitzung am 26./27.09.2012), Empfehlungen der RSK zur Robustheit deutscher Kernkraftwerke