

# **BSK-Ersatz Anforderungen an den Ersatz von Brandschutzklappen**

**ENSI/SGV-Fachgespräch 28.08.2018**



## **INHALTSVERZEICHNIS:**

- 1. Einleitung**
- 2. Vorstellen temporäre Nachrüstung Antrieb**
- 3. Überblick erforderlicher Massnahmen zum Ersatz einer BSK**
- 4. Abschätzung des zeitlichen Aufwands für eine BSK**



## Gesetzlicher Aufbau

### KENERGIEGESETZ

(KEG, SR 732.1 21. März 2003)



### KENERGIEVERORDNUNG

(KEV, SR 732.11 10. Dez. 2004)



### ENSI RICHTLINIEN

(Reglungen in ca. 40 Richtlinien)



Art. 6 Aufsichtsbehörden  
ENSI in Bezug auf nukleare  
Sicherheit und Sicherung

Sicherheitstechnische Klassierung für bestehende  
Kernkraftwerke

Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen

**ENSI-G01**

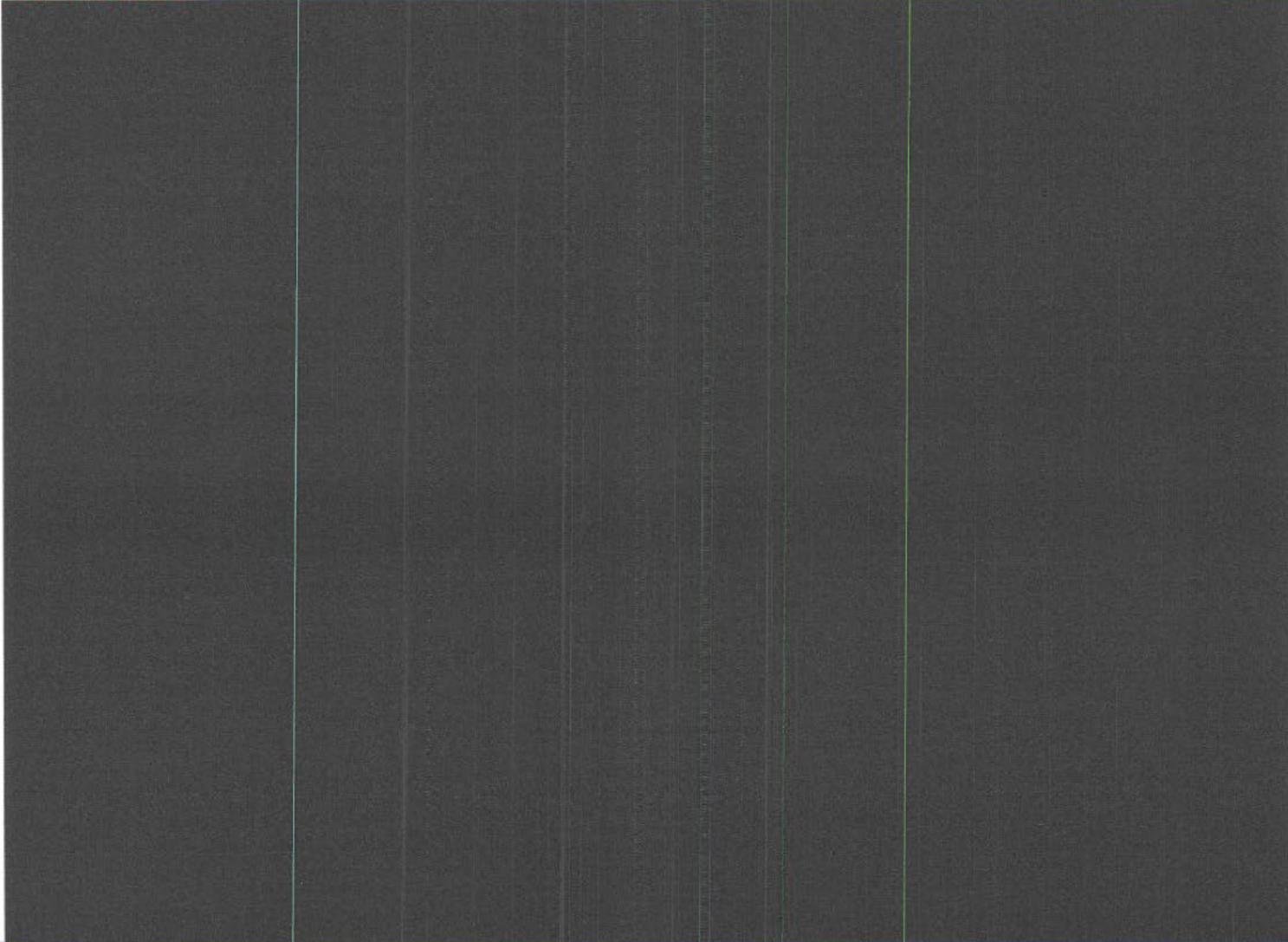
- SK 4: Brandschutzausrüstungen mit Bedeutung für die nukleare Sicherheit
- 0E: Elektrische Ausrüstungen des Brandschutzes (mit sicherheitstechnischer Bedeutung)

Gesuchsunterlagen für freigabepflichtige Änderungen  
an Kernanlagen

Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen

**ENSI-A04**

4 stufiges Freigabeverfahren





## Überblick Verteilung der Nordluft - BSK

### Bauwerksklasse 1:

- In BK1 sind 433 Nordluft - BSK eingesetzt – 139 davon in der kontrollierten Zone
- In BK1 liegen Eingriffe in die Baustruktur im Überwachungsbereich des ENSI, sind also mindestens meldepflichtig oder bedürfen einer Freigabe

### Bauwerksklasse 2:

- In BK2 sind 31 Nordluft - BSK eingesetzt
- In BK1 liegen Eingriffe in die Baustruktur im Überwachungsbereich des ENSI, sind also mindestens meldepflichtig oder bedürfen einer Freigabe

### Sonstige Gebäude:

- Nur 33 Nordluft - BSK sind in Gebäuden ohne betriebliche oder sicherheitstechnischer Relevanz eingesetzt
- Das Verfahren bei Änderungen an Brandschutzausrüstungen ist in diesem Bereich unklar



## Temporäre Nachrüstung Zusatzantrieb

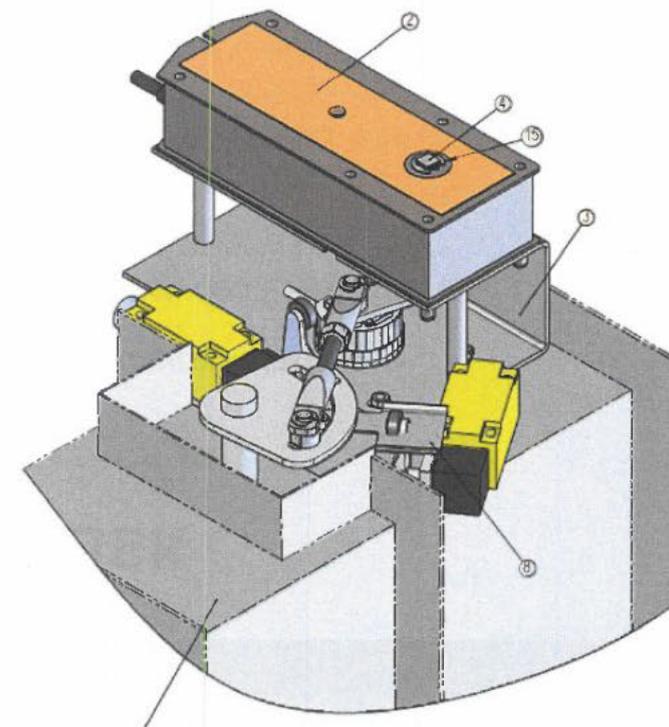
Ziel der Nachrüstung – erhöhen der Funktionssicherheit

Testergebnisse:

- Tests an einer kleinen und einer grossen BSK durchgeführt
- Bei beiden Grössen erfolgte sicheres Schliessen

Montageanforderungen:

- Nachrüst-Kit bei mind. 90% der Klappen anwendbar
- Zugänglichkeit für Montage teilweise erschwert
- Aufwand für Umrüstung je Antrieb ca. 1 bis 2 Tage





## Akzeptanz Zusatzantrieb

- Die Änderung wird im H1 beschrieben und der sicherheitstechnische Einfluss durch die geänderte BSK-Funktion bewertet
- Mit dem H1 wird dem ENSI die Freigabe zur Einzelanwendung für den Einsatz eines Zusatzantriebs eingereicht
- Für die frühzeitige Anwendung wäre ist eine vorgezogene Freigabe angestrebt
- Auf die Freigabeschritte H2-H3 soll verzichtet werden
- Die Dokumentation der temporären Nachrüstung erfolgt intern – am Ende der Gesamtanlagenänderung sind alle temporären Antriebe entfernt
- Die Qualitätsanforderungen an das Nachrüst-Kit werden in der Bestellung definiert und sind durch den Lieferanten durch ein 2.2-Zeugnis zu bestätigen



## Überblick vorgesehene Massnahmen Ersatz BSK

### Ersatz der BSK durch Demontage

- Die BSK wird aus der Baustruktur entnommen und eine neue BSK eingesetzt
- Die Kanalanschlüsse vor und nach der BSK müssen aufgrund der geänderten Baulänge angepasst werden

### Ersatz der BSK durch Vorbau zu bestehender BSK

- Klappenblatt und Welle werden aus der Alt-BSK entfernt
- Die neue BSK wird vor die Alt-BSK vorgesetzt und der anschliessende Kanal angepasst
- der Bereich zwischen Klappenblatt und Wand wird mittels Promat geschützt

### Entfall BSK durch Isolation von Luftkanälen (Transiträume)

- Klappenblatt und Welle werden aus der Alt-BSK entfernt
- Der anschliessende Kanalabschnitt wird mittels Brandschutzisolation geschützt



## Zusatzmassnahmen zum BSK-Ersatz

Während des Ersatz der BSK ist die Anlage zu schützen, was Zusatzmassnahmen erfordert:

- Freigaben für Eingriffe in die Baustruktur (bei Änderungen der Kanalabstützung usw.)
- Gerüstarbeiten für den Zugang zu den BSK
- Einhausungen (ggf. mit Unterdruckhaltung) um Staubaustrag zu verhindern
- Ersatzkühlung von Räumen
- Strahlenschutzmassnahmen:
  - Abschirmungen
  - Aufbau einer gerichteten Luftströmung
- Störkantenbeseitigung



## Aufwand BSK-Ersatz ohne Zusatzmassnahmen

Anhand von Erfahrungen für den Ersatz einer mittleren BSK (z.B. 500x500) ergibt sich folgender Aufwand – ohne Vor- und Nacharbeiten zum Schutz der Anlage:

- |   |               |                                  |
|---|---------------|----------------------------------|
| ▪ Demontage der Anschlusskanäle         | ca. 2 Stunden |                                  |
|   |               | ca. 5 Stunden im Kontrollbereich |
| ▪ Abhängen der elektrischen Anschlüsse  | ca. 1 Stunde  |                                  |
| ▪ Ausspitzen der BSK                    | ca. 3 Stunden |                                  |
| ▪ Reinigen der Wanddurchdringung        | ca. 1 Stunde  |                                  |
| ▪ Einpassen und fixieren der neuen BSK  | ca. 2 Stunden |                                  |
| ▪ Einschalen und Verguss                | ca. 2 Stunden |                                  |
| ▪ Anschluss der elektrischen Ausrüstung | ca. 1 Stunde  |                                  |
| ▪ Anpassen der Anschlusskanäle          | ca. 2 Stunden |                                  |
- Brandabschnitt offen



## Aufwand Zusatzmassnahmen

Anhand von Erfahrungen für den Ersatz einer mittleren BSK (z.B. 500x500) ergibt sich folgender Aufwand – ohne Vor- und Nacharbeiten zum Schutz der Anlage:

- Errichten/Demontage Gerüst ca. 6 Stunden
- Auf-/Abbau einer Einhausung (einfach) ca. 4 Stunden  
(mit Strahlenschutz / Asbest) ca. 6 Stunden
- Auf-/Abbau temporäre Kühlung ca. 4 Stunden
- Massnahmen für Unterbrechung Lüftung ca. 4 Stunden

Der Schutz der Anlage ist auf beiden Seiten der Wand einer BSK erforderlich. Auch wenn Arbeitspakete auf einen Raum ausgerichtet werden, sind alle umliegenden Räume von der Massnahme betroffen.



## Einschätzung Aufwand für Ersatz einer BSK

- Betrachtet wurde der einfache Ersatz einer BSK
- Werden alternative Massnahmen, wie das Vorsetzen einer BSK oder die Brandschutzisolation vorgesehen steigt der Aufwand deutlich an
- Durchschnittlich ist von einem Aufwand von ca. 1 Woche/BSK auszugehen
  - ca. 10 Stunden für den reinen Austausch
  - ca. 25 Stunden für die Zusatzarbeiten
- Bei 550 BSK entspricht dies einem theoretischen Zeitbedarf von 10 Jahren



## Anforderungen an die Planung

- Arbeitspakete sollen so gestaltet werden, dass betriebswichtige Räume nur einmal betreten werden müssen
- In der zeitlichen Einplanung der Arbeitspakete sind betriebliche und radiologische Aspekte zu berücksichtigen
- Wird der Einsatz brandschutzisolierter Kanäle berücksichtigt ergeben sich Abhängigkeiten zwischen den Arbeitspaketen
- Bauliche Eingriffe benötigen eine B2/B3-Freigabe, was im Planungsvorlauf zu berücksichtigen ist
- Störkanten, die zu einem eigenständigen Verfahren H1-H4 führen bedeuten eine Verzögerung von ca. einem Jahr
- Auffällige Brandschutzklappen, die nicht mit einem Antrieb nachzurüsten sind, sollen möglichst zeitnah ersetzt werden

Zur Qualitätssicherung werden die Arbeiten/Prüfungen in einem BSK-spezifischen Ablauf dokumentiert (Anlehnung an VPU) – führt zu Zusatzaufwand, sichert aber die erforderliche nukleare Qualität ab

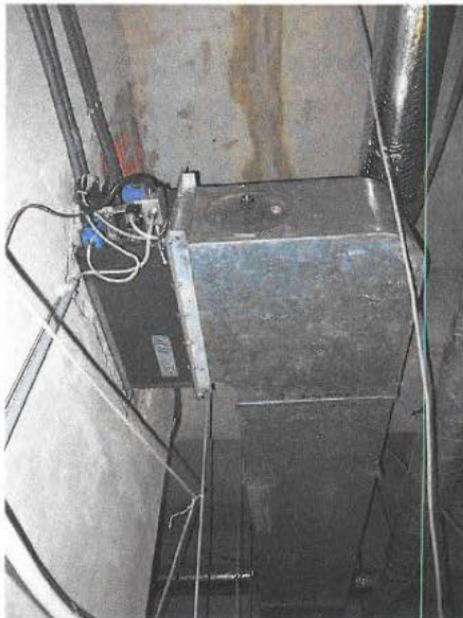


## Fallbeispiel – 1

### Antriebsseite in Zwischendecke

Leichte Zugänglichkeit in Zwischendecke, mit:

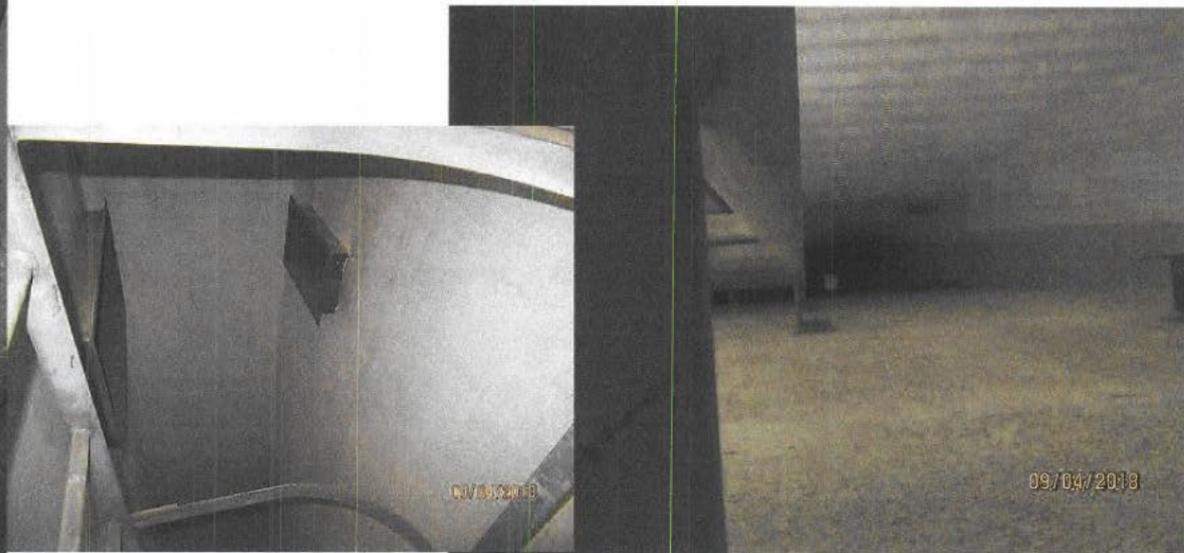
- Gerüst
- Staubschutz



### Nichtantriebsseite in Zwischendecke

Zugänglichkeit erschwert, erfordert:

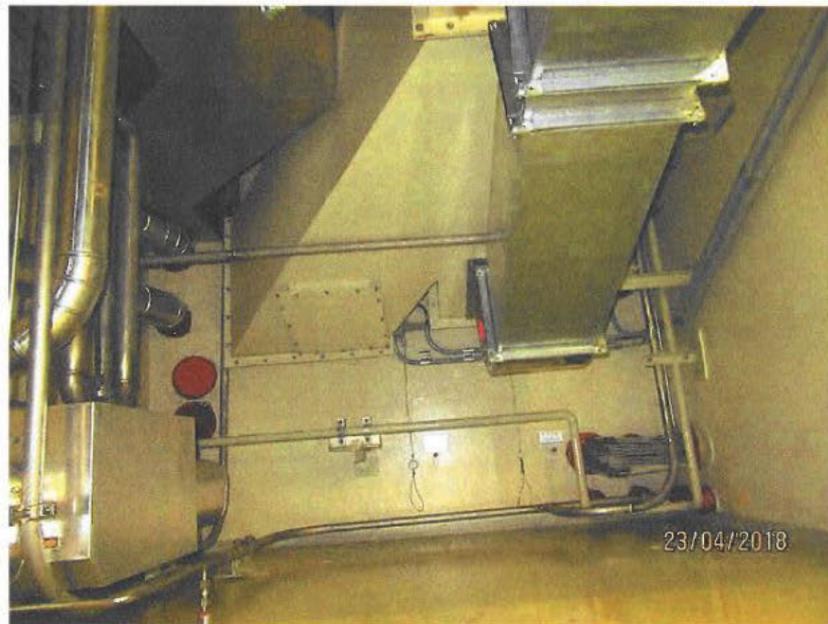
- Gerüstbau in Schacht (Tiefe 12m)
- Lüftungsbetrieb muss aufrechterhalten werden
- Kein Staubeintrag in Abluftstrang





## Fallbeispiel – 2

- Antriebsseite über Kriechgang zugänglich
- Nichtantriebsseite im Konzentratabfüllraum (Strahlenschutz)
- Aufwendige Demontage und Strahlenschutzmassnahmen erforderlich

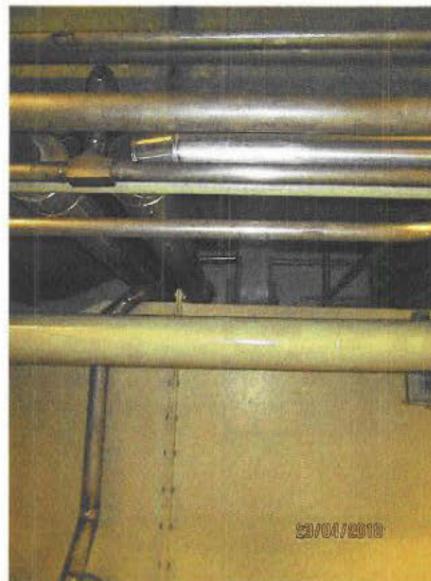
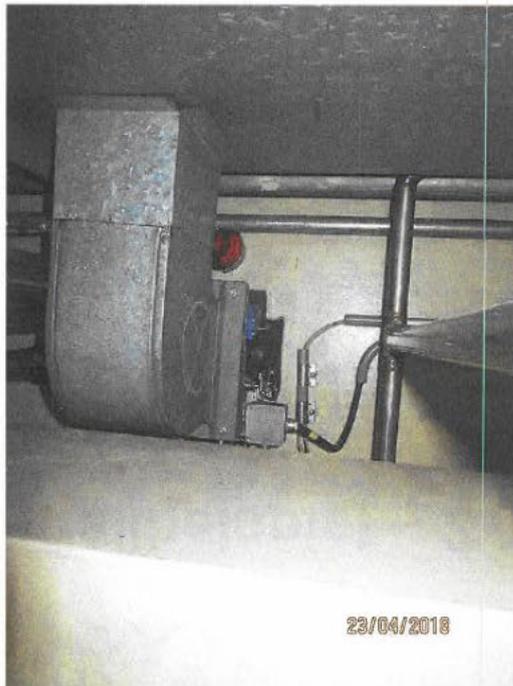




## Fallbeispiel – 3

### Antriebsseite

- Für Zugang Demontage von Kanal der Notabluft erforderlich



### Nichtantriebsseite

- Demontage von Rohrleitungen für Zugänglichkeit keine Alternative



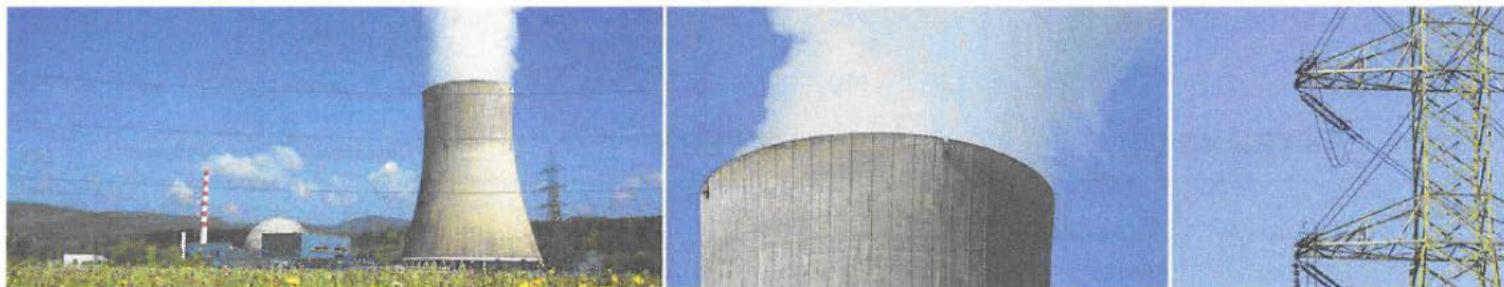


**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

Dokument-Nr. ANO-S-92840  
EDMS-Nr. 764615  
AKZ

Betrifft **Ersatz Brandschutzklappen - Forderungen 6 und 7 aus der Stellungnahme des ENSI vom 17. Mai 2018**

Autoren		[REDACTED]		
Ersetzt Dok-Nr.				
Rev.	Rolle	Name	Datum	Zeit
v1	Ersteller	[REDACTED]	25.09.2018	11:18



Dokument-Nr. ANO-S-92840



EDMS-Nr. 764615

Anzahl Seiten 18 (Signaturblatt ist Bestandteil dieses Dokumentes)

**INTERN**

**AKTENNOTIZ**

**Ersatz Brandschutzklappen - Forderungen 6 und 7 aus der Stellungnahme des ENSI vom 17. Mai 2018**

**Projekt: Ersatz BSK**

Inhaltsübersicht

<b>1</b>	<b>Auslöser für die Erstellung</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Ziel</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Forderung 6 aus der ENSI-Stellungnahme</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Forderung 7 aus der ENSI-Stellungnahme – erdbebeninduzierte Brände</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>Referenzen</b>	<b>18</b>

## 1 Auslöser für die Erstellung

Im Rahmen der Stellungnahme vom 17. Mai 2018 [1] zum übergeordneten Konzept für den Ersatz der Brandschutzklappen [2], [3] hat das ENSI insgesamt acht Forderungen an KKG gerichtet. Davon stellen die Forderungen 6 und 7 den Auslöser für die Erstellung dieser Aktennotiz dar.

## 2 Ziel

In der vorliegenden Aktennotiz werden Informationen zusammengestellt, um die Forderung 6 und die Forderung 7 bzgl. des Teils erdbebeninduzierter Brände zu erfüllen (Termin: 30. September 2018 mit dem neu einzureichenden H1-Freigabeantrag).

## 3 Forderung 6 aus der ENSI-Stellungnahme

### 3.1 Ausgangssituation

**Forderung 6:** *"Pauschale Aussagen wie z. B. die Nichtanwendbarkeit der KTA 2101 bezüglich Rauch- und Aktivitätsverschleppung sind nicht nachvollziehbar. Die bisher im Konzept genannte Bewertungsgrundlage ist durch nukleare Regelwerke zu erweitern und daraus eine begründete Anforderungsspezifikation für die BSK zu erstellen, die mit dem Antrag auf Konzeptfreigabe einzureichen ist."*

Diese Forderung ist eine Fortschreibung der Forderung des ENSI aus der Stellungnahme zum Vorwissen KKG 2016-26 (ENSI 17/2016). Dort hiess es: "Die sicherheitstechnischen Regeln der KTA bezüglich der Rauch- und Aktivitätsverschleppung (KTA 2101, Kap. 5.4.1, Abs. (1) a) sind zu berücksichtigen." KKG hat diesbezüglich in den im Laufe des Projekts durchgeführten Fachdiskussionen anlässlich verschiedener Fachgespräche mehrfach dargelegt, dass die internationalen Anforderungen (RSK, KTA, IAEA) durch das Schweizer kerntechnische Regelwerk abgedeckt sind, so dass es genügend ist, die Anforderungen der nationalen Gesetzgebung zu berücksichtigen. Dies wird nachfolgend ausführlich an Hand einer Analyse der relevanten Regelwerksanforderungen dargelegt

### 3.2 Vergleich mit Anforderungen des deutschen Regelwerks

Einleitend wird auf den direkt vom ENSI angesprochenen Punkt 5.4.1 der KTA 2101 eingegangen.

In der KTA-Regel 2101 heisst es (Zitat):

#### 5.4.1 Allgemeines

(1) Im Hinblick auf einen Brand sind neben den Anforderungen an die bestimmungsgemäßen Funktionen der Lüftungstechnischen Anlagen nach KTA 3601 Anforderungen zur

- a) Verhinderung einer Rauch- und Aktivitätsverschleppung,
- b) Weiterbelüftung nicht betroffener Redundanzen soweit erforderlich,
- c) Vermeidung der Verrauchung von notwendigen Treppenträumen und Schleusenvorräumen,
- d) Ermöglichen einer manuellen Brandbekämpfung und
- e) Ableitung von Rauch und Wärme

zu erfüllen, sofern dies zur Einhaltung der Ziele des Brandschutzes nach Abschnitt 1 erforderlich ist.

##### Hinweis:

Bei diesen Lüftungstechnischen Anlagen handelt es sich um:

- a) Betriebliche Lüftungsanlagen
  - aa) Anlagen zur betrieblichen Wärmeableitung in vom Brand nicht betroffenen Bereichen,
  - ab) Anlagen zur Unterdruckhaltung gegenüber Atmosphäre,
  - ac) Anlagen zur Belüftung von Warte und Notsteuerstelle und
  - ad) Anlagen zur Ableitung der aus benachbarten redundanten Bereichen im Brandfall übertragenen Wärme,
- b) Anlagen zur Ableitung von Rauch und Wärme sowie
- c) Anlagen zur Vermeidung von Verrauchung in notwendigen Treppenträumen  
und Kombinationen aus o. g. Lüftungstechnischen Anlagen.

Die Ziele des Brandschutzes sind in der deutschen KTA 2101 wie folgt formuliert:

(2) Sie gilt in allen Betriebsphasen

- a) dem Schutz der Anlagenteile, deren Funktionen anforderungsgerecht zur Einhaltung der Schutzziele und der radiologischen Sicherheitsziele nach SiAnf Abschnitt 2.3 und 2.5
  - aa) Kontrolle der Reaktivität,
  - ab) Kühlung der Brennelemente,
  - ac) Einschluss der radioaktiven Stoffe und
  - ad) Begrenzung einer Strahlenexposition zu erhalten sind, sowie
- b) dem Schutz der dort tätigen Personen  
bei gebäudeinternen und gebäudeexternen Bränden.

Die radiologischen Sicherheitsziele einschliesslich der dafür zu verwendenden Berechnungsmethoden sind in der Schweiz bis auf Verordnungsstufe anders geregelt als in Deutschland und Gegenstand der nationalen Rechtshoheit, so dass sich ein Vergleich auf qualitative Aspekte beschränken muss.

Die Schutzziele der nuklearen Sicherheit sind in der Richtlinie ENSI-G01 dargelegt (Zitat)

## Das Schutzzielkonzept

- a. Ein Kernkraftwerk ist so auszulegen, dass im Normalbetrieb, bei Betriebsstörungen und bei Störfällen
  1. das übergeordnete Schutzziel S4 „Begrenzung der Strahlenexposition von Mensch und Umwelt“ sowie
  2. die grundlegenden Schutzziele S1 „Kontrolle der Reaktivität“, S2 „Kühlung der Brennelemente“ und S3 „Einschluss radioaktiver Stoffe“ eingehalten werden.

In der R-50 heisst es:

### 5 Übergeordnete Ziele des Brandschutzes

Im Rahmen der Auslegung muss für Brandereignisse gezeigt werden, dass die grundlegenden Schutzziele für die Kernanlage

- Kontrolle der Reaktivität / Sicherstellen der Unterkritikalität,
- Kühlung der Brennelemente / Nachwärmeabfuhr,
- Einschluss der radioaktiven Stoffe,
- Begrenzung der Strahlenexposition

im Normalbetrieb und bei Auslegungsstörfällen erfüllt werden.

Die im Schweizer Regelwerk definierten Schutzziele der nuklearen Sicherheit stimmen mit der deutschen Definition der Schutzziele überein. Die G02 verlangt bezüglich der Schutzziele nicht nur Sicherheitsvorsorge-Massnahmen auf den Sicherheitsebenen 1-3, sondern auch darüber hinaus für den auslegungsüberschreitenden Bereich, Sicherheitsebene 4. Das deutsche Regelwerk SiAnf 2.3 kennt hier lediglich eine Anforderung bezüglich der Linderung der radiologischen Auswirkungen (Linderungsgebot).

Die Schweizer regulatorischen Anforderungen decken somit die deutschen Anforderungen ab. Quantitativ können sich Unterschiede aufgrund der unterschiedlichen radiologischen Nachweisforderungen ergeben. Anforderungen bezüglich Personenschutz entsprechen allgemein üblichen Anforderungen aus dem konventionellen Brandschutz gelten und sind nicht kernkraftwerksspezifisch.

Weiter heisst es in der R-50

#### 7.1 Unterstellte Einwirkungen infolge Brand

Es sind alle Brandeinwirkungen zu berücksichtigen, unter anderem auch Flammen, Wärme, Rauch und Funken. Es sind Brände innerhalb und ausserhalb von Gebäuden anzunehmen.

## 7.2 Schutz der Sicherheitseinrichtungen, Redundanzentrennung

Systeme und Einrichtungen, welche für die nukleare Sicherheit erforderlich sind, sind in Kernanlagen mehrfach vorhanden. Die Brandschutzmassnahmen sind so auszuführen, dass durch einen Brand nur die Ausrüstung einer Redundanz betroffen werden kann. Bei bestehenden Anlagen können vorhandene Abweichungen akzeptiert werden, sofern die Sicherheitsfunktionen bei einem Brand anderweitig gewährleistet sind.

Die analoge Forderung in der KTA 2101 lautet:

(2) Es ist grundsätzlich sicherzustellen, dass bei einem Brand in einer Redundanz die Funktionen aller Redundanten in den anderen Redundanzen erhalten bleiben. Sofern dies aufgrund systemtechnischer oder nutzungstechnischer Erfordernisse nicht möglich ist, ist ein Ausfall von Redundanten infolge eines Brandes in den vom Brand nicht betroffenen Redundanzen zulässig, wenn die in Abschnitt 1 (2) a) aa) bis ad) aufgeführten Ziele mit den verbleibenden Sicherheitsfunktionen sichergestellt werden.

Das heisst, dass die R-50 bezüglich der Berücksichtigung möglicher Brandeinwirkungen grundsätzlich die gleichen Anforderungen stellt, diese jedoch im Unterschied zur KTA lösungsneutral formuliert. Dies ist angesichts der unterschiedlichen Auslegungskonzepte der Lieferanten der in Betrieb befindlichen Schweizer Kernkraftwerke bezüglich Sicherheitsvorsorge nachvollziehbar (kein Technologieverbot für Kernanlagen, die nicht von deutschen Lieferanten erstellt wurden, in der Schweiz; in Deutschland sind Anlagen amerikanischer Lieferanten ohne grundlegende Anpassung der Auslegungskonzepte nicht genehmigungsfähig).

Die Anforderungen bezüglich der Begrenzung der Auswirkungen eines Brandes auf Sicherheitseinrichtungen sind in der R-50 und in der KTA 2101 vergleichbar, wobei die KTA im Unterschied zur R-50 Abweichungen auch für Neubauanlagen zulassen würde. Insbesondere wird in der KTA ein Vorrang der technischen Nutzung vor dem Brandschutz eingeräumt, wenn dadurch die Schutzziele der nuklearen Sicherheit weiterhin eingehalten werden können. Es gibt somit eine klare Hierarchie der regulatorischen Anforderungen. Forderungen der nuklearen Sicherheit bezüglich "defence in depth" haben Vorrang vor sonstigen systemtechnischen und nutzungstechnischen Anforderungen und letztere haben in einem deutschen Kernkraftwerk Vorrang vor allgemeinen Forderungen des Brandschutzes. Dies heisst z. B., dass eine "Fail Safe" Auslegung der Brandschutzklappen bei Ausfall der Spannungsversorgung nach deutschem kerntechnischen Regelwerk nicht gefordert ist, wenn es für die Einhaltung der Schutzziele der nuklearen Sicherheit nicht erforderlich ist.

Die Auslegung des Brandschutzes im KKG erfolgte nach vergleichbaren Grundsätzen wie im deutschen Regelwerk. Diese Grundsätze waren bereits damals in den Projektierungsleitlinien des Anlagelieferanten verankert.

Im Unterschied zur klaren hierarchischen Strukturierung der verschiedenen technischen Anforderungen an Brandschutzeinrichtungen in der KTA verlangt die R-50 den Einsatz technischer Standardprodukte des Brandschutzes gemäss den VKF- Richtlinien, obwohl diese spezifischen Anforderungen die Technik von in Betrieb befindlichen Kernkraftwerken naturgemäss nicht berücksichtigen können. Das führt neu zur Forderung einer "fail-safe" Auslegung der Brandschutzklappen (fail-safe nur für Brandschutz, in bestimmten Fällen nicht "fail-safe" (oder kontraproduktiv) aus dem Blickwinkel der nuklearen Sicherheit), da die Verwendung vom VKF zugelassenen Brandschutzklappen über Abschnitt 6 der Richtlinie gefordert ist.

Die in der KTA 2101 explizit für Lüftungsanlagen (einschliesslich zugehöriger Brandschutzklappen) gestellten detaillierteren Anforderungen gelten nur unter folgenden Einschränkungen:

- 1) 5.4.1 "... sofern dies zur Einhaltung der Ziele des Brandschutzes nach Abschnitt 1 erforderlich ist" und
- 2) Unter Brandschutztechnische Trennung:

(2) Bei notwendigen Öffnungen in Außenwänden ist sicherzustellen, dass die Übertragung eines Brandes von Brandabschnitt zu Brandabschnitt verhindert wird. Diesbezügliche Schutzmassnahmen sind im Einzelfall festzulegen.

Das heisst, es sind grundsätzlich auch andere technische Lösungen möglich, als die explizit aufgelisteten Anforderungen an Lüftungsanlagen. Die Verhinderung einer Brandübertragung kann z.B. auch durch Reduktion der Brandlasten und/oder Brandlöscheinrichtungen oder durch räumliche Trennung erreicht werden, ohne explizite Ausbildung von separaten Brandabschnitten mit Isolation von Durchdringungen im Brandfall.

Übergeordnete Anforderungen an die Sicherheitsvorsorge bei anlageninternen Bränden sind in Deutschland in den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke im Anhang 3 im Kapitel 3.2 geregelt.

### **Anhang 3 zu den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“:**

#### **Anforderungen an den Schutz gegen Einwirkungen von innen und außen sowie aus Notstandsfällen**

Die dort formulierten Anforderungen stellen grundsätzlich gleiche oder ähnliche Anforderungen wie die KTA 2101, sind jedoch allgemeiner und in technischer Hinsicht lösungsneutral formuliert, z.B.

- |           |  |
|-----------|--|
| 3.2.1     | Anlageninterner Brand  |
| 3.2.1 (1) | Es sind Maßnahmen und Einrichtungen zum Schutz vor anlageninternen Bränden und deren Folgewirkungen sowohl innerhalb als auch außerhalb von Gebäuden vorzusehen. Unzulässige Auswirkungen von Bränden und deren Folgewirkungen sind durch Vorkehrungen des aktiven und passiven Brandschutzes zu verhindern. |

Etwas deutlicher als in der KTA2101 wird der Vorrang des bautechnischen Brandschutzes gegenüber dem anlagentechnischen Brandschutz zum Ausdruck gebracht:

- |           |  |
|-----------|--|
| 3.2.1 (9) | Redundante Einrichtungen des Sicherheitssystems sind grundsätzlich durch ausreichend feuerwiderstandsfähige Bauteile so zu trennen, dass ein durch Brand bedingter Ausfall von mehreren Redundanten verhindert werden kann.<br><br>Sofern der für einen Brand erforderliche Schutz aus systemtechnischen oder nutzungstechnischen Erfordernissen nicht durch bauliche Brandschutzmaßnahmen realisiert werden kann, muss durch andere Brandschutzmaßnahmen oder durch eine Kombination dieser Maßnahmen ein gleichwertiger Schutzzustand sichergestellt werden. |
|-----------|--|

Auch hier spiegelt sich das Primat der systemtechnischen und nutzungstechnischen Randbedingungen gegenüber dem Brandschutz wider, wenn aus Sicht der nuklearen Sicherheit der geforderte Schutzzustand (Erfüllung der Schutzziele der nuklearen Sicherheit) gewährleistet ist.

Sowohl die KTA2101 als auch die Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke verlangen die Berücksichtigung kausal zusammenhängender und bestimmter unabhängiger, aber wahrscheinlicher Ereigniskombinationen. Bezüglich Erdbeben wird bezüglich KKG im Abschnitt zur Forderung 7 darauf eingegangen. Generell ist festzuhalten, dass die gesetzlichen Grundlagen und die Methodik für die Festlegung von Gefährdungsannahmen für externe und interne Ereignisse in Deutschland (statistische oder deterministische Festlegungen) und in der Schweiz (risikobasiertes, probabilistisches Vorgehen) generell nicht vergleichbar sind und damit auch eine pauschale Übertragung diesbezüglicher regulatorischer Anforderungen von einem Land in ein anderes nicht möglich ist.

### Zusammenfassung zum Vergleich mit dem deutschen Regelwerk

Insgesamt sind die Anforderungen der R-50 im Kontext mit der ENSI-G02 und der UVEK-Verordnung [4] an den Brandschutz als anspruchsvoller einzustufen als die Forderungen im deutschen Regelwerk (KTA 2101, SiAnf). Das im Unterschied zum deutschen Regelwerk im Schweizer Regelwerk nicht ausformulierte Primat von system- und nutzungstechnischen Anforderungen gegenüber dem Brandschutz kann für Anlagen wie KKG, die nach einem anderen Konzept geplant, errichtet und bewilligt wurden, auch bei Einhaltung der Schutzziele der nuklearen Sicherheit zu komplizierteren technischen Lösungen führen, ohne dass daraus ein sicherheitstechnischer Gewinn aus Sicht der nuklearen Sicherheit resultiert. Einige Funktionen wie "Fail Safe Schliessen von Brandschutzklappen bei Spannungsausfall" wie er sich aus der Forderung nach VKF-Zulassung der Brandschutzklappen ergeben kann, haben sogar ein gewisses Potenzial bei Nachrüstungen zu sicherheits- oder risikotechnischen Nachteilen zu führen. Beiden Regelwerken gemeinsam ist, dass Brandschutzeinrichtungen als vorgelagerte Schutzeinrichtung zur Vermeidung von brandinduzierten auslösenden Ereignissen (Anlagentransienten) resp. zur Begrenzung der Auswirkungen eines Brandes im "defence in depth" Konzept der nuklearen Sicherheit auf Sicherheitsebene 2 anzuordnen sind. Aus dieser verfahrenstechnischen Aufgabenstellung resultieren die entsprechenden, im Vergleich zu Sicherheitseinrichtungen auf Sicherheitsebene 3, reduzierten Anforderungen an die Klassierung der dem Brandschutz zuzuordnenden SSK.

### 3.3 Vergleich mit Anforderungen der IAEA

Die massgebenden Anforderungen der IAEA (im Sinne von "should" Anforderungen, d.h. nicht bindender Anforderungen) sind in den folgenden IAEA Dokumenten dargelegt:

1. IAEA, "Protection against Internal Fires and Explosions in the Design of Nuclear Power Plants", Safety Guide NS-G-1.7, Vienna 2004 [5]
2. IAEA, Fire Safety in the Operation of Nuclear Power Plants, Safety Guide NS-G-2.1, Vienna 2000. [6]

Während der IAEA-Guide unter Position 2 für alle in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke gilt (wiederrum im Sinne einer "should"-Anforderungen), gilt der IAEA-Guide unter Position 1 streng genommen für die Auslegung von Neuanlagen. Dies ist im Safety Guide auch klar entsprechend definiert:

4.3. Fire prevention at operating plants is covered in Ref. [2].

Für das Kernkraftwerk Gösgen ist der Auslegungsprozess der Anlage spätestens mit Aufnahme des kommerziellen Betriebs im November 1979 abgeschlossen worden.

Weiterhin regelt der IAEA Safety Guide [5] einen Vorrang nationaler Regelungen auf dem Gebiet des Brandschutzes:

1.6. National regulations or standards for fire protection may require approaches that differ from the recommendations given in this Safety Guide. A compromise may in this case have to be found on the basis of engineering judgement.

Für den Vergleich mit den Anforderungen der IAEA werden dennoch beide Safety Guides herangezogen.

Die im Safety Guide [5] aufgelisteten Grundprinzipien zur Sicherheitsvorsorge bezüglich Brandschutz bezüglich der Gewährleistung der nuklearen Sicherheit sind generell bei der Auslegung des Kernkraftwerks berücksichtigt worden. Sinngemäss wurden bei der Auslegung des KKG die in den später veröffentlichten Störfall-Leitlinien des BMI (RS-Handbuch 3.33, 1983) geforderten Sicherheitsvorsorge- Massnahmen umgesetzt. Dies hat u.a. zu Anpassungen im Planungsprozess geführt. So wurde zur Verbesserung der räumlichen Trennung für den Brandschutz im Schaltanlagegebäude ZE ein zusätzliches Kabelgeschoss / Untergeschoss in das Projekt aufgenommen. Für die bessere brandschutztechnische Trennung wurden Brandschutzwände (Mauerwerk) noch in der Bauphase nachgerüstet.

**Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von  
Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren  
gegen Störfälle im Sinne des § 28 Abs. 3 der  
Strahlenschutzverordnung  
- Störfall-Leitlinien -  
vom 18. Oktober 1983**

II.7	Anlageninterne Brände und Explosionen	Anlageninterne Brände und Explosionen	VO	Diese Störfälle bzw. unzulässige Auswirkungen dieser Störfälle werden durch Maßnahmen des aktiven und passiven Brandschutzes wie z. B. Minimierung der Brandlasten, Fernhalten von Zündquellen, Brandabschnitte, Brandklappen in Lüftungstechnischen Anlagen sowie durch Explosionsschutzmassnahmen vermieden.
------	---------------------------------------	---------------------------------------	----	--

Eine Beschreibung der getroffenen Vorsorgemassnahmen bezüglich Brandschutz kann den periodisch aktualisierten Berichten zur Sicherheitsstatusanalyse des KKG entnommen werden [7] [8].

Anlageninterne Brände und Explosionen sind der Ereignisgruppe 14 zugeordnet und in Kapitel 3.15 beschrieben. Weiterführende Ausführungen sind in Kapitel 4.5.6 angeführt. Die wesentlichen Aussagen (ohne Referenzieren nachfolgender Detaildokumente) werden auszugsweise wiedergegeben. In 3.15 heisst es:

Die Vorsorgemassnahmen, um anlageninterne Brände zu verhindern oder auf einen sicherheitstechnisch beherrschbaren Umfang einzugrenzen, umfassen vor allem:

- räumliche Trennung redundanter Stränge von Sicherheitssystemen;
- Minimierung von Brandlasten oder sicheres Einschliessen, soweit möglich;
- Minimierung von Zündquellen und räumliche Trennung von Brandlasten;
- Einrichtungen zum automatischen Erkennen und Melden von Bränden;

- ein Spektrum von Löscheinrichtungen (zum Teil automatisch auslösend) und speziell für die Brandbekämpfung ausgebildetes Personal;
- Rauch- und Wärmeabzüge;
- Unterteilung von sicherheitstechnisch wichtigen Gebäuden in Brandzonen und Brandabschnitte sowie weitere brandschutztechnische Trennung von Raumbereichen in diesen Gebäuden.

### Zu betrachtende Ereignisse

Der durch einen Brand evtl. ausgelöste Ausfall von Betriebssystemen führt zu einer Anlagentransiente. Ein Brand führt kausal aber nicht zu einem KMV. (Denkbar wäre allenfalls eine eventuelle Störung in der Steuerung der Kühlmittelentnahme bei einem Brand im Schaltanlagegebäude. Die dabei maximal mögliche Verlustrate ist mit 16 kg/s jedoch so gering, dass der Kühlmittelverlust durch Massnahmen des Personals oder spätestens durch automatische Massnahmen (PKA) lange vor sicherheitstechnisch bedeutsamen Verlusten beendet wäre.) Hinsichtlich notwendiger Sicherheits- bzw. Systemfunktionen ist daher der Notstromfall (Abfahren der Anlage, wenn notwendig unter sicherheitstechnischen Bedingungen, d. h. mit Sicherheitssystemen und mit Ausfällen in der nicht entkoppelten Leittechnik) bzw. ein Bruch/Leck im Volumenregelsystem abdeckend. (Störungen in der Regelung der DE-Abschlammung bei Brand im Schaltanlagegebäude würden langfristig durch Schliessen der Abschlammleitung beherrscht werden.)

In allen sicherheitstechnisch wichtigen Bauwerken sind elektrische Einrichtungen vorhanden (potentielle Zündquellen, Brandlasten durch Kabel), so dass eine Brandentstehung in diesen Gebäuden nicht generell ausgeschlossen werden kann.

Durch einen Brand werden in den sicherheitstechnisch wichtigen Gebäuden grundsätzlich keine Komponenten beschädigt, die Aktivitätsinventare enthalten. Die zu unterstellenden Brände in diesen Gebäuden sind deshalb hinsichtlich radiologischer Aspekte nicht relevant.

Im Reaktorhilfsanlagegebäude sind Brände aufgrund folgender Vorsorgemassnahmen eingegrenzt:

- Kapselung der Filter in den Fortluftfilteranlagen,
- nasse Lagerung von Ionenaustauscherharzen,
- der entstehende Wasserstoff aus bituminösen Abfallfässern wird permanent durch die Raumlüftung abgesaugt, so dass keine gefährlichen Konzentrationen entstehen.

Die potentiellen radiologischen Folgen sind dann durch die Betrachtung der radiologischen Folgen aus dem Bruch der TA-Entnahmeleitung im Reaktorhilfsanlagegebäude (6.5) abgedeckt.

Von Interesse sind weiterhin Regelungen im IAEA-Safety Guide, die Präzisierungen enthalten, wann und in welchem Umfang vom konventionellen Brandschutz abweichende Lösungen getroffen werden. Dafür gibt es einige Beispiele. So darf vom Prinzip der brandschutztechnischen Segregation abgewichen werden:

3.16. In situations such as those described in para. 3.15, for which individual fire compartments cannot be utilized to separate items important to safety, protection can be provided by locating the items in separate fire cells. This is known as the 'fire influence approach'.

Das Regelwerk akzeptiert auch einen Schutz sicherheitstechnischer Redundanzen allein durch Distanz, wenn dies mit Hilfe einer anlagenspezifischen Brandausbreitungsanalyse gerechtfertigt werden kann, wobei eine Betrachtung der generierten Wärmeleistung und des Wärmetransports ausreichend ist.

3.19. Where separation by distance alone is claimed as the protection between fire cells within a fire compartment, the fire hazard analysis should demonstrate that neither radioactive nor convective heat transfer effects would jeopardize the claimed separation.

Bemerkenswert als Unterschied zum Schweizer Regelwerk ist, dass eine Brand PSA nicht gefordert ist, aber als Ergänzung bei der sicherheitstechnischen Beurteilung herangezogen und auch bezüglich Auslegungsfragen kreditiert werden darf.

3.27. Probabilistic safety assessment (PSA) may be carried out as a complement to the deterministic approach. PSA has been used in many power plants to identify and rank the risks of fire. PSA may be used in the design phase to support decision making in the deterministic design of plant layout and fire protection systems. The use of PSA is discussed in Ref. [6].

Die Anforderungen an deterministische Gefährdungsanalysen sind im IAEA Safety Guide [5] detaillierter beschrieben, als im Schweizer Regelwerk. In der Kombination Brandschutzkonzept ([9] ist zu aktualisieren) und Brand-PSA inklusive der begleitenden Brandausbreitungsrechnungen sind die geforderten Informationen im KKG jedoch grundsätzlich verfügbar. KKG plant die schrittweise Aktualisierung des Brandschutzkonzepts entsprechend [10].

Der IAEA Safety Guide [6] regelt spezifisch die Anforderungen an den Brandschutz während dem Betrieb einer Kernanlage. Bezüglich Auslegungsfragen wird explizit hervorgehoben, dass bei älteren in Betrieb befindlichen Kernanlagen Abweichungen in der Auslegung tolerierbar sind, wenn diese keine gravierenden Konsequenzen haben. Dafür ist eine Bewertung durchzuführen.

2.7. For new plants and wherever possible for existing plants, the design for fire protection should satisfy the recommendations specified in Ref. [2]. For existing plants that were not designed in accordance with these recommendations, a comprehensive assessment should be made of the existing fire safety measures on the basis of the recommendations and the implications of any deviations should be fully considered. Where deviations from the recommendations are identified, fire safety should be enhanced or technical justifications should be prepared for not modifying the existing conditions<sup>1</sup>. Where design improvements to the fire protection features are identified as necessary, the improvements should, to the extent practicable, follow the recommendations in Ref. [2].

#### 4. PERIODIC UPDATING OF THE FIRE HAZARD ANALYSIS

4.1. Changes to the nuclear power plant over its lifetime should be reflected in the fire hazard analysis. The fire hazard analysis should be reviewed and updated following any plant modification that could affect fire safety, periodically<sup>2</sup> and at times as may be specified by the regulatory body. The review should cover any changes to the plant that may affect fire safety. These include changes to the fire protection systems, modifications to any other items of the plant or its buildings or structures that are important to safety, and changes to procedures or processes that could affect fire safety, whether the changes and/or modifications are temporary or permanent. The fire hazard analysis should also be reviewed as part of the periodic safety review process and updated as necessary.

4.2. The technical justification for any deviation from recommended practice (see Ref. [2]) that is identified when the fire hazard analysis is updated should include a discussion of the plant modifications that would be necessary to follow accepted practice and the reasons why it is not reasonably practicable to implement such modifications. The technical justification should also describe compensatory features provided to maintain an acceptable level of safety, where applicable.

Hierbei sind insbesondere

- die Durchführung einer Sicherheitsbewertung, die periodisch zu wiederholen ist
- und die Zulässigkeit des Verzichts auf Änderungen resp. die Verwendung kompensierender alternativer Massnahmen zur Verbesserung des Brandschutzes

als wesentlicher Aspekt in Ergänzung zu [5] von besonderer Bedeutung.

Im kerntechnischen Regelwerk der Schweiz ist das entsprechende Vorgehen auf verschiedenen Ebenen verbindlich verankert, angefangen in der KEV (Forderung nach einer PSÜ, und Forderung nach einer jährlichen systematischen Sicherheitsüberprüfung, Art. 33 und Art. 34), der ENSI A03 (PSÜ, schliesst Bewertung des Brandschutzes mit ein, ENSI-A05 (Forderung nach einer periodisch zu aktualisierenden Brand-PSA)).

Die wesentlichen (übergeordneten) Dokumente im KKG, die diese Anforderungen inhaltlich abdecken sind,

- die Sicherheitsstatusanalyse [8],
- die Brand-PSA [11] (enthält in der Hintergrunddokumentation inkl. Brand-Datenbank detaillierte Informationen wie zu Brandlasten, Brandeintrittshäufigkeiten, Typisierung der Brandlast und Schutzeinrichtungen, sowie die bei einem Brand betroffenen Ausrüstungen), sowie die

Beurteilung der Konsequenzen beim Eintritt von Bränden, sowie zugehörigen Detailanalysen,

- das Brandschutzkonzept resp. dessen Bewertung [9],
- Brandschutzpläne und Brandlastenverzeichnis,
- Reglemente bezüglich Ausbildung und Einsatz der Feuerwehr.

Die in den IAEA-Guides eingeräumte Möglichkeit, Verbesserungen des Brandschutzes auch mit Hilfe kompensierender Massnahmen oder mit Hilfe von Lösungen, die von den Standards des konventionellen Brandschutzes abweichen, erreichen zu dürfen, erhöht die Flexibilität bei der Umsetzung von technischen und organisatorischen Massnahmen. Dies gestattet im Interesse der Verbesserung der Sicherheit der Anlage auch anlagenspezifische Besonderheiten zu berücksichtigen und dabei von Standardlösungen abzuweichen.

Die im IAEA-Safety Guide [6] formulierten Anforderungen an die Organisation bezüglich Ausbildung und Einsatz der Feuerwehr, Kontrolle der Brandlasten, Beachtung des Brandschutzes bei Anlageänderungen und Überwachung von Arbeiten mit Gefährdungspotenzial bezüglich Brandschutz sind in den organisatorischen Regelungen des KKG vollständig abgebildet und werden in der täglichen Arbeit angewandt. Als Referenzunterlagen (beispielhaft, ohne Anspruch auf Vollständigkeit) können aufgeführt werden:

- REG-D-0007 (Brandschutzreglement, Ausbildung, Einsatz Feuerwehr)
- REG-M-0002 (Feuerwehrreglement)
- Führungsprozess 1.2.4 Brandschutz in REG-D-0001
- Führungsprozess 1.2.1 Sicherheitsbeurteilung und Risikomanagement
- Regeln für die Ordnung in der Anlage betreffend Erdbeben und Brandschutz, WSG-D-25297

Ergebnisse von Anlagenrundgängen betreffend Ordnung und Sauberkeit in der Anlage sind ein Standardtraktandum der Wochensitzung Technik im KKG.

#### Zusammenfassung bezüglich Vergleich mit IAEA-Anforderungen

Insgesamt decken die Anforderungen der R-50 an den Brandschutz im Kontext mit der ENSI-G02 und der UVEK-Verordnung [4] die entsprechenden Anforderungen in den IAEA-Guide inhaltlich ab. Die IAEA-Guides erkennen grundsätzlich das nationale Regelwerk auf dem Gebiet des Brandschutzes als massgebend an. Spezielle Aspekte der nuklearen Sicherheit/ der Kerntechnik sollten im Sinne eines Kompromisses ergänzend zu den Anforderungen des konventionellen Brandschutzes berücksichtigt werden. Die IAEA-Guides unterscheiden bezüglich Anforderungen klar zwischen

Neubauanlagen und in Betrieb befindlichen Kernkraftwerken. Das Schweizer Regelwerk ist bezüglich Anforderungen an den Brandschutz in Kernkraftwerken wesentlich restriktiver gestaltet. Die IAEA-Guides lassen im Unterschied hierzu grundsätzlich für in Betrieb befindliche Kernkraftwerke anlagenspezifische, flexible technische Lösungen zu, die von den technischen Standardlösungen des konventionellen Brandschutzes abweichen können. Im Fall des KKG-Projekts zum Ersatz der Brandschutzklappen (vergleiche Konzeptunterlagen) wäre somit eine Sanierung der auffälligen Brandschutzklappen durch Nachrüstung der BELIMO-Antriebe gemäss IAEA-Anforderungen eine ausreichende Massnahme, da die aus Sicht der nuklearen Sicherheit und des Brandschutzes (bezogen auf die Schutzziele, unter Berücksichtigung der tatsächlichen Situation bezüglich räumlicher Trennung und Löscheinrichtungen) zu berücksichtigenden Anforderungen erfüllt werden.

Der wiederkehrenden Durchführung von Brandgefährdungsanalysen wird in den IAEA-Guides ein hoher Stellenwert eingeräumt, wobei die PSA als ergänzende Methodik für die Bestimmung der Bedeutung und bei der Festlegung technischer Lösungen von Brandschutzmassnahmen herangezogen werden darf.

### 3.4 Zusammenfassung Regelwerksvergleich

Die durchgeführte Bewertung der Regelwerksanforderungen an den Brandschutz hat bestätigt, dass die Anforderungen der Richtlinie ENSI R-50 im Kontext mit der Richtlinie ENSI-G02 und der UVEK-Verordnung [4] die Anforderungen des deutschen Regelwerks und der IAEA abdeckt. Das deutsche und das internationale Regelwerk erlauben insbesondere für in Betrieb befindliche Kernkraftwerke Abweichungen von technischen Standardlösungen des konventionellen Brandschutzes,

- zum einen aufgrund einer klaren Hierarchie regulatorischer Anforderungen (Deutschland, Vorrang der nuklearen Sicherheit, und nachfolgend der systemtechnischen Auslegung (nukleare Verfahrenstechnik) und der gegebenen nutzungstechnischen Randbedingungen vor dem konventionellen Brandschutz,

und,

- zum anderen (IAEA), aufgrund abgestufter technischer Anforderungen für in Betrieb befindlicher Kernkraftwerke im Unterschied zu Neubauanlagen, sowie der generellen Zulässigkeit technischer Lösungen, die von konventionellen Brandschutzstandards abweichen, sofern mit Hilfe von Brandgefährdungsanalysen (und ergänzend durch die PSA) die Vergleichbarkeit der Schutzwirkung bezüglich der nuklearen Sicherheit gezeigt werden kann. IAEA-Richtlinien gehen bezüglich Regelwerk von einem Vorrang nationaler Regelungen aus, die allenfalls in geeigneter Weise durch Massnahmen bezüglich der nuklearen Sicherheit zu ergänzen sind.

Die Ausrichtung des Konzepts zum Ersatz der Brandschutzklappen auf die Erfüllung der Anforderungen des schweizerischen Regelwerks ist bezüglich der Berücksichtigung internationaler Anforderungen konservativ abdeckend und in technischer Hinsicht wesentlich anspruchsvoller.

## 4 Forderung 7 aus der ENSI-Stellungnahme – erdbebeninduzierte Brände

**Forderung 7:** "Es ist unter Berücksichtigung der Auslegungseigenschaften der neuen BSK (u. a. Fail-safe-Prinzip, permanente Spannungsversorgung) aufzuzeigen, wie erdbebeninduzierte Brände beherrscht werden sollen. [...]"

### 4.1 Nukleare Sicherheit der Gesamtanlage

Das Sicherheitsdispositiv des KKG bezüglich der Beherrschung starker Erdbeben (mit oder ohne Folgebrände) beruht auf dem Funktionserhalt der [REDACTED] Funktionen [8] [7]. Diese sind funktionell unabhängig und bezüglich potenzieller Zündquellen segregiert von den herkömmlichen Sicherheitsfunktionen aufgebaut. Die Erdbebentragungsfähigkeit dieser Systeme deckt das heutige Nachweiserdbeben NESK3 ab, wobei hierbei mögliche seismische Interaktionen bei der Bewertung bereits berücksichtigt sind. Im Normalbetrieb befinden sich die zugehörigen Systeme im Bereitschaftsbetrieb, so dass das Potenzial für induzierte Zündungen auch bei Überschreiten der Erdbebentragungsfähigkeit gering ist.

Der Ersatz der Brandschutzklappen hat somit keinen Einfluss auf dieses Sicherheitsdispositiv.

### 4.2 Beeinflussung von Sicherheitsmargen im Bereich der [REDACTED] Sicherheitsfunktionen

Für die nicht-notstandsgesicherten Funktionen ist nach dem kerntechnischen Regelwerk der Schweiz (ENSI-G02) das bei der Errichtung behördlich festgelegte Sicherheitserdbeben (SSE) bezüglich der Erdbebenanforderungen massgebend.

#### 6.3.1 Erdbeben

- a. EK-I-klassierte Systeme und Komponenten sind gegen die zum Zeitpunkt ihrer Errichtung von den Aufsichtsbehörden akzeptierten Belastungen durch das Sicherheitserdbeben (SSE) so auszulegen, dass die benötigte Funktion, Integrität oder Standsicherheit der Systeme und Komponenten gewährleistet bleibt.

Dieses SSE ist definiert durch ein bei der Errichtung in den Gutachten der damaligen KSA festgelegtes Spektrum, welches auf Standortoberfläche für einen Wert der Spitzenbodenbeschleunigung (PGA) von 0.15g verankert wurde. Die Auslegung der Anlage des KKG wurde so vorgenommen, dass bis zu diesem Sicherheitserdbeben innerhalb von Gebäuden keine erdbebeninduzierten Brände auftreten. Das Vermeiden von erdbebeninduzierten Bränden in Gebäuden (ausgenommen sind betriebliche Einrichtungen wie Transformatoren, die auf dem Areal ausserhalb der Gebäude angeordnet sind) wurde aufgrund von Sicherheitsmargen bei der Bemessung insbesondere bei der Befestigung von Ausrüstungen oder durch eine geeignete räumliche Trennung erreicht (Schutz

durch Distanz im Sinne von [5]). Die Auslegung der Brandschutzeinrichtungen erfolgte in Übereinstimmung mit den Grundsätzen des Brandschutzes in Kernkraftwerken, wie sie im Wesentlichen im deutschen Regelwerk abgebildet wurden, unter Berücksichtigung der "Internationalen Richtlinien für den Brandschutz in Kernkraftwerken des schweizerischen Pools für die Versicherung von Atomrisiken" (Ausgabe 1974). Dementsprechend wurde den Gesichtspunkten der nuklearen Sicherheit auch im Falle eines Brandes im Sinne eines "Run to failure" Konzeptes bei der Auslegung der Ausrüstungen Vorrang eingeräumt. Konzeptionell stimmt dieses Vorgehen auch mit den heute geltenden internationalen Regelungen überein [5], [6]. Schwachstellen, bezüglich der Erdbebenauslegung, u.a. auch im Bereich möglicher seismischer Interaktionen wurden im Rahmen des KKG Erdbebenertüchtigungsprogramms als Forderung aus der 1998 abgeschlossenen PSÜ behoben. Diese Massnahmen wurden durch die damalige HSK begleitet.

Nach dem Reaktorunfall von Fukushima hat KKG das seismische Ertüchtigungsprogramm fortgesetzt. Diese Massnahmen wurden durch das ENSI in entsprechenden Freigabeverfahren begleitet. Bei Anlageänderungen wurden durch das KKG erhöhte Erdbebenanforderungen auch für betriebliche Einrichtungen festgelegt. Dabei wurden Gesichtspunkte einer möglichen Interaktion mit Sicherheitseinrichtungen konsequent beachtet. Dies betrifft z.B. die betriebliche Reaktorleittechnik inklusive Begrenzungen und Teile der Spannungsversorgung. Die Unterlagen liegen dem ENSI vor. Damit wurden die Sicherheitsmargen bezüglich Erdbeben weiter erhöht. Im Rahmen des Langzeitinvestitionsprogramms (Ersatzinvestitionen) wird dieses Programm gegenwärtig weiter fortgeschrieben.

In Kapitel 3 wurde an Hand eines Vergleichs mit Anforderungen aus dem internationalen Regelwerk bezüglich Brandschutz diskutiert, dass die Handhabung von Forderungen des konventionellen Brandschutzes im zwischenzeitlich veränderten Schweizer kerntechnischen Regelwerk wesentlich restriktiver ist und bestimmte Eigenschaften, wie das "fail safe" Schliessen der Brandschutzklappen bei einem Ausfall der Spannungsversorgung bezüglich Anforderungen der nuklearen Sicherheit nicht sicherheitsgerichtet sein können, da dies zu Abweichungen vom "run to failure" Konzept führen kann. Dies gilt insbesondere für den brandschutztechnischen Abschluss von Lüftungsanlagen (Ausfall von Teilsystemen), die langfristig für die Kühlung elektrischer Ausrüstungen benötigt werden, um das Funktionieren von Sicherheitssystemen aufrecht erhalten zu können. Im Rahmen des Ersatzes der Brandschutzklappen (BSK) sind primär die Lüftungssysteme [REDACTED] im Schaltanlagegebäude betroffen. Das internationale Regelwerk (IAEA, KTA2101) würde für derartige Fälle alternative Lösungsansätze zulassen (vgl. Kapitel 3).

Da die Spannungsversorgung der BSK in den genannten Lüftungssystemen weiterhin von gesicherten Schienen erfolgt und diese robust gegen Erdbeben ausgelegt sind, ist das Risiko eines Unterbruchs der Spannungsversorgung auch bei einem Erdbeben gering, so dass die Funktion der nicht vom Brand betroffenen Lüftungsanlagen aufrechterhalten werden kann. Das Risiko einer Brandausbreitung bei einem erdbebeninduzierten Folgebrand ist auch bei einem Offenbleiben von Brandschutzklappen aufgrund der guten räumlichen Trennung und der Entkoppelung der Lüftungsanlagen gering, sofern vom postulierten induzierten Folgebrand nur einzelne Redundanzen betroffen sind. Die Berücksichtigung einer "fail-safe" Auslegung entsprechend dem KKG-Konzept für den Ersatz der Brandschutzklappen führt daher nur zu einer geringen Reduktion der Sicherheitsmargen des

KKG bezüglich der Beherrschung von Erdbeben und zu einer rechnerisch praktisch nicht erfassbaren Risikoerhöhung.

Im Umkehrschluss ist der sicherheitstechnische Nutzen eines Schliessens von Brandschutzklappen bei einem postulierten erdbebeninduzierten Folgebrand gering. Erdbeben, die zu postulierten Erdbebeninduzierten Folgebränden führen können, müssen aufgrund der Auslegung des KKG eine derartige Stärke aufweisen, dass es zu redundanzübergreifenden Schäden auch ohne Eintritt eines sich ausbreitenden Folgebrandes kommt.

## 5 Referenzen

- [1] ENSI, "Kernkraftwerk Gösgen Stellungnahme: Übergeordnetes Konzept "Ersatz Brandschutzklappen" (H1Ü) und Einführung von Sofortmassnahmen", 17/17/012, 17KFX.BSK, 17. Mai 2018, PEG-M-1050 v1.
- [2] KKG, "Übergeordnetes Konzept "Ersatz Brandschutzklappen" Freigabeantrag H1Ü", BRI-M-92949, 21. Dezember 2017.
- [3] KKG, "Konzept Ersatz Brandschutzklappen - H1 Freigabeantrag", BER-M-92835, 21. Dezember 2017.
- [4] UVEK, „Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen, SR 732.112.2,“ 2009.
- [5] IAEA, „Protection against Internal Fires and Explosions in the Design of Nuclear Power Plants, NS-G-1.7,“ IAEA, Vienna, 2004.
- [6] IAEA, „Fire safety in the Operation of Nuclear Power Plants, NS-G-2.1,“ IAEA, Vienna, 2000.
- [7] KKG, „Sicherheitsstatusanalyse (SSA),“ 2008.
- [8] KKG, „PSÜ 2018; Sicherheitsstatusanalyse (SSA) Kernkraftwerk Gösgen-Däniken (KKG) mit Druckwasserreaktor, ALD-S-89991,“ 2018.
- [9] KKG, „Brandschutzkonzept. Überprüfung des Istzustandes. NAW-D-73504,“ 1996.
- [10] KKG, *Brandschutzkonzept des KKG, Geschäfts-Nr. 17/17/013, Ihr Brief v. 27.6.2018.*
- [11] ABS, „GPSA15: Gösgen Probabilistic Safety Assessment,“ 2015 u. 2016.



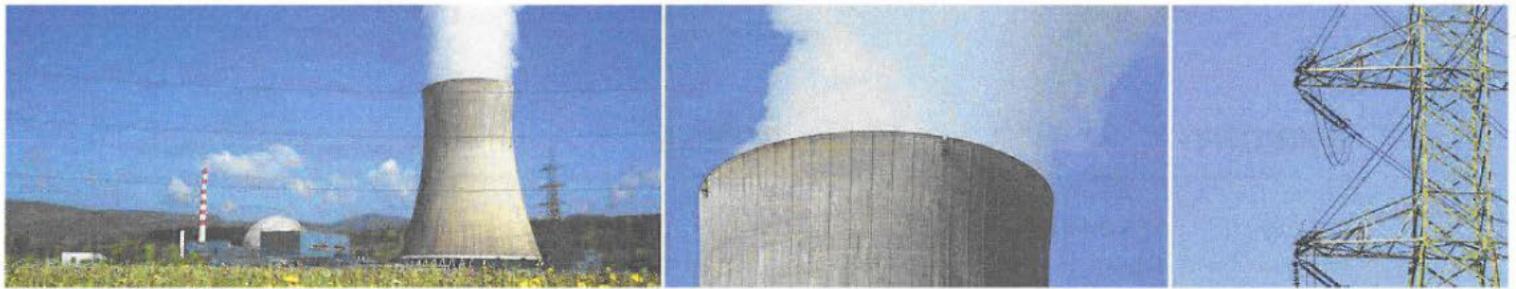
Dokument-Nr. BER-B-92699  
EDMS-Nr. 762519  
AKZ

Betrifft **Ersatz BSK; HOF-Programm**

Geht an  
Abteilung B: [Redacted]  
Abteilung C: [Redacted]  
Abteilung E: [Redacted]  
Abteilung M: [Redacted]  
Abteilung S: [Redacted]

z.K. an

Autoren		[Redacted]		
Ersetzt Dok-Nr.				
Rev.	Rolle	Name	Datum	Zeit
v1	Ersteller	[Redacted]	24.09.2018	08:19
	Prüfer 1	[Redacted]	24.09.2018	10:57
	Genehmiger	[Redacted]	24.09.2018	15:53



Dokument-Nr. BER-B-92699  
EDMS-Nr. 762519  
Anzahl Seiten 23 (Signaturblatt ist Bestandteil dieses Dokumentes)



## INTERN

## BERICHT

### Ersatz BSK; HOF-Programm

### Projekt: Ersatz BSK

#### Inhaltsübersicht

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Projektplanung</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Identifikation der Sicherheitsrelevanz</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Stand der Technik</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>HOF-Programm</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>HOF nach Projektabschluss</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>21</b>
<b>8</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>21</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>22</b>
<b>10</b>	<b>Änderungsübersicht</b>	<b>23</b>

Detailliertes Inhaltsverzeichnis siehe Seite 2

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
1.1	Auslöser des Projektes und Schriftverkehr mit dem Regulator	4
1.2	Technische Problematik	4
1.3	Ziele	5
1.3.1	Ziele des Projektes "Ersatz BSK"	5
1.3.2	Ziele des HOFE	6
1.4	Systemerweiterungen bzw. Systemänderungen	6
1.5	Mensch-Maschine-Schnittstellen	6
1.5.1	Brandmeldesystem	6
1.5.2	Brandschutzklappen (BSK)	7
1.6	Dokumentation und Handbücher	7
<b>2</b>	<b>Projektplanung</b>	<b>7</b>
2.1	Projektorganisation	7
2.2	Zeitlicher Ablauf / Kompensatorische Massnahmen	9
2.3	Berichte	9
2.3.1	HOF-Konzept	10
2.3.2	HOF-Zwischenbericht	10
2.3.3	Nachweis der Verifikation und Validation	10
2.3.4	KEV, Betriebsorganisation und Personal P4	10
2.3.5	HOF-Erfahrungsbericht	10
<b>3</b>	<b>Identifikation der Sicherheitsrelevanz</b>	<b>11</b>
3.1	Skalierung HOF-Konzept	11
3.2	Auswirkungen und Risiko	11
<b>4</b>	<b>Stand der Technik</b>	<b>12</b>
4.1	Normen	12
4.1.1	ISO 9241-210	12
4.1.2	ISO 11064	13
<b>5</b>	<b>HOF-Programm</b>	<b>13</b>

---

5.1	Analyse des Istzustandes in der Konzeptphase	13
5.1.1	Erfahrung	13
5.2	Planung und Konzipierung aufgrund der Analyse	16
5.2.1	Beurteilung Mensch-Maschine-Schnittstelle	16
5.2.2	Taskanalyse	16
5.2.3	Ausbildung und Schulung der Instandhalter/-setzer	16
5.2.4	Ausbildung und Schulung der Betriebsmannschaft	17
5.2.5	Ausbildung und Schulung der Betriebsfeuerwehr	17
5.3	Planung und Konzipierung aufgrund der Analyse	17
5.3.1	Umfang	17
5.3.2	Iterativer Optimierungsprozess MMS	17
5.3.3	Iterativer Optimierungsprozess Handbücher/Dokumentationen	18
5.4	Verifikation und Validation	18
5.4.1	Verifizierung und Validierung nach ISO 11064-7	18
5.4.2	Verifikation und Validation im Projekt	19
5.5	Übergeordnete Planung des Sollstandes / Planung der Umsetzung des Sollstandes	19
5.6	Inbetriebsetzung	19
<b>6</b>	<b>HOF nach Projektabschluss</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>21</b>
<b>8</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>21</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>22</b>
<b>10</b>	<b>Änderungsübersicht</b>	<b>23</b>

---

## 1 Einleitung

### 1.1 Auslöser des Projektes und Schriftverkehr mit dem Regulator

In den Jahren 2016 und 2017 wurden Prüfungen an den Brandschutzklappen durchgeführt. Bei diesen wurde festgestellt, dass die BSK zum Teil nicht ganz schliessen bzw. die Rückmeldung der Position nicht zuverlässig funktioniert. Dies führte am 15.12.2016 zum meldepflichtigen Vorkommnis 2016-26 [1]. Die Bewertung des ENSI erfolgte am 03.05.2017 mit drei Forderungen [2].

Am 21.12.2017 reichte das KKG beim ENSI ein übergeordnetes Konzept für den Ersatz der Brandschutzklappen ein [3]. Am 07.02.2018 erfolgte die Rückmeldung des ENSI mit zwei Forderungen [4].

Als Sofortmassnahmen erfolgte eine Modifikation an den auffälligen BSK durch deren Ausrüstung mit Zusatzfedern. Ein Nachweis betreffend der Anerkennung der durch eine zusätzliche Feder modifizierten BSK des Herstellers Nordluft wurde am 25.04.2018 dem ENSI eingereicht [5]. Die Bewertung des ENSI erfolgte am 02.07.2018 mit zwei weiteren Forderungen [6].

Brieflich hat das KKW Gösgen am 28.02.2018 dem ENSI mehrere Massnahmen zur Reduktion der Brandrisiken, zur Verbesserung der Erkennung sowie zur schnelleren Intervention im Brandfall dargelegt [7]. Sämtliche vorgestellten Massnahmen wurden mittlerweile im KKW Gösgen umgesetzt oder stehen kurz vor deren Umsetzung. Die wichtigsten kompensatorischen Massnahmen sind:

- Erhöhung und Verbesserung von Prüfungen an den Brandschutzklappen
- Das manuelle Ausschalten im Brandfall von Umluftlüftungsanlagen im Schaltanlagengebäude ZE
- Erhöhung der Brandschutzkontrollgänge
- Alarmierung von Feuerwehrangehörigen rund um die Uhr
- Pikettdienst der Betriebsfeuerwehr ausserhalb der Arbeitszeit
- Alarmierung der Ortsfeuerwehr Schönenwerd ausserhalb der Arbeitszeit

### 1.2 Technische Problematik

Die überwiegend im KKW Gösgen eingesetzten Bestandes-BSK sind vom deutschen Hersteller Nordluft. Diese BSK sind auf dem Markt nicht mehr erhältlich und entsprechen nicht mehr dem heutigen Stand der Technik. Die in den aktuellen VKF-Brandschutzrichtlinien nach dem heutigen Stand der Technik geforderten BSK basieren auf dem "fail-safe" Prinzip. Hierbei wird die BSK durch eine Dauerspannung in Stellung AUF gehalten und bei einer Unterbrechung der Spannungsversorgung (Ausfall der Brandfallsteuerung, Drahtbruch, etc.) ordnungsgemäss über die Federvorspannung geschlossen.

Folgende Lüftungsanlagen TL/UV/UK der nachfolgenden Gebäude sind davon betroffen und müssen ertüchtigt werden:

- ZA-Gebäude (TL)
- ZB-Gebäude (TL)
- ZC-Gebäude (TL)
- ZE-Gebäude (UV)
- ZK-Gebäude (UV)
- ZM-Gebäude (UV)
- ZV-Gebäude (UV)
- ZX-Gebäude (UV), wird im Rahmen des Projekts ERNOS (TP04) umgesetzt.
- ZW-Bauwerke (UK)
- ZL-Gebäude (UK)
- ZY-Gebäude (UK)

Im Rahmen des Projektes "Ersatz BSK" sollen die seit der Inbetriebsetzung des KKW Gösgen vorhandenen BSK des Fabrikats Nordluft modernisiert werden.

### 1.3 Ziele

#### 1.3.1 Ziele des Projektes "Ersatz BSK"

Das primäre Ziel des Projektes "Ersatz BSK" ist aus Sicht des HOFE, den neuen Stand von Wissenschaft und Technik im Bereich der BSK zu erlangen. Dazu wird in mindestens drei Teilschritten vorgegangen. Diese drei Teilschritte werden nachfolgend Teilprojekte benannt.

Als erster Teilschritt soll der Stand von Wissenschaft und Technik der bestehenden BSK durch die Herstellung der Funktionstüchtigkeit erreicht werden. Dazu wurde bereits ein erster Versuch unternommen, mit dem Ausrüsten der bestehenden BSK mit Zusatzfedern als Sofortmassnahme. Die Nachrüstung eines genehmigungsfähigen Nachrüst-Kits ist eine temporäre Massnahme bis zum Ersatz der jeweiligen Brandschutzklappen (Teilprojekt 2 und 3). Dieser Teilschritt wird nachfolgend als Teilprojekt "Nachrüstung von BSK mit einem elektrischen Antrieb" benannt.

Anschliessend ist der Ersatz der BSK in den konventionellen Gebäuden ebenfalls als Teilprojekt vorgesehen. Dieser Teilschritt wird nachfolgend als Teilprojekt "Ersatz BSK nicht nuklear relevanter Gebäude" benannt.

Als Abschluss des Projektes "Ersatz BSK" soll durch die längerfristige Modernisierung des Brandschutzes der erneute Stand von Wissenschaft und Technik hergestellt werden. Dieser Teilschritt wird nachfolgend als Teilprojekt "Ersatz BSK nuklear relevanter Gebäude" benannt.

### 1.3.2 Ziele des HOFE

Generell müssen bei der Umgestaltung von Teilsystemen, Planung von Umrüstungen oder Einführung von Kompensationsmassnahmen die Fähigkeiten und Grenzen des Menschen und der Organisation mitberücksichtigt werden. Dazu dient das übergeordnete HOF-Programm, welches in den Teilprojekten durch ein HOF-Konzept konkretisiert wird. Es stellt sicher, dass bei der Planung und Umsetzung der Teilprojekte die Interessen der Nutzer angemessen berücksichtigt werden, indem deren Wissen und Erfahrungen in den Entwicklungsprozess einfließen können.

Das Ziel des HOF-Programms ist, die Arbeitsumgebung für den Nutzer derart zu gestalten, dass dieser in allen Situationen die an ihn gestellten Anforderungen erfüllen kann und so ein sicherer Anlagenbetrieb unterstützt wird.

Unabhängig von den technischen Freigabeverfahren wird sich das HOFE auf drei Teilprojekte abstützen, für die je ein Freigabeantragsverfahren P1 bis P4 erfolgen soll, da der zeitliche Ablauf gemäss Planung über Jahre andauern wird. Aus dem momentanen Kenntnisstand ist es nicht möglich, ein geeignetes HOFE-Freigabeverfahren gleichzeitig für alle drei Teilprojekte zu definieren. Es ist nicht ausgeschlossen, dass dieses HOF-Programm während der Abarbeitung der Teilprojekte entsprechend neuem Kenntnisstand angepasst werden muss.

## 1.4 Systemerweiterungen bzw. Systemänderungen

Entscheide über Systemerweiterungen oder Änderungen werden nicht unter Mitwirkung aller Nutzer zur Diskussion gestellt, da die Informierung aller Hintergründe mit Normen oder Regulatoren und eine anschliessende Befragung aller Nutzer im Projektschritt Konzeptphase unrealistisch sind. Denn diese Systeme müssen konsistent zur Auslegung der Gesamtanlage sein und zudem definierten Beurteilungskriterien, Komplexitätserhöhung, Kosten-Nutzen-Betrachtung, Belastungsreduktion, Robustheit der Anlage, Möglichkeit der Instandhaltung/-setzung und Risikoerhöhung durch eine Risikobewertung genügen.

## 1.5 Mensch-Maschine-Schnittstellen

### 1.5.1 Brandmeldesystem

Mit dem Projekt "Ersatz Brandmeldeanlage ZEEBRA" wurde von 2008 bis 2013 die Brandmeldezentralen und die ionisierenden Brandmelder im KKW Gösgen komplett ersetzt. Zudem wurden zusätzliche Standorte für Erweiterungen des Brandschutzes gemäss externer Forderungen in die Realisierung miteinbezogen. Für die Ablösung des bestehenden Leitsystems "Brandmeldeanlage und Objektschutz Alarm Client" (BOAC) wurde ein Sicherheitsleitsystem eingesetzt.

Die heutige Bedienung und Visualisierung orientiert sich an der damaligen Spezifikation, welche integral die Erfahrungen aus Betrieb und Instandhaltung nach Stand von Wissenschaft und Technik

beinhalten. Entsprechend besteht im Rahmen des Projektes "Ersatz BSK" nicht die Notwendigkeit, das Bedienungs- und Visualisierungskonzept zur Diskussion zu stellen. Der heutige Stand der MMS entspricht einem über die Jahre optimierten ergonomischen Ist-Zustand. Die Brandmeldezentrale-MMS bildet zudem eine wichtige Grundlage für die bei den Nutzern ausgebildete Expertise in Bezug auf Mustererkennung und Problemlösefähigkeit, die es auch während und nach Abschluss der einzelnen Umrüstschritte zu erhalten und zu fördern gilt.

Aus obigen Überlegungen wird das KKW Gösgen am bestehenden konventionellen Bedienungs- und Anzeigekonzept festhalten. Dabei gilt es neu eingebaute Strukturen, Änderungen von Systemen und Komponenten in ihrer Bedienung konsequent in die bestehende soziotechnische Umgebung einzugliedern. In enger Zusammenarbeit mit den Nutzern sollen die System- und Leittechnikerweiterungen aber als Chance genutzt werden, diesen Bereich der MMS unter den Randbedingungen der Umrüstung weiter zu optimieren und zu verbessern.

### **1.5.2 Brandschutzklappen (BSK)**

Entscheide über neue Brandschutzklappen müssen konsistent zur Auslegung der Gesamtanlage sowie regelkonform sein und zudem definierten Beurteilungskriterien wie PSA-Ergebnisse, Komplexitätserhöhung, Belastungsreduktion und Risikoerhöhung durch eine Risikobewertung genügen. Die Bedienbarkeit der neuen Brandschutzklappen muss ebenfalls konsistent zur gängigen Praxis der Frei-/Rückschaltmassnahmen sowie der üblichen Instandhaltung/-setzung sein.

Da die Regularien von Brandschutz und nuklearer Sicherheit nicht generell dieselben Ziele verfolgen, erweist sich die Auswahl der möglichen Produkte als eher gering. Es zeigt sich bereits heute, dass individuelle Anpassungen an BSK aufgrund ihres grossen Zertifizierungsaufwandes praktisch unmöglich sind.

## **1.6 Dokumentation und Handbücher**

Durch die vorgesehenen Umbaumaassnahmen müssen verschiedene Vorschriften, Schulungsunterlagen, Betriebshandbücher sowie die technische Dokumentation schrittweise angepasst, respektive ev. neu erstellt werden. Diese Prozesse werden ebenfalls dem HOF-Programm unterzogen.

## **2 Projektplanung**

### **2.1 Projektorganisation**

Die Projektgruppe stellt sich aus verschiedenen Fachbereichen der Abteilungen Betrieb, Überwachung, Elektrotechnik, Maschinenteknik und Sicherheit sowie externen Fachspezialisten zusammen. Alle benannten Abteilungsvertreter bringen ihre Erfahrungen in das Projekt ein und bewerten die Entscheide auf die Durchführbarkeit und die Auswirkungen innerhalb ihrer Organisationseinheit.

Die Planung erfolgt intern in einer Matrixorganisation durch ein interdisziplinäres Projektteam, welches auch mit täglichen Arbeiten in der Anlage konfrontiert ist. Neben den fachspezifischen Funktionen sind auf diese Weise auch die HOF-Aspekte der Nutzersicht direkt und permanent in der Projektorganisation vertreten. Das nachfolgende Organigramm ist eine beispielhafte Darstellung und hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit (siehe Abbildung 1: Projektorganisation im KKG).

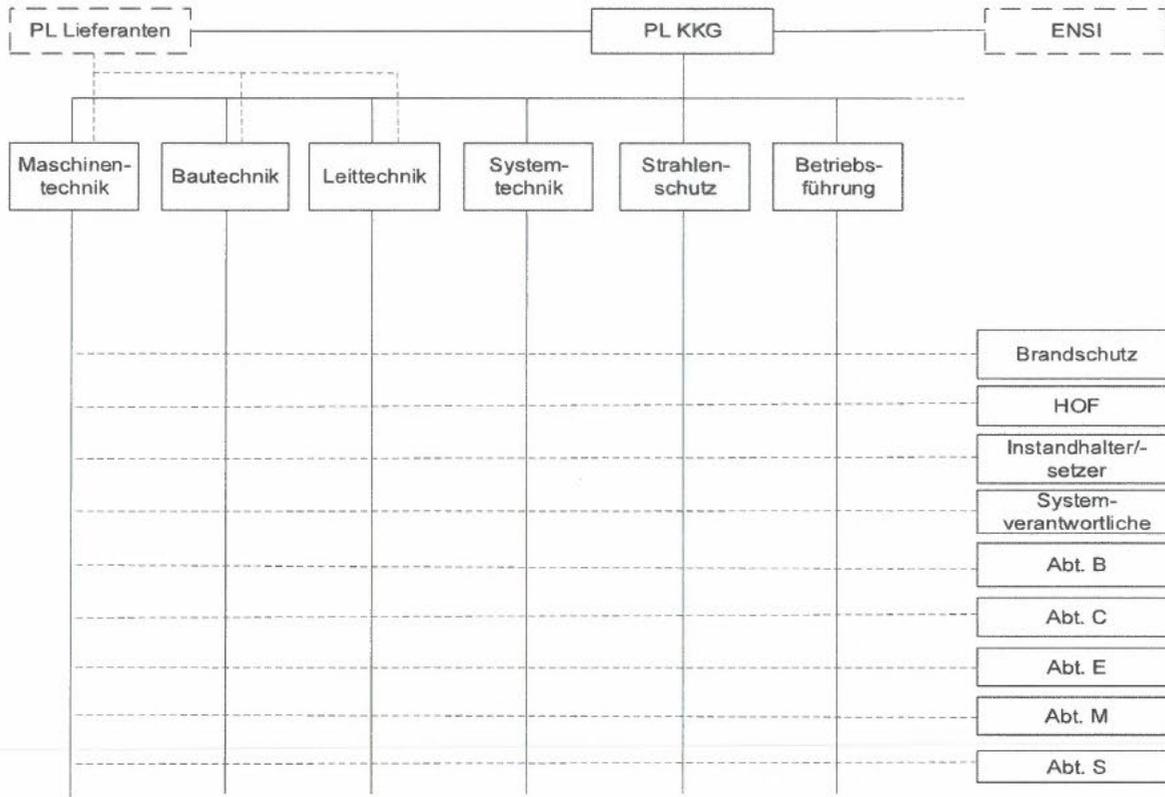


Abbildung 1: Projektorganisation im KKG

Aus Sicht der Projektorganisation (prozessorientiert) besteht das Projekt aus folgenden Teilbereichen:



Abbildung 2: Projektorganisation im Projekt

Der Projektleitung sind die Aufgaben des Umbauprojektes direkt zugewiesen. Als Projektmitarbeiter stehen ihr die Fachbereiche zur Bewältigung der Aufgaben zur Verfügung. Die Projektmitarbeiter unterstehen aus der hierarchischen Sichtweise weiterhin der gewohnten Linie der Organisationseinheit des KKW Gösgen (Abbildung 1: Projektorganisation im KKG).

In der Projektorganisation sind die Anforderungen des VKF bezüglich Organisation und Überwachung durch interne und externe Fachleute sichergestellt.

Die Sicherstellung der Umsetzbarkeit dieses Projektes über diesen grossen Zeithorizont soll durch das Erstellen von Arbeitspaketen bei der Konzipierung/Planung erreicht werden.

## 2.2 Zeitlicher Ablauf / Kompensatorische Massnahmen

Es ist zu erwarten, dass der Ersatz der BSK eine längere Zeit beansprucht. So ist mit etappierten Teilprojekten zu rechnen. Bis dato sind folgende Zeitabschnitte vorgesehen:

bis	Q4/2018	Detailkonzept/Ausführungsplanung (Priorisierung)
bis	Q4/2019	Teilprojekt "Nachrüstung von BSK mit einem elektrischen Antrieb"
bis	Q4/2019	Teilprojekt "Ersatz BSK nicht nuklear relevanter Gebäude"
bis	Q4/2026	Teilprojekt "Ersatz BSK nuklear relevanter Gebäude"

Es ist nicht davon auszugehen, dass die Montagearbeiten in den Teilprojekten zeitlich parallel abgearbeitet werden können. Eventuell sind während oder zwischen den Teilprojekten mit kompensatorischen Massnahmen zu rechnen, wie dies bereits mit den Sofortmassnahmen geschehen ist. Diese kompensatorischen Massnahmen sind durch die Betriebsführung zu bewerten und zu genehmigen. Solange Montagepersonal während der Nichtverfügbarkeit von BSK anwesend ist, sind keine kompensierenden Massnahmen vorgesehen, da das Personal über Massnahmen bei Branderkennung geschult wird.

## 2.3 Berichte

Dem ENSI werden während der Umsetzung der einzelnen Teilprojekte diverse HOFE-Berichte eingereicht, um die Durchführung des HOF-Programms und die daraus gewonnenen Erkenntnisse zu dokumentieren.

Es ist davon auszugehen, dass nicht alle Berichte in allen Teilprojekten sinnvoll sind. So ist eine V&V der MMS der Brandschutzklappen im Teilprojekt "Ersatz BSK nuklear relevanter Gebäude" nicht mehr notwendig, da die Auswahl der BSK bereits im Teilprojekt "Ersatz BSK nicht nuklear relevanter Gebäude" abgeschlossen sein müssen, falls dieselben BSK verwendet werden. Die Auswahl der BSK sowie die kompensatorischen Massnahmen benötigt eine V&V, der Einbau selbst der BSK benötigt jedoch keine spezielle V&V mehr. Je nach Projektfortschritt und Umfang besteht auch die Möglichkeit, einzelne Berichte zusammenzufassen.

### 2.3.1 HOF-Konzept

Das HOF-Konzept gibt Auskunft über die Umsetzung des HOF-Programms, bezogen auf das entsprechende Teilprojekt. Je nach Relevanz der HOF-Aspekte eines Teilprojektes können die einzelnen HOF-Konzepte bezüglich Umfang und Inhalt differieren. Das HOF-Konzept soll pro Teilprojekt in der Hierarchiestufe 1 (ENSI) eingereicht werden. Im HOF-Konzept werden jeweils auch die zu erwartenden Berichte festgelegt. Je nach Umfang werden die Inhalte der nachfolgend beschriebenen Berichte mit Begründung in einem Bericht zusammengestellt.

### 2.3.2 HOF-Zwischenbericht

Der HOF-Zwischenbericht gibt Auskunft über die iterativen Optimierungsprozesse und deren Ergebnisse bis zum Abschluss der Verifikation und Validation. Voraussichtlich wird die V&V nicht an einem Mockup, sondern an einer Original-BSK durchgeführt, da aus Genehmigungsgründen zertifizierte Produkte evaluiert werden. Der HOF-Zwischenbericht beinhaltet allenfalls einen Verifikations- und Validationsplan (V&V-Plan), der die HOF-Aspekte beschreibt. Der HOF-Zwischenbericht soll in der Hierarchiestufe 2 (ENSI) der Teilprojekte eingereicht werden.

### 2.3.3 Nachweis der Verifikation und Validation

Der Nachweis der Verifikation und Validation erfolgt gegen Ende der Test- bzw. Planungsphase. Der Bericht beschreibt, wie im Rahmen des Teilprojektes bezüglich Verifikation und Validation vorgegangen wurde und welche Ergebnisse erzielt werden konnten. Die Auswahl der BSK sowie die kompensatorischen Massnahmen benötigt eine V&V, der Einbau der BSK selber benötigt jedoch keine spezielle V&V.

Auf Basis dieses Berichts erhält das KKW Gösgen vom ENSI die HOF-Freigabe für das entsprechende Teilprojekt. Beim Teilprojekt "Ersatz BSK nuklear relevanter Gebäude" ist voraussichtlich keine V&V der BSK zu erwarten, da die V&V-Aktivitäten der MMS im Teilprojekt "Ersatz BSK nicht nuklear relevanter Gebäude" bereits abgeschlossen sein werden. Der Nachweis der Verifikation und Validation soll in der Hierarchiestufe 3 (ENSI) der Teilprojekte eingereicht werden.

### 2.3.4 KEV, Betriebsorganisation und Personal P4

Gemäss Kernenergieverordnung 732.11 wird für den Hierarchiestufe-4-Antrag (ENSI) eine "Festlegung für den Dauerbetrieb" verlangt. Dieses Dokument umschreibt zusammenfassend das Aus- und Weiterbildungsprogramm für den Dauerbetrieb.

### 2.3.5 HOF-Erfahrungsbericht

Nach der Inbetriebsetzung in der Realanlage wird mit dem HOF-Erfahrungsbericht die Umbaumasnahme technisch und planerisch aus Sicht des HOFE abschliessend bewertet. Da er als Grundlage für das nächste Teilprojekt dient, wird er ohne Zeitverzug nach der Umsetzung erstellt.

### 3 Identifikation der Sicherheitsrelevanz

Vor der Umsetzung der einzelnen Massnahmen ist gemäss der Richtlinie ENSI-G07 Abschnitt 7.8 der Einfluss der Änderung auf die Sicherheit zu überprüfen. Dabei sind neben technischen auch menschliche und organisatorische Aspekte sowie deren Wechselwirkung zu berücksichtigen [8].

#### 3.1 Skalierung HOF-Konzept

Abhängig von den Auswirkungen der Änderung auf den Nutzer und die Organisation wird das vorliegende HOF-Programm in Form eines spezifisch auf ein Umrüstpaket skaliertes HOF-Konzept umgesetzt. Dies bedeutet, dass das HOF-Programm z.B. für das erste Teilprojekt nahezu vollständig und für das letzte Teilprojekt "Ersatz BSK nuklear relevanter Gebäude" lediglich in Teilen in einem HOF-Konzept umgesetzt werden.

#### 3.2 Auswirkungen und Risiko

Die Skalierung des HOF-Programms auf die einzelnen Massnahmen in Form von spezifischen HOF-Konzepten soll primär auf einer Bewertung der Sicherheitsrelevanz auf menschliche und organisatorische Aspekte sowie deren Wechselwirkung beruhen.

Auswirkung	B	C	E	M
viel				
wenig				
keine				

Risiko	B	C	E	M
gross				
mittel				
klein				

**Legende**

- B Abt. Betrieb
- C Abt. Überwachung
- E Abt. Elektrotechnik
- M Abt. Maschinentechnik

Abbildung 3: Bewertung der Sicherheitsrelevanz

Zu diesem Zweck wird in einem ersten Schritt die Frage nach den jeweiligen menschlichen und organisatorischen Auswirkungen gestellt. Anschliessend werden, basierend auf den festgestellten Auswirkungen, allfällige neue Risiken identifiziert, die der Nutzer verursachen kann oder denen er nunmehr ausgesetzt wird. Die Bewertung der Sicherheitsrelevanz wird als Expertenbefragung unter Berücksichtigung einer interdisziplinären Zusammensetzung durchgeführt.

## 4 Stand der Technik

Unter den Verfahren und Techniken zur Berücksichtigung von menschlichen und organisatorischen Faktoren nach dem Stand der nuklearen Sicherheitstechnik wird im Rahmen dieses HOF-Programms die Berücksichtigung folgender Normen verstanden:

- ISO 9241-210 "Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme" [9]
- ISO 11064 "Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen" [10]

Aufgrund des Umstandes, dass Erneuerungen, aber kein kompletter Ersatz der bestehenden Systeme angestrebt wird, werden die in den Normen beschriebenen Methoden und Konzepte an die tatsächlichen Anforderungen und Bedürfnisse angepasst, um die bestehende soziotechnische Umgebung mit zu berücksichtigen.

### 4.1 Normen

Der amerikanische Ansatz zu HFE, wie er in der NUREG-0711 [11] beschrieben ist, wird in diesem HOF-Programm nicht weiter betrachtet. Die Norm dient der NRC zur Bewertung von HFE-Programmen, z.B. im Rahmen von Freigabeanträgen. Zielsetzung ist die Integration anerkannter HFE-Methoden und Richtlinien in das HFE-Programm eines Betreibers.

Da es sich beim Ersatz der BSK um keine Neuentwicklung handelt, wird vor allem auf die Gestaltungslösung und die V&V fokussiert.

#### 4.1.1 ISO 9241-210

Die ISO 9241-210 ist eine Norm, die Empfehlungen für menschenzentrierte Gestaltungsaktivitäten rechnergestützter interaktiver Systeme beschreibt. Die Norm besteht in ihrem Aufbau sowohl aus den Beschreibungen der Planung und Gestaltung, als auch aus Erläuterungen zur Entwicklung interaktiver Systeme, um diese benutzerfreundlicher zu machen. Dabei wird die nutzerorientierte Gestaltung als eine fachübergreifende Aktivität verstanden, die auch Wissen über menschliche Faktoren und ergonomische Kenntnisse integriert.

Der in der Norm Kapitel 6 beschriebene Prozess besteht aus vier wesentlichen Teilaktivitäten [9]:

1. Nutzungskontext verstehen und beschreiben (Benutzeranalyse)
2. Nutzungsanforderungen spezifizieren (Taskanalyse)
3. Gestaltungslösungen entwerfen, die die Nutzeranforderungen erfüllt (Papierentwurf, Prototyp)
4. Gestaltungslösungen aus der Benutzerperspektive evaluieren (Nutzerbefragung)

Mit der Berücksichtigung dieser Norm wird ein iterativer Entwicklungsprozess in das HOF-Programm integriert. Der Zyklus des iterativen Prozesses besteht im Wesentlichen aus den drei Phasen Verstehen des Nutzungskontextes, Gestalten mit den gewonnenen Erkenntnissen und Bewerten der Lösungen unter Beizug der Nutzer.

#### 4.1.2 ISO 11064

Bei der Gestaltung von Leitzentralen kann auf die aus mehreren Teilen bestehende ISO-Norm 11064 Bezug genommen werden. Da bei den vorgesehenen Erneuerungen grundsätzlich keine Änderungen an der bestehenden Systematik zur Bedienung angestrebt werden, besteht der Nutzen dieser Norm für das HOF-Programm weniger in der Berücksichtigung des ergonomischen Gestaltungsprozesses aus Teil 1, sondern vielmehr in den Grundsätzen für die Bewertung der Lösungen durch Verifikation und Validation aus Teil 7 [10].

## 5 HOF-Programm

Für das Gesamtprojekt können prinzipiell drei Teilprojekte unterschieden werden:

Während der Erstellung der Detailkonzepte und der Ausführungsplanungen inkl. Priorisierung können folgende Phasen unterschieden werden:

- Analyse des Istzustandes
- Planung und Konzipierung aufgrund der Analyse
- Verifikation und Validation
- Planung des Sollstandes

Der Effektive Ersatz der BSK im zweiten und dritten Teilprojekt bzw. der effektive Einbau des Nachrüst-Kits im ersten Projekt beinhaltet die Phasen:

- Planung der Umsetzung des Sollstandes
- Inbetriebsetzung

Da grundsätzlich von einem Ersatz in Form von Umbaumaßnahmen der bestehenden BSK mit entsprechenden leittechnischen Anpassungen ausgegangen wird, besteht der Schwerpunkt des HOF-Programms in der Berücksichtigung der internen und externen Erfahrung, um die Gestaltung der Arbeitsumgebung für den Betrieb und insbesondere die Instandhaltung/-setzung zu unterstützen.

### 5.1 Analyse des Istzustandes in der Konzeptphase

Die HOFE-Phase der Analyse muss mit unterschiedlicher Zielsetzung sowohl in der Konzeptphase, als auch in der Realisierung durchlaufen werden. Dabei können relevante Erfahrungen aus unterschiedlichen Quellen gewonnen werden.

#### 5.1.1 Erfahrung

In den vergangenen Jahren wurden durch die Abteilungen Betrieb, Elektrotechnik, Maschinentechnik, Sicherheit und Überwachung nur wenige Verbesserungen, Erweiterungen oder Optimierungen im Bereich der BSK initialisiert und umgesetzt. Diese Optimierungen oder Änderungen

basierten auf interner oder auf externer Erfahrung. Durch den angestrebten Ersatz der bestehenden BSK werden diese Modifikationen als integraler Bestandteil des Ist-Zustandes im Projekt berücksichtigt.

Das KKW Gösgen konnte als Organisation bereits Erfahrungen sammeln beim Neubau des Nasslagers ZS07/08, dem Anbau des Reaktor-Hilfsanlagegebäudes ZC, dem Anbau des Verwaltungsgebäudes ZY inkl. Umbau des Kommandopostens der Betriebswache sowie dem Werkstattanbau ZL und dem Ausbau des Entkarbonisierungsgebäudes UE/ZN.

Im Rahmen des Projektes werden Erfahrungsquellen nochmals geprüft, um weitere Anforderungen oder Optimierungen realisieren zu können.

#### **5.1.1.1 Interne Erfahrung KKG**

Durch den Betrieb der Anlage und die Instandhaltung/-setzung seit der Inbetriebsetzung des Kernkraftwerks steht ein grosses kollektives Wissen an Erfahrung zur Verfügung. Die Erarbeitung des Vorprojektes zum Ersatz der BSK erfolgte unter der Leitung der Abteilung Maschinentechnik im Beisein der Abteilungen Betrieb, Elektrotechnik, Überwachung und Sicherheit als Projektmitarbeiter. Zu ausgewählten Fragestellungen wurden externe Mitarbeiter einbezogen.

Bei Bedarf kontaktieren die Projektmitarbeiter im Rahmen der Erarbeitung im Falle der Sofortmassnahmen weitere Mitarbeiter innerhalb ihrer Organisationseinheiten, um das kollektive Wissen gezielt abzufragen. Der Schwerpunkt dieser Erfahrungsanalyse liegt in der Konzeptphase bei der Evaluation möglicher Lösungswege.

Bei der Umsetzung der einzelnen Sofortmassnahmen mussten die Anforderungen an Instandhaltung/-setzung, Brandschutzbedürfnisse sowie Betrieb weitgehend feststehen. In diesen Projektphasen (Planung und Analyse in der Konzeptphase) liegt der Schwerpunkt der Berücksichtigung der internen Erfahrung bei der Risikominimierung der Auswirkungen eines Brandereignisses unter Bezug der Nutzer aus verschiedenen Organisationseinheiten.

#### **5.1.1.2 Externe Erfahrung**

Die in die Projektorganisation eingebundenen Mitarbeiter aus den verschiedenen Abteilungen und Fachbereichen bringen entsprechend ihrer fachlichen Tätigkeit und ihres Wissensstandes folgende Erfahrungen aus externen Quellen ein:

- Erfahrungsberichte VGB, WANO und IAEA/NEA-IRS
- Erfahrungsberichte Framatome
- Monats-, Stillstands- und Jahresberichte anderer Anlagen
- Erfahrungsaustausch mit anderen Anlagen
- Erfahrungsaustausch mit Lieferanten
- Andere KKW-Projekte

### 5.1.1.3 Erfahrung Fremdfirmen

Die Projektorganisation wird durch zwei Fremdfirmen unterstützt.

Die Firma [REDACTED] war bereits in anderen KKG-Projekten involviert. Die Firma besitzt Erfahrung im Kraftwerksbereich in der Schweiz wie auch in Deutschland. Eine ihrer Fachkompetenzen liegt im Bereich der Lüftungsbetreuung im nuklearen wie auch konventionellen Bereich.

Durch einen Brandschutzsachverständigen wird das KKW Gösgen durch die Firma [REDACTED] unterstützt.

### 5.1.1.4 Beurteilung der vorgesehenen Massnahmen

Die vorgesehenen Umbaumassnahmen der Brandschutzklappen müssen konsistent zur Auslegung der Gesamtanlage sein und zudem definierte spezifische Beurteilungskriterien erfüllen:

- Nukleare Sicherheit.
- Personen und Sachschutz (Brandschutz).
- Die Berücksichtigung des Grundsatzes eines Ersatzes in Form von Umbaumassnahmen ohne unnötige bedienungs- und wartungstechnische Eingriffe in bestehende Systeme.
- Der Umbau trägt zur Beherrschung von Brandereignissen bei und ist sicherheitsgerichtet.
- Der Umbau führt nicht zu einer massiven Komplexitätserhöhung (Risiko unerwarteter Interaktionen durch Fern- und Nebenwirkungen). Dies gilt auch für Sofortmassnahmen und Übergangslösungen.
- Der Aufwand ist gerechtfertigt (Kosten/Nutzen, Wirtschaftlichkeit).
- Der Umbau führt nicht zu einer Risikoerhöhung bezüglich der Installation und der kompensatorischen Massnahmen sowie dem Einsatz der Brandschutzmassnahmen (Risikofaktoren: Erstanwendung, Komplexitätsgrad, neuartige Rückwirkungen auf andere Systeme). Die genannten Risikofaktoren können aufgrund fehlender Daten nicht direkt mit dem bestehenden PSA-Modell bewertet werden, weshalb sie qualitativ bei der Festlegung des Änderungsumfangs zu berücksichtigen sind.

Zwischen und ev. während den Teilprojekten ist mit kompensatorischen Massnahmen zu rechnen. Um diese kompensatorischen Massnahmen zu identifizieren und zu bewerten, werden Vorschläge innerhalb des Projektteams diskutiert, um einerseits die Massnahmen auf ihre Durchführbarkeit zu bewerten (V&V) und andererseits die nukleare Sicherheit zu erhöhen. Die daraus abgeleiteten kompensatorischen Massnahmen sind durch die betroffenen Organisationseinheiten genehmigen zu lassen.

## **5.2 Planung und Konzipierung aufgrund der Analyse**

### **5.2.1 Beurteilung Mensch-Maschine-Schnittstelle**

Die Beurteilung der MMS und deren Ergonomie obliegen in erster Linie den Nutzern. In einem ersten Schritt werden daher betroffene Mitarbeiter nach ihren Erfahrungen mit den bestehenden BSK befragt. Dabei stehen explizite und implizite Erfahrungen und Bedürfnisse im Vordergrund wie:

- Erfahrungen mit Fehlbedienungen oder Fehlinterpretationen
- Erfahrungen mit Verwechslungen
- Logik der Darstellung
- Komplexität der Bedienung
- Arbeitsbelastung

Diese Nutzererfahrungen, kombiniert mit anerkannten psychologischen Aspekten, wie z.B. den Gestaltgesetzen, sind in der Evaluation der neuen BSK mitberücksichtigt.

### **5.2.2 Taskanalyse**

Ziel der Taskanalyse ist eine hohe Usability der MMS mit Abläufen, die möglichst wenig Lernaufwand voraussetzen.

Basierend auf dem Sachverhalt, dass durch den Umbau der BSK mit entsprechenden elektrotechnischen Anpassungen die MMS und die Prozeduren lediglich umbaubedingt angepasst werden, ändern sich Tätigkeiten der Betriebsmannschaft vor allem dahingehend, dass Kontrollen der BSK-Stellung und bei der Bedienbarkeit (Öffnen der BSK) ev. leicht verändert sind. Aus diesem Grund wird auf eine umfassende Taskanalyse seitens Betrieb verzichtet. Die Verbesserung der Usability basiert für den Betrieb daher vor allem auf der Sammlung der Erfahrung mit dem bestehenden Brandschutzsystem.

Eine Taskanalyse seitens Instandhaltung/-setzung, auch eine reduzierte Form, scheint ebenfalls nicht angebracht, da die Mitarbeiter voraussichtlich mit bereits im KKW Gösgen bekannten Techniken konfrontiert sein werden. Diese Annahme deckt sich mit dem Konzept einer geringen Lagerhaltung von Ersatzteilen sowie der Risikominimierung durch nicht bekannte technische Systeme.

### **5.2.3 Ausbildung und Schulung der Instandhalter/-setzer**

Die Schulung der Instandhaltungs- bzw. Instandsetzungsmitarbeiter erfolgt voraussichtlich während der Umrüstung. Diese Wissensbasis wird bei Bedarf durch eine praxisorientierte fachliche Schulung durch den Lieferanten ergänzt, die sich über die HOFE-Phasen der Inbetriebsetzung erstreckt.

Können bereits bekannte Komponenten verwendet werden, kann auf eine Ausbildung verzichtet werden.

#### **5.2.4 Ausbildung und Schulung der Betriebsmannschaft**

Da sich voraussichtlich bei der Bedienung keine Änderung ergeben wird, ist für die Betriebsmannschaft kein expliziter Ausbildungsblock vorgesehen. Es wird maximal eine schriftliche Instruktionenanleitung, welche im Selbststudium erarbeitet werden soll, geben.

#### **5.2.5 Ausbildung und Schulung der Betriebsfeuerwehr**

Die Betriebsfeuerwehr direkt ist in ihrer Arbeitsweise nicht direkt betroffen. Die Teilprojekte haben keinen Einfluss auf die Branderkennung oder deren Beherrschung. Aus diesem Grund ist keine spezifische Schulung der Betriebsfeuerwehr angedacht.

### **5.3 Planung und Konzipierung aufgrund der Analyse**

In der HOFE-Phase der Konzipierung werden die Grobkonzepte der Analyse in Detailkonzepte überführt und iterativ optimiert. Der iterative Optimierungsprozess integriert auch eine V&V der Planung.

#### **5.3.1 Umfang**

Die Phase der Planung und Konzipierung umfasst im Rahmen des HOF-Programms folgende Teilbereiche:

- MMS
- Dokumentation wie BHB, Vorschriften, Notfallhandbuch etc.
- Schulungen
- Instandhaltungs-/setzungsmassnahmen

Dabei gilt es zu beachten, dass eine eigentliche HOF-Konzipierung lediglich für die Deltamenge zum IST-Zustand der Teilbereiche stattfinden wird.

#### **5.3.2 Iterativer Optimierungsprozess MMS**

Ausgehend von der Nutzerbefragung nach Erfahrung und Bedürfnissen hinsichtlich der BSK, wird durch den Lieferanten eine BSK vorgestellt. Diese wird durch die Fachpersonen des Projektteams geprüft und unter Berücksichtigung von den Nutzerbefragungen bewertet.

Es ist davon auszugehen, dass zertifizierte BSK nur in geringem Umfang angepasst werden können. Der Optimierungsprozess ist dementsprechend eher auf eine Auswahl des Produktes mit der besten Übereinstimmung entsprechend den Anforderungen zu verstehen.

### 5.3.3 Iterativer Optimierungsprozess Handbücher/Dokumentationen

Der Bedarf für die Erstellung oder Änderung von Dokumenten, wie z.B. den Betriebshandbüchern, Funktionsprüfungen oder Instandhaltungsanweisungen etc., resultiert aus Erkenntnissen der Analysephase. Zudem besteht Änderungsbedarf vorwiegend im Betriebshandbuch bei Änderungen innerhalb des Meldekonzeptes bzw. einzelner Meldungen. Dabei gelten als Änderungen sowohl Textanpassungen, als auch veränderte Hinweise bzw. Massnahmengreifung aufgrund des neuen BSK-Typs.

Der Änderungsbedarf für die Dokumente wird in Abweichungslisten festgehalten und die betroffenen Handbücher identifiziert.

Kompensatorische Massnahmen, welche temporär das Betriebspersonal betreffen, sollen in einer temporären Schichtanweisung festgehalten werden.

## 5.4 Verifikation und Validation

Die HOFE-Phase der Verifikation und Validation dient der systematischen Überprüfung der Tauglichkeit eines neuen Systems und der Identifikation von Fehlern oder Problemen.

### 5.4.1 Verifizierung und Validierung nach ISO 11064-7

Unter Verifizierung oder Verifikation wird die Überprüfung eines Produktes hinsichtlich der Erfüllung der technischen, ergonomischen und inhaltlichen Anforderungen verstanden. Diese Überprüfung erfolgt noch nicht unter repräsentativen Bedingungen, sondern vielmehr als systematischer Vergleich des Produktes zu den im Voraus definierten Anforderungen.

Validierung oder Validation ist demgegenüber die Überprüfung eines Produktes hinsichtlich der Erfüllung der definierten Anforderungen unter möglichst repräsentativen und realitätsnahen Bedingungen.

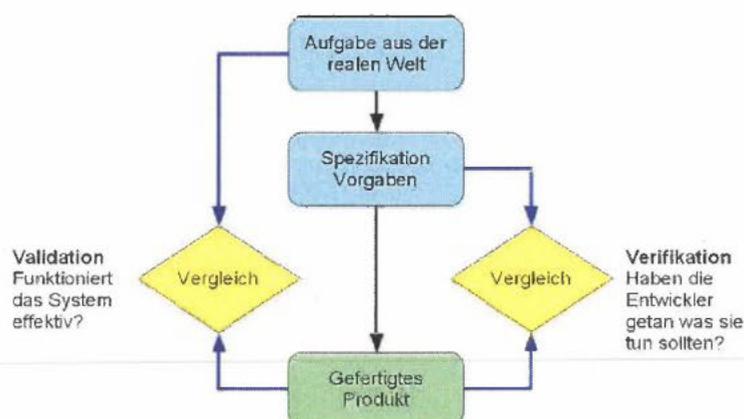


Abbildung 4: Verifizierung und Validierung nach ISO 11064-7

Verifizierung beschränkt sich demnach auf die Erfüllung von spezifizierten, meist technischen Aspekten. Eine ungenügende Spezifikation kann daher zu einem Produkt führen, das sehr wohl einer Verifizierung standhalten kann aber die Aufgaben der realen Welt dennoch nicht zu lösen vermag.

Im Rahmen des vorliegenden HOF-Programms sollen die Entwicklungsschritte bereits zu Beginn der Projektphase durch Verifikation und Validation überprüft werden. Dabei ist insbesondere am Projektanfang eine formelle Trennung von V&V schwierig, da durch den Einbezug erfahrener Mitarbeiter zur Kontrolle eines Entwurfes oder Prototypen auch dessen Effektivität unweigerlich an den Aufgaben der realen Welt gemessen wird. Mit zunehmender Konkretisierung des Produktes wird die Ausprägung der Validation stärker.

#### **5.4.2 Verifikation und Validation im Projekt**

Wie bereits in den obenstehenden Ausführungen erläutert, wird eine Verifikation vor allem in der Projektphase Detailkonzept und Ausführungsplanung (Priorisierung) erfolgen. Die Teilprojekte beinhalten eher eine Validation.

Die Vorgaben des VKF werden in Anlehnung berücksichtigt.

### **5.5 Übergeordnete Planung des Sollstandes / Planung der Umsetzung des Sollstandes**

Bei der HOFE-Phase der übergeordneten Planung steht die terminliche Planung des Umbaus und die Priorisierung der umzurüstenden BSK der verschiedenen Teilprojekte im Vordergrund. Bei der Priorisierung stehen vor allem Risikoabschätzungen und Berechnungen im Vordergrund. Das HOFE wird bei diesem Prozess von den technischen Prozessen überschattet.

Nach der Phase der übergeordneten Planung erfolgt die Ausführungsplanung. Dabei sind im soziotechnischen Konzept neben der Technik, dem Menschen und der Organisation vor allem die Lieferanten und die betriebsbegrenzenden Bedingungen inkl. Regulator mit zu berücksichtigen.

### **5.6 Inbetriebsetzung**

Bei der Inbetriebsetzung der betroffenen Systeme stehen bezüglich V&V technische Aspekte im Vordergrund. Die Erstellung des IBS-Konzeptes mit Beschreibung des IBS-Ablaufes und der durchzuführenden Tests erfolgt durch den Lieferanten in enger Zusammenarbeit mit den Fachabteilungen und der Betriebsführung.

## 6 HOF nach Projektabschluss

Basierend auf interner und externer Erfahrung wird das KKG auch nach Abschluss des Ersatzes der BSK bestrebt sein, Optimierungen in Form von Änderungsanträgen anzustossen, zu bewerten und bei positivem Entscheid umzusetzen. Solche Änderungen sollen analog zu den im vorliegenden HOF-Programm beschriebenen Prozessen mit direkter Beteiligung der Nutzer geplant und umgesetzt werden.

## 7 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Begriff
BHB	Betriebshandbuch
BSK	Brandschutzklappe
ENSI	Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat
ERNOS	Erweiterung der Notstandssysteme
HFE	Human Factors Engineering
HOF	Human and Organizational Factors
HOFE	Human and Organizational Factors Engineering
IBS	Inbetriebsetzung
KKG	Kernkraftwerk Gösgen-Däniken AG
KKW	Kernkraftwerk
MMS	Mensch-Maschine-Schnittstelle
NRC	Nuclear Regulatory Commission
PSA	Probabilistische Sicherheitsanalyse
V&V	Verifikation und Validation
VKF	Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen

## 8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektorganisation im KKG	8
Abbildung 2: Projektorganisation im Projekt	8
Abbildung 3: Bewertung der Sicherheitsrelevanz	11
Abbildung 4: Verifizierung und Validierung nach ISO 11064-7	18

## 9 Literaturverzeichnis

- [1] KKG, „Nr. 2016-26; Auffälligkeiten beim Brandschutzklappen-Test im Schaltanlagegebäude,“ BER-D-92568v2, 11. März 2017.
- [2] ENSI, „Vorkommnisbearbeitungsbericht Befunde beim Brandschutzklappen-Test im Schaltanlagegebäude vom 15.12.2016,“ PEG-X-63696v1, Mai 2017.
- [3] KKG, „Übergeordnetes Konzept "Ersatz Brandschutzklappen" Freigabeantrag H1Ü,“ BRI-M-92949v1, 21. Dezember 2017.
- [4] ENSI, „Vorläufige Stellungnahme: Übergeordnetes Konzept, „Ersatz Brandschutzklappen" - Freigabeantrag H1Ü,“ PEG-M-814v1, 7. Februar 2018.
- [5] KKG, „Gutachten zur Anerkennung der geänderten Nordluft-BSK,“ BRI-M-93055, 25. April 2018.
- [6] ENSI, „Stellungnahme betreffend die Anerkennung der durch eine zusätzliche Feder modifizierten,“ PEG-M-1150v1, 2. Juli 2018.
- [7] KKG, „Vorläufige Stellungnahme "Übergeordnetes Konzept Ersatz Brandschutzklappen" - Freigabeantrag H1Ü - Forderung 1 - Sofortmassnahmen,“ BRI-M-93004v1, 28. Februar 2018.
- [8] ENSI, Organisation von Kernanlagen, ENSI-G07, Juli 2013.
- [9] ISO, Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme, EN ISO 9241-210:2010, März 2010.
- [10] ISO, Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen - Teil 7: Grundsätze für die Bewertung von Leitzentralen, EN ISO 11064-7:2006, Oktober 2006.
- [11] Commission, U.S. Nuclear Regulatory, Human Factors Engineering Program Review Model - Review 3., NUREG-0711, November 2012.
- [12] ENSI, „Stellungnahme zum KKG-Freigabeantrag „Brandschutzkonzept REG-D-0007“,“ PEG-M-1146v1, 27. Juni 2018.

## 10 Änderungsübersicht

Rev.	Seite	Beschreibung der Änderung
v1		Dokument erstellt