

Sicherheitsmanagement in Forschungsreaktoren

Sicherheitsmanagement in Forschungsreaktoren

Björn Becker
Vasily Fedorov
Clemens Heitsch
Daniel Gockel
Michael Paßens
Jan Stiller
Norbert Wetzel

Juni 2026

Anmerkung:

Das diesem Bericht zugrunde liegende Eigenforschungsvorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN) unter dem Förderkennzeichen 4723R01285 durchgeführt.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der GRS.

Der Bericht gibt die Auffassung und Meinung der GRS wieder und muss nicht mit der Meinung des BMUKN übereinstimmen.

Deskriptoren

Bewertungsmethode, Forschungsreaktor, Indikatoren, Integriertes Managementsystem, Sicherheitsmanagement

Kurzfassung

Die Sicherheit von kerntechnischen Anlagen wie Forschungsreaktoren wurde zunächst vornehmlich über die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Technik in den Anlagen definiert. Neben der zuverlässigen Technik hat jedoch auch die Betriebsführung einen hohen Stellenwert für die Gewährleistung des sicheren Betriebs. Ein wesentliches Element für eine sichere Betriebsführung ist nach heutigem Verständnis ein wirkungsvolles Managementsystem. Die GRS hat im Rahmen eines Eigenforschungsvorhabens, basierend auf den nationalen und internationalen Anforderungen und Betriebserfahrungen, die Ausgestaltung von Managementsystemen für Forschungsreaktoren aufgearbeitet und spezifiziert. Dabei wurden die verschiedenen deutschen Anlagen und Betriebsphasen sowie besondere Herausforderungen, denen Forschungsreaktoren gegenüberstehen, einbezogen. Eine besondere Bedeutung haben in diesem Zusammenhang die abgestufte Anwendung von Regelwerken, die auf Kernkraftwerke ausgerichtet sind, sowie das Einbeziehen von Schnittstellen zwischen dem Forschungsreaktor und übergeordneten (z. B. die Universität oder das Forschungsinstitut, dem der Forschungsreaktor angehört) bzw. externen (z. B. Dienstleister, Lieferanten, andere Forschungseinrichtungen) Organisationen. Forschungsreaktoren teilen gewisse grundlegende Organisationsmerkmale, die sich jedoch, abhängig von Anwendungszweck und Größe der jeweiligen Anlage, individuell unterscheiden bzw. unterschiedlich stark ausgeprägt sein können. Daher erfolgte unter Berücksichtigung der im Vorhaben gewonnenen Informationen und Erkenntnisse und basierend auf den der GRS vorliegenden Unterlagen (z. B. Organisationspläne, personelle Betriebsordnung, Betriebshandbücher, Sicherheitsgutachten) die Prüfung und Erarbeitung eines generischen Ansatzes für die Aufbau- und Ablauforganisation von Forschungsreaktoren. Darüber hinaus wurden themenspezifische Indikatorsätze und Fragenlisten für die Bewertung des Managementsystems und der Prozesse in Forschungsreaktoren entwickelt.

Abstract

The safety of nuclear facilities such as research reactors was initially defined primarily in terms of the safety and reliability of the technology used in the facilities. However, in addition to reliable technology, operational management also plays an important role in ensuring safe operation. According to current understanding, an effective management system is an essential element to ensure safe operation. As part of an in-house research project, GRS has reviewed and specified the design of management systems for research reactors based on national and international requirements and operating experience. The various German facilities and operating phases as well as the special challenges faced by research reactors were taken into account. Of particular importance in this context are the application of regulations designed for nuclear power plants using a graded approach, and the inclusion of interfaces between the research reactor and higher-level (e.g., the university or research institute to which the research reactor belongs) or external (e.g., regulatory authorities) organizations. Research reactors share certain basic organizational characteristics, but these may vary individually or be more or less pronounced depending on the purpose and size of the respective facility. Therefore, taking into account the information and findings obtained in the project and based on the documents available to GRS (e.g., organizational charts, staff regulations, operating manuals, safety reports), the development of a generic approach for the structural and procedural organization of research reactors was examined and implemented in accordance with the results. In addition, topic-specific indicator sets and lists of questions were developed for the evaluation of the management system and processes in research reactors.

Inhaltsverzeichnis

	Kurzfassung.....	I
	Abstract.....	III
1	Einleitung	1
2	Begriffsdefinitionen.....	5
2.1	Integriertes Managementsystem.....	5
2.2	Prozesse und Prozessschnittstellen.....	5
2.2.1	Prozess	6
2.2.2	Prozessschnittstellen	6
2.3	Prozesseinteilung und -strukturierung.....	7
2.3.1	Managementprozesse	9
2.3.2	Kernprozesse	10
2.3.3	Unterstützende Prozesse.....	11
2.4	Prozessmodell	11
2.5	Indikatoren.....	12
3	Auswertung und Bewertung des Standes von Wissenschaft und Technik bezüglich Managementsysteme für Forschungsreaktoren ..	15
3.1	Auswertung und Bewertung internationaler und nationaler Regelwerksanforderungen.....	16
3.1.1	Regelwerksanforderungen an das Managementsystem von Forschungsreaktoren.....	16
3.1.2	Regelwerksanforderungen an die Anwendung des Graded Approach	18
3.2	Systemische und sicherheitsgerichtete Entwicklungen von Managementkonzepten	20
3.2.1	Systemische Sicht auf organisationale Prozesse.....	20
3.2.2	Safety-II-Ansatz	31
3.2.3	Change Management	44
3.3	Auswertung nationaler und internationaler Betriebserfahrung mit Bezug zu Managementsystemen für Forschungsreaktoren	70

3.3.1	Nationale Betriebserfahrung	70
3.3.2	Internationale Betriebserfahrung	71
3.4	Durchführung von Expertengesprächen.....	73
3.4.1	Behandelte Leitfragen.....	74
3.4.2	Wesentliche Erkenntnisse aus den Expertengesprächen.....	74
3.5	Zusammenfassung zu Besonderheiten und Herausforderungen bei Forschungsreaktoren.....	79
4	Entwicklung (teil-)generischer Beschreibungen der Aufbau- und Ablauforganisation von Forschungsreaktoren unter Berücksichtigung von Aspekten zu Graded Approach und Change Management.....	85
4.1	Aufbauorganisation.....	85
4.1.1	Anforderungen aus dem nationalen und internationalen Regelwerk	85
4.1.2	(Teil-)generische Aufbauorganisation für Forschungsreaktoren	93
4.2	Ablauforganisation	101
4.2.1	Entwicklung von Prozessblättern für forschungsreaktorspezifische Prozesse	105
4.3	Ausarbeitung und beispielhafte Anwendung eines Ansatzes für den Graded Approach	108
4.3.1	Ansatz für die Anwendung des Graded Approach.....	108
4.3.2	Beispielhafte Anwendung des Graded Approach auf ausgewählte Regelwerksanforderungen an Managementsysteme von Kernkraftwerken.....	109
5	Allgemeine Methodenskizze hinsichtlich eines Analysewerkzeugs bezüglich Wirksamkeit und Wirkweise integrierter Managementsysteme für Forschungsreaktoren.....	121
5.1	Entwicklung von Indikatoren und Merkposten zur Bewertung forschungsreaktorspezifischer Prozesse.....	121
5.1.1	Führungsprozess „Personalplanung“	125
5.1.2	Kernprozess „Reaktorbetrieb, Durchführung von Experimenten und Bestrahlungen“	130
5.1.3	Unterstützungsprozess „Qualifikation und Schulung des Personals“	140

5.1.4	Unterstützungsprozess „Wissensmanagement“	145
5.2	Bestandsaufnahme und Anpassungsbedarf bestehender Analysemethoden und Beurteilungskriterien zur Überprüfung von Managementsystemen und entsprechende Weiterentwicklung.....	149
6	Zusammenfassung und Ausblick.....	157
	Literaturverzeichnis.....	163
	Abbildungsverzeichnis.....	173
	Tabellenverzeichnis.....	175
7	Anhang A: Prozessblatt für den Unterstützungsprozess „Veränderungsmangement“	177
8	Anhang B: Prozessblatt für den Führungsprozess „Personalplanung“	209
9	Anhang C: Prozessblatt für den Kernprozess „Reaktorbetrieb, Durchführung von Experimenten und Bestrahlungen“	225
10	Anhang D: Prozessblatt für den Unterstützungsprozess „Qualifikation und Schulung des Personals“	241
11	Anhang E: Prozessblatt für den Unterstützungsprozess „Wissensmanagement“	259
12	Anhang F: Indikatorsatz für die Bewertung der Wirksamkeit des Managementsystems.....	273
12.1	Anhang F.1 Themenbereich Verantwortung der Leitung	273
12.2	Anhang F.2 Themenbereich Organisation.....	274
12.3	Anhang F.3 Themenbereich Betrieb	274
12.4	Anhang F.4 Themenbereich Instandhaltung	275
12.5	Anhang F.5 Themenbereich Schutz der Anlage.....	276
12.6	Anhang F.6 Themenbereich Materialwirtschaft	276

12.7	Anhang F.7 Themenbereich Qualifikation und Schulung des Personals	277
12.8	Anhang F.8 Themenbereich Bewertung und Verbesserung	277
12.9	Anhang F.9 Themenbereich Sicherheitskultur und Betriebsklima	278
12.10	Anhang F.10 Themenbereich Wissensmanagement	278
13	Anhang G: Fragenkatalog für die Bewertung der Wirksamkeit des Managementsystems	279
13.1	Anhang G.1: Themenbereich Verantwortung der Leitung	279
13.2	Anhang G.2 : Themenbereich Organisation	281
13.3	Anhang G.3 : Themenbereich Betrieb	283
13.4	Anhang G.4: Themenbereich Instandhaltung	285
13.5	Anhang G.5: Themenbereich Schutz der Anlage	286
13.6	Anhang G.6: Themenbereich Materialwirtschaft	287
13.7	Anhang G.7: Themenbereich Qualifikation und Schulung des Personals	288
13.8	Anhang G.8 : Themenbereich Bewertung und Verbesserung	290
13.9	Anhang G.9: Themenbereich Sicherheitskultur und Betriebsklima	291
13.10	Anhang G.10: Themenbereich Wissensmanagement	292
14	Anhang H: Auswertung und Bewertung internationaler und nationaler Regelwerksanforderungen an Managementsysteme relevant für verschiedene Betriebszustände von Forschungsreaktoren	295
14.1	Anhang H.1: Internationale Regelwerke	295
14.1.1	IAEA	295
14.1.2	WENRA	311
14.2	Anhang H.2 Nationale Regelwerke	315
14.2.1	Deutschland	315
14.2.2	Niederlande	325
14.2.3	Großbritannien	327
14.2.4	Schweiz	333

15	Anhang I: Auswertung und Bewertung internationaler und nationaler Regelwerksanforderungen an Managementsysteme relevant für verschiedene Betriebszustände von Forschungsreaktoren	341
15.1	Anhang I.1: Internationale Regelwerke	341
15.1.1	IAEA	341
15.1.2	WENRA	345
15.2	Anhang I.2: Nationale Regelwerke.....	346
15.2.1	Deutschland.....	346
15.2.2	Niederlande	348
15.2.3	Großbritannien.....	351
15.2.4	Schweiz	352

1 Einleitung

Die Sicherheit von kerntechnischen Anlagen wurde zunächst vornehmlich über die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Technik in den Kraftwerken definiert. Für die technische Zuverlässigkeit liegen im kerntechnischen wie auch im konventionellen Gesetzes- und Regelwerk zahlreiche Anforderungen vor. Die Betriebserfahrung von kerntechnischen Anlagen zeigt, dass neben der zuverlässigen Technik die umsichtige Betriebsführung einen hohen Stellenwert für die Gewährleistung des sicheren Betriebs hat. Daher ist die Bedeutung einer systematischen Betriebsführung in den letzten Jahren vermehrt in den Fokus gerückt. Die Betreiber bemühten sich, durch klare Regelungen organisatorischer Abläufe den Betrieb zu verbessern. Weiterhin hat die Betriebserfahrung aus deutschen kerntechnischen Anlagen gezeigt, dass einige Ereignisse personell-organisatorische Ursachen haben und in diesem Bereich Optimierungspotenziale bestehen. Ein wesentliches Element für eine sichere Betriebsführung ist nach heutigem Verständnis ein wirkungsvolles Sicherheitsmanagementsystem.

Die Forschungsreaktoren sind in Deutschland vielfältig aufgestellt. Die unterschiedliche Leistung, der unterschiedliche Betriebszustand, die Einbindung in eine übergeordnete Organisation wie beispielsweise in eine universitäre Organisation oder die Organisation eines Forschungszentrums (z. B. Helmholtz-Zentren) und die verschiedenen Anwendungsarten, wie bspw. Ausbildungszwecke, materialtechnische Untersuchungen oder die Isotopenproduktion für Medizin und Technik, sorgen für unterschiedliche Ausprägungen der Organisationsstrukturen. Auch der Übergang vom Betrieb zu Stilllegung und Rückbau kann Veränderungen der Organisationsstruktur nach sich ziehen.

In diesem Eigenforschungsvorhaben wurde, basierend auf den nationalen und internationalen Anforderungen und Betriebserfahrungen, die Ausgestaltung von Managementsystemen für Forschungsreaktoren aufgearbeitet und spezifiziert, unter Berücksichtigung der verschiedenen deutschen Anlagen und Betriebsphasen sowie besonderer Herausforderungen, denen Forschungsreaktoren generell gegenüberstehen können. Der Hauptfokus des Vorhabens liegt auf dem Betrieb von Forschungsreaktoren, hinsichtlich spezifischer Aspekte (z. B. Change Management, Personalmanagement, Wissensmanagement), dabei wurden auch Besonderheiten des Übergangs vom Betrieb zu Nachbetrieb, Stilllegung und Rückbau betrachtet. Ziel ist es, dass die Arbeiten für die Überprüfung von spezifischen Managementsystemen von Forschungsreaktoren dienlich sein können. Wie die Betriebserfahrungen zeigen, können sich Schwächen in der Organisation von Forschungsreaktoren sowie in deren praktischer Umsetzung negativ auf die

Entstehung von Ereignissen auswirken. Für die ganzheitliche Gewährleistung der nuklearen Sicherheit ist ein integriertes Managementsystem, das neben Rollen und Verantwortlichkeiten sowie klaren und überprüfbaren Prozessen auch den Umgang mit teils kurzfristigen Veränderungen der Betriebsbedingungen (im genannten konkreten Beispiel die Änderung der Personalstärke aufgrund der Covid-Pandemie) beinhaltet, von hoher Bedeutung.

Zu diesem Zweck wurde der nationale und internationale Stand von Wissenschaft und Technik bezüglich Managementsystemen für kerntechnische Anlagen unter besonderer Beachtung forschungsreaktorspezifischer Aspekte gesichtet und ausgewertet. Dies wurde neben Literaturrecherchen und Interviews mit Personen mit Erfahrungen in Bezug auf Managementsysteme für Forschungsreaktoren durch die Betrachtung der nationalen und internationalen Betriebserfahrung mit Bezug zu Managementsystemen in Forschungsreaktoren und die Teilnahme an einer Fachveranstaltung (International Conference on Research Reactors der IAEA in Wien im Jahr 2024) erreicht.

Forschungsreaktoren teilen gewisse grundlegende Organisationsmerkmale, die sich jedoch individuell unterscheiden bzw. unterschiedlich stark ausgeprägt sein können. Daher erfolgte unter Berücksichtigung der gewonnenen Informationen und Erkenntnisse und basierend auf den Unterlagen (z. B. Organisationspläne, personelle Betriebsordnung, Betriebshandbücher, Sicherheitsgutachten) aus der Wissensbasis für Forschungsreaktoren der GRS die Prüfung und Erarbeitung eines generischen Ansatzes für die Aufbau- und Ablauforganisation von Forschungsreaktoren. Hierbei wurden neben forschungsreaktorspezifischen Prozessen mögliche Unterschiede (z. B. unterschiedliche Anforderungen an den Unterrichtsbetrieb im Vergleich zum Forschungsbetrieb, unterschiedliche Leistungsniveaus und Anreicherungsgrade) zwischen Forschungsreaktoren einbezogen und entsprechend mehrere Aufbauorganisationen erarbeitet. Auch wurden Ansätze für einen abgestuften Ansatz („Graded Approach“) zur Anwendung von Anforderungen an Leistungsreaktoren auf Forschungsreaktoren näher betrachtet.

Abschließend wurde ein Indikatorsatz für die Bewertung der Prozesse in Forschungsreaktoren entwickelt. Dies erfolgte unter Beachtung der internationalen Praxis. Zudem wurden Merkpostenlisten erstellt und basierend auf einer Literaturrecherche Anpassungs- und Änderungspotenziale der im Vorhaben 3612R01341 „Entwicklung einer Methode zur Überprüfung der Wirksamkeit von Managementsystemen in Kernkraftwerken“ von der GRS entwickelten Methode zur Bewertung von Managementsystemen in

Kernkraftwerken hinsichtlich der Anwendung auf Forschungsreaktoren identifiziert und entsprechende Anpassungen vorgenommen.

2 Begriffsdefinitionen

2.1 Integriertes Managementsystem

Managementsysteme stellen Systeme zur Festlegung und Erreichung von Organisationszielen dar. Diesem Zweck dienen Regelungen und organisatorische Hilfsmittel zur Abwicklung, Kontrolle und Verbesserung verschiedener Themengebiete (z. B. Sicherheit, Qualität, Umwelt, Finanzen), die im Managementsystem festgeschrieben sind. Aufgrund der historischen Entwicklung von Managementsystemen sind in vielen Organisationen zunächst einzelne, voneinander unabhängig behandelte Managementsysteme entstanden. Dies birgt allerdings das Risiko, dass Regelungen mehrfach getroffen und Verantwortlichkeiten nicht mehr deutlich abgegrenzt werden. Neben Informationsverlusten kann ebenso der Umfang von Dokumentationen in nicht effizient geführten Systemen größer werden. Als integriertes Managementsystem (IMS) wird ein Managementsystem bezeichnet, das Methoden und Instrumente zur Einhaltung von Anforderungen aus verschiedenen Bereichen in einer einheitlichen Struktur vereinigt. Auf diese Weise können Schnittstellen zwischen mehreren Teilmanagementsystemen (z. B. Sicherheitsmanagementsystem, Qualitätsmanagementsystem, Finanzmanagementsystem, Umweltmanagementsystem, Nachhaltigkeitsmanagementsystem) und mögliche Inkonsistenzen vermieden, Abläufe vereinheitlicht und Synergien optimal genutzt werden. Integrierte Managementsysteme sind seit längerem in der Industrie etabliert und kommen insbesondere auch beim Betrieb kerntechnischer Anlagen zum Einsatz; sie stellen hier den Stand der Technik dar /OLT 07/, /BMU 15a/, /BMU 15b/, /IAE 16/, /KTA 17/. Die folgende Darstellung (Abschnitte 2.2, 2.3 und in Teilen 2.4) lehnt sich an /OLT 07/ an, berücksichtigt aber neuere Entwicklungen, insbesondere die seit der Veröffentlichung erfolgte mehrfache Überarbeitung der ISO-9000-Standards /ISO 15/ und /ISO 15a/.

2.2 Prozesse und Prozessschnittstellen

Während die Aufbauorganisation die Gliederung der Organisation in Organisationseinheiten, z. B. Bereiche, Teilbereiche und Abteilungen, und die Zuordnung der Aufgaben zu den Organisationseinheiten beinhaltet, steht im Mittelpunkt der prozessorientierten Organisationslenkung die Ablauforganisation. Die Ablauforganisation beinhaltet die Durchführung von Aufgaben und die Koordination der Aufgabendurchführung. Regelungen und Arbeitsanweisungen der Ablauforganisation enthalten Vorgaben zur Organisation der Arbeitsabläufe.

Die durchzuführenden Aufgaben lassen sich in einzelne Arbeitsschritte bzw. Tätigkeiten herunterbrechen. Die Organisation dieser einzelnen Arbeitsschritte/Tätigkeiten in Prozessen ermöglicht es, die durchzuführenden Aufgaben systematisch und kontrolliert abzuwickeln. In einer prozessorientierten Organisationslenkung wird die Ablauforganisation und somit die Durchführung der Aufgaben in Form von Prozessen umgesetzt.

Das Prozessmanagement dient der Planung, Steuerung und Kontrolle von inner- und überbetrieblichen Prozessen. Darüber hinaus erfolgt durch das Prozessmanagement eine Optimierung aller Prozesse in der Organisation.

2.2.1 Prozess

Ein Prozess ist nach /BEC 03/ eine inhaltlich abgeschlossene, zeitliche und sachlogische Folge von Aktivitäten oder Tätigkeiten, die zur Bearbeitung eines Objekts notwendig sind. Entsprechend den Festlegungen gemäß DIN EN ISO 9000:2015 /ISO 15/ ist ein Prozess ein Satz zusammenhängender oder sich gegenseitig beeinflussender Tätigkeiten, der Eingaben zum Erzielen eines vorgesehenen Ergebnisses verwendet. Im Folgenden wird „Prozess“ in einer Bedeutung, die beiden Definitionen genügt, verwendet. Entsprechend der oben genannten Definitionen eines Prozesses kann ein gesamter Betrieb als ein einziger Prozess angesehen werden, in dem ganz allgemein Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe eingesetzt und diese nach bestimmten Regeln zu vorgesehenen Produkten umgewandelt werden. Diese Sichtweise lässt sich allerdings verfeinern. Wird das Betriebsgeschehen einer eingehenden Analyse unterzogen, so werden verschiedene Prozesse sichtbar, die sich voneinander abgrenzen lassen /BEC 03/. Solche Prozesse sind bezogen auf Forschungsreaktoren beispielsweise der Instandhaltungsprozess, der Bestrahlungsprozess oder der Überwachungsprozess. Ein Vorgang in einer Organisation kann somit als ein einzelner Prozess, ein Hauptprozess oder als eine Kette von Einzelprozessen betrachtet werden. In Abhängigkeit von Größe der Organisation und Umfang des jeweiligen Hauptprozesses können mehrere Ebenen von Teilprozessen eingeführt werden. Der Teilprozess setzt sich auf unterster Ebene aus einer Reihe von Tätigkeiten, also den Prozessschritten, zusammen. Mehrere Prozesse, die thematisch in engem Zusammenhang stehen, können in Prozessgruppen zusammengefasst werden.

2.2.2 Prozessschnittstellen

Als Prozessschnittstelle wird die Stelle bezeichnet, an welcher der Prozess von einem Teilprozess zum nächsten Teilprozess wechselt bzw. Material oder Informationen von

einem Prozess zum nächsten Prozess wechseln /FÜE 02/. Prozessschnittstellen existieren zwischen verschiedenen Prozessen und Teilprozessen innerhalb der Organisation, als auch zwischen Prozessen verschiedener Organisationen, z. B. zwischen Kunden und Lieferanten. Diese Schnittstellen sind besonders kritische Punkte, da an ihnen häufig Reibungsverluste, z. B. Informations- und Zeitverluste auftreten. Durch Schnittstellenvereinbarungen können diese Verluste vermieden und die Übergänge optimiert werden. Dabei legen Kunden und Lieferanten gemeinsam fest, welche Anforderungen an die Ergebnisse der jeweiligen Prozesse bzw. Teilprozesse gestellt werden sollen. Dies gilt auch für Informationen, die an externe Organisation bzw. Institutionen weitergegeben werden.

2.3 Prozesseinteilung und -strukturierung

Prozesse lassen sich nach unterschiedlichen Merkmalen klassifizieren. Sie können beispielsweise danach unterschieden werden, ob Materialien oder Informationen weitergegeben und bearbeitet werden. So werden z. B. bei Prozessen, die dem Erfahrungsrückfluss oder der Auftragsabwicklung dienen, vorwiegend Informationen verarbeitet, wohingegen bei einem Prozess, der der Instandhaltung der Anlage dient, auch Materialien benötigt werden, d. h. eine Kombination aus den genannten Objekten für den Prozess maßgeblich ist. Des Weiteren können Prozesse nach der Häufigkeit ihrer Anwendung eingeteilt werden. Prozesse, wie sie beispielsweise bei der Schichtübergabe oder der Überwachung der Anlage angewendet werden, zeichnen sich dadurch aus, dass sie sehr häufig ablaufen. Auch sind solche Prozesse durch Verfahrensanweisungen standardisiert, so dass bei gleicher Ausgangssituation ein gleichartiges Ergebnis erwartet werden kann. Im Gegensatz dazu läuft beispielsweise ein Prozess, der der Entwicklung für eine bestimmte Anlagenänderung dient, nur einmal ab. In diesem Fall können Verfahrensanweisungen nur einen groben Rahmen bezüglich der zu durchlaufenden Arbeitsstufen vorgeben. Details müssen für jeden Einzelfall separat festgelegt werden.

Auch der Umfang der Prozesse kann sich stark unterscheiden. So können Prozesse danach unterschieden werden, ob sie organisations-, abteilungs- oder personenübergreifend sind /FÜE 02/. Organisationsübergreifende Prozesse laufen unter Beteiligung verschiedener Organisation ab. Ein Beispiel für einen organisationsübergreifenden Prozess wäre ein Beschaffungsprozess, der die Bestellung eines Produkts bei einem Lieferanten einbezieht.

Von abteilungsübergreifenden Prozessen wird gesprochen, wenn mehrere Abteilungen innerhalb einer Organisation von einem Prozess betroffen sind. Als Beispiel für einen abteilungsübergreifenden Prozess sei der Auftragsabwicklungsprozess genannt, der sowohl die Instandhaltung und Produktion als auch z. B. den Strahlenschutz, die Chemie / Physik etc. betrifft. Personenübergreifende Prozesse laufen innerhalb einer Abteilung zwischen verschiedenen Personen ab, wie dies zum Beispiel bei einem Prozess zur Instandhaltung zu beobachten ist.

Der Auslöser eines Prozessdurchgangs ist als weiteres Unterscheidungskriterium zu nennen. Zum Beispiel zeichnet sich der Prozess der Ressourcenbereitstellung durch eine turnusmäßige, jährliche Durchführung aus, wohingegen der Ersatzteillieferungsprozess eher zufällig, abhängig von verschiedenen Einflüssen, ausgelöst wird.

Bei der Strukturierung der Prozesse sind in einem ersten Schritt zunächst die tatsächlich in der Organisation ablaufenden Prozesse zu ermitteln, die zur Erfüllung der Organisationsziele auf allen Ebenen beitragen.

Ein Prozess ist in der Art zu strukturieren, dass die Anforderungen an die Prozessergebnisse jederzeit erfüllt werden können. Diese Eigenschaft eines Prozesses wird als Prozessfähigkeit bezeichnet /FÜE 02/. Die Strukturierung geht auf folgende Weise vor sich: Zunächst wird gemeinsam mit dem Kunden ermittelt, welche Ergebnisse überhaupt beim Kunden benötigt werden. Einige Prozesse müssen grundsätzlich neu geplant werden, um die Prozessfähigkeit herzustellen. Folgende Verfahrensschritte haben sich bei der Prozessentwicklung bewährt:

- Abgrenzung der Prozesse,
- Identifizierung der Schnittstellen,
- Klassifizierung und Gruppierung der Prozesse,
- Festlegung der Prozesstiefe, d. h. des Detaillierungsgrads, in dem der Prozess beschrieben wird,
- Feststellung des Ist-Zustandes der Arbeitsabläufe,
- Erstellung der Übersicht der Prozesse (Prozesslandschaft),
- Festlegen von Zuständigkeiten.

Für einen Prozess können ein Ziel, aber auch mehrere Ziele vorgegeben werden. Die Anzahl der gesetzten Ziele ist abhängig von der Größe der Prozesse (Anzahl der Prozessschritte, Anzahl der beteiligten Organisationseinheiten etc.) und von der Wichtigkeit der spezifischen Prozessergebnisse für den Gesamtprozess. Bei integrierten Managementsystemen sind Ziele für unterschiedliche Bereiche bzw. Perspektiven wie z. B. Sicherheit, Umweltschutz, Arbeitssicherheit etc. zu definieren und ihre Prioritäten festzulegen.

Die Prozesse einer Organisation sind naturgemäß nicht gleich aufgebaut. Deshalb wird im Folgenden beschrieben, welche verschiedenen Arten von Prozessen theoretisch in einer Organisation zu unterscheiden sind.

Die grundsätzliche Einteilung in

- Management- oder Führungsprozesse,
- Kernprozesse und
- Unterstützungsprozesse

hat sich bisher bei der Anwendung einer prozessorientierten Organisationslenkung in der Praxis bewährt. Die Management- bzw. Führungsprozesse werden auch als die strategischen Prozesse, die Kern- und Unterstützungsprozesse als die operativen Prozesse bezeichnet.

2.3.1 Managementprozesse

Bei der Einführung eines Prozessmanagements sind alle Prozesse systematisch auf die Erreichung der Organisationsziele auszurichten. Die Organisationsziele werden als strategische Managementziele für die Managementprozesse bzw. Führungsprozesse konkretisiert. Die Management- bzw. Führungsprozesse dienen der Organisationsplanung und -steuerung, insbesondere der langfristigen Organisationssicherung durch Konzentration auf die Kundenbedürfnisse und die Kernkompetenzen /DGQ 01/, /DWD 00/. Durch Management- bzw. Führungsprozesse werden z. B. die Organisationsziele festgelegt und die Ressourcen bereitgestellt.

Durch die klare Formulierung der Organisationsziele, deren Konkretisierung in die strategischen Managementziele und die interne Weitergabe dieser Ziele von Prozess zu

Prozess sowie von Teilprozess zu Teilprozess werden die Strukturen der gesamten Organisation analysiert und transparent gemacht.

2.3.2 Kernprozesse

Die Kernprozesse dienen unmittelbar den Organisationszielen Produkte¹ herzustellen oder Dienstleistungen zur Verfügung zu stellen. Kernprozesse haben einen direkten Bezug zum in der Organisation hergestellten Produkt und leisten einen wesentlichen und unmittelbaren Beitrag zum wirtschaftlichen Ergebnis der Organisation. Bevor die Kernprozesse einer Organisation aus der Gesamtheit aller Prozesse in der Organisation ausgewählt werden, sollte ein Prozessmodell erstellt werden. Ein Prozessmodell ist eine Auflistung sämtlicher Prozesse der Organisation.

Zur Festlegung der Kernprozesse einer Organisation werden aus der Vielzahl dieser Prozesse in der Organisation die wenigen ausgewählt, die für die Herstellung des Produkts oder die Bereitstellung der Dienstleistung von zentraler Bedeutung sind. Typische Kernprozesse in Forschungsreaktoren sind z. B. der Reaktorbetrieb, die Durchführung von Experimenten und Bestrahlungen, die Handhabung von Brennelementen und anderen radioaktiven Stoffen oder die Bereitstellung von Lehrangeboten. Die tatsächliche Ausprägung der Kernprozesse ist vom individuellen Forschungsreaktor abhängig. Die beispielhaft genannten Prozesse beinhalten abteilungsübergreifende Aufgaben, die in einem Forschungsreaktor anfallen. Entsprechend der Komplexität dieser Aufgaben werden diese Prozesse weiter in verschiedene Teilprozesse zerlegt. Beispielsweise kann der Instandhaltungsprozess in die Teilprozesse Stör- und Meldeverfahren, technische Klärung, Sicherungsmaßnahmen, Durchführung der Arbeiten, usw. aufgeteilt werden.

Die Kernprozesse und deren Teilprozesse in einer Organisation stehen durch den Austausch von Materialien und/oder Informationen untereinander in Verbindung. Das heißt beispielsweise, dass die erfassten Informationen aus dem Prozess „Stör- und Mängel-meldung“ in den daran anschließenden Prozess „technische Klärung“ eingebracht werden. Vom Prozess „technische Klärung“ fließen die Informationen in Form von Formularen oder z. B. mittels eines EDV-gestützten Betriebsführungssystems zu anderen

¹ Der Begriff „Produkt“ bezeichnet hier das Ergebnis eines Prozesses. Beispiele können eine instand gehaltene Komponente, produzierte Isotope oder ein durchgeführtes Schulungsprogramm sein.

betrieblichen Teilbereichen, z. B. Instandhaltung, Durchführung, Strahlenschutz, Objektsicherungsdienst (OSD) etc.

2.3.3 Unterstützende Prozesse

Neben den Management- und Kernprozessen unterscheidet man noch die unterstützenden Prozesse. Diese Prozesse dienen nicht direkt dem Erreichen der Organisationsziele, Produkte herzustellen oder Dienstleistungen bereitzustellen, sie werden aber benötigt, um u. a. die Kernprozesse entsprechend den Vorgaben aus den Prozesszielen abwickeln zu können. Sie weisen üblicherweise keine direkten Berührungspunkte zu den erstellten Produkten bzw. Dienstleistungen auf /BEC 03/. Unterstützende Prozesse beinhalten häufig Tätigkeiten, die in gleicher oder sehr ähnlicher Weise für mehrere Prozesse erforderlich sind /DGQ 01/. Auf diese Weise können Management- und Kernprozesse entlastet werden und eine größere Standardisierung gleichartiger Tätigkeiten erreicht werden. Typische unterstützende Prozesse sind z. B. „Dokumentation“ und „Beschaffung“.

2.4 Prozessmodell

In einer Organisation existiert eine Vielzahl von Management-/Führungs-, Kern- und Unterstützungsprozessen. Für die erfolgreiche prozessorientierte Organisationslenkung ist entscheidend, welche Prozesse innerhalb der Organisation identifiziert und wie die Prozesse gegliedert werden.

Die Gliederung der einzelnen Prozesse in einer systematischen Struktur wird üblicherweise als Prozessmodell oder Prozessgliederungsplan bezeichnet. Das Prozessmodell ist eine der wichtigsten Planungsgrundlagen für die Einführung einer prozessorientierten Organisationslenkung. In dem Prozessmodell einer Organisation sind alle Aktivitäten einer Organisation in Form von Prozessen abzubilden /DGQ 01/.

Für die Erstellung eines Prozessmodells müssen demnach sämtliche Prozesse, die in einer Organisation ablaufen, identifiziert werden. Dabei ist es sehr hilfreich, die verschiedenen Arten von internen und externen Aufträgen zusammenzustellen, die in einer Organisation existieren, da Prozesse häufig durch solche Aufträge ausgelöst werden.

Für die Erstellung eines Prozessmodells gibt es in der einschlägigen Literatur verschiedene Ansätze z. B. in /DGQ 01/, /BEC 03/. Ein Prozessmodell kann jedoch nicht direkt

aufgrund eines Ansatzes aus der Literatur übernommen werden, sondern muss für jede Organisation spezifisch entwickelt werden, da sich eine Organisation z. B. durch ihre organisatorische Struktur und die hergestellten Produkte stark unterscheiden können. Entscheidend für den Erfolg eines prozessorientierten Managementsystems ist die Übereinstimmung des Prozessmodells mit den tatsächlich vorhandenen und gelebten Organisationsprozessen.

Für die Beschreibung der Prozesse des Prozessmodells ist ein adäquater Detaillierungsgrad zu wählen. So ist für Prozesse, die vielfach in identischer Form ausgeführt werden, eine sehr detaillierte Beschreibung sinnvoll. Für Prozesse, bei deren Ausführung, z. B. aufgrund ständig abweichender Randbedingungen, eine hohe Flexibilität erforderlich ist, ist eine Beschreibung auf einem höheren Abstraktionsgrad sinnvoll. Ggf. ist auch innerhalb eines Prozesses der Detaillierungsgrad zu variieren, um z. B. bei bestimmten Teilprozessen bzw. Tätigkeiten ein Einhalten interner und externer Vorschriften sicherzustellen und an anderen Stellen eine notwendige Flexibilität zu erlauben.

2.5 Indikatoren

Zur Überwachung und Steuerung des Organisationserfolgs, zur Beobachtung der Prozesse und zur Überwachung der Prozessergebnisse, entsprechend dem PDCA-Zyklus, sind Indikatoren, d. h. Kennzahlen einzuführen, anhand derer der Grad der Zielerfüllung der Organisations- und Prozessziele beurteilt werden kann /FÜE 02/ und die ggf. ein frühzeitiges Erkennen einer sich abzeichnenden nachlassenden Organisations- oder Prozessleistung ermöglichen (vorausseilende Indikatoren) und somit eine Frühwarnfunktion erfüllen können.

Zur Entwicklung von Indikatoren werden in der Literatur zwei grundsätzliche Ansätze unterschieden: „Top-Down“ und „Bottom-Up“.

Beim „Top-Down“-Ansatz wird von abstrakten Visionen und Anforderungen an die Organisation sowie die Organisationsziele ausgegangen, die dann stufenweise konkretisiert werden, bis sich konkrete Messgrößen ergeben.

Beim „Bottom-Up“-Ansatz wird von in den Prozessen vorhandenen oder erhebbaren Messgrößen ausgegangen. Daraus werden Größen gebildet, die eine quantitative

Bewertung ermöglichen, in welchem Maße die Prozessziele erreicht werden und inwieweit die Art der Prozessdurchführung den Vorgaben entspricht.

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ist der Detaillierungsgrad. So können Indikatoren Informationen über die Performance des gesamten Managementsystems bzw. der gesamten Organisation liefern (z. B. Anzahl Meldepflichtiger Ereignisse). Diese globalen Indikatoren lassen häufig keine Zuordnung zu einzelnen Prozessen zu, da sie durch viele verschiedene Prozesse beeinflusst werden. Andere, detaillierte, Indikatoren erlauben Aussagen über die Leistung und Konformität bestimmter Prozesse oder Teilprozesse.

Zuletzt lassen sich Indikatoren danach unterscheiden, ob sie vorausseilend sind oder nicht. Vorausseilende Indikatoren erlauben es, sich abzeichnende Probleme zu erkennen, bevor eine erhebliche tatsächliche Verschlechterung der Prozessergebnisse bzw. der Leistung der Organisation eintritt. Sie sind somit geeignet, rechtzeitig Korrektur- bzw. Verbesserungsmaßnahmen anzustoßen. Im Gegensatz dazu zeigen nicht vorausseilende Indikatoren eine tatsächlich aufgetretene Verschlechterung von Prozessergebnissen an.

In Abschnitt 5.1 wird die Entwicklung von Indikatoren näher diskutiert.

3 Auswertung und Bewertung des Standes von Wissenschaft und Technik bezüglich Managementsysteme für Forschungsreaktoren

Um eine theoretische Basis für das Verständnis von Sicherheitsmanagement in Forschungsreaktoren zu schaffen, werden in diesem Kapitel aus verschiedenen Quellen Informationen hinsichtlich der Anforderungen an Managementsysteme für Forschungsreaktoren zusammengetragen und ausgewertet. Im Fokus stehen dabei Anforderungen an Managementsysteme im Allgemeinen sowie typische Herausforderungen, die beim Betrieb von Forschungsreaktoren auftreten können und daher besonders zu beachten sind (z. B. Modifikationen an Experimentiereinrichtungen oder das Alterungsmanagement). Betrachtete Aspekte sind u. a. die Nutzung eines abgestuften Ansatzes (engl. „Graded Approach“) bei der Anwendung von Regelwerksanforderungen, die Möglichkeit der Implementierung des sogenannten „Safety-II“-Ansatzes, die systemische Betrachtung organisationaler Prozesse und das Veränderungsmanagement (engl. „Change Management“), welches sowohl bei Organisationsänderungen während des Betriebes von kerntechnischen Einrichtungen als auch beim Übergang vom Betrieb zu Stilllegung und Rückbau von Bedeutung ist.

Es wurden zum einen konkrete Anforderungen aus internationalen (IAEA, WENRA) und ausgewählten nationalen (Deutschland, Niederlande, Großbritannien, Schweiz) kerntechnischen Regelwerken (Kapitel 3.1) und zum anderen Literatur aus dem nicht-nuklearen Bereich (Quellen verschiedener Disziplinen wie Organisationsforschung und Managementtheorie, Kapitel 3.2) ausgewertet. Darüber hinaus wurde eine Auswertung nationaler (meldepflichtige Ereignisse aus deutschen Forschungsreaktoren) und internationaler (Ereignisberichte aus dem International Reporting System for Research Reactors (IRSRR) der IAEA) Betriebserfahrung (Kapitel 3.3) durchgeführt, um Aspekte zu ermitteln, die in Forschungsreaktoren besonders zur Entstehung von sicherheitsrelevanten Ereignissen führen bzw. beitragen können und daher von einem Managementsystem entsprechend berücksichtigt werden müssen. Ergänzend wurden zwei Expertengespräche mit Personen, die über direkte praktische Erfahrungen aus der Arbeit im Zusammenhang mit Forschungsreaktoren und deren Management verfügen, durchgeführt (Kapitel 3.4). Abschließend wurden übergeordnete Erkenntnisse zu Besonderheiten und Herausforderungen bei Forschungsreaktoren zusammengefasst (Kapitel 3.5).

3.1 Auswertung und Bewertung internationaler und nationaler Regelwerksanforderungen

3.1.1 Regelwerksanforderungen an das Managementsystem von Forschungsreaktoren

Es wurden Anforderungen aus internationalen und ausgewählten nationalen Regelwerken mit Relevanz für Managementsysteme von Forschungsreaktoren ausgewertet. Dabei wurden sowohl direkt auf Managementsysteme bezogene Anforderungen als auch Anforderungen mit Bezug zu Themen, die in Managementsystemen von Forschungsreaktoren berücksichtigt werden sollten (z. B. Alterungsmanagement, Modifikationen von Experimentiereinrichtungen), betrachtet.

Bei den ausgewerteten internationalen Regelwerken handelt es sich um die der IAEA und der WENRA. Neben dem deutschen Regelwerk wurden die nationalen Regelwerke der Niederlande, Großbritanniens und der Schweiz ausgewählt. Die Auswahl dieser drei Länder erfolgte aufgrund der dort vorhandenen Erfahrungen bei Betrieb und Stilllegung von Forschungsreaktoren und anderen kerntechnischen Einrichtungen sowie aufgrund des zielorientierten Charakters dieser Regelwerke.

Kapitel 3.1.1.1 enthält eine Zusammenfassung der gewonnenen Erkenntnisse. Die ausführliche Auswertung der relevanten Regelwerksanforderungen mit Relevanz für Managementsysteme findet sich in Anhang H.

3.1.1.1 Zusammenfassung

Von grundsätzlicher Bedeutung für ein effektiv und effizient funktionierendes Managementsystem ist eine klare Zuweisung von Zuständigkeiten und Verantwortung sowie die Ermöglichung/Ermutigung der Kommunikation zwischen den einzelnen Akteuren. Ein strukturiertes Berichtswesen (wer berichtet wem wann wie worüber?) soll die Rückmeldung von Informationen über die Sicherheitsleistung, über die Effizienz bei der Wahrnehmung von Verantwortung und über die Erreichung von Sicherheitszielen sicherstellen. Essenziell für diesen Informationsfluss ist die Bestimmung von einzelnen Prozessbetreuern, deren Rückmeldungen über mögliche Probleme und Verbesserungspotenziale beim Managementsystembeauftragten gebündelt und von diesem gegenüber der Geschäftsführung vorgetragen und vertreten werden. Die Sicherheitskultur soll durch die Festlegung und Verbreitung eines gemeinsamen Verständnisses sowie durch die

Bereitstellung der erforderlichen Mittel und die Förderung der lernenden und hinterfragenden Haltung aller Beschäftigten gefördert und unterstützt werden.

All dies ist in Form einer umfassenden Beschreibung des Managementsystems und der Organisationsstruktur angemessen zu regeln und zu dokumentieren. Dazu gehört die Beschreibung der Zuständigkeiten und Befugnisse sowie der Interaktionen (Schnittstellen) von verantwortlichen Einzelpersonen, Teams, Abteilungen oder auch Prozessen miteinander. Prozessbeschreibungen müssen die Komplexität der auszuführenden Arbeiten widerspiegeln.

Themen, denen nach Auswertung internationaler und nationaler Regelwerke besondere Aufmerksamkeit gegeben werden sollte, sind auf technischer Ebene die individuellen konstruktiven Merkmale der Reaktoranlage und der Experimentiereinrichtungen sowie spezifische Alterungseffekte, denen durch ein angemessenes Alterungsmanagement Rechnung getragen werden sollte. Die technische Individualität von Forschungsreaktoren macht zudem in Kombination mit der Tatsache, dass Betreiberorganisationen einen deutlich geringeren personellen Umfang haben können als es bei Leistungsreaktoren der Fall ist, die anlagenspezifische Qualifikation des Personals und eine strategische Personalplanung zu einem kritischen Faktor.

Sicherheitsrelevante Tätigkeiten sollen ohne unangemessene Eile oder Druck durchgeführt werden können, was die Priorisierung sicherheitsrelevanter Tätigkeiten und die Sicherstellung ausreichender personeller Kapazitäten erfordert. Zudem soll die Notwendigkeit der Kontinuität des organisatorischen Fachwissens berücksichtigt werden, wenn neues Betriebspersonal erfahrenes Personal ersetzt. In kleinen Betrieben kann der Verlust einer Schlüsselperson die Abschaltung des Forschungsreaktors erforderlich machen, bis die Ausbildung eines Ersatzes abgeschlossen werden kann. Diese Situation sollte durch eine wirksame strategische Planung, eine Nachfolgeplanung und die Erstellung eines Personalplans (und effektive Dokumentation) vermieden werden. Die Möglichkeit einer Pandemie oder ähnlicher Situationen in Gebieten, in denen das Personal lebt, und deren Auswirkungen sind darüber hinaus ebenfalls zu berücksichtigen. Zur Berücksichtigung der genannten Aspekte und ihrer Verwobenheit miteinander sind angemessene Regelungen in einem integrierten Managementsystem von hoher Bedeutung.

Zum anderen kann sich, abhängig von den sich im Laufe von Jahren und Jahrzehnten verändernden Forschungsschwerpunkten und -bedarfen, die Notwendigkeit des Umbaus oder Tausches von Experimentiereinrichtungen ergeben. Daraus kann folgen, dass

Sicherheitsdokumente (z. B. Sicherheitsberichte, Betriebsbedingungen und -grenzen, Prozeduren, Notfallpläne) teilweise obsolet werden bzw. einer Aktualisierung bedürfen und daher entsprechend anzupassen sind. Dies muss ein Alterungsmanagement ebenfalls berücksichtigen und eine regelmäßige Überprüfung derartiger Dokumente auf ihre Aktualität sicherstellen.

Für die Ausarbeitung und Implementierung von Prozessen des Managementsystems von Forschungsreaktoren finden sich in verschiedenen Veröffentlichungen der IAEA-Empfehlungen und Beispiele. Zu nennen ist diesbezüglich insbesondere der SRS 75 /IAE 13/.

3.1.2 Regelwerksanforderungen an die Anwendung des Graded Approach

Die Notwendigkeit zur Nutzung eines abgestuften Ansatzes (engl. „Graded Approach“) bei der Anwendung von Regelwerksanforderungen ergibt sich sowohl aufgrund der Unterschiede zwischen Forschungsreaktoren und Kernkraftwerken als auch aufgrund des breiten Spektrums an unterschiedlichen Typen von Forschungsreaktoren. Die technischen Merkmale eines Forschungsreaktors wirken sich dadurch direkt darauf aus, wie dessen sicherer Betrieb organisiert und in einem Managementsystem festzuhalten ist.

Es wurde betrachtet, welche Anforderungen und Herangehensweisen für die Anwendung des Graded Approach in internationalen und ausgewählten nationalen Regelwerken verankert sind. Es wurden auf internationaler Ebene die Regelwerke der IAEA und WENRA und auf nationaler Ebene die Regelwerke Deutschlands, der Niederlande, Großbritanniens und der Schweiz ausgewertet.

Kapitel 3.1.2.1 enthält eine Zusammenfassung der gewonnenen Erkenntnisse. Die ausführliche Auswertung der relevanten Regelwerksanforderungen mit Relevanz für die Anwendung des Graded Approach findet sich in Anhang I.

3.1.2.1 Zusammenfassung

Trotz teilweise leicht voneinander abweichender Formulierungen hat die grundsätzliche Idee der Anwendung eines Graded Approach bzw. einer abgestuften Anwendung von sicherheitstechnischen Anforderungen und Sicherheitskonzepten internationale Verbreitung gefunden. Im Kern dreht sich der Zweck dieses Konzepts um die Anpassung des

Aufwandes zur Erreichung eines angestrebten Sicherheitsniveaus an das von der jeweiligen Anlage ausgehende Gefährdungspotenzial.

Der Detailgrad, in dem in den betrachteten Regelwerken auf die Art und Weise der Anwendung eingegangen wird, liegt dabei innerhalb eines breiten Spektrums. Im Regelwerk der IAEA wird neben einer ausführlichen Definition des Graded Approach, die auch den expliziten Ausschluss einer Nichterfüllung einzelner Anforderungen („waiving“) enthält, auch die praktische Umsetzung in Form einer aus zwei Hauptschritten bestehenden Vorgehensweise beschrieben. Dies wurde von der niederländischen ANVS aufgegriffen und in einer abgewandelten Form dargestellt, die die Möglichkeit der Nichterfüllung von Anforderungen hingegen nicht ausschließt. Die Regelwerke anderer europäischer Staaten (Großbritannien, Schweiz) erwähnen die Möglichkeit der Anwendung des Graded Approach bzw. eines abgestuften Ansatzes, gehen jedoch nicht im Detail auf die konkrete Anwendung ein.

Das ENSI argumentiert in Bezug auf die eigene Aufsichtstätigkeit jedoch unter Berufung auf die in der Schweiz gesetzlich verankerte Verhältnismäßigkeit bei der Ausführung staatlicher Handlungen, dass eine Abwägung zwischen dem Ziel des Schutzes von Mensch und Umwelt vor den schädlichen Auswirkungen der Nutzung der Kernenergie und betriebswirtschaftlichen Aspekten permanent stattfinden muss. Ziel ist es dabei, die stete Erfüllung der Kernaufgaben der Organisation sicherzustellen, was einen effizienten Umgang mit den begrenzten finanziellen Mitteln zwingend erfordert.

In dieser Argumentation zeigt sich, dass die Anwendung des Graded Approach bei ganzheitlicher Betrachtung und unter der Voraussetzung einer verantwortungsvollen Umsetzung der Fähigkeit der Organisation zur Priorisierung der Sicherheit dort, wo sie unabdingbar ist, dient. Insbesondere da Forschungsreaktoren geringere finanzielle Freiheiten haben als dies bei Betreiberorganisationen von Kernkraftwerken in der Regel der Fall ist, ist dort ein dosierter Einsatz der verfügbaren Mittel unter Berücksichtigung ggf. vorhandener (auch externer) systemischer Einflussfaktoren von großer Bedeutung. Es sei an dieser Stelle auch auf die Ausführungen im Kapitel 3.2 verwiesen. Die in der Recherche in diesem Kapitel gewonnenen Erkenntnisse werden im weiteren Verlauf des Vorhabens in die Entwicklung und beispielhafte Anwendung eines Ansatzes für die Anwendung des Graded Approach einfließen (siehe dazu Kapitel 4.3).

3.2 Systemische und sicherheitsgerichtete Entwicklungen von Managementkonzepten

In diesem Kapitel werden verschiedene Ansätze zur systemischen Betrachtung von Organisationen diskutiert. Neben den im Wesentlichen auf Aspekte des Sicherheitsmanagements innerhalb einer kerntechnischen Organisation fokussierten Regelwerksanforderungen (siehe Kapitel 3.1) soll dadurch die Betrachtungsweise auf das Organisationsumfeld und externe Einflussfaktoren erweitert werden. Aus Berührungspunkten und Schnittstellen mit externen Organisationen (z. B. Forschungseinrichtungen, Universitäten, Behörden und andere Stakeholder) können sich weitere Anforderungen ergeben, die nicht explizit im Regelwerk verankert sind, aber für eine Optimierung der Sicherheitsleistung dennoch im Managementsystem zu berücksichtigen sind.

3.2.1 Systemische Sicht auf organisationale Prozesse

Der sichere Betrieb von Forschungsreaktoren ist nicht nur unter Berücksichtigung der Betreiberorganisation an sich zu betrachten. Nach dem systemischen Ansatz haben u. a. auch politische, rechtliche und regulatorische Prozesse, die die Rahmenbedingungen für den Betrieb festlegen, sowie die Interaktion der Betreiberorganisation mit diesen Prozessen und anderen relevanten Akteuren wie u. a. Aufsichtsbehörden, Öffentlichkeit und Geldgebern einen Einfluss auf den sicheren Betrieb des Forschungsreaktors. Der systemische Ansatz erkennt die Komplexität von Systemen an und betrachtet diese mit deren Schnittstellen und Wechselwirkungen in ihrer Ganzheitlichkeit. Die Notwendigkeit der Anwendung eines systemischen Ansatzes beim Betrieb von kerntechnischen Anlagen und der Aufsicht darüber stellt beispielsweise eine der zentralen Erkenntnisse und Empfehlungen aus den Analysen des Unfalls im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi durch das ENSI /ENS 21/ dar (vgl. Kapitel 14.2.4).

Im Folgenden wird dazu auf das Sankt Galler Managementmodell eingegangen, welches über klassische IMS-Strukturen hinausgeht, indem systemisch und ganzheitlich Schnittstellen zum Organisationsumfeld beschrieben und der Gedanke der systemischen Eingebundenheit einer Organisation in vielen Facetten abgebildet werden. Da Forschungsreaktoren u. a. auch erheblich von externen Finanzierungen abhängen können, wird des Weiteren die Resource Dependence Theory (RDT) näher dargelegt.

3.2.1.1 Sankt Galler Managementmodell

Das St. Galler Management-Modell (SGMM) wurde in den sechziger und siebziger Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts an der Universität St. Gallen entwickelt und erstmals 1972 /ULR 72/ veröffentlicht. Seither fanden regelmäßige Weiterentwicklungen statt. Die aktuelle, vierte Generation des Modells wurde 2014 erstmals veröffentlicht und 2017 erweitert /RÜE 20/. Der Begriff „Modell“ wird hier nicht im Sinne eines konkreten Modells, aus dem sich unmittelbar organisationsbezogene Erkenntnisse oder Entscheidungen ableiten lassen, sondern als Reflexionshilfe für unternehmerische Herausforderungen und Problemstellungen verstanden, die Management-Verantwortliche dabei unterstützen soll, schnell eine gemeinsame Orientierungsgrundlage für ihre Entscheidungen zu entwickeln. Nach /RÜE 16/ ist das SGMM „wortsprachliche und visuelle Verständnishilfe [...] für eine integrative Perspektive auf Umwelt, Organisation und Management. Die vermittelten Kategorien und ihre Erläuterung verkörpern eine Reflexionssprache, mit deren Hilfe verantwortliche Management-Teams grundlegende Management-Herausforderungen komplexitätsgerecht diskutieren und klären können.“ In diesem Sinne kann es als Meta-Modell angesehen werden, das die Diskussion und Ermittlung von konkreten Aspekten einer Organisation und ihrer relevanten Umgebung („Umwelt“) und daraus die Ableitung von Management-Entscheidungen befördern soll.

Im SGMM werden zwei so genannte „Perspektiven“ unterschieden:

Aufgabenperspektive: Sie umfasst die betriebswirtschaftlich orientierte, auf Sachaspekte fokussierende Analyse und Gestaltung der Wertschöpfung als zentrale Managementaufgabe.

Praxisperspektive: Sie umfasst die grundlegenden kulturellen und kommunikativen Voraussetzungen der Wirksamkeit von Management.

Die Bezeichnung „Perspektive“ für diese beiden Modellinhalte macht deutlich, dass das SGMM von den Autoren primär als Werkzeug betrachtet wird, eine Organisation in ihren komplexen Wechselwirkungen mit der Umwelt zu betrachten und zu diskutieren.

Die Aufgabenperspektive (siehe Abb. 3.1) umfasst im Wesentlichen die zum Zeitpunkt der ursprünglichen Modellentwicklung in üblichen wirtschaftswissenschaftlichen Modellen betrachteten Aspekte, während die Praxisperspektive die wesentlichen neu hinzugekommenen Inhalte des SGMM umfasst.

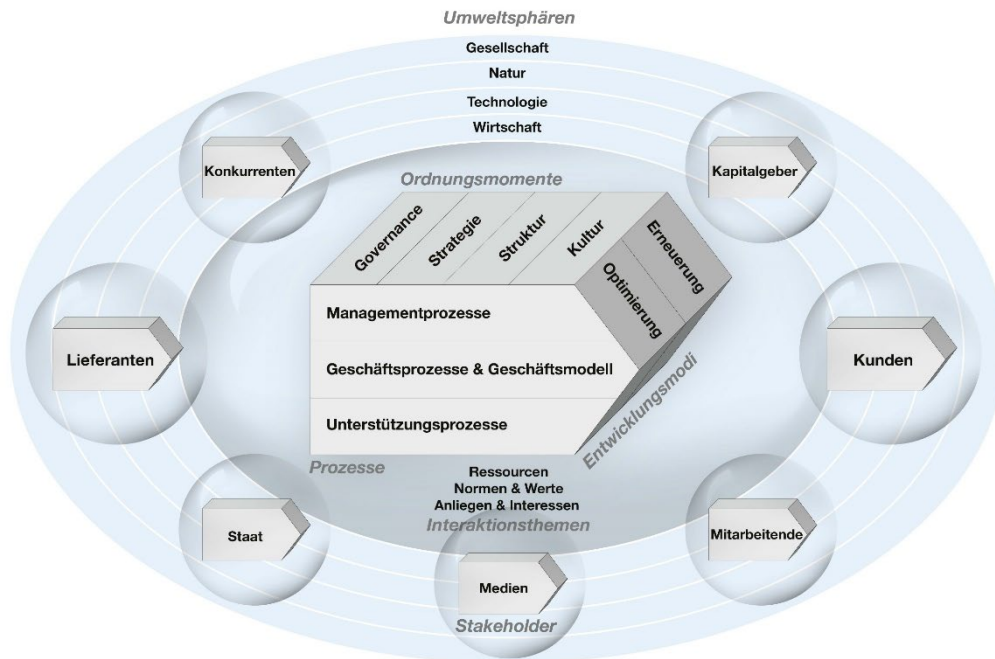


Abb. 3.1 Aufgabenperspektive des SGMM (entnommen aus /RÜE 20/)

Während in früheren Versionen das Modell in einem einzelnen Bild visualisiert wurde, um die ganzheitliche Betrachtung zu betonen, werden in der jüngsten Version verschiedene Abbildungen für die zwei Perspektiven und verschiedene Detaillierungsgrade (so genanntes „zoom-in“) verwendet.

Im Folgenden werden die wichtigsten Entitäten des Modells beschrieben, wobei zunächst die Aufgabenperspektive betrachtet wird:

Umweltsphären bezeichnen externe Entitäten im Umfeld der Unternehmung, mit denen die Organisation in Wechselwirkung steht. Die Gesellschaft stellt die umfassendste dieser Sphären dar. Weitere explizit genannte Sphären sind Natur, Technologie und Wirtschaft.

Anspruchsgruppen bezeichnen Gruppen und Individuen, die in irgendeiner Form von der Wertschöpfung oder den negativen Folgen der Aktivität der Organisation betroffen sind. Aus dem Wertbeitrag für die Anspruchsgruppen ergibt sich der Zweck einer Unternehmung. Als Anspruchsgruppen explizit genannt sind:

- Konkurrenten,
- Lieferanten,

- Staat.

Diese sind gemäß dem Modell dadurch gekennzeichnet, dass sie vorwiegend die Organisation beeinflussen. Die Anspruchsgruppen

- Kapitalgeber,
- Kunden,
- Mitarbeitende

werden hauptsächlich von der Organisation beeinflusst. Die Anspruchsgruppe

- Medien

ist durch eine gleichstarke wechselseitige Beeinflussung gekennzeichnet.

Interaktionsthemen bezeichnet Gegenstände der Austauschbeziehungen zwischen Anspruchsgruppen und Unternehmung. Dies umfasst Normen und Werte, Anliegen und Interessen sowie Ressourcen. Dabei bezeichnen Werte grundlegende Ansichten über ein erstrebenswertes Leben. Normen bauen darauf auf und bezeichnen explizite Gesetze und Regelungen. Interessen bezeichnen den unmittelbaren Eigennutz, Anliegen hingegen verallgemeinerungsfähige Ziele.

Das SGMM der neuesten Generation ist prozessorientiert, d. h. es fasst die Aktivitäten in einer Organisation als ein System von **Prozessen** auf. Dabei werden drei wesentliche Kategorien unterschieden: Managementprozesse, Geschäftsprozesse und Unterstützungsprozesse.

Managementprozesse betreffen alle grundlegenden Aufgaben, die mit der Gestaltung, Lenkung und Entwicklung der Organisation zu tun haben. Dabei wird unterschieden zwischen normativen Orientierungsprozessen, strategischen Entwicklungsprozessen und operativen Führungsprozessen.

Geschäftsprozesse umfassen die Aktivitäten einer Unternehmung, die unmittelbar auf Kundennutzen ausgerichtet sind. Sie umfassen die kundenbezogenen Prozesse (z. B. Markenführung, Kundenakquisition, Kundenbindung), die Leistungserstellungsprozesse sowie Leistungserstellung-bezogene Innovationsprozesse. In anderen Managementsystemen werden sie meist als Kernprozesse bezeichnet.

Die **Unterstützungsprozesse** dienen den organisationsinternen Dienstleistungen für einen effektiven Vollzug der Geschäftsprozesse. Dazu gehören Prozesse wie Buchhaltung, Datenverarbeitung, Instandhaltung der Produktionsanlagen, Weiterbildung.

Ordnungsmomente dienen einer kohärenten Ausrichtung und Sinnggebung der Organisation. Sie sind nur teilweise explizit dokumentiert und werden in Governance, Strategie, Strukturen und Kultur gegliedert.

Die **Governance** einer Organisation reguliert maßgeblich die Systemgrenze einer Organisation zu ihrer Umwelt und damit nach /RÜE 20/ auch ihre Identität. Sie umfasst alle expliziten formalen Festlegungen und das Hintergrundwissen darüber, worin der Zweck der Organisation besteht, wer die primären Adressaten der Wertschöpfung sind, welche Funktion eine Organisation in der Gesellschaft spielen will, wer als Anspruchsgruppe zu betrachten ist und alle inhaltlichen Festlegungen, die das Verhältnis zu ihren zentralen Anspruchsgruppen, insbesondere zu ihren Eigentümern, strukturieren. Die strukturierende Wirkung des Ordnungsmoments Governance beinhaltet auch grundlegende prozedurale Aspekte der Information, Kommunikation und Einflussnahme, die das Verhältnis einer Organisation zu ihren zentralen Stakeholdern betreffen, insbesondere Rechte und Pflichten im Bereich der Mitwirkung und Mitsprache, der Berichterstattung und der Transparenz. Dabei können in einem explizit gemachten und verbindlichen Code of Conduct auch grundlegende Werte und Normen definiert werden, welche die Kooperation und Konfliktthandhabung einer Organisation im Innen- und Außenverhältnis prägen sollen.

Die **Strategie** beinhaltet die langfristigen Entscheidungen, die dem Aufbau von Wettbewerbsvorteilen dienen. Die Strategie als Ordnungsmoment bezeichnet dabei die inhaltliche Dimension und soll die Anliegen, Bedürfnisse und Kommunikationsformen der Anspruchsgruppen, das Leistungsangebot, den Fokus der Wertschöpfung, mögliche Kooperationsfelder sowie die Kernkompetenzen beschreiben. Sie wird abgegrenzt vom Managementprozess „Entwicklung“, der demgegenüber die Vorgehensweise beschreibt.

Strukturen werden benötigt, um das nötige Maß an Arbeitsteilung in Arbeits- und Handlungssystemen zu definieren, und darauf die Teile effektiv zu koordinieren. Dies geschieht durch die Aufbauorganisation (als Aufbaustrukturen bezeichnet) und die Ablauforganisation (als Ablaufstrukturen bezeichnet). Das Management kann hier

vergleichsweise einfach Veränderungen bewirken, da es sich um explizit festgelegte Sachverhalte handelt.

Kultur bezeichnet die impliziten Strukturen einer Organisation. Dazu gehören Normen und Werte, Einstellungen, Haltungen, Üblichkeiten und Argumentationsmuster. Durch die Arbeitsteilung kommt es zu einer Ausdifferenzierung der Kultur innerhalb der Organisation. In der Kultur kann ein wesentlicher Erfolgsfaktor einer Organisation begründet sein, da ihre Elemente auch von ihren Trägern schwer in Worte gefasst werden und daher nur schwer von anderen Organisationen kopiert werden können. Für das Management stellt es eine große Herausforderung dar, auf die gewachsene Organisationskultur einzuwirken, da sie im Gegensatz zur formalen Organisationsstruktur organisch und unbewusst in Verhalten und Denken der Mitarbeiter verankert ist.

Entwicklungsmodi bezeichnen die verschiedenen Arten der Weiterentwicklung einer Organisation. Es werden zwei grundsätzliche Entwicklungsmodi unterschieden. Die kontinuierliche, ständig ablaufende Verbesserung des Bestehenden wird als **Optimierung** bezeichnet und die diskontinuierliche, sprunghafte Schaffung von völlig Neuem als **Erneuerung** bezeichnet.

Interaktionsthemen bezeichnen die Kategorien von Entitäten, die die Organisation mit seiner Umgebung austauscht. Im Modell werden genannt

- Ressourcen,
- Normen und Werte,
- Anliegen und Interessen.

Während bei der Aufgabenperspektive die betriebswirtschaftlichen Aufgaben- und Gestaltungsfelder im Zentrum stehen, befasst sich die Praxisperspektive (siehe Abb. 3.2) mit den Voraussetzungen, die es möglich machen, zeitüberdauernd und arbeitsteilig eine spezifische nutzenstiftende Wertschöpfung zu erbringen. Diese Voraussetzungen immer wieder neu herzustellen, ist Kernaufgabe einer Management-Praxis, die in /RÜE 20/ als reflexive Gestaltungspraxis aufgefasst wird. Die hierfür erforderlichen Reflexions- und Kommunikationsanstrengungen sollen durch die Praxisperspektive strukturiert werden. Sie soll dadurch den Blick für die Erfolgsvoraussetzungen einer stabilen Weiterentwicklung von organisationaler Wertschöpfung schärfen.

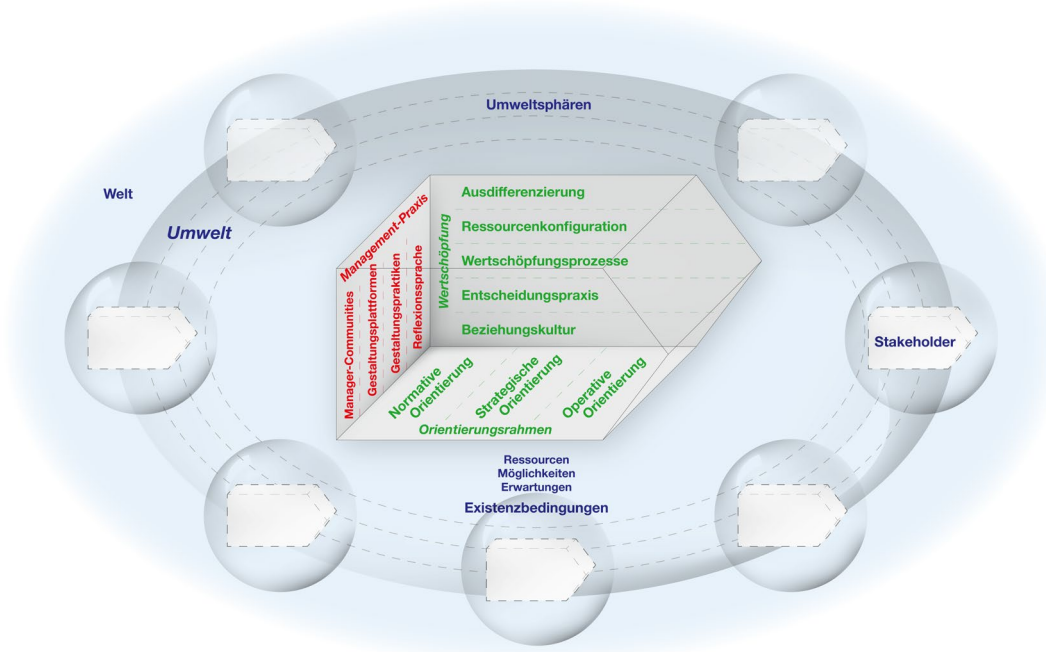


Abb. 3.2 Praxisperspektive des SGMM (entnommen aus /RÜE 20/)

Bei der Praxisperspektive werden vier Schlüsselkategorien betrachtet:

- Wertschöpfung,
- Orientierungsrahmen,
- Umwelt,
- Management-Praxis.

Dabei beschreiben die ersten beiden Schlüsselkategorien Wertschöpfung und Orientierungsrahmen, was eine Organisation als Wertschöpfungssystem im Kern ausmacht.

Organisationale **Wertschöpfung** ist ein komplexes, arbeitsteiliges und entwicklungsfohenes Geschehen, das von einer Einzelperson weder vollständig überschaut noch unidirektional gesteuert werden kann. Dieses Geschehen bedarf einer sorgfältigen **Ausdifferenzierung**, d. h. einer Aufgliederung in Teilsysteme. Es entfaltet seine Wirkung durch routinisierte **Wertschöpfungsprozesse**. Im Rahmen der Praxisperspektive werden die Prozesse aus Sicht der Mitarbeiter und Management-Verantwortlichen betrachtet und als routinisierte Praktiken angesehen. Insbesondere ihre Weiterentwicklung, z. B. durch Qualitätszirkel, Labs oder Begehungen, wird hier thematisiert. Diese werden als Praktiken der Strukturierung von reflexiver Kommunikation aufgefasst. Die nachhaltige

Wertschöpfung durch das Unternehmen hat, vom dem jeweiligen Unternehmen abhängige, Voraussetzungen, die dauerhaft zuverlässig gegeben sein müssen. Das Zusammenspiel dieser Voraussetzungen der Wertschöpfung wird im SGMM als **Ressourcenkonfiguration** bezeichnet. Die organisationale Wertschöpfung wird stabilisiert durch eine wirksame **Entscheidungspraxis** und wird zusammengehalten durch eine tragfähige **Beziehungskultur**.

Mit Hilfe des **Orientierungsrahmens** kann das flüchtige und unübersichtliche Alltagsgeschehen vor dem Hintergrund eines gemeinsam geteilten Orientierungswissens sinnhaft gedeutet, strukturiert und bewertet werden. Dies erlaubt es, die laufenden Handlungen, Kommunikationen und Entscheidungen an kohärenten Erwartungen, Zielen sowie Erfolgs- und Wertvorstellungen auszurichten. Der Orientierungsrahmen hilft die Wertschöpfungsprozesse und die Entscheidungspraxis zu strukturieren, wird aber auch langfristig durch diese wesentlich bestimmt. Die **operative Orientierung** umfasst Grundüberzeugungen und Bewertungsmaßstäbe bezüglich der Koordination des Alltagsgeschehens und der optimalen Ausschöpfung der Ressourcenkonfiguration. Dies beinhaltet Indikatoren und Zielgrößen, die die aktuelle Wertschöpfung beschreiben. Die **strategische Orientierung** bezieht sich auf die langfristig ausgerichtete Schaffung von Erfolgsvoraussetzungen. Im Rahmen der Praxisperspektive sollen die konkreten Wege zur Entwicklung, Realisierung, Sicherstellung und Evaluation einer wirksamen und erfolgversprechenden strategischen Orientierung aufgezeigt werden. Die **normative Orientierung** einer Organisation umfasst die langfristig bindenden Wertvorstellungen, die sich auf die gesellschaftliche Verantwortung, die Existenzberechtigung, die Definition und Gestaltung der Wertschöpfung sowie der Beziehungsgestaltung einer Organisation zu ihrer Umwelt beziehen.

Unter **Umwelt** wird in der Praxisperspektive des SGMM derjenige Teil der Welt verstanden, den eine Organisation für sich als existenzrelevant erschließt. Jede Organisation definiert für sich einen spezifischen Möglichkeitsraum, den sie mit Blick auf ihre Wertschöpfung und dazu erforderlichen Ressourcen kommunikativ erschließt und über die Stakeholder-Beziehungen und die Erbringung von Wertschöpfung mitgestaltet. Die Umwelt ist demnach ein existenzrelevanter Möglichkeits- und Erwartungsraum.

In der Praxisperspektive werden die **Umweltsphären**, die auch in der oben diskutierten Aufgabenperspektive betrachtet wurden, behandelt. Darüber hinaus werden Stakeholder, Existenzbedingungen und Ressourcen betrachtet. **Stakeholder** sind konkrete Ansprechpartner; die Kommunikation mit ihnen ermöglicht es, Informationen mit der

Umwelt auszutauschen. **Existenzbedingungen** sind die Möglichkeiten, Erwartungen und Ressourcen im Zusammenspiel, die über Stakeholder-Beziehungen erschlossen werden. Die **Ressourcen** – dauerhaft erforderliche Voraussetzungen der Wertschöpfung, die zuverlässig zur Verfügung stehen müssen – können nicht einfach gekauft, beschafft und unmittelbar genutzt werden, sondern sie müssen erschlossen und zu einer Ressourcenkonfiguration verfertigt werden, bevor sie effizient ausgeschöpft werden können.

Die **Management-Praxis** behandelt vier zentrale Bausteine von wirksamem Management. **Manager-Communities** sind formalisierte und informelle Gruppen von Managern, die durch die gemeinschaftliche Gestaltung von Kommunikationsplattformen und die Mobilisierung spezifischer Kommunikationspraktiken die organisationale Wertschöpfung kritisch in den Blick nehmen und kreativ weiterentwickeln. **Gestaltungsplattformen** sind kommunikative Reflexions- und Gestaltungsräume, d. h. routinisierte räumlich-zeitliche Arrangements, die sich durch förderliche Bedingungen für reflexive Kommunikation und verbindliche Zusammenarbeit auszeichnen, z. B. Strategieworkshops der Geschäftsführung, Abteilungsleiterkonferenzen etc. Sie dienen der Makro-Strukturierung der Kommunikation. Demgegenüber dienen **Gestaltungspraktiken** der kommunikativen Mikro-Strukturierung von Kommunikation für eine wirksame und effiziente Bearbeitung konkreter Herausforderungen und Initiativen. Diese kommunikativen Gestaltungspraktiken bedürfen einer gemeinsamen **Reflexionssprache**, die die impliziten Vorstellungen und Wirkungserwartungen von Management explizit macht und zu ihrer Gestaltung beiträgt.

Das Sankt Galler Managementmodell ist, wie bereits oben gesagt, kein konkretes Modell, das für das Management eines Forschungsreaktors implementiert werden könnte. Es kann vielmehr als ein Meta-Modell angesehen werden, das die Diskussion und Ermittlung von konkreten Aspekten einer Organisation und ihrer relevanten Umgebung und daraus die Ableitung von Management-Entscheidungen befördern soll, indem es eine sprachliche und visuelle Verständnishilfe für eine integrative Perspektive auf Umwelt, Organisation und Management anbietet. Somit könnte es angewandt werden, um ein existierendes Managementmodell an die Gegebenheiten der Anlage und insbesondere der für sie relevanten Umgebungsbedingungen wie die Einbettung in größere Institutionen und sonstige Stakeholder anzupassen und weiterzuentwickeln. Allerdings erfordert der hohe Abstraktionsgrad des Modells eine (zeit-)intensive Auseinandersetzung; die notwendigen Diskussionen, die im Zentrum der Anwendung des Modelles stehen, lassen ebenfalls einen erheblichen Einsatz von personellen Ressourcen auf Management-

ebene erwarten. Deshalb erscheint eine umfassende Anwendung insbesondere bei kleineren Forschungsreaktoren nicht sinnvoll.

3.2.1.2 Resource Dependence Theory (RDT)

Jeffrey Pfeffer und Gerald Salancik haben in „The External Control of Organizations“ (1978) /PFE 78/ diskutiert, wie Organisationen von externen Ressourcen abhängig sind und wie diese Abhängigkeit das Verhalten beeinflusst.

Eine Grundannahme der Resource Dependence Theory (RDT) ist, dass die Abhängigkeit von „kritischen“ und wichtigen Ressourcen das Handeln von Organisationen beeinflusst und dass organisationale Entscheidungen und Handlungen in Abhängigkeit von der jeweiligen Abhängigkeitssituation erklärt werden können. RDT postuliert, dass die Umwelt „kritische“ Ressourcen bereitstellt, die von der Organisation benötigt werden. Um das Verhalten der Organisation zu verstehen, muss zunächst geklärt werden, welche Ressourcen kritisch sind. Die Kritikalität misst die Fähigkeit der Organisation, in Abwesenheit der Ressource weiterzuarbeiten /NIE 08/.

Verfügt eine Organisation über große Ressourcenreserven, reduziert dies Abhängigkeiten und Konflikte mit anderen Akteuren. Mit der Konzentration von Ressourcen ist vor allem auch eine Konzentration von Macht verbunden. Je weniger Ressourcen zur Verfügung stehen, je höher die Machtkonzentration im System ist und je mehr Verbindungen zwischen den Akteuren bestehen (d. h., je höher die Komplexität ist), desto eher entstehen Konflikte und Abhängigkeiten und desto größer ist die Unsicherheit, die es zu reduzieren gilt. /NIE 08/

Eine der zentralen Hypothesen der RDT ist, dass derjenige, der die Kontrolle über die Ressourcen hat, auch die Macht über die Akteure hat, die auf diese Ressourcen angewiesen sind. Die Akteure, die den größten Teil der kritischen Ressourcen kontrollieren, aber selbst keine Ressourcen von der Organisation brauchen, sind vergleichsweise einflussreich und werden hohe Ansprüche an die Organisation stellen und versuchen, sie durchzusetzen. Je abhängiger eine Organisation ist, desto größer ist die Unsicherheit und desto mehr wird sie versuchen, die Unsicherheit zu reduzieren. Für das Management stehen hierbei verschiedene Methoden/Optionen zur Verfügung, um den Austausch mit der Umwelt zu gestalten /NIE 08/:

- Bei der ersten Option handelt es sich um eine Anpassung im Sinne einer organisatorischen Konformität, d. h. es werden die Anforderungen eines bestimmten gesellschaftlichen Akteurs erfüllt. Diese Strategie ist jedoch mit Problemen verbunden. Man gibt nicht nur Handlungsspielräume auf, sondern erhöht auch die Wahrscheinlichkeit weiterer Forderungen und Einflussversuche, da andere Akteure den Erfolg vergangener Einflussversuche als Indikator für zukünftigen Erfolg werten können. Es wird also die Wahrscheinlichkeit weiterer Einflussversuche erhöht.
- Eine zweite Handlungsmethode ist die Vermeidung von Umwelteinflüssen. Man kann Forderungen vermeiden, indem man den Eindruck erweckt, dass die Forderung bereits erfüllt wurde, indem man bestimmte Informationen kontrolliert oder unterdrückt. Man kann auch versuchen, Kriterien zu definieren, anhand derer man misst, ob eine Forderung erfüllt wurde oder nicht.
- Eine dritte Methode besteht darin, die Abhängigkeit zu steuern und zu vermeiden. Dies bedeutet im Wesentlichen die Schaffung alternativer Ressourcenquellen.
- Die vierte Methode betrifft den Umgang mit den Bedingungen sozialer Kontrolle: Man kann versuchen, die Akteure der Kontrolle zu steuern oder ihre Macht zu reduzieren (z. B. politische Aktivitäten, Lobbyarbeit und Gesetzgebung).

Von verschiedenen Autoren werden auch kritische Anmerkungen zur RDT gemacht. Als größte Einschränkung der Theorie wird die Annahme genannt, dass das Verhalten und die Strukturen von Organisationen in erster Linie durch materielle Kräfte/Machtstrukturen und -prozesse geformt werden, und die daraus resultierende unzureichende Berücksichtigung ökonomischer Aspekte wie Kosten und Effizienz sowie die Rolle kultureller, ideologischer und institutioneller Kräfte bei der Erklärung von Organisationsverhalten /NIE 08/, /JOH 95/.

Des Weiteren wurde die RDT im Kontext gemeinnütziger Organisationen/Non-Profit-Organisationen (NPOs) angewandt. Für NPOs ist die externe Finanzierung eine kritische Ressource. Die Abhängigkeit der NPOs von externer Finanzierung führt zu einem Dilemma. Einerseits basieren die Beziehungen zu den Geldgebern auf gegenseitigen Interessen: Die Finanzierung ermöglicht es der NPO, ihre spezifischen Visionen und Ziele zu verwirklichen und/oder qualitativ hochwertige öffentliche Dienstleistungen zu erbringen. Auf der anderen Seite bergen diese Beziehungen Konfliktpotenzial, da die Geldgeber von anderen Organisationslogiken geleitet sein können als die

Empfängerorganisation und die Empfängerorganisation aufgrund der Machtasymmetrie, die sich aus der Ressourcenabhängigkeit ergibt, Gefahr läuft, ihre Autonomie zu verlieren /ARV 21/.

Nach /ARV 21/ stützen sich Studien zu diesem Thema häufig auf die RDT, welche besagt, dass das Ausmaß des Autonomieverlusts von den Merkmalen der Beziehung zu externen Geldgebern und der Finanzierungsvereinbarung abhängt. Sehr intensive Beziehungen, die auf schriftlichen Verträgen beruhen, bedeuten eine erhebliche Einschränkung der Organisationsfreiheit. Die Forschung zu diesem Thema konzentriert sich vor allem auf die Auswirkungen der staatlichen Finanzierungsabhängigkeit gemeinnütziger Organisationen und die durch diesen institutionellen Kontext vorgegebenen Handlungsspielräume /ARV 21/.

Öffentliche Einrichtungen werden im Allgemeinen als New-Public-Management-Organisationen beschrieben, und für gemeinnützige Organisationen bedeutet dies, dass die Kontrolle durch die Forderung nach umfassender Dokumentation und durch von externen Akteuren vorgegebene Formen der Evaluierung zum Ausdruck kommt. Dies schränkt die Autonomie der Nonprofit-Organisationen ein, indem es organisatorische Ressourcen von der Arbeit mit den Kunden auf administrative Aufgaben umlenkt. In den letzten Jahren ist die öffentliche Finanzierung durch ergebnisorientierte Modelle (public funding through payment-by-results models – PbR) ein weiteres Beispiel für die Finanzierung. Dem Leistungserbringer wird Autonomie gewährt, da es „minimale Vorschriften“ gibt, wie die vereinbarten Ergebnisse zu erreichen sind /ARV 21/.

Andere weisen darauf hin, dass Organisationen, die von öffentlichen Geldern abhängig sind, den als „mission drift“ bezeichneten Verlust an Autonomie in Kauf nehmen können, da sie die Möglichkeit sehen, diesen Verlust durch einen besseren Zugang zu den politischen Entscheidungsträgern in der Regierung zu kompensieren /ARV 21/.

3.2.2 Safety-II-Ansatz

Ziel herkömmlicher Sicherheitsmanagementsysteme (SMS) ist es nach /HOL 13/, potenzielle Gefahrenquellen zu erkennen und geeignete Maßnahmen zur Risikominderung zu ergreifen. Dabei werde der Mensch als ein fehleranfälliger Risikofaktor betrachtet. Um die menschliche Fehlerquote zu reduzieren, wird der Handlungsspielraum der beteiligten Akteure durch die Einführung von Prozeduren, Standards, Automatisierung etc.

eingeschränkt. Dieser Ansatz wird im Kontext von Safety-II als Safety-I-Ansatz bezeichnet /WAE 17/.

Vereinfacht dargestellt definiert Safety-I nach /HOL 13/ Sicherheit als die Abwesenheit von „Dingen, die schief laufen“ (Vorfälle, Zwischenfälle oder Unfälle). Nach dieser Betrachtungsweise konzentriert Safety-I sich daher auf die Vermeidung von Fehlern und negativen Ereignissen. Dies spiegelt sich z. B. in Prozessen wie der Auswertung von Betriebserfahrung bzw. der Ereignisanalyse wider. Der Fokus der Ereignisanalyse liegt auf der Identifizierung von technischen, menschlichen und/oder organisationalen Fehlern und Missständen, die zu einem Ereignis geführt oder dieses begünstigt haben und die behoben werden müssen, um eine Wiederholung zu vermeiden. Aus der Safety-I-Perspektive werde der Mensch hier als Risikofaktor betrachtet, der von der korrekten Art und Weise, eine Tätigkeit auszuführen, abweicht und dadurch das System potenziell schädigen kann. Um das Risiko zu reduzieren, werde die Variabilität der menschlichen Leistung eingeschränkt /WEA 21/. Um dies zu erreichen, werde in der Regel versucht, a priori den „One-Best-Way“ der Arbeitsausführung zu definieren (dies wird in /HOL 13/ als „work-as-imagined“ bezeichnet). Safety-I-basierte Maßnahmen zielten daher in erster Linie auf die Sicherstellung der Einhaltung („Compliance“) des One-Best-Ways der Arbeitsausführung und schränkten den Handlungsspielraum des Menschen entsprechend ein /WAE 17/.

Die Gewährleistung der Sicherheit durch einen One-Best-Way würde dann perfekt funktionieren, wenn der One-Best-Way in der Lage wäre, die Variabilität und Dynamik in den Ausführungsbedingungen vollständig abzubilden. Da die Ausführungsbedingungen jedoch variabel und dynamisch seien, entsprächen sie nicht in allen Fällen den Annahmen, die dem One-Best-Way zugrunde liegen. Aus diesem Grund seien Arbeitsanweisungen immer unterspezifiziert, da es nicht möglich sei, alle möglichen Änderungen in den Ausführungsbedingungen zu antizipieren /WAE 17/. Des Weiteren schreibt Erik Hollnagel /HOL 13/, dass Safety-I implizit davon ausgehe, dass Systeme funktionieren, weil sie gut konstruiert seien und gewissenhaft gewartet werden, weil die Verfahren vollständig und korrekt seien, weil die Entwickler/Planer in der Lage seien, selbst kleine Unwägbarkeiten zu antizipieren, und weil die Menschen sich so verhielten, wie man es erwarte bzw. wie sie es gelernt oder trainiert hätten. Unerwünschte Ereignisse könnten jedoch auch emergent bzw. unvorhersehbar auftreten. Sie könnten spontan, d. h. unerwartet und ungeplant, durch das Zusammenwirken verschiedener Teile des Systems entstehen /WAE 17/. Diese Phänomene könnten nicht einfach aus den Eigenschaften der

einzelnen Elemente abgeleitet werden und die Vorhersage emergenter Phänomene sei in sehr vielen Fällen nicht möglich. Daher könne auch kein One-Best-Way für sie definiert werden.

Sowohl aufgrund dynamischer Ausführungsbedingungen als auch aufgrund emergenter Phänomene seien Anpassungsleistungen erforderlich. Diese erzeugten Variabilitäten im menschlichen Arbeitshandeln, die nicht prinzipiell als Fehler im Sinne einer Abweichung vom One-Best-Way zu betrachten seien, sondern als notwendige Voraussetzung, um Arbeit erfolgreich ausführen zu können /WAE 17/.

Safety-II definiert nach /HOL 13/ Sicherheit als das Vorhandensein von „Dingen, die richtig laufen“. Diese Definition bedeutet, dass die Grundlage der Sicherheit und des Sicherheitsmanagements nun darin besteht, zu verstehen, warum etwas gut funktioniert, d. h. die Aktivitäten zu verstehen (dies wird in /HOL 13/ als „work-as-done“ bezeichnet). Im Gegensatz zu Safety-I erkenne Safety-II an, dass Systeme unvollständig verstanden würden, dass Beschreibungen kompliziert sein könnten, und dass Änderungen häufig und unregelmäßig statt selten und regelmäßig seien /HOL 13/. Aufgrund der dynamischen Betriebsbedingungen müsse die Art und Weise, wie die Arbeit ausgeführt wird, immer wieder angepasst werden. Die Fähigkeit, das Verhalten an die Dynamik der Situation anzupassen, sei eine große Stärke des Menschen. Safety-II betrachte daher den Menschen als einen Sicherheitsfaktor und fördere die Sicherheit, indem Leistungsanpassungen durch begrenzte Handlungsspielräume ermöglicht werden (in /ENS 21/ wird dies mit dem Begriff „gelenkte Adaptivität“ beschrieben). Um die menschlichen Stärken zu erkennen, solle nicht nur retrospektiv nach dem Auftreten von Ereignissen untersucht werden, was der Mensch formal falsch gemacht hat. Vielmehr müsse auch der Arbeitsalltag betrachtet werden, um zu verstehen, was der Mensch im Alltag richtig macht und wie er damit zur Sicherheit beiträgt.

Aus der Sicht von Safety-II ist es das Ziel des Sicherheitsmanagements, sicherzustellen, dass die tägliche Arbeit ihre Ziele weitestgehend erreicht. Dazu muss das Sicherheitsmanagement proaktiv sein, so dass Anpassungen vorgenommen werden können, bevor etwas passiert, und somit das Ereignis beeinflusst oder sogar verhindert werden kann. Damit ein proaktives Sicherheitsmanagement funktioniert, müsse man mit hinreichender Sicherheit vorhersehen können, was passieren könnte, und die entsprechenden Mittel (Personal und Ressourcen) haben, um darauf zu reagieren. Arbeitsdruck und externe Anforderungen führten oft zu opportunistischen Lösungen, die das System in einen reaktiven Modus zwängen. Um aus diesem Zustand herauszukommen - um von einem

reaktiven in einen proaktiven Modus zu wechseln - bedürfe es bewusster Anstrengungen, so Hollnagel /HOL 13/.

Safety-I und Safety-II haben nach /HOL 13/ beide die Erhöhung der Sicherheit zum Ziel, jedoch auf unterschiedliche Art und Weise. Während Safety-I-Maßnahmen die Leistungsanpassungen durch Standardisierung, Regulierung, Automatisierung etc. einschränken, erweiterten Safety-II-Maßnahmen den Handlungsspielraum, um Leistungsanpassungen zu ermöglichen. Beide Ansätze haben nach Ansicht von Hollnagel ihre Berechtigung und fördern die Sicherheit. Die Frage sei also nicht, welcher Ansatz generell geeignet ist, sondern welcher (kombinierte) Ansatz in welcher Situation und in welchem Umfang angemessen ist. In den meisten Fällen ergänzten sich Safety-I und Safety-II. Das bedeutet, dass zwischen Standardisierung und Handlungsspielraum abgewogen werden müsse.

Das ENSI betrachtet die Thesen des Safety-II-Ansatzes in seiner Auswertung zu menschlichen und organisatorischen Faktoren des Reaktorunfalls in Fukushima /ENS 21/ hinsichtlich der Stärkung der Resilienz kerntechnischer Organisationen. In /ENS 21/ wird auf eine zentrale Schlussfolgerung der Untersuchung des Reaktorunfalls in Fukushima durch die IAEA /IAE 15/ hingewiesen. Dies ist die Notwendigkeit der Fähigkeit zur Resilienz in Organisationen, wobei diese Fähigkeit bereits lange vor dem Eintreten unerwarteter Ereignisse, also unter normalen Betriebsbedingungen, entwickelt werden müsse und entsprechende Mittel dafür zur Verfügung stehen müssten.

Weiter zitiert das ENSI in /ENS 21/ Untersuchungen, die in Südkorea durchgeführt wurden. Basierend auf einem Resilienz-Modell, das vom französischen Energiekonzern EDF spezifisch für die Anwendung bei Kernkraftwerken entwickelt wurde, erarbeiteten Park, Kim, Lee & Kim /PAR 18/ ein Modell von Safety-II und prüften dieses anhand von unerwarteten Reaktorschnellabschaltungen bei koreanischen Kernkraftwerken. Das Modell, welches von den Autoren als Möglichkeit zur Ergänzung der traditionellen probabilistischen und deterministischen Sicherheitsanalysen betrachtet wird, unterscheidet fünf Elemente von Safety-II:

- Antizipation: Maßnahmen, welche vor Eintritt eines Ereignisses vorbereitet wurden und verfügbar sind. Elemente der Antizipation sind Notfallvorschriften, Trainingsprogramme, personelle Ressourcen, Organisations- bzw. Sicherheitskultur sowie ergonomische Mensch-Technik-Schnittstellen wie Alarmsysteme, Anzeigen,

Bedienelemente, Unterstützungssysteme etc. Antizipation stellt demnach ein Maß für die Bereitschaft des Notfallsystems in Bezug auf ein Ereignis dar.

- **Robustheit:** Art, in welcher das Notfallsystem die geeignete Strategie in Abhängigkeit vom Ereignis festlegt und in welcher es die erforderlichen Tätigkeiten umsetzt. Elemente der Robustheit sind die Reaktion des Systems, die Entscheidungsfindung und die Ausführung.
- **Anpassung:** Art, wie das Notfallsystem die Strategie entwickelt, um ein Ereignis zu bewältigen bzw. sich diesem anzupassen. Elemente der Anpassung sind die Verifikation (die Fähigkeit des Personals zu verifizieren, ob die aktuellen Strategien, Regeln oder Vorschriften für die aktuellen Verhältnisse geeignet sind) und die Rekonfiguration (die Fähigkeit des Personals, die Strategie oder die Regeln aufgrund der Entwicklung der Ereignisse anzupassen).
- **Kollektives Funktionieren:** Ausmaß, in dem das Anlagenpersonal als Team zusammenarbeitet, um eine Aufgabe zu erfüllen oder ein gemeinsames Ziel zu erreichen. Elemente des kollektiven Funktionierens sind die Kommunikation und die Teamarbeit.
- **Organisationales Lernen:** Prozess, durch welchen die Organisation neues Wissen generiert oder bestehendes Wissen modifiziert. Die Wirksamkeit des Lernens hängt davon ab, welche Ereignisse und Erfahrungen betrachtet und wie die Ereignisse analysiert und bewertet werden.

Ein in diesem Zusammenhang wichtiges Konzept ist das von Erik Hollnagel vorgeschlagene ETTO-Prinzip (Efficiency-Thoroughness Trade-Off) /HOL 16/. Das Prinzip des Trade-offs zwischen Effizienz und Gründlichkeit (ETTO-Prinzip) besagt, dass es einen Kompromiss zwischen Effizienz einerseits und Gründlichkeit andererseits gibt. Aus dem ETTO-Prinzip folgt, dass es nicht möglich ist, Effizienz und Gründlichkeit gleichzeitig zu maximieren. Auch kann eine Tätigkeit nicht erfolgreich sein, wenn nicht ein Minimum von beidem vorhanden ist /HOL 16/. Des Weiteren bedeute vollständige Gründlichkeit nicht vollständige Sicherheit. Eine endlose Analyse, z. B. der Angemessenheit einer Maßnahme, könne dazu führen, dass überhaupt keine Maßnahme ergriffen wird, was wiederum das System nicht sicherer mache. Um Sicherheit zu gewährleisten, sei somit ein Gleichgewicht zwischen Effizienz und Gründlichkeit erforderlich /WAE 21/. Sogenannte Sicherheitsgrenzen begrenzen die Variabilität der menschlichen Leistung: Die Sicherheitsgrenze für die Gründlichkeit ist nach dem ETTO-Prinzip der Punkt, an dem es nicht

mehr sicher ist, weniger gründlich zu sein („Non-Compliance“). Die Sicherheitsgrenze für die Effizienz entspricht dem Punkt, an dem es nicht mehr sicher ist, gründlicher bzw. weniger effizient zu sein („Over-Compliance“, siehe Abb. 3.3) /WAE 21/.

Die Ressource Zeit, die für eine Aktivität zur Verfügung steht, ist in der Regel durch verschiedene andere Aktivitäten begrenzt, die im gleichen Zeitraum durchgeführt werden müssen. In diesem Zusammenhang ist ETTO das Ergebnis einer Prioritätensetzung zwischen verschiedenen Aktivitäten, die von derselben Person (oder Arbeitsgruppe) durchgeführt werden müssen. Daher muss die Gesamtheit der Aktivitäten betrachtet werden, um zu verstehen, wie Effizienz und Gründlichkeit für eine bestimmte Aktivität ausbalanciert werden. Das Hauptkriterium für die Festlegung von Prioritäten zwischen Aktivitäten sollte das Sicherheitsrisiko sein (definiert als die voraussichtliche Wahrscheinlichkeit und Schwere der Folgen oder Ergebnisse einer Gefährdung) /WAE 21/.

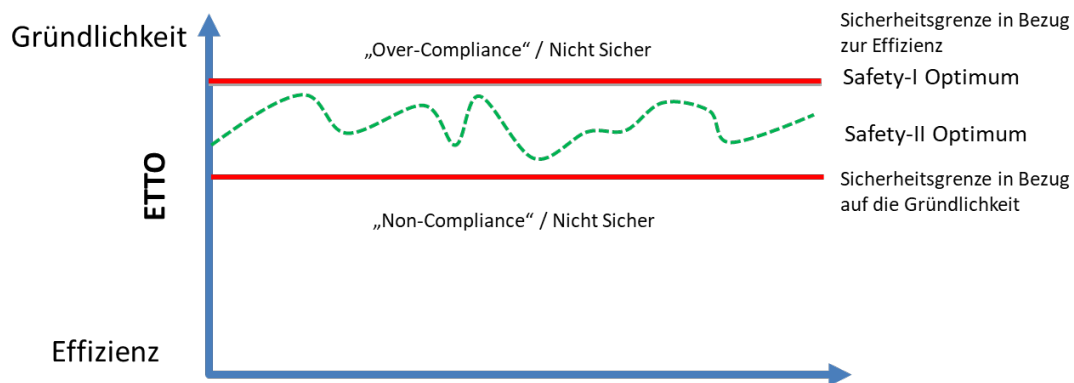


Abb. 3.3 Schematische Darstellung der Sicherheitsgrenzen von Safety-I und Safety-II im ETTO-Prinzip nach /WAE 21/

Betriebsbedingungen bzw. situative Anforderungen wie Vorbedingungen und die zur Verfügung stehenden Ressourcen für eine Tätigkeiten beeinflussen die Art und Weise, wie eine Aktivität ausgeführt wird.

Es wird zwischen primären und sekundären Betriebsbedingungen unterschieden. Die primären Betriebsbedingungen machen es erforderlich, bei der Durchführung einer Tätigkeit Prioritäten zu setzen. Die primären Betriebsbedingungen bestimmen nach /WAE 21/ also, *warum* die Leistung angepasst werden muss. Ein Beispiel für eine primäre Betriebsbedingung ist Zeitmangel. Die primären Betriebsbedingungen sagen jedoch nichts darüber aus, wie die Prioritäten gesetzt werden. Wie die Prioritäten gesetzt werden, wird durch die sekundären Betriebsbedingungen bestimmt. Sie liefern

Entscheidungskriterien für die Priorisierung und bestimmen, welche Aktivität Vorrang vor anderen Aktivitäten hat. Die sekundären Betriebsbedingungen definieren somit das *wie* der Priorisierung. Die Priorisierung wird dann als ETTO innerhalb jeder der Aktivitäten manifestiert. Ein Beispiel für eine sekundäre Betriebsbedingung ist nach /WAE 21/ das Risiko einer Aktivität bzw. Tätigkeit.

Im Arbeitsalltag werden die Prioritäten meist unbewusst gesetzt. Dies birgt die Gefahr, dass die falschen Aktivitäten priorisiert werden. Daher ist es nach /WAE 21/ notwendig, die Priorisierung und die entsprechenden Entscheidungskriterien zu identifizieren und damit explizit zu machen. Diese Entscheidungskriterien explizit zu machen, ist ein wesentlicher Beitrag einer auf Safety-II basierenden Maßnahme zur Sicherheit. Safety-II betrachtet risikobasierte Leistungsanpassungen an situative Anforderungen als konform, wenn sie geeignet auf der Grundlage des Sicherheitsrisikos durchgeführt werden. Folglich gibt es eine konforme Bandbreite der Tätigkeitsleistung zwischen den Sicherheitsgrenzen in Bezug auf Effizienz und Gründlichkeit. Leistungsanpassungen unterhalb oder oberhalb dieser Sicherheitsgrenzen gelten als nicht konform /WAE 21/.

In den folgenden Abschnitten werden unterschiedliche Ansätze dargestellt, wie man Safety-II-Ansätze in das Managementsystem mit aufnehmen könnte.

3.2.2.1 Implementierung von Safety-II

Erik Hollnagel beschreibt einige praktische Vorschläge, wie man die Implementierung von Safety-II im Sicherheitsmanagement beginnen kann /HOL 13/:

- Es soll aus Erfolgen und Misserfolgen gelernt werden. Die Dinge laufen nicht ausschließlich deshalb gut, weil die Menschen einfach den Vorschriften folgen. Die Dinge laufen auch gut, weil die Menschen sinnvolle Anpassungen an die Anforderungen der Situation vornehmen. Man sollte versuchen zu verstehen, wie Menschen sich an Situationen anpassen /HOL 13/.
- Wenn etwas schiefgegangen ist, sollte man eher nach alltäglichen Leistungsschwankungen als nach spezifischen Ursachen suchen. Man kann davon ausgehen, dass ein bestimmtes Verhalten in der Vergangenheit bereits ausprobiert wurde. Die Menschen finden schnell heraus, welche Leistungsanpassungen funktionieren, und verlassen sich bald darauf – eben, weil sie funktionieren. Deshalb ist es kontraproduktiv, den Menschen vorzuwerfen, dass sie das tun, was sie üblicherweise tun. Stattdessen

sollte man versuchen herauszufinden, welche Leistungsanpassungen Menschen normalerweise vornehmen und warum /HOL 13/.

- Berücksichtigung der regelmäßig auftretenden Ereignisse und Konzentration auf die Häufigkeit der Ereignisse und nicht auf den Schweregrad. Es ist einfacher, proaktiv auf Ereignisse zu reagieren, die häufig auftreten, als auf Ereignisse, die selten auftreten. Eine kleine Verbesserung der alltäglichen Leistung kann mehr zählen als eine große Verbesserung der außergewöhnlichen Leistung /HOL 13/.
- Zeit für Reflexion, Lernen und Kommunikation muss eingeplant werden. Wenn die gesamte Zeit für die Erfüllung der unmittelbaren Aufgaben verwendet wird, bleibt hierfür keine Zeit. Im Rahmen der Organisationskultur muss es legitim sein, Ressourcen - insbesondere Zeit - für Reflexion, Erfahrungsaustausch und Lernen vorzusehen /HOL 13/.
- Man muss sich der Möglichkeit bewusst sein, dass etwas schief gehen könnte. Mögliche unerwünschte Situationen müssen identifiziert werden. Wie können diese Situationen eintreten? Wie können sie verhindert werden? Wie kann man sie erkennen und darauf reagieren, wenn sie eintreten? Dies ist der Kern des proaktiven Sicherheitsmanagements (Proactive Safety Management) /HOL 13/.

Diese vorgeschlagenen Ideen können in die Organisation aufgenommen werden.

3.2.2.2 Das Measure Evaluation Tool (MET)

Toni Wäfler et. al. /WAE 21/ haben auf der Grundlage des Safety-II-Ansatzes das „Measure Evaluation Tool (MET)“ vorgeschlagen /WAE 21/. Das MET soll in bestehende Safety-I-basierte Sicherheitsmanagementsysteme (SMS) integriert werden können, da es mit den bestehenden SMS-Prozessen kompatibel sein soll. Dieses Werkzeug bietet die Möglichkeit, das derzeitige Safety-I-basierte SMS mit dem Safety-II-Ansatz weiterzuentwickeln /WAE 21/.

Das MET stützt sich stark auf die theoretischen Grundlagen von Safety-II und ist auf das Risikomanagement ausgerichtet. Im MET wird das Risiko aus einer Safety-II-Perspektive definiert. Demnach können Risiken durch Safety-I-basierte Maßnahmen wie Standardisierung, Regulierung, Automatisierung etc. entstehen, wenn der menschliche Handlungsspielraum unangemessen eingeschränkt wird. Dies kann zu unerwünschten Nebeneffekten führen. Das MET soll dabei helfen, geeignete organisatorische Maßnahmen zu konzipieren und zu implementieren /WAE 21/.

Folgende sieben Ziele wurden für das MET festgelegt /WAE 21/:

- Die Arbeit so beschreiben, wie sie wirklich ist.
- Prioritäten identifizieren: Da die Betriebsbedingungen dynamisch sind, muss der Mensch seine Leistung ständig anpassen. Dazu wendet er je nach Situation mehr oder weniger Kraft für eine Tätigkeit auf und priorisiert bestimmte Tätigkeiten gegenüber anderen.
- Feststellung der Notwendigkeit, Prioritäten zu setzen. Indem die tatsächlichen Betriebsbedingungen ermittelt werden, hilft das MET-Tool zu verstehen, warum und wie Prioritäten gesetzt werden.
- Identifizierung von Stärken und Schwächen bei der Prioritätensetzung.
- Identifizierung von Risiken und Nebenwirkungen von Sicherheitsmaßnahmen auf der Grundlage von Safety-I. Diese resultieren aus eingeschränkten Handlungsspielräumen, die eine angemessene Prioritätensetzung erschweren.
- Unterstützung bei der Entwicklung/Verbesserung von Sicherheitsmaßnahmen. Durch die Identifizierung von Risiken und Nebenwirkungen ist es möglich, die Sicherheitsmaßnahmen zu verbessern.
- Integration des Tools in konkrete, auf Safety-I basierende SMS.

Das Vorgehen im Rahmen des MET besteht aus acht Schritten, welche im Folgenden beschrieben werden. Des Weiteren werden in /WAE 21/ Leitfragen formuliert, die die Durchführung des jeweiligen Schrittes unterstützen sollen. Diese werden zusammenfassend dargestellt.

- Der erste Schritt ist die Ermittlung der Haupttätigkeit, die Gegenstand der zu evaluierenden Sicherheitsmaßnahme ist. Zur Identifizierung der Haupttätigkeit ist die Identifizierung der Tätigkeit erforderlich, bei der die Priorisierung (aus Sicht von Safety-I eine Abweichung oder ein Verstoß) aufgetreten ist. Die Analyse der Prioritäten, die für die Anpassung an sich ändernde Betriebsbedingungen gesetzt werden, ermöglicht es zu verstehen, wie die Betriebsbedingungen in der Realität aussehen, im Gegensatz dazu, wie sie erdacht/geplant wurden.

Leitfragen:

- Worin bestand die Abweichung?

- Bei welcher Tätigkeit/Aufgabe / Arbeit ist die Abweichung aufgetreten?
- In einem zweiten Schritt werden die Faktoren dargestellt, die die Leistung der Tätigkeit beeinflussen. Das MET betrachtet den Input, die Voraussetzungen, die Zeit, die Kontrolle und die Ressourcen als Faktoren (Die Faktoren basieren auf dem Ereignisanalysemodell FRAM /HOL 12/), die den Menschen zwingen, seine Leistung anzupassen, um bestimmte Ergebnisse zu erreichen. Der Input ist das, was die Tätigkeit auslöst und/oder zur Erzeugung des Outputs verwendet/umgewandelt wird. Der Faktor Zeit beinhaltet zeitliche Aspekte, die sich auf die Art und Weise auswirken, wie die Tätigkeit ausgeführt wird. Kontrollfaktoren sind Faktoren, die die Tätigkeit überwachen oder regeln (z. B. Pläne, Verfahren, Richtlinien). Voraussetzungen sind Systembedingungen, die erfüllt sein müssen, bevor die Tätigkeit ausgeführt werden kann. Ressourcen sind die Mittel, die zur Durchführung der Tätigkeit benötigt oder verbraucht werden (z. B. Energie, Kompetenz, Arbeitskraft).
- In einem dritten Schritt werden die Outputs im Normalbetrieb ermittelt, um zwischen erwünschten und unerwünschten Ergebnissen der Haupttätigkeit zu unterscheiden.

Leitfragen:

- Was ist (normalerweise) das Ergebnis / der Output der Haupttätigkeit?
- Woran erkennt der Mensch, dass die Haupttätigkeit abgeschlossen ist?
- Was sollte nicht das Ergebnis der Haupttätigkeit sein?
- Was zeigt dem menschlichen Bediener, dass er die Haupttätigkeit nicht perfekt ausgeführt hat?
- Im vierten Schritt werden die Inputs im Normalbetrieb ermittelt. In diesem Schritt werden auch die möglichen Schwankungen der Inputs ermittelt. Es sollte beschrieben werden, wie die Inputs der Haupttätigkeit normalerweise aussehen und wie sie typischerweise in verschiedenen Situationen und zu verschiedenen Zeiten variieren.

Leitfragen:

- Inwieweit variieren die Betriebsbedingungen?
- Welche Unsicherheiten / Unklarheiten / Hindernisse treten auf?
- Was ist knapp oder fehlt?

- Im fünften Schritt werden die Betriebsbedingungen Voraussetzungen, Zeit, Kontrolle und Ressourcen im Normalbetrieb sowie die unter diesen Betriebsbedingungen typischerweise auftretenden Schwankungen ermittelt.
- Im sechsten Schritt wird die Wichtigkeit der Betriebsbedingungen (d. h. ihr Einfluss auf die Priorisierungsentscheidung) bestimmt. Die wichtigsten Betriebsbedingungen werden als Grundlage für Vorschläge zur Verbesserung der Sicherheitsmaßnahme im achten und letzten Schritt verwendet.
- Im siebten Schritt werden die Konsequenzen der Priorisierung ermittelt. In diesem Schritt werden die Stärken und Schwächen der Priorisierung sowie mögliche Sicherheitsmaßnahmen bewertet.

Leitfragen:

- Was passiert, wenn es keine Prioritäten gibt?
- Was passiert, wenn die Priorisierung verborgen / verdeckt / verschleiert wird?
- Wer kann die fehlende Priorisierung sonst noch kompensieren und bei welcher Tätigkeit?
- Im achten Schritt werden Vorschläge formuliert, um die Sicherheitsmaßnahmen weiterzuentwickeln bzw. zu verbessern. Aus der Sicht von Safety-I liegt der Fokus zunächst auf den wichtigsten primären Betriebszuständen (identifiziert in den Schritten 5 und 6), die beherrscht werden müssen. Dies bedeutet, dass die Notwendigkeit von Priorisierungen, die durch diese Betriebsbedingungen verursacht werden, reduziert werden sollte. Das Ergebnis wäre eine bessere Anpassung der Sicherheitsmaßnahmen an die tatsächlich in typischen Situationen vorherrschenden Betriebsbedingungen. Aus der Sicht von Safety-II wird dann diskutiert, welche Entscheidungen durch die Priorisierung unterstützt und welche eher behindert werden sollten. Diese Diskussion basiert auf den sekundären Betriebsbedingungen, die im fünften Schritt identifiziert wurden. Nur geeignete Priorisierungen sollten unterstützt werden.

Leitfragen:

- Welche Schwankungen in den Betriebsbedingungen können reduziert oder beseitigt werden? (Safety-I)
- Nach welchen Kriterien sollen die Beteiligten ihre Prioritäten setzen? (Safety-II)

- Sind diese Entscheidungskriterien in die Sicherheitsmaßnahme integrierbar? (Safety-II)

Das MET kann zum Beispiel zur Evaluierung bereits bestehender Sicherheitsmaßnahmen als auch zur Entwicklung neuer Sicherheitsmaßnahmen genutzt werden /WAE 21/.

3.2.2.3 Zusammenfassung und Bewertung

Der Safety-II-Ansatz stellt eine Ergänzung und Weiterentwicklung der vorher dominanten Sichtweise auf Sicherheit dar. Wesentliche Aspekte, wie die Betrachtung des Menschen als zur Sicherheit beitragenden Faktor statt als Fehlerquelle, die Begrenztheit der Möglichkeiten, Probleme vorherzusehen und dafür Lösungswege vorzudenken sowie das Lernen aus Erfolgen – hierzu zählt auch der ungestörte Betrieb – können dazu beitragen, dass die Adaptivität und Resilienz der Mitarbeiter und der Organisation insgesamt gestärkt werden. Allerdings können mit dem Safety-II-Ansatz auch Probleme und Herausforderungen verbunden sein. Probleme und Grenzen des Safety-II-Ansatzes und seiner Anwendung in der Kerntechnik können u. a. folgende Aspekte betreffen:

Durch den Safety-II-Ansatz könnte der Wert von Regeltreue relativiert werden. Dies könnte zu einem reduzierten Einhalten von Vorschriften und Prozeduren führen, selbst dort, wo ein Nicht-Einhalten Sicherheitsrisiken beinhaltet. Ein mangelhaftes oder unvollständiges Befolgen von Arbeitsanweisungen kann unter Umständen zu nicht vorgesehenen System- oder Anlagenzuständen führen. In den Veröffentlichungen von Erik Hollnagel /HOL 13/ und Wäfler et. al. /WAE 21/ wird die Variabilität und Dynamik von Ausführungsbedingungen als wesentlicher Grund für die Notwendigkeit von Leistungsanpassungen, d. h. einer verringerten Gründlichkeit bei der Abarbeitung der in schriftlichen Prozeduren vorgeschriebenen Arbeitsweise angeführt. Durch eine Einführung von auf Safety-II basierenden Handlungsspielräumen für das Personal bei routinemäßigen Arbeiten (z. B. beim Reaktorbetrieb, wiederkehrenden Prüfungen oder Instandhaltungsmaßnahmen) würde allerdings die Variabilität weiter erhöht werden, da man sich nicht mehr darauf verlassen könnte, dass Tätigkeiten tatsächlich vollständig und in hoher Qualität ausgeführt wurden.

Ein wesentlicher Aspekt eines Integrierten Managementsystems ist es, Priorisierungen auf Arbeitsebene, die bei nebeneinander betriebenen verschiedenen Managementsystemen (z. B. Sicherheitsmanagement und Umweltmanagement) auftreten, so weit wie möglich zu vermeiden. Durch Safety-II wird die Notwendigkeit ständiger Priorisierung auf

Arbeitsebene wieder verstärkt. Es ergäben sich dadurch erhöhte Anforderungen an das Personal. In dem Maße, wie selbst priorisiert werden soll, sind auch mehr Kenntnisse und Informationen erforderlich. Durch die zur Informationsbeschaffung nötigen Aktivitäten, insbesondere Kommunikation, würde sich die Arbeitsbelastung weiter erhöhen. Dies ist insbesondere in Krisensituationen zu erwarten, wenn die Arbeitsbelastung sowieso bereits hoch ist. Dies könnte durch den oben schon erwähnten Effekt noch weiter verstärkt werden, dass man sich nun weniger darauf verlassen kann, dass Tätigkeiten tatsächlich vollständig und in hoher Qualität ausgeführt wurden. Daraus folgt, dass noch mehr Informationen über den tatsächlichen Zustand zu beschaffen wären.

Auch die Erkennung von Problemen und Verbesserungspotenzialen auf Prozessebene könnte durch die breite Einführung von Safety-II-basierten Regelungen behindert werden. Indem Prozessergebnisse doch weitgehend erzielt werden, obwohl die bei regelkonformer gründlicher Arbeit erforderlichen Voraussetzungen (Ressourcen, Randbedingungen) nicht vorhanden sind, sinkt die Prozessleistung zunächst nur wenig ab. So kann sich unerkannt eine erhebliche Verschlechterung der Prozessdurchführung ausbilden. Um dies zu vermeiden, müssten zusätzliche spezielle Mechanismen zur Überwachung etabliert werden.

Darüber hinaus stellt sich die Frage, inwieweit die Anwendung von Safety-II mit dem bestehenden Regelwerk in der Kerntechnik kompatibel ist. Grundsätzlich sind das Nicht-Einhalten von Prozeduren oder ihre unzuverlässige Ausführung im Allgemeinen nicht zulässig: Von genehmigungspflichtigen (BHB), der Behörde zur Kenntnis zu gebenden oder aus Genehmigungsbedingungen und Auflagen resultierenden Vorschriften darf grundsätzlich nicht abgewichen werden.

Diese grundsätzlichen Überlegungen zeigen, dass die Anwendung der verschiedenen Aspekte von Safety-II Vorteile, aber auch Nachteile und Risiken mit sich bringen kann.

Es lassen sich aus den Arbeiten vorläufige Schlussfolgerungen ableiten:

Während eine Integration des Safety-II-Ansatzes in alltägliche und routinemäßige Arbeiten im kerntechnischen Bereich wenig sinnvoll erscheint, könnte für Notfallsituationen eine nähere Betrachtung hinsichtlich einer gezielten Integration des Safety-II-Ansatzes an geeigneter Stelle aber durchaus sinnvoll sein. Dies zeigt sich auch anhand der im Kapitel 3.2.2 erwähnten Überlegungen und Forschungsarbeiten zur Nutzung des Safety-

II-Ansatzes zur Verbesserung der Resilienz kerntechnischer Organisationen, die bspw. in Frankreich, der Schweiz und Südkorea angestellt wurden /ENS 21/, /PAR 18/.

Unter Berücksichtigung der diskutierten Aspekte könnte eine Integration des Safety-II-Ansatzes an verschiedenen Stellen im Managementsystem erfolgen. Beispielsweise könnte im Erfahrungsrückfluss die Berücksichtigung von erfolgreichen Anpassungsleistungen des Personals und „Good Practices“ integriert werden. Dies ist an geeigneter Stelle in den Schulungsprogrammen zu berücksichtigen. Um es dem Personal zu ermöglichen, Erfahrungen aus der betrieblichen Praxis zu festigen, ist zudem das feste Einplanen von Zeit für Reflexion, Lernen und Kommunikation wichtig. Durch eine angemessene Personalplanung und Aufgabenverteilung sollte daher sichergestellt werden, dass nicht die gesamte Zeit rein für die Erfüllung der unmittelbaren Aufgaben verwendet werden muss. Diese Überlegung ist in die Erstellung von Prozessblättern zu Prozessen mit besonderer Bedeutung für Forschungsreaktoren (siehe Kapitel 4.2.1 und die zugehörigen Anhänge (siehe Kapitel 4.2.1 und die zugehörigen Anhänge Anhang B, Anhang C, Anhang D und Anhang E) eingeflossen.

3.2.3 Change Management

Der Erfolg oder Misserfolg sowohl bei der Einführung eines neuen Managementsystems oder einzelner neuer Prozesse als auch bei der Veränderung bestehender Prozesse wird durch die Anwendung eines systematisch konzipierten Veränderungsmanagements (Change Management) bestimmt. Veränderungsmanagement ist ein strukturierter Prozess, bei dem organisatorische Veränderungen geplant, implementiert und überwacht werden, um vordefinierte Ergebnisse zu erzielen. Wie jede Veränderung erfordert die Einführung eines neuen Managementsystems oder -prozesses die Akzeptanz des Managements und der Mitarbeiter. Die Akzeptanz des Managements ist entscheidend, damit es die notwendige Führung übernimmt und die erforderlichen Ressourcen bereitstellt (z. B. finanzielle Mittel für die Schulung der Anwender und evtl. nötige zeitliche Ressourcen für die Anwendung eines neuen Prozesses). Die Akzeptanz der Mitarbeiter ist wichtig, damit sie den veränderten Prozess/Tool bei ihrer täglichen Arbeit auch wirklich nutzen und nicht nur so tun, als ob, z. B. durch die aktive Teilnahme an (moderierten) Diskussionen.

Um einen effektiven und nachhaltigen Wandel zu erreichen, müssen einige bewährte Praktiken befolgt werden. Einige der wichtigsten Elemente eines guten Veränderungsprozesses sind nach /STO 21/:

- **Eine Vision mit klaren Zielen:**

Die Vision sollte die Gründe für den Wandel erklären, die erwarteten Ergebnisse beschreiben und die Schritte skizzieren, die erforderlich sind, um die Ziele zu erreichen.

- **Ein Change-Management-Plan:**

Der Plan sollte die Rollen und Verantwortlichkeiten der Beteiligten definieren, die Risiken und Herausforderungen identifizieren, die Ressourcen und den Zeitplan festlegen und die Kommunikations- und Schulungsstrategien beschreiben.

- **Eine Stakeholder-Analyse:**

Die Analyse sollte die Bedürfnisse, Erwartungen und Einflussmöglichkeiten der verschiedenen Stakeholder berücksichtigen, wie z. B. Mitarbeiter, Führungskräfte, Kunden und Partner.

- **Eine Bewertung der organisatorischen Bereitschaft:**

Die Bewertung sollte den aktuellen Zustand der Organisation in Bezug auf den Wandel messen, die Lücken zwischen dem Ist- und dem Soll-Zustand identifizieren und die Bereiche priorisieren, die Unterstützung oder Anpassung benötigen.

- **Eine häufige und offene Kommunikation:**

Die Kommunikation sollte transparent, konsistent und zeitnah sein, um Vertrauen aufzubauen, Unsicherheiten zu reduzieren und Widerstände zu überwinden. Die Kommunikation sollte auch Feedback ermöglichen und Erfolge anerkennen.

- **Eine unterstützende Organisationsumgebung:**

Die Umgebung sollte eine Kultur fördern, die Anpassungsfähigkeit und Flexibilität wertschätzt, kontinuierliches Lernen und Experimentieren fördert und Kreativität und Innovation anregt.

- **Ein Umgang mit Widerstand und Rückschlägen:**

Der Widerstand sollte als eine natürliche Reaktion auf den Wandel verstanden werden, die durch aktives Zuhören, Empathie und Dialog adressiert werden kann. Rückschläge sollten als Lernmöglichkeiten genutzt werden, um den Plan anzupassen oder zu verbessern.

- **Eine Verfolgung des Fortschritts mit Change-Management-Metriken:**

Die Metriken sollten quantifizierbare Indikatoren für den Erfolg des Wandels sein, wie z. B. Leistungskennzahlen, Mitarbeiterengagement oder Kundenzufriedenheit. Die Metriken sollten regelmäßig überprüft und mit den Stakeholdern geteilt werden.

3.2.3.1 Anforderungen an ein Veränderungsmanagement

Sowohl die Entwicklung und Einführung eines IMS in einer bestehenden und fest etablierten Organisationsstruktur als auch typische Herausforderungen, die durch Anlagenänderungen zu Forschungszwecken oder später durch den Übergang vom Betrieb zu Stilllegung und Rückbau auftreten, können organisatorische Veränderungen erfordern bzw. bedingen. Um die zweckmäßige Umsetzung und den langfristigen Erfolg solcher organisatorischen Veränderungen zu gewährleisten, ist eine systematische Herangehensweise bei Planung, Durchführung und Überwachung derartiger Veränderungen von hoher Bedeutung. Eine solche systematische Herangehensweise wird in der Fachliteratur als Veränderungsmanagement oder Change Management bezeichnet.

Im Folgenden werden Anforderungen und Herangehensweisen für ein gut funktionierendes Change Management sowohl aus dem kerntechnischen als auch aus dem konventionellen Bereich beschrieben.

3.2.3.1.1 Anforderungen und Herangehensweisen im kerntechnischen Bereich

Veröffentlichungen der IAEA

Die IAEA geht in verschiedenen Veröffentlichungen auf das Veränderungsmanagement in kerntechnischen Anlagen ein.

In Kapitel 5 des **GS-G-3.1** „Application of the Management System for Facilities and Activities“ /IAE 06/ werden Anforderungen an das Management von organisatorischen Veränderungen formuliert.

Wesentliche zu beachtende Punkte bei organisatorischen Veränderungen

Grundlage soll das Bewusstsein und die Anerkennung der Anlagenleitung sein, dass sie die Gesamtverantwortung für die Sicherheit trägt (vgl. die Anforderungen an Managementsysteme in Kapitel 3.1). Daraus folgt auch die Verantwortung dafür, dass

organisatorische Änderungen so geplant und durchgeführt werden, dass sie die nukleare Sicherheit nicht negativ beeinflussen. Besondere Aufmerksamkeit sollte dabei den folgenden Aspekten zuteilwerden:

- Die Organisationsstruktur nach der erfolgten Umsetzung von Änderungen sollte im Hinblick auf die Sicherheit angemessen sein.
- Insbesondere sollte sichergestellt werden, dass eine ausreichende Anzahl geschulter, kompetenter Personen in allen sicherheitsrelevanten Bereichen verfügbar ist.
- Organisatorische Änderungen sollten so geplant und durchgeführt werden, dass die Klarheit über Rollen, Zuständigkeiten und Schnittstellen stets gegeben ist und erhalten bleibt.
- Es sollte sichergestellt werden, dass alle neu eingeführten Prozesse mit klaren und gut verständlichen Rollen, Verantwortlichkeiten und Schnittstellen dokumentiert werden.
- Der gesamte durch eine Änderung entstehende Schulungsbedarf sollte durch eine Analyse für jede der Funktionen in der neuen Organisationsstruktur ermittelt werden. Notwendige Schulungen von Schlüsselpersonal sind zu planen. Dies ist besonders wichtig, wenn Personen von außerhalb der Organisation für Arbeiten eingesetzt werden sollen, die zuvor intern ausgeführt wurden, oder wenn ihre Aufgaben anderweitig wesentlich erweitert werden sollen.
- Es sollte genügend Personal mit sicherheitsrelevanten Kenntnissen und Erfahrungen vorhanden sein, bis die Schulungsprogramme abgeschlossen sind.
- Die Übergangsregelungen sollten im Hinblick auf die Sicherheit angemessen sein.
- Alle wesentlichen Abweichungen von den im Voraus geplanten Übergangsregelungen sollten einer weiteren Überprüfung unterzogen werden.

Sicherheitstechnische Bewertung von Veränderungen

Es ist eine systematische Vorgehensweise zur Bewertung der potenziellen Auswirkungen aller Veränderungen auf die Sicherheit zu entwickeln. Bei umfangreicheren Veränderungen sollten interne und externe Experten für eine Bewertung zurate gezogen werden. Kriterien, die bei der Bewertung potenzieller Auswirkungen organisatorischer

Veränderungen auf die Sicherheit zur Anwendung kommen, sollten die folgenden Überlegungen beinhalten:

- Änderungen sollten anhand formal festgelegter Kriterien hinsichtlich ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung eingestuft werden.
- Änderungen können je nach ihrer Bedeutung unterschiedliche Genehmigungsstufen erfordern.
- Die Organisation sollte darlegen, wie die geplanten Änderungen dazu beitragen werden, weiterhin ein akzeptables Sicherheitsniveau aufrechtzuerhalten oder dieses zu verbessern. Dies gilt sowohl für den Endzustand der Organisation als auch für die Vorkehrungen während der Übergangszeit von der alten zur neuen Organisationsform.
- Es sollte ein Überprüfungsmechanismus entwickelt werden, um sicherzustellen, dass die kumulativen Auswirkungen mehrerer kleiner Änderungen die Sicherheit nicht beeinträchtigen.
- Es sollte eine Methode zur Überwachung des Fortschritts bei der geplanten Einführung wesentlicher organisatorischer Änderungen entwickelt werden. Diese muss in der Lage sein, etwaige Defizite schnell festzustellen, damit frühzeitig Abhilfemaßnahmen ergriffen werden können.

Umsetzung von organisatorischen Änderungen

Für jede Änderung sollte ein verantwortlicher Projektleiter benannt werden. Dieser sollte einen systematischen und transparenten Projektmanagementprozess anwenden, dessen Strenge der sicherheitstechnischen Bedeutung der Änderung angemessen ist. Parallel dazu sollte die oberste Führungsebene die Gesamtintegration aller Änderungen sicherstellen und sehr bedeutsame Änderungen sowie die kumulativen Auswirkungen verschiedener kleinerer Änderungen, die sich gegenseitig beeinflussen können, überwachen.

Die Auswirkungen auf laufende Aktivitäten während der Umsetzung von Änderungen sollten detailliert untersucht und bewertet werden. Für jedes vorgeschlagene Änderungsprojekt sollten die Risiken für die Ziele der Organisation, einschließlich der Sicherheits-, Gesundheits-, Umwelt-, Gefahrenabwehr-, Qualitäts- und wirtschaftlichen Risiken, ermittelt und bewertet werden.

Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Änderungen sollten sorgfältig geprüft werden. Änderungen, die für sich genommen nur eine begrenzte Auswirkung auf die Sicherheit haben, könnten in Kombination und in Wechselwirkung mit weiteren Änderungen zu weitaus bedeutenderen Auswirkungen führen. Wenn möglich, sollte die gleichzeitige Ausführung verschiedener Änderungen, die sich auf die Sicherheit auswirken können, minimiert werden. Darüber hinaus sollte die gesamte Arbeitsbelastung, die der Organisation durch die Umsetzung der Änderungen parallel zu den laufenden betrieblichen Aktivitäten entsteht, sorgfältig abgewogen werden.

Überwachung von Veränderungen

Es sollte eine angemessene Überwachung stattfinden, um eine frühzeitige Warnung vor etwaigen negativen Auswirkungen von Änderungen auf die Sicherheit oder Leistung zu ermöglichen und so sicherzustellen, dass genügend Zeit bleibt, um Abhilfemaßnahmen zu ergreifen, bevor die Einhaltung eines akzeptablen Sicherheitsniveaus gefährdet wird. Wo immer möglich, sollten mögliche Abhilfemaßnahmen im Voraus geplant werden. Bei der Auswahl der zu überwachenden Aspekte und der Bewertung ihrer Wirksamkeit im Hinblick auf eine frühzeitige Warnung vor einem Trend zur Verschlechterung sollte sorgfältig vorgegangen werden. Änderungen, die größere Auswirkungen auf das Sicherheitsniveau haben können, sollten einer umfassenderen Überwachung unterzogen werden, um negative Trends früher zu erkennen. Die wahrscheinliche Wirksamkeit von Änderungen sollte ebenfalls berücksichtigt werden und es sollte bewertet werden, wie schnell eine möglicherweise sicherheitskritische Situation behoben werden kann.

Im IAEA **NG-T-1.1** „Managing organizational change in nuclear organizations“ /IAE 14b/ wird detaillierter auf Methoden und Vorgehensweisen im Rahmen des Managements organisatorischer Änderungen eingegangen.

Es werden typische Ursachen für organisatorische Änderungen aufgeführt:

- **Strategische Neuausrichtung:** Wenn eine Organisation seine Geschäftsprozesse ändert, um eine neue Strategie zu verfolgen, bedingt dies einen organisatorischen Wandel.
- **Strukturelle Veränderung:** Wenn neue Verwaltungsprozesse eingeführt werden, kommt es zu einem organisatorischen Wandel. Alte Prozesse werden durch neue ersetzt und die Mitarbeiter werden auf die neuen Prozesse umgeschult.

- **Technologische Innovation:** Dies ist eine immer bedeutendere Kraft des Wandels, deren Auswirkungen auf organisatorische Strukturen zunimmt.
- **Fusionen und Übernahmen:** Sie gehören zu den häufigsten Ursachen für organisatorische Veränderungen und führen häufig zu einer Veränderung der Organisationskultur.
- **Veränderung des Marktes:** Wenn der Markt für das Produkt oder die Dienstleistung einer Organisation ausgereift ist, beginnen das Marktwachstum und die Gewinne zu sinken. Dies veranlasst die Organisation, sich neu zu positionieren oder aus dem Markt auszusteigen, was zu organisatorischen Veränderungen führen kann.
- **Regulatorische Änderungen:** Es kann zu Änderungen der gesetzlichen Anforderungen kommen, die sich aus nationalen oder internationalen Richtlinien ergeben.
- **Verkleinerung:** Um zu überleben, führen viele Organisation neue Arbeitsmethoden ein, bei denen moderne Technologien zum Einsatz kommen und weniger Personal benötigt wird. Organisatorische Veränderungen führen infolgedessen zu einer schlankeren Organisation.
- **Politische Ursachen:** Ein Regierungswechsel kann zu einem neuen regulatorischen Umfeld führen, das eine Organisation zu erheblichen Änderungen ihrer Systeme und Prozesse zwingt.

Es werden neben den Ursachen für organisatorische Änderungen auch unterschiedliche Arten organisatorischer Änderungen aufgezählt. Die Art der Änderung wirkt sich auf die anzuwendenden Methoden aus. Als wesentliche Arten von organisatorischen Änderungen gelten

- Organisationsweite Veränderungen gegenüber Veränderungen in Teilsystemen.
- Transformativer (oder radikaler, grundlegender) Wandel gegenüber inkrementellem (schrittweisem) Wandel.
- Abhilfemaßnahmen im Gegensatz zu entwicklungsbezogenen Veränderungen.
- Ungeplante versus geplante Änderungen.

Für das Management organisatorischer Veränderungen wird in /IAE 14b/ ein beispielhaftes grobes Ablaufmodell angeboten.

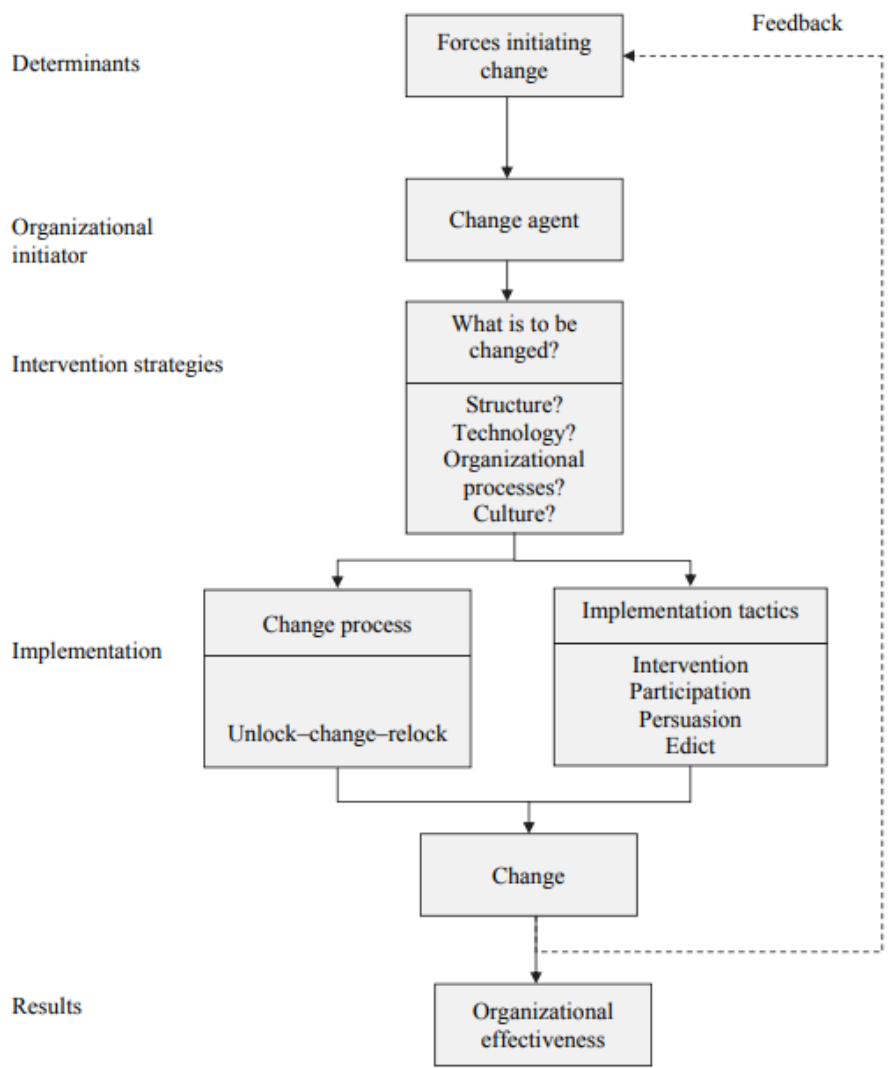


FIG. 1. Model for managing organizational change.

Abb. 3.4 Beispielhaftes Ablaufdiagramm für ein Veränderungsmanagement /IAE 14b/

Als wesentliche Aufgabe der Leitung einer Organisation für ein effektives Veränderungsmanagement wird die Gewährleistung der folgenden Punkte genannt:

- Eine klare Vorstellung davon, warum die Veränderung notwendig ist,
- Eine Vision, wie die Organisation nach der Veränderung aussehen soll, und eine Richtung, die zu dieser Vision führt,
- Ein klares Verständnis für den Zweck der Organisation insgesamt,

- Ein klares Verständnis der Wechselwirkungen und gegenseitigen Abhängigkeiten der Organisation mit ihrem externen Umfeld,
- Klarheit über realisierbare Szenarien oder Beschreibungen möglicher Endzustände,
- Effektive Organisationsstrukturen zur Bewältigung der anfallenden Arbeiten,
- Effizienter Einsatz fortschrittlicher Technologien,
- Eine gute Kommunikation, die kohärente und transparente Informationen liefert und die Mitarbeiter zur Mitwirkung ermutigt,
- Belohnungssysteme, die gleichermaßen die Prioritäten der Organisation und die Bedürfnisse des Einzelnen nach Würde und Wachstum widerspiegeln.

Neben der bereits genannten Bewertung möglicher Auswirkungen einer oder mehrerer Veränderungen auf die Sicherheit wird in /IAE 14b/ die Notwendigkeit der Festigung der neuen Organisationsstruktur und der neuen Abläufe nach der Umsetzung einer Veränderung betont. Dies wird auch als „Relocking“ bezeichnet und stellt einen wesentlichen Bestandteil des Veränderungsmanagements dar. Das Relocking soll die Langlebigkeit der Veränderung sicherstellen und verhindern, dass das Personal wieder zu alten Vorgehensweisen zurückkehrt. Ziel ist es daher beim Relocking, die neue organisatorische Situation durch einen Ausgleich von treibenden und hemmenden Kräften zu stabilisieren.

Beim Relocking kann sich die Organisation verschiedener Methoden bedienen, z. B.:

- Formalisieren treibender oder hemmender Kräfte,
- Überarbeitung der formalen Regeln und Vorschriften, die das Verhalten der von der Veränderung Betroffenen bestimmen, um die neue Organisationsstruktur zu stärken,
- Nutzung von effektiven Belohnungs- und Anreizsystemen, um die Einhaltung neuer Vorschriften zu unterstützen.

Mit der Zeit werden sich die Verhaltensnormen innerhalb einer Organisationseinheit/Gruppe weiterentwickeln, um das durch die Änderung geschaffene neue Gleichgewicht aufrechtzuerhalten. Bis dieser Wandel abgeschlossen ist, muss der Initiator des Wandels auf formelle Mechanismen zurückgreifen. Es gibt mehrere Faktoren, die

darüber entscheiden, inwieweit eine Veränderung sich dauerhaft festigen kann. Ein effektives Belohnungssystem stellt dafür einen entscheidenden Faktor dar. Wenn die Belohnungen jedoch im Laufe der Zeit hinter den Erwartungen zurückbleiben, wird die Veränderung auf wenig Akzeptanz stoßen und wahrscheinlich nur von kurzer Dauer sein. Voraussetzung für die Schaffung eines adäquaten Belohnungssystems ist es, dass in der Organisation bereits zuvor wesentliche Fortschritte in den folgenden Bereichen erreicht wurden:

- Entwicklung einer gut durchdachten Organisationsstruktur,
- Entwicklung einer anpassungsfähigen Organisationskultur, die das Vertrauen und die Bereitschaft zum Wandel fördert,
- Entwicklung einer teambildenden Struktur,
- Verbesserung der Führungs- und Managementfähigkeiten.

Ein weiter entscheidender Faktor für das dauerhafte Bestehen einer Veränderung ist die Unterstützung durch einen sogenannten Sponsor. Dabei handelt es sich in der Regel um eine Person, die eine hohe Position in der Managementhierarchie einnimmt und der Veränderung Legitimität verleiht. Sobald einem Veränderungsprojekt die Unterstützung durch den Sponsor und/oder die Organisationsleitung entzogen wird, besteht ein starker Druck, zum alten Gleichgewichtszustand zurückzukehren.

Ein Versäumnis, Informationen über die Erwartungen zu vermitteln, kann den Grad der Nachhaltigkeit der Veränderung verringern, da die von der Veränderung betroffenen und an ihrer Umsetzung beteiligten Menschen wissen müssen, was von ihnen bzw. als Ergebnis der Veränderung erwartet wird.

Gruppenzwang ist ein weiterer wichtiger Faktor. Wenn die Mitarbeiter wissen, dass andere in ihrer Gruppe die Veränderung akzeptieren und gutheißen, fühlen sie sich wohler mit ihr. Das Engagement für die Veränderung sollte zu einer größeren Akzeptanz und Dauerhaftigkeit führen.

Weiter ist davon auszugehen, dass sich die Mitarbeiter, wenn sie an der Entscheidung über die Veränderung beteiligt sind, stärker dafür einsetzen, dass diese erfolgreich verläuft. Es ist weniger wahrscheinlich, dass eine Veränderung dauerhaft wird, wenn sie nur in einer einzigen Einheit einer Organisation durchgeführt wird. Je breiter der Wandel

angelegt ist, desto mehr Einheiten sind betroffen und desto größer ist die Legitimität des Wandels.

Die oben genannten Faktoren unterstreichen, dass die Organisation ein komplexes System ist und dass geplante Veränderungen eher erfolgreich sein werden, wenn alle Teile des Systems die Bemühungen zur Umsetzung und Aufrechterhaltung der Veränderung unterstützen. Eine erfolgreiche Veränderung erfordert auch ein sorgfältiges Ausbalancieren des Systems. Alle Veränderungen können gewisse Auswirkungen außerhalb des Bereichs, in dem sie durchgeführt wurden, haben. Keine Veränderung findet vollkommen losgelöst vom Rest des Systems statt.

Es werden vier Vorgehensweisen präsentiert, die im Allgemeinen zur Umsetzung von Veränderungen angewandt werden:

1. **Intervention:** Die Initiatoren der Veränderung (in der Regel das Management) erläutern denjenigen, die davon betroffen wären, die Gründe für die Veränderung. Sie argumentieren, dass die derzeitige Leistung unzureichend ist, und legen neue Standards fest. Die Initiatoren verweisen auf vergleichbare Organisationen mit besseren Leistungen, um die Notwendigkeit von Veränderungen zu begründen, und beschreiben dann, wie die derzeitigen Praktiken verbessert werden können. Sie können eine Task Force bilden, die sich aus den betroffenen Mitarbeitern bzw. deren Vertretern zusammensetzt. Die Initiatoren haben das Recht, ein Veto gegen die Empfehlungen der Task Force einzulegen.
2. **Beteiligung:** Bei dieser Herangehensweise wird die Entscheidung über die Umsetzung an die Betroffenen delegiert. Die Initiatoren legen die Notwendigkeit von Veränderungen fest, bilden eine Arbeitsgruppe für diese Aufgabe, weisen der Arbeitsgruppe Mitglieder zu und delegieren dann die Befugnis für den Veränderungsprozess an die Arbeitsgruppe mit einer Erklärung über die Erwartungen und Beschränkungen. Bei diesem Ansatz wird der Task Force die volle Verantwortung für die Umsetzung übertragen, ohne dass ein Veto gegen ihre Entscheidungen eingelegt wird.
3. **Überzeugungsarbeit:** Die Initiatoren identifizieren die Gelegenheit für Veränderungen, nehmen dann aber eine relativ passive Rolle ein, indem sie interessierte interne Mitarbeiter oder externe Experten einladen, ihre Ideen für die Herbeiführung von Veränderungen vorzustellen. Sie werden erst aktiv, nachdem verschiedene Ideen

vorgestellt wurden. Diejenigen, die davon betroffen sind, wählen die besten Ideen für die Umsetzung der Veränderung aus.

4. **Erlass:** Bei dieser Taktik kündigen die für den Wandel Verantwortlichen lediglich Änderungen an und verwenden Memos und formelle Präsentationen, um ihre Entscheidung zu vermitteln.

Laut einer von der IAEA zitierten Studie ist der Ansatz der Überzeugungsarbeit der am häufigsten angewendete, die höchste Erfolgsquote hat aber der Ansatz der Intervention.

Die IAEA zitiert eine Untersuchung von 91 Fällen hinsichtlich der Beliebtheit und des Erfolgs der vier genannten Ansätze. Diese Untersuchung ergab, dass Überzeugungsarbeit in 42 % der Fälle am häufigsten eingesetzt wurde. Erlasse folgten mit 23 % auf dem zweiten Platz, gefolgt von Intervention und Beteiligung mit jeweils etwas weniger als 20 %. Die Forschung zeige zudem, dass es erhebliche Unterschiede in der Erfolgsquote gibt. Der Erfolg oder Misserfolg wurde in der zitierten Untersuchung aus der rückblickenden Sicht der Organisation, die den organisatorischen Wandel versucht hat, definiert. Veränderungsanweisungen per Erlass sind den anderen Optionen eindeutig unterlegen. Erlasse waren nur in 43 % der Fälle erfolgreich. Beteiligung und Überzeugung erreichten Erfolgsquoten von 84 % bzw. 73 %. Interventionen wurden zwar in weniger als 20 % der Fälle eingesetzt, erreichten aber eine Erfolgsquote von 100 %.

Warum scheitern organisatorische Veränderungen?

Als typische Gründe für das Ausbleiben von Erfolg bei organisatorischen Veränderungen werden die folgenden genannt:

- **Mit schlechten Ratschlägen beginnen:** Wenn eine Veränderung übereilt oder ohne ausreichendes Engagement durchgeführt wird, kann sie die Glaubwürdigkeit der Führungskräfte der Organisation stark schädigen.
- **Den Wandel nur zu einer Option machen:** Wenn Führungskräfte sich zu einer Veränderung verpflichten, muss die Botschaft lauten, dass Veränderung keine Option, sondern eine Notwendigkeit ist. Wenn Menschen die Möglichkeit haben, sich nicht zu verändern, werden sie es auch nicht tun.
- **Ausschließliche Konzentration auf den Prozess:** Führungskräfte können so sehr in den Prozess vertieft sein, dass sie nicht bemerken, dass keine greifbaren Ergebnisse erzielt werden. Die Tätigkeit wird wichtiger als das Ergebnis.

- **Ausschließliche Konzentration auf die Ergebnisse:** Dies entspringt der Überzeugung, dass der Zweck jedes Mittel heiligt. Die Organisationen ignorieren den menschlichen Schmerz des Wandels. Diese Unempfindlichkeit gegenüber den Gefühlen der Menschen verhindert nicht nur den Wandel, sondern zerstört auch die Moral und Loyalität in diesem Prozess.
- **Diejenigen, von denen erwartet wird, dass sie die Veränderung umsetzen, werden nicht einbezogen:** Viel Unmut entsteht, wenn das Management eine Veränderung ankündigt und dann die Einzelheiten der Umsetzung vorschreibt. Die Mitarbeiter müssen in zweierlei Hinsicht einbezogen werden. Erstens sollten ihre Beiträge und Vorschläge bei der Planung der Veränderung eingeholt werden. Zweitens sollten sie, nachdem eine Veränderung beschlossen wurde, an der Festlegung der Mittel und Wege zur Umsetzung beteiligt werden.
- **Delegieren an „Außenstehende“:** Obwohl Außenstehende, wie z. B. Berater, wertvolle Ideen und Beiträge liefern können, müssen die Mitarbeiter innerhalb der Organisation die Verantwortung für die Veränderung übernehmen.
- **Keine Änderung des Belohnungssystems:** Es muss dafür gesorgt werden, dass Belohnung, Anerkennung und Vergütung an die gewünschte Veränderung angepasst werden.
- **Mangelndes Engagement der Führungskräfte:** Damit es zu Veränderungen kommt, müssen alle Beteiligten sich engagieren und für die Veränderung einsetzen. Die Führungskräfte müssen die ersten Schritte unternehmen. Der Wandel gerät ins Stocken, wenn die Führungskräfte nicht das gleiche Engagement zeigen, das sie von anderen erwarten.
- **Unvollständige Umsetzung:** Die beste Planung ist wertlos, wenn sie nicht umgesetzt und die Fortschritte überwacht werden. Es muss klar festgelegt werden, wer dafür verantwortlich ist, dass die Umsetzung rechtzeitig erfolgt. Die Gültigkeit der obigen Bemerkungen wird durch Beobachtungen untermauert.

Weiter werden einige der häufigsten Fehler aufgelistet, die während der Umsetzung organisatorischer Änderungen begangen werden:

- Zulassen von zu viel Selbstgefälligkeit,
- Versäumnis, eine ausreichend starke Führungskoalition zu schaffen,

- Unterschätzung der Kraft der Vision,
- Die Vision wird nicht ausreichend kommuniziert,
- Zulassen, dass Hindernisse die neue Vision blockieren,
- Versäumnis, kurzfristige Erfolge zu erzielen,
- Zu früh den Sieg verkünden,
- Versäumnis, Veränderungen fest in der Organisationskultur zu verankern.

Diese Fehler können abgemildert und unter den richtigen Umständen vollständig vermieden werden. Der Schlüssel dazu liegt im Verständnis der Gründe, warum sich Organisationen dem notwendigen Wandel widersetzen, in einem mehrstufigen Prozess zur Verwirklichung des Wandels und in der Tatsache, dass das Engagement der Führung entscheidend ist, um den Prozess auf eine sozial gesunde Weise voranzutreiben.

Die grundlegenden in /IAE 14b/ aufgeführten Praktiken, um potenzielle Sicherheitsrisiken organisatorischer Veränderungen zu bewältigen, sind:

- Bereitstellung von transformationeller Führung,
- Messung der für den Erfolg entscheidenden Variablen,
- Bereitstellung von Schulungen,
- Informationsaustausch,
- Schaffung von selbstverwalteten Teams,
- Sicherstellen, dass die Arbeit erfüllend ist,
- Abbau von Statusunterschieden,
- Arbeitsplatzsicherheit für die Mitarbeiter schaffen.

In **IAEA-TECDOC-1226** „Managing change in nuclear utilities“ /IAE 01/ wird die Wichtigkeit betont, den betroffenen Mitarbeitern sowie relevanten Stakeholdern gegenüber, die wichtigen Informationen hinsichtlich der Veränderung zu kommunizieren. Dadurch kann diesen ein Verständnis über die Veränderung vermittelt werden. Insbesondere die Bedeutung der Veränderung für das Erreichen der Ziele der Organisation sollte vermittelt

werden. Da Veränderungen generell kontinuierlich über einen gewissen Zeitraum ablaufen, sollte die Kommunikation darüber ebenfalls kontinuierlich ablaufen.

Die Risikobeurteilung im Zusammenhang mit einer Veränderung sollte laut /IAE 01/ die folgenden Punkte beinhalten:

- Der Grund für die Änderung
 - Inputs für die vorgeschlagene Änderung,
 - Schnittstellen,
 - Leistungsbewertung.
- Beschreibung des gewünschten Ergebnisses der Änderung
 - Die wichtigsten Punkte der vorgeschlagenen Änderung,
 - Detaillierte Beschreibung des Änderungsprozesses und der Organisation (einschließlich Flussdiagrammen) - Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Elemente der vorgeschlagenen Änderung.
- Bewertung der vorgeschlagenen Änderung, der Umsetzungsstrategie und des erwarteten Nutzens/Ergebnisses, z. B. die Auswirkungen auf:
 - Sicherheit,
 - Leistung,
 - Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten,
 - Abläufe,
 - Entscheidungsfindung,
 - Interne Schnittstellen,
 - Prioritäten,
 - Umgang mit externen Herausforderungen,
 - Finanzielle Leistungsfähigkeit,
 - Kostengrundlagen,
 - Wettbewerbsfähigkeit,

- Humanressourcen:
 - Optimierung des Personalbestands,
 - Arbeitsorte und -bedingungen,
 - Persönliche Verantwortung,
 - Kommunikation - Beteiligung an der Entscheidungsfindung auf allen Ebenen,
 - Personalkompetenzen.
- Lehren aus dem Programm zur Überprüfung der Betriebserfahrung (intern und extern),
- Analyse der Verantwortungsübertragung im Zusammenhang mit der vorgeschlagenen Änderung - zu übertragende Verantwortlichkeiten - Definition des Prozesses - Kontrolle der Übertragung (falls zutreffend),
- Änderungen an der relevanten Dokumentation
 - Identifizierung der zu ändernden Dokumentation,
 - Der Prozess der Dokumentationsänderung,
 - Kontrolle der Änderungen an den Dokumenten,
 - Verteilung und Benachrichtigung,
 - Entsprechende Schulung des Personals.

Als Ergebnis der Identifizierung und Bewertung von Risiken sollte eine Auflistung aller Risikoarten erstellt werden, die die folgenden wesentlichen Aspekte beinhaltet:

- Eine Angabe der Wahrscheinlichkeit und der Folgen der einzelnen Risiken,
- Ein Überblick über die Maßnahmen, die zur Bewältigung der Risiken eingesetzt werden sollen,
- Ein detailliertes Risikomanagement für die vorgeschlagene Änderung.

Einige Veränderungen haben das Potenzial, die einstellungsbezogenen Aspekte der Sicherheitskultur zu beeinträchtigen, weshalb auch diese Auswirkungen ermittelt und bewertet werden sollten. Strukturelle Elemente, die sich auf das Sicherheitsmanagement

auswirken, sollten in der Phase der Risikoermittlung und -bewertung des Veränderungsprozesses identifiziert und bewertet worden sein.

Hinsichtlich der Kommunikation während des gesamten Projekts wird die Beachtung impliziter Botschaften empfohlen, die sich in den ergriffenen Maßnahmen widerspiegeln können, wie z. B.:

- Die Verringerung der Zahl der Reinigungskräfte könnte dazu führen, dass die Arbeitnehmer das Gefühl haben, die Organisationsleitung habe das Interesse am Zustand der Anlage verloren. Die Folge könnte eine Verschlechterung des Materialzustands in Bereichen sein, die nicht mit der normalen Reinigung in Verbindung stehen.
- Die Wahrnehmung des Personals ist ebenso wichtig wie die Realität der Veränderung. Die Organisationsleitung muss die Wahrnehmung so gestalten, dass sie mit der Realität übereinstimmt.

Als wichtiger Aspekt wird das Management von Abhängigkeiten beschrieben. Damit ist gemeint, dass Vorläuferaktivitäten (auch als „Enabler“ oder „Befähigungsmittel“ bezeichnet) für die Veränderung - Aktivitäten, die abgeschlossen werden müssen, bevor eine Veränderung oder ein Element der Veränderung eintreten kann - identifiziert werden. Bei einem technischen Projekt können viele Aktivitäten erst dann beginnen, wenn ein vorheriges Projekt oder ein vorheriger Arbeitsschritt abgeschlossen ist. Bei einer organisatorischen Änderung kann es unter Umständen möglich sein, bestimmte Schritte bereits zu initiieren und umzusetzen, bevor ein eigentlich notwendiges Vorgängerprojekt abgeschlossen ist, und dabei eine Verringerung der Leistungsfähigkeit in Kauf zu nehmen. Diese Vorgehensweise sollte vermieden oder sogar durch den Prozess verboten werden, da sie zu einer unkontrollierten Erosion der Leistungsfähigkeit führen könnte. Dies ist genau das Problem, das mit dem Änderungsmanagementprozess vermieden werden soll.

Ein Beispiel für einen Enabler kann im Zusammenhang mit Personalabbau genannt werden: Mitarbeiter, die Aufgaben übernehmen, benötigen möglicherweise eine Schulung, um die nötige Kompetenz für eine Aufgabe zu erlangen, bevor ein Vorgänger zur Kündigung freigegeben werden kann. Der Enabler ist in diesem Fall die Durchführung der Schulung. Eine Verringerung der Arbeitsbelastung, die auf verschiedene Weise erreicht werden kann, kann ebenfalls als Enabler wirken.

Planungen für den Umgang mit unvorhergesehenen Ereignissen sind Alternativen zu Enablern, die eingesetzt werden können, wenn ein Enabler nicht die erwartete Wirkung zeigt. Es gibt auch eine Untergruppe von Enablern, die Maßnahmen in einem anderen Teil der Organisation betreffen, und abteilungsübergreifende schriftliche Festlegungen hinsichtlich der Art, des Zeitplans und der Kriterien für die Vollendung von Projekten erforderlich machen. Solche abteilungsübergreifenden Enabler sind am schwierigsten zu kontrollieren. In der Regel sind Koordinierungsvereinbarungen erforderlich, um diese Aspekte zu bewältigen. Es sollte ein allgemeiner Grundsatz gelten: unwiderrufliche Änderungsmaßnahmen, die von der Fertigstellung eines Enablers abhängen, sollten erst dann durchgeführt werden, wenn der Enabler geliefert wurde. In diesem Sinne kann ein Enabler als eine Art Meilenstein oder Haltepunkt betrachtet werden. Regulierungsbehörden, die eine unabhängige Aufsicht ausüben, sollten möglicherweise besonders darauf achten, wie eine Organisation die Enabler verwaltet, um beispielsweise sicherzustellen, dass sich eine Organisation nicht selbst kritischen Fachwissens berauben. Zur Kontrolle dieses Aspekts können zuvor festgelegte Haltepunkte innerhalb eines Projekts genutzt werden.

Der Umsetzungsplan muss folgende Aspekte berücksichtigen:

- Identifizierung der Enabler und der für die Erfüllung dieser Enabler verantwortlichen Personen,
- Berücksichtigung der Auswirkungen der vorgeschlagenen Änderung auf andere Verfahren, Anweisungen und Prozesse innerhalb der Organisation sowie der Zulieferer und Auftragnehmer,
- Überwachung durch die Verwendung geeigneter Indikatoren, z. B. die Erfüllung festgelegter Voraussetzungen und die Gegenmaßnahmen und Notfallpläne, die entwickelt wurden, um potenzielle Risiken zu mindern,
- Identifizieren der zu überwachenden Haltepunkte, einschließlich der von den Aufsichtsbehörden geforderten,
- Identifizieren und pflegen der Aufzeichnungsanforderungen für jede Änderung und für den Änderungsprozess,
- Identifizieren aller Ziele des Projekts; alle erforderlichen Teilprojekte müssen definiert werden,
- Definieren aller Prozesse, die entwickelt oder geändert werden müssen,

- Einbeziehen aller Personalfragen,
- Identifizieren aller Verfahren und Dokumente, die geändert werden müssen, und die Fristen für ihre Änderung,
- Definieren aller Fristen für die Übertragung von Verantwortlichkeiten.

Weiter soll sich bei der Planung von Veränderungen klar vor Augen gehalten werden, wie sich die vorherrschende Organisationskultur auf den Veränderungsprozess auswirken wird und wie sich umgekehrt die geplanten Veränderungen auf die Organisationskultur, einschließlich der Sicherheitskultur, auswirken können bzw. werden. Laut /IAE 01/ muss in der Regel damit gerechnet werden, dass 3 bis 5 Jahre vergehen bis eine neue, nachhaltige kulturelle Position erreicht ist, und während dieser Zeit sind kontinuierliche Bemühungen erforderlich.

Der Prozess des kulturellen Wandels erfordert daher das Engagement und die Hingabe aller Führungsebenen sowie eine regelmäßige und häufige Überprüfung, um sicherzustellen, dass die gewünschten Auswirkungen auf die Organisationskultur auch tatsächlich eintreten. Diese Anforderung muss in den Veränderungsplan aufgenommen werden. Wann immer eine Änderung Auswirkungen auf die Sicherheitskultur haben könnte, soll der Plan die Entwicklung einer kulturellen Ausgangsbasis berücksichtigen, falls diese nicht bereits existiert.

Deutsches kerntechnisches Regelwerk

In der KTA 1402 „Integriertes Managementsystem zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken“ /KTA 17/ werden zu berücksichtigende Aspekte die bei einer Organisationsänderung, die Auswirkungen auf den sicheren Betrieb haben können, aufgeführt. Die Änderung muss sorgfältig mit einem systematischen und nachvollziehbaren Vorgehen geplant und durchgeführt werden, um negative Rückwirkungen auf die Sicherheit zu vermeiden. Dabei sind folgende Aspekte zu beachten:

- Die mit der organisatorischen Änderung angestrebten Verbesserungen (Ziele) sind zu benennen und zu dokumentieren.
- Die möglichen Organisationsalternativen sind zu bewerten.

- Die bei der Planung und Durchführung der Organisationsänderung möglichen Rückwirkungen auf den sicheren Betrieb sind zu analysieren und zu berücksichtigen und nach der Implementierung zu überprüfen.
- Die Durchführung und Implementierung der Organisationsänderung sind sorgfältig zu planen und zu dokumentieren.
- Es sind begleitende Maßnahmen festzulegen, damit die Organisationsänderung wirksam werden kann (z. B. Kommunikation, Schulung, Dokumentenerstellung).
- Die Funktionsfähigkeit der Organisation ist während und nach der Implementierung der Organisationsänderung zu überwachen.

Es ist nach einem geeigneten Zeitraum zu überprüfen, ob die Ziele, die mit der Organisationsänderung verbunden waren, erreicht wurden.

3.2.3.1.2 Anforderungen und Herangehensweisen im konventionellen Bereich

Im Folgenden werden aus der Literatur unterschiedliche Veränderungsmodelle bzw. Veränderungsprozesse dargestellt.

In der Monografie „Erfolgreich restrukturieren in KMU - Werkzeuge und Beispiele für eine nachhaltige Veränderung“ /HAF 00/ werden folgende Elemente für einen guten Veränderungsprozess genannt:

Zielsetzung der Veränderung

- **Vision**

Die Ziele des Veränderungsprojekts müssen sich an einer kohärenten und klar kommunizierten Vision orientieren, die auf den spezifischen Stärken der Organisation aufbaut, damit die Veränderung zu einer langfristigen Organisationsentwicklung beitragen kann.

- **Strategie**

Die Vorgehensweise im Veränderungsprojekt muss mit der strategischen Planung der Organisation abgestimmt werden, um die Erreichung der langfristigen Entwicklungsziele zu unterstützen.

- **Engagement**

Das Engagement des Managements und der betroffenen Mitarbeiter für das Projekt und seine Ziele sollte als ein zentrales Ziel der Veränderung verstanden werden, dass bei der Gestaltung des Veränderungsprozesses berücksichtigt werden muss.

- **Lösungsansätze**

Die Potenziale in den Bereichen Mensch, Technik und Organisation müssen im Veränderungsprozess gemeinsam optimiert werden (holistischer Gestaltungsansatz).

Akteure der Veränderung

- **Management**

Das Management muss sich mit dem Veränderungsvorhaben identifizieren und es bewusst vorantreiben (Vorbildfunktion).

Das Management sollte direkt in den Veränderungsprozess eingebunden werden.

Das Management sollte das Veränderungsprojekt partizipativ angehen.

- **Von der Veränderung betroffene Mitarbeiter**

Der Handlungsbedarf muss für die Betroffenen klar erkennbar sein und auf einem gemeinsamen Problembewusstsein beruhen.

Vertreter der Mitarbeiter, die von der Veränderung unmittelbar betroffen sind, müssen möglichst früh und direkt in die (konzeptionelle) Projektarbeit einbezogen werden.

Die unmittelbar von dem Projekt betroffenen Mitarbeiter sollten laufend über das Projekt und seinen Stand informiert werden.

- **Am Veränderungsprojekt beteiligte Mitarbeiter**

Der Handlungsbedarf muss für das Projektteam klar erkennbar sein und auf einem gemeinsamen Problembewusstsein beruhen.

Bei der Zusammensetzung des Projektteams sind die fachlichen und sozialen Kompetenzen sowie die Veränderungsbereitschaft der Mitarbeiter zu berücksichtigen.

Das Projektteam sollte kontinuierlich geschult werden (im Bereich der Fach- und Sozialkompetenz).

Methodologie der Veränderung

- **Konfliktmanagement**

Die Rollen- und Kompetenzverteilung sowie die Regeln der Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Projektgremien müssen klar definiert und kommuniziert werden.

Die Entscheidungssituation im Rahmen des Veränderungsprojektes muss so klar und transparent wie möglich gestaltet werden.

Zielkonflikte zwischen den beteiligten Akteuren sollten im Projekt bewusst thematisiert und gelöst werden.

- **Projekt-Vermarktung**

Alle relevanten Stakeholder werden regelmäßig und systematisch über den Projektfortschritt und Teilerfolge informiert.

Die Bedürfnisse und Anliegen aller relevanten Stakeholder im Zusammenhang mit dem Veränderungsprojekt werden systematisch erfasst und in die Projektarbeit integriert.

- **Projektplanung und -abwicklung**

Eine phasenspezifische zeitliche und inhaltliche Planung sollte durch die Projektplanung sichergestellt werden.

Die zeitlichen Ziele (Meilensteine) für das Veränderungsprojekt müssen in realistischer Weise festgelegt werden.

- **Projektcontrolling**

Der Projektfortschritt ist hinsichtlich des Ressourcenverbrauchs (Kosten, Personal), der Einhaltung von Terminen und der Zielerreichung kontinuierlich zu überwachen.

In der Monografie „Change Management: Veränderungsprozesse erfolgreich gestalten - Mitarbeiter mobilisieren. Vision, Kommunikation, Beteiligung, Qualifizierung“ /STO 21/ werden zunächst die folgenden zwei Seiten von Veränderungen definiert:

- **Fachliche Seite**

Ein Team, bestehend aus Management und Fachleuten, wird in ein Veränderungsprojekt berufen und plant eine Veränderung, indem es bestehende Abläufe misst und Strukturen und Produkte auf Verbesserungspotenziale hin analysiert.

Es findet eine sachliche und analytische Planung statt, die Zielerreichung soll durch Maßnahmen sichergestellt werden. Die Ergebnisse werden im Nachhinein evaluiert.

Das Vorgehen ist hierbei sequenziell: zuerst werden Zielsetzungen und Lösungen konzipiert, die dann in Maßnahmen übersetzt werden. Anschließend wird der Veränderungsprozess eingeleitet.

- **Überfachliche Seite**

Diese beinhaltet fachlich nicht plan- und umsetzbare Erfolgsfaktoren wie die Akzeptanz der fachlichen Inhalte der Veränderung, die Überzeugung von der Notwendigkeit und Richtigkeit der Veränderung, die Bereitschaft die Veränderung mitzutragen und die Unterstützung bei der konkreten Umsetzung der Veränderung durch die Mitarbeiter und Führungskräfte.

Durch jede fachliche Veränderung werden bei Mitarbeitern (diese sind von Veränderungen betroffen, aber selten an deren Entwicklung oder Entscheidungen unmittelbar beteiligt) und Führungskräften „weiche“ und individuelle Reaktionen angestoßen.

Für die Akzeptanz und Umsetzung von Veränderungen durch die Mitarbeiter einer Organisation reichen analytische und rationale Planungs- und Entscheidungsprozesse allein oftmals nicht. Stattdessen sind hier das Informieren und Einbeziehen von Mitarbeitern wichtig, damit diese sich nicht vor den Kopf gestoßen/übergangen fühlen. Eine Begleitung von Veränderungsprojekten durch einen Veränderungsmanager, die Auseinandersetzung und ein angemessener Umgang mit Stimmungen und Bedürfnissen einzelner Personen und Gruppen sowie die Entwicklung von daran angepassten Lösungen erhöhen die Erfolgswahrscheinlichkeit.

Stolzenberg und Heberle unterteilen die fachliche Seite eines Veränderungsmanagements in vier Kernthemen:

- **Vision**

Die Vision dient dazu, den betroffenen Mitarbeitern gegenüber Fragen nach der Notwendigkeit, den Zielen und der Umsetzung einer Veränderung zu beantworten. Hierbei kann es sich z. B. um folgende Fragen handeln:

- Was genau soll passieren?
- Warum muss etwas verändert werden?
- Wofür sind die angestoßenen Maßnahmen gut?
- Auf welche Art und Weise sollen die Ziele erreicht werden?
- ...

Durch die gemeinsame Formulierung einer Vision durch das Top-Management werden die Ideen und Ziele transparent und können als Grundlage für die Information der Mitarbeiter und Führungskräfte genutzt werden.

Mit der Entwicklung einer Vision beginnen zeitgleich der fachliche und überfachliche Veränderungsprozess.

Damit eine Vision ihre volle Kraft entwickeln kann, muss sie jedes einzelne Mitglied der Organisation erreichen. Hierzu sollen einerseits die Mitarbeiter direkt durch die Initiatoren der Veränderung angesprochen werden und andererseits die Führungskräfte, die die direkten Ansprechpartner für die Mitarbeiter darstellen und ihnen gegenüber Fragen beantworten und die Inhalte der Vision ggf. in Diskussionen zu verteidigen haben, einbezogen werden.

- **Kommunikation**

Die Kommunikation über die Veränderung gegenüber den Mitarbeitern und Führungskräften beginnt zeitlich leicht nachgelagert zur Entwicklung der Vision.

Die Kommunikation begleitet das Veränderungsprojekt in allen Phasen und stellt den Kontakt zwischen Projekt und Betroffenen her. Sie dient primär dazu, die Betroffenen über die Veränderung zu informieren und auf dem Laufenden zu halten, soll aber auch Dialog und Austausch fördern.

Fragen von Mitarbeitern, die im Rahmen der Kommunikation zu adressieren sind, können einerseits grundsätzlicher Art sein, sich andererseits aber auch konkret auf die Auswirkungen auf den eigenen Arbeitsplatz beziehen, z. B.:

- Wie sicher ist mein Arbeitsplatz?
- Wie verändern sich meine Aufgaben? Was wird aus den Aufgaben, die ich gut beherrsche und gerne übernehme?
- Wer sind meine neuen Kollegen?
- Lässt mir mein neuer Vorgesetzter die gleichen Handlungsspielräume wie der bisherige Vorgesetzte?

- **Beteiligung**

Beteiligung meint in diesem Kontext jede Form von Auseinandersetzung und Einflussnahme, sowohl in Bezug auf die fachliche als auch die überfachliche Seite der Veränderung. Dies bedeutet z. B. den Austausch zwischen der Gruppe der Initiatoren der Veränderung und dem Veränderungsmanager auf der einen Seite und der Gruppe der Führungskräfte und Mitarbeiter auf der anderen Seite.

Führungskräfte und Mitarbeiter sollen durch Hinweise, Ideen und aktive Mitarbeit die Veränderung verbessern und so ihre eigene Arbeitsumwelt mitgestalten. Durch die Beteiligung kann so die Identifikation mit den Inhalten der Veränderung und damit auch die Bereitschaft, die Veränderung zu akzeptieren und mitzutragen, gesteigert werden.

Die Beteiligung der Mitarbeiter und Führungskräfte am Veränderungsprozess beginnt, wie die Kommunikation, ebenfalls zeitlich leicht nachgelagert zur Vision. Ihr zeitlicher Schwerpunkt liegt in den Phasen der Planung und Umsetzung.

- **Qualifizierung**

Damit die Mitarbeiter und Führungskräfte ihre durch die Veränderung bedingten neuen oder veränderten Aufgaben erfüllen können, sind sie entsprechend zu qualifizieren.

Eine zielgerichtete Qualifizierung kann dabei erst nach der abschließenden Planung der Veränderung sinnvoll umgesetzt werden.

Qualifizierung ist nicht ausschließlich mit Schulung und Training gleichzusetzen, die vor allem Wissen (z. B. über neue Arbeitsabläufe) oder neue Fähigkeiten vermitteln. Es werden drei verschiedene Aspekte des Lernens unterschieden: „Kopf“ (kognitives Lernen, Wissen), „Herz“ (emotionales Lernen, Wollen) und „Hand“ (Verhaltenslernen, Können).

- Analytisches Lernen kann in Schulungen, computer- oder webbasierten Lernprogrammen und durch Fachliteratur erfolgen.

- Emotionales Lernen dient dem Ausräumen bzw. Abbauen von Sorgen, Widerständen und Abneigungen. Möglichkeiten der Umsetzung sind Coachings, Beratungsgespräche oder Diskussionen.
- Verhaltenslernen dient dem Erwerb neuer Fähigkeiten oder der Weiterentwicklung bereits bestehender Fähigkeiten. Dies erfolgt durch Übung und regelmäßiges Erproben, z. B. in Trainings, Coachings und Teamworkshops.

Die vier Kernthemen werden immer dann berührt, wenn eine Organisation fachliche Veränderungen initiiert. Das Veränderungsmanagement ist in die Phasen „Planung“, „Umsetzung“ und „Evaluation“ der fachlichen Veränderung eingebettet.

3.2.3.1.3 Zusammenfassung

Das systematische Management sowohl technischer als auch organisatorischer Veränderungen stellt einen wichtigen Aspekt bei der Aufrechterhaltung und Verbesserung der Sicherheit kerntechnischer Anlagen dar und sollte deshalb Bestandteil eines IMS sein. Insbesondere bei Forschungsreaktoren können durch die Änderung von Forschungsschwerpunkten technische Änderungen an der Anlage (z. B. Hinzufügen von Neutronenleitern, Leistungsänderungen, Nutzung neuer Experimentiereinrichtungen, konstruktive Änderungen an Brennelementen) erforderlich werden. Diese müssen so geplant, durchgeführt und überwacht werden, dass negative Auswirkungen auf den sicheren Betrieb der Anlage ausgeschlossen werden können. Organisatorische Änderungen, die sich aufgrund von technischen Änderungen oder unabhängig davon ergeben können, sind ebenfalls nach diesen Grundsätzen zu planen, durchzuführen und zu überwachen. Dies betrifft nicht nur die Auswirkungen des durch die Umsetzung einer Veränderung hergestellten Endzustandes, sondern auch die Übergangsphase selbst. Wichtige zu betrachtende Aspekte sind dabei nicht nur die direkten potenziellen Auswirkungen von Veränderungen auf die Sicherheit, sondern auch Wechselwirkungen mehrerer gleichzeitig oder in relativ kurzer zeitlicher Abfolge stattfindender Veränderungen. Insbesondere bei organisatorischen Veränderungen sollte die Organisation systematisch ermitteln, in welcher zeitlichen Abfolge die einzelnen Teilschritte der Veränderung durchzuführen sind (z. B. Durchführung von Personalschulungen vor der Entlassung von Personal und der Verteilung neuer Verantwortlichkeiten). Darüber hinaus stellen die organisationsinterne Kommunikation und die Partizipation des Personals am Veränderungsprozess wesentliche Punkte dar, die über das Gelingen oder Scheitern organisatorischer Veränderungen entscheiden.

Die Anforderungen, die sich aus den in den vorangegangenen Unterkapiteln diskutierten Aspekten für das Veränderungsmanagements ergeben, wurden systematisch aufgearbeitet und thematisch gruppiert in Form eines Prozessblattes zusammengefasst: **Anhang A:** Prozessblatt für den Unterstützungsprozess „Veränderungsmanagement“.

3.3 Auswertung nationaler und internationaler Betriebserfahrung mit Bezug zu Managementsystemen für Forschungsreaktoren

Ergänzend zu der in den Kapiteln 3.1 und 3.2 durchgeführten Regelwerks- und Literaturrecherche hinsichtlich der Anforderungen, die an Managementsysteme für Forschungsreaktoren entweder explizit gestellt werden oder sich implizit aus verschiedenen systemischen Betrachtungen ergeben, werden in diesem Kapitel die Ergebnisse einer Auswertung von Betriebserfahrungen aus verschiedenen Quellen dargestellt.

Als Informationsquelle dienten Meldepflichtige Ereignisse aus deutschen Forschungsreaktoren sowie Ereignismeldungen des International Reporting System for Research Reactors (IRSRR) der IAEA, in denen Mängel im Managementsystem bzw. in der Betriebsorganisation und den betrieblichen Abläufen ursächlich bzw. beitragend zur Ereignisursache waren.

Zusätzlich wurden zwei Gespräche mit Personen durchgeführt, die über Erfahrungen bei der Einführung von Managementsystemen bei deutschen Forschungsreaktoren verfügen. In diesen Gesprächen wurden die bis dato gesammelten Erkenntnisse und Schlussfolgerungen diskutiert und um praxisnahe Erfahrungswerte ergänzt.

3.3.1 Nationale Betriebserfahrung

Zur Auswertung der nationalen Betriebserfahrung wurde eine Inhaltsanalyse der Einträge der VERA-Datenbank mit Bezug zum Thema Managementsysteme in Forschungsreaktoren durchgeführt. Die in der VERA-Datenbank enthaltenen Ereignisse zu Forschungsreaktoren wurden zunächst gesichtet und dahingehend geprüft, ob sie relevante Informationen der Betriebserfahrung hinsichtlich implementierter Managementsysteme beinhalten. Aufgrund der begrenzten Zahl geeigneter Ereignisse wurden drei für eine vertiefte Analyse geeignete Ereignisse ausgewählt. Ergänzend wurde der Rückfluss zu Forschungsreaktoren zu einer Weiterleitungsnachricht der GRS ausgewertet.

Aus der Auswertung der deutschen Betriebserfahrung lassen sich aufgrund der geringen Anzahl an gemeldeten Ereignissen im Zusammenhang mit Managementsystem in Forschungsreaktoren nur begrenzte, übergeordnete Erkenntnisse gewinnen. Ergänzend wurde der Rückfluss von Forschungsreaktoren zu einer Weiterleitungsnachricht der GRS mit Bezug zu Organisation und Betriebsführung in deutschen Kernkraftwerken ausgewertet. Anhand der ausgewerteten Ereignisse und Rückflüsse wird deutlich, dass in den Forschungsreaktoren zu verschiedenen Tätigkeitsbereichen bereits Prozesse und Organisationsstrukturen, die einem Managementsystem entsprechen oder nahekommen, etabliert sind. Diese sind je nach Größe der Anlage, Risikopotenzial sowie der Betriebsphase der jeweiligen Anlage unterschiedlich ausgeprägt. Eine nötige Staffelung von Managementsystemen in Forschungsreaktoren anhand des Risikopotenzials und der Größe der Anlage („Graded Approach“) wird insbesondere durch die erhaltenen Rückflüsse deutlicher. Grundlegende Mängel an den bereits vorhandenen Managementsystemen können anhand der Rückflüsse und Ereignisse nicht abgeleitet werden, in den betrachteten Ereignissen wird jedoch die Präzisierung einzelner Prozesse empfohlen.

3.3.2 Internationale Betriebserfahrung

Für die Sichtung internationaler Betriebserfahrung zu IMS für Forschungsreaktoren wurde die Datenbank des Incident Reporting Systems for Research Reactors (IRSRR) der IAEA genutzt. Die IRSRR-Datenbank umfasst zum Zeitpunkt der Bearbeitung insgesamt 249 Ereignisse, wobei ca. 50 Ereignisse einen grundsätzlichen Bezug zum Managementsystem haben. Daraus wurden vier besonders geeignete Ereignisse herausgefiltert und vertieft ausgewertet. Für diese Auswahl wurden die folgenden wesentlichen Kriterien angewendet:

- Das Ereignis muss sich zu einem Zeitpunkt ereignet haben, zu dem IMS für Forschungsreaktoren bereits Gegenstand von Betrachtungen und Diskussionen in der internationalen kerntechnischen Branche und idealerweise auch schon eingeführt und implementiert waren. Als Anhaltspunkt dafür kann die Erstveröffentlichung des IAEA GS-R 3 „The Management System for Facilities and Activities“ im Jahr 2006 dienen.
- Ereignisursache und/oder Lessons Learned müssen einen Bezug zu IMS aufweisen.
- Der in der Ereignismeldung enthaltene Informationsumfang muss hinreichend für eine vertiefte Auswertung sein.

Als Hilfsmittel zur Eingrenzung wurde die in der IRSRR-Datenbank verfügbare erweiterte Suchfunktion genutzt. Diese ermöglicht das Filtern der enthaltenen Ereignisberichte beispielsweise nach dem Ereigniszeitpunkt oder den Ereignisursachen.

Aus der Auswertung der internationalen Betriebserfahrung zu Forschungsreaktoren lassen sich exemplarisch Rückschlüsse darauf ziehen, welche Aspekte bei Forschungsreaktoren besondere Bedeutung hinsichtlich der Entstehung von Ereignissen mit teilweise erheblicher sicherheitstechnischer Bedeutung haben können.

Zum einen lässt sich feststellen, dass aufgrund der unterschiedlichen Bau- und Betriebsweisen anlagenspezifische Merkmale (z. B. Aufbau und Zustand spezieller Teilsysteme und Mechanismen wie die Verriegelung von Brennelementen oder Rohrpostanlagen, Aufbau von Experimentiereinrichtungen, Bauweisen des Reaktorbehälters) eine wichtige Rolle bei der Entstehung von Ereignissen spielen können. Deshalb sollten sowohl dem Anlagenpersonal als auch temporär in der Anlage tätigen Externen Personen (Forscher, Studierende, Dienstleister etc.) die erforderlichen anlagenspezifischen Fachkenntnisse vermittelt werden. Die betrieblichen Vorschriften und Prozesse (z. B. zu Betriebsweisen des Reaktors, Alterungsmanagement und Instandhaltungsmaßnahmen, Modifikationen und Umbauten an Experimentiereinrichtungen) sollten spezifische Merkmale der Anlage angemessen berücksichtigen. Dies erfordert eine systematische Erfassung davon, welche Systeme und Merkmale überhaupt spezifisch für die jeweilige Anlage sind und welche Kenntnisse über verwendete Komponenten, Alterungseffekte und ähnliches vorliegen oder ggf. ergänzt werden müssen.

Auch können auf Forschungsreaktoren besondere externe Faktoren einwirken (z. B. aufgrund der Wichtigkeit der dort stattfindenden Isotopenproduktion oder Forschungstätigkeiten für externe Interessensgruppen), durch die längere Anlagenstillstände unerwünscht sind und die Vermeidung von Anlagenstillständen einen höheren Stellenwert einnimmt als die Sicherstellung eines möglichst reibungslosen und sicheren Betriebs der Anlage. Dies kann in Kombination mit dem generell als geringer als bei Leistungsreaktoren wahrgenommen Gefährdungspotenzial der Anlage zur Folge haben, dass sich bei unzureichender Kontrolle durch das Management Betriebspraktiken einschleichen und festigen, die einer Priorisierung der Sicherheit zuwiderlaufen und Abweichungen vom Sollzustand als „normal“ akzeptieren.

Auch der längerfristige Stillstand bestimmter Systeme (z. B. Experimentiereinrichtungen, Rohrpostanlagen o. ä.) kann bei einer nicht erfolgenden systematischen Erfassung der

Systemzustände und möglicher Alterungseffekte dazu führen, dass bei einer Wiederinbetriebnahme unerwartete Schäden auftreten, die radiologische Auswirkungen auf Personen haben können.

Zusammenfassend lassen sich die folgenden wesentlichen Punkte festhalten:

- Anlagenspezifische Merkmale (z. B. spezielle Konstruktions- und Betriebsweisen von Reaktor und Experimentiereinrichtungen, Alterungseffekte, längere Stillstandzeiten bestimmter Anlagenteile und Systeme) müssen systematisch ermittelt und im IMS (in Form von Schulungen/Trainings, schriftlichen Prozeduren, Sicherheitsanalysen etc.) angemessen berücksichtigt werden.
- Das IMS als Ganzes sowie seine Prozesse im Einzelnen (z. B. Qualitätssicherung, Alterungsmanagement und Instandhaltung, Auswertung interner und externer Betriebserfahrung inklusive übertragbarer Betriebserfahrungen aus Leistungsreaktoren) müssen nicht nur angemessen konstruiert sein, sondern auch wirksam umgesetzt und diese Umsetzung regelmäßig überprüft werden.
- Sowohl externer Druck als auch ein zu hohes Sicherheitsgefühl aufgrund des im Vergleich zu Leistungsreaktoren geringer ausgeprägten Gefährdungspotenzials einer Anlage können zu einer leichtfertigen Vernachlässigung der Vorgaben des IMS zu Ungunsten der Sicherheit verleiten. Dem ist durch entsprechende organisatorische Mechanismen/Maßnahmen entgegenzuwirken.

3.4 Durchführung von Expertengesprächen

Zur Ergänzung der aus der Literaturrecherche (Kapitel 3.1 und 3.2) und der Auswertung nationaler und internationaler Betriebserfahrung (siehe Kapitel 3.3) gewonnenen Erkenntnisse wurden zwei Expertengespräche mit Personen aus Organisationen mit Bezug zu Forschungsreaktoren durchgeführt. Dabei handelte es sich um Vertreter einer atomrechtlichen Aufsichtsbehörde und Vertreter einer Betreiberorganisation. Die Gesprächspartner verfügen über Erfahrungswerte sowohl zum Betrieb als auch zum Übergang in den Nachbetrieb und die Stilllegung von Forschungsreaktoren aus unterschiedlichen Perspektiven.

3.4.1 Behandelte Leitfragen

Für die Durchführung der Gespräche wurden vorab zentrale Leitfragen formuliert. Diese hatten den Zweck, die Themenbereiche für das Gespräch vorzugeben und den Gesprächspartnern gleichzeitig ausreichende Freiheit bei der Beantwortung zu lassen. Folgende Leitfragen wurden erarbeitet:

1. Welche grundsätzliche Vorstellung haben Sie von einem IMS für Forschungsreaktoren im Allgemeinen und für die Anlage(n) in Ihrem Zuständigkeitsbereich im Speziellen?
2. Welche Erfahrungen haben Sie bei der Einführung eines IMS gemacht?
3. Was sind aus Ihrer Sicht die besonderen Herausforderungen für Forschungsreaktoren, insbesondere im Vergleich zu Leistungsreaktoren? Wie kann ein IMS bei deren Bewältigung helfen?
4. Wie findet die Anwendung des IMS in der Praxis statt bzw. wie wird das IMS in der Praxis gelebt?
5. Auf welche Weise kann/sollte aus Ihrer Sicht die Effektivität des IMS und einzelner Prozesse bewertet werden?

Die Leitfragen wurden den Gesprächspartnern vorab zugesendet, um diesen die inhaltliche Vorbereitung auf das Gespräch zu ermöglichen. Die Gespräche liefen jeweils so ab, dass die Gesprächspartner einleitend einen Überblick über ihre Erfahrungen und Sichtweisen gaben und die GRS entsprechend der durch die Leitfragen vordefinierten Themen ergänzende Nachfragen stellte, um alle relevanten Themenbereiche abzudecken. Die Gespräche wurden protokolliert und die gewonnenen Informationen und Erkenntnisse thematisch gruppiert zusammengefasst.

3.4.2 Wesentliche Erkenntnisse aus den Expertengesprächen

Die in den durchgeführten Expertengesprächen gesammelten Informationen und Erkenntnisse sind im Folgenden zusammengefasst:

Potenzielle Vorteile eines IMS

Als wesentlichster grundlegender Vorteil eines IMS wurde in beiden Gesprächen die generelle Vereinheitlichung der betrieblichen Abläufe, insbesondere der Dokumentation

von technischen und organisatorischen Informationen, betont. Insbesondere im Hinblick auf die Stilllegung und den Rückbau, aber auch für betriebliche Aktivitäten, wurde beschrieben, dass eine mangelnde Rückverfolgbarkeit von Informationen (z. B. im Rahmen von Änderungsprojekten, Wartung und Instandhaltung, der Stilllegungsplanung und der Bilanzierung von Reststoffen) aufgrund fehlender oder unvollständiger Dokumentation viele Tätigkeiten erschwert. Durch ein systematisches Dokumentationswesen könnte dem vorgebeugt werden. Durch die Integration der verschiedenen in Wechselwirkung miteinander stehenden Teilaspekte (z. B. Sicherheit, Finanzen, Umwelt, Arbeitsschutz, Energiemanagement, Schnittstellen zu externen Organisationen etc.) und klare Festlegungen zur Projektverfolgung werden Entscheidungsprozesse und Priorisierungen formal festgelegt und laufen dadurch zielgerichteter und nachvollziehbarer ab. Aus Sicht der Gesprächspartner können zudem sowohl die abteilungsübergreifende Abstimmung innerhalb der Organisation (z. B. durch Prozesse zur Kontrolle von technischer Dokumentation) als auch die Kommunikation mit externen Organisationen durch einheitliche Vorgehensweisen verbessert werden. Abläufe werden unabhängiger von Einzelpersonen, was insbesondere bei höherer Personalfuktuation helfen kann, die Qualität von Tätigkeiten und das Sicherheitsniveau konstant zu halten oder zu verbessern. Ein korrekt implementiertes IMS würde innerhalb der Organisation das prozessorientierte Denken fördern und durch die Erfassung von Indikatoren die effektive Bewertung der Wirksamkeit und Verbesserung von Sicherheits- und Sicherungskultur ermöglichen.

Herausforderungen bei der Einführung eines IMS für eine bestehende Organisationsstruktur

Eine grundsätzliche Herausforderung kann es sein, innerhalb der Organisation das Verständnis für die Notwendigkeit einer Veränderung (z. B. für die Einführung eines IMS) und die Bereitschaft für deren Umsetzung zu schaffen. Insbesondere bei älteren oder dienstälteren Mitarbeitern, die bereits lange Zeit unter Nutzung der vorhandenen betrieblichen Abläufe, insbesondere der im Betriebshandbuch festgelegten Regelungen, erfolgreich gearbeitet haben, kann es sich als schwierig erweisen, diese vom Mehrwert eines IMS zu überzeugen. Die Einführung eines IMS kann unter Umständen mehr als ein störender Eingriff in die bestehenden Abläufe wahrgenommen werden. Hier zeigt sich ein möglicher Ansatzpunkt für ein strukturiertes Veränderungsmanagement, zu dem die transparente und überzeugende Kommunikation der Vorteile einer Neuheit, ggf. unter Zuhilfenahme von externen Experten, zählt (siehe Kapitel 3.2.3 und Anhang A: Prozessblatt für den Unterstützungsprozess „Veränderungsmanagement“). Der stattfindende Generationenwechsel kann hier einen positiven Einfluss haben, da jüngere

Mitarbeiter häufig offener für Veränderungen bzw. die Einführung neuer Methoden sind und an einer aktiven Mitgestaltung interessiert sind.

Eine weitere grundlegende Herausforderung kann die Tatsache sein, dass Forschungsreaktoren oft nur ein dem Atomrecht unterliegender Teil einer nicht dem Atomrecht unterliegenden größeren Organisation (Forschungsinstitut, Universität etc.) darstellen. Daraus ergibt sich, dass Forschungsreaktor und Dachorganisation teilweise unterschiedlichen rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen unterliegen. Die Einführung eines Managementsystems ist nach § 7c des Atomgesetzes für Inhaber der Genehmigung für kerntechnische Anlagen verpflichtend, allerdings erstreckt sich der rechtliche Zugriffsbereich der atomrechtlichen Aufsicht nur auf die Organisationseinheit des Forschungsreaktors selbst, nicht jedoch auf die gesamte Dachorganisation. Die Einführung eines IMS für die in der Regel deutlich größere und komplexere Gesamtorganisation, die einen erheblichen Verwaltungsaufwand mit sich bringt, kann bei der Organisationsleitung vorrangig als Belastung und daher nicht erstrebenswert betrachtet werden. Ein IMS, das ausschließlich für den Forschungsreaktor implementiert wird, stößt allerdings an den Prozessschnittstellen zur Gesamtorganisation an seine Grenzen, wenn diese nicht mit hinreichendem Detailgrad geregelt und beschrieben werden können. Insbesondere, wenn ein Forschungsreaktor nicht mehr im Betrieb ist und somit keinen wissenschaftlichen und finanziellen Mehrwert generiert, kann die Einführung eines IMS für den Forschungsreaktor zudem aus Organisationssicht eine geringe Priorität haben. Ggf. ist dann gegenüber der obersten Leitungsebene Überzeugungsarbeit hinsichtlich der Notwendigkeit und dem Nutzen der Einführung eines IMS und der Formalisierung der betrieblichen Abläufe zu leisten.

Ein Beispiel für eine zu regelnde Schnittstelle kann das Beschaffungswesen sein, wenn dieses zentral in der Gesamtorganisation verortet ist. Vor der Bestellung von Arbeitsmitteln für den Forschungsreaktor ist zu klären, ob und welche kern- und/oder strahlenschutztechnischen Anforderungen bei der Produktauswahl zu berücksichtigen sind. Ist dies nicht formal geregelt, kann dies Kommunikationsdefizite zur Folge haben, die zu Fehlanschaffungen oder unbemerktem Einsatz nicht spezifikationsgerechter Arbeitsmittel führen.

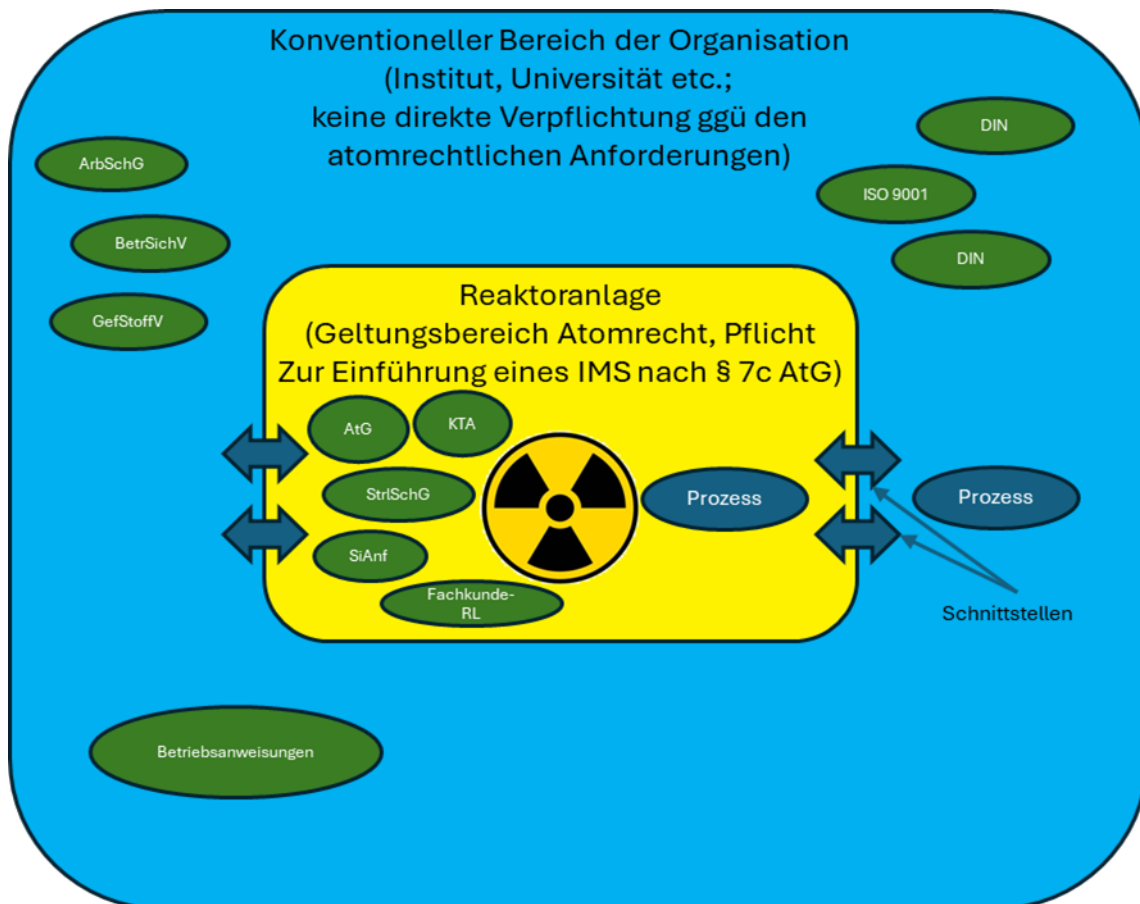


Abb. 3.5 Bildliche Veranschaulichung der Schnittstellen zwischen dem der atomrechtlichen Aufsicht unterliegenden Organisationsteil und der nicht-nuklearen Organisation, in die dieser eingebettet ist

Herausforderungen beim Übergang vom Betrieb zu Stilllegung von Forschungsreaktoren

Abgesehen vom Ende der Durchführung des direkten Reaktorbetriebs, von Experimenten und Bestrahlungen verändern sich die grundsätzlichen betrieblichen Abläufe und Tätigkeiten, die durch das technische Personal ausgeführt werden, im Übergang vom Betrieb zum Nachbetrieb nur unwesentlich. Aktivitäten wie Inspektionen, wiederkehrende Prüfungen und vorbeugende Instandhaltung bleiben bis zum Inkrafttreten der Stilllegungs- und Abbaugenehmigung unverändert. Gleichzeitig kann der durch das Ende des Reaktorbetriebs wegfallende Mehrwert sich auf die Motivation und Arbeitsmoral des Personals auswirken. Wird dies durch die Organisationsleitung nicht ausreichend berücksichtigt und fehlt eine wertschätzende Behandlung der Angehörigen dieses Organisationsteils, kann dies den vermehrten Abgang von Schlüsselpersonal mit anlagenspezifischen Kenntnissen und Erfahrungen zur Folge haben, was sich wiederum

später negativ auf Stilllegungs- und Rückbauarbeiten auswirken kann. Durch die Bindung an Tarifbedingungen des öffentlichen Dienstes kann eine Anwerbung von fachlich gleichwertigem Ersatz zusätzlich erschwert sein.

Vorgehen bei der Entwicklung eines IMS

Die Gesprächspartner haben auch einen grundlegenden Überblick über die angewendete Vorgehensweise zur Entwicklung eines IMS für die jeweils in ihrem Zuständigkeitsbereich liegenden Forschungsreaktoren gegeben. Typischerweise erfolgt der grundlegende Aufbau der Struktur des IMS in Anlehnung an Normen aus dem konventionellen Bereich wie z. B. ISO 9001 „Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen“ oder DIN 31051 „Grundlagen der Instandhaltung“. Als Grundgerüst werden Kernprozesse, Führungsprozesse und Unterstützungsprozesse sowie deren Schnittstellen definiert und in generischer Weise aufgebaut. Dieses Grundgerüst wird anschließend an die spezifischen Anforderungen und Abläufe angepasst, die sich aus den relevanten KTA-Regeln sowie beispielsweise den Regelwerken für Strahlenschutz, Arbeitsschutz, Energiemanagement, Regeltreue & Risiko sowie den bestehenden Regelungen des BHB ergeben.

Wirksamkeitsanalyse eines IMS

Für die Entwicklung einer Wirksamkeitsanalyse für das IMS wird sich zum Teil an der im Vorhaben 3612R01341 „Entwicklung einer Methode zur Überprüfung der Wirksamkeit von Managementsystemen in Kernkraftwerken“ /GRS 15/ entwickelten Methodik orientiert. Da diese Methodik auf Basis etablierter Vorgehensweisen aus dem internationalen nuklearen und nicht-nuklearen entwickelt wurde, stellt sie eine geeignete grundlegende Orientierung für die Herangehensweise bei der Bewertung der Wirksamkeit einzelner Prozesse sowie des Managementsystems als Ganzem (weitere Ausführungen zu dieser Bewertungsmethode und ihrer Anwendbarkeit für Forschungsreaktoren finden sich in Kapitel 5.2).

Entwicklung / Festlegung von Indikatoren:

Wesentliche Bestandteile der Wirksamkeitsbewertung von Prozessen sind das Festlegen und Auswerten von Indikatoren (siehe auch Kapitel 5.1). Aus Sicht der Gesprächspartner sollen durch die Auswertung von Indikatoren und deren Veränderung über längere Zeiträume mögliche Risiken sowie Chancen zur Verbesserung des IMS und seiner Prozesse entwickelt werden. Dazu ist es wichtig, ein umfassendes Verständnis für

die einzelnen Prozesse, ihren Zweck, ihre Wirkungsweise und kritische Erfolgsfaktoren zu entwickeln. Daraus sollen dann die Indikatoren entwickelt werden. Aufgrund des Vorrangs, den das IMS der Sicherheit einräumen soll, spielen betriebswirtschaftliche Erfolgsfaktoren (oft als „Key Performance Indicators“, kurz KPIs, bezeichnet) eine geringere Rolle. Indikatoren sollen in erster Linie dazu dienen, Bereiche zu identifizieren, in denen möglicherweise Mängel vorliegen könnten. Die weitere Klärung sollte dann durch Gespräche mit dem Personal und ggf. Beobachtung der betrieblichen Praxis erfolgen. Zur Durchführung von Gesprächen wurde betont, dass eine vertrauensvolle Umgebung und anonymisierte Auswertung von Informationen von hoher Bedeutung seien, um wahrheitsgemäße Angaben vom Personal zu erhalten.

3.5 Zusammenfassung zu Besonderheiten und Herausforderungen bei Forschungsreaktoren

Aus den bisherigen Arbeiten zur Sichtung von Literatur, Auswertung von nationaler und internationaler Betriebserfahrung, durchgeführten Expertengesprächen und der ergänzenden Auswertung von Informationen aus Behördenseminaren zu Forschungsreaktorbezogenen Themen resultieren Erkenntnisse zu Besonderheiten und Herausforderungen, die beim Betrieb von Forschungsreaktoren eine Rolle spielen. Die Besonderheiten sind in Abgrenzung zum Betrieb von Leistungsreaktoren zu verstehen. Manche Herausforderungen, mit denen Betreiberorganisationen von Forschungsreaktoren konfrontiert sind, z. B. der Wegfall spezialisierter Zulieferer oder Schwierigkeiten bei der Akquise von Fachkräften, sind aus dem Themenbereich der Leistungsreaktoren ebenfalls bekannt. Nachfolgend sind die wesentlichen Erkenntnisse zusammengefasst.

Technische Herausforderungen

Anders als in Leistungsreaktoren, deren Zielsetzung beim Betrieb die zuverlässige und möglichst ununterbrochene Stromerzeugung ist, können sich die Zielsetzungen beim Betrieb von Forschungsreaktoren innerhalb eines gewissen Rahmens im Laufe der Zeit verändern. Änderungen der Forschungsschwerpunkte machen in unregelmäßigen Abständen auch technischen und ggf. damit verbundene organisatorische Änderungen notwendig. Damit derartige Änderungsprozesse keine negativen Auswirkungen auf den sicheren Betrieb der Anlage sowie die vorhandenen Sicherungsmaßnahmen haben, sind angemessene Änderungskonzepte zu entwickeln und zu überwachen. Dies sollte in Form eines systematischen Veränderungsmanagementprozesses erfolgen.

Oft sind spezialisierte technische Einrichtungen, die der Durchführung der Forschungsaktivitäten im Reaktor (z. B. Experimente und Bestrahlungen) dienen, sehr kostspielig und stellen erhebliche Belastungen des Etats von Forschungsreaktoren dar. Eine Möglichkeit, die Betriebskosten zu senken und gleichzeitig die Auslastung zu erhöhen, kann darin bestehen, regionale Forschungsreaktorpartnerschaften zwischen zwei oder mehr Forschungsreaktoranlagen zu bilden, die sich dann die Betriebszeit und/oder teure Ausrüstung teilen können.

Eine generell in der Kernenergiebranche vorherrschende Problematik ist der Schwund von Herstellern und Zulieferern, die nach kerntechnischen Standards gefertigte Komponenten, Ersatzteile und Ausrüstungsgegenstände für den Anlagenbetrieb anbieten. Aufgrund der vergleichsweise geringen Stückzahlen, die aus dem kerntechnischen Bereich nachgefragt werden, ist es für Fertigungsbetriebe wirtschaftlich unattraktiv, sich bei Produktion und Entwicklung von Komponenten an kerntechnischen Standards und Qualitätsanforderungen zu orientieren. Für Betreiber kerntechnischer Einrichtungen geht der Trend daher in die Richtung, dass auf dem Markt verfügbare Standardprodukte erworben und anschließend für den Einsatz in der Kerntechnik qualifiziert werden. Für Forschungsreaktoren stellt dies aufgrund oftmals sehr individueller Anlagen und geringerer finanzieller und personeller Kapazitäten eine besondere Herausforderung dar. Ein aktuelles Beispiel ist der Austausch des Zentralkanals beim FRM II /FRM 24/.

Ähnliches gilt für den Wegfall von Anbietern für bestimmte Dienstleistungen wie spezielle Entwicklungen oder Berechnungen, wodurch ein zunehmender Aufbau und Erhalt entsprechender Kompetenzen bei der Betreiberorganisation nötig wird. Auch können die Ver- und Entsorgung von spezifisch konstruierten Brennelementen eine Herausforderung darstellen. Zum einen besteht die Gefahr einer Abhängigkeit von Herstellern mit einer Quasimonopolstellung im Ausland, zum anderen sind für die Entsorgung der Brennelemente spezielle Transport- und Lagerbehälter nötig. Auch können anlagenspezifische Aktivitäten und häufige technische Änderungen im Laufe der Betriebshistorie das Eindringen von Kontamination in bauliche Strukturen zur Folge haben, was später in Stilllegung und Rückbau die Dekontamination und Freigabe von Strukturen kompliziert gestalten kann. So können für die Freigabe der Abtrag von Material oder Bausubstanz nötig sein, was unter Umständen Ersatzmaßnahmen zum Erhalt der Baustatik erforderlich macht.

Administrative Herausforderungen

Eine grundsätzliche administrative Herausforderung kann die Anwendung des kerntechnischen Regelwerks in Forschungsreaktoren sein. Das deutsche kerntechnische Regelwerk wurde für Kernkraftwerke ausgearbeitet und ist sinngemäß auf Forschungsreaktoren anwendbar. Für einen individuellen Forschungsreaktor ist die konkrete Anwendung einzelner Anforderungen im Detail zu prüfen, zu bewerten und zu begründen. Dies stellt vor dem Hintergrund begrenzter personeller Ressourcen eine zusätzliche Belastung dar. Auch die Anwendung der Richtlinie für den Schutz gegen Störmaßnahmen und sonstige Einwirkungen Dritter beim Umgang mit und bei der Beförderung von sonstigen radioaktiven Stoffen (SEWD-Richtlinie sonstige radioaktive Stoffe) erweist sich für Forschungsreaktoren unter Umständen als Herausforderung. Der Umgang an Forschungseinrichtungen und Universitäten mit einem internationalen Nutzerkreis (ausländische Staatsbürger) kann den Zugriff auf erforderliche Daten für die Sicherheitsüberprüfung verkomplizieren. Auch steht die Anwendung von Maßnahmen der Anlagensicherung teilweise im Gegensatz zu einer Philosophie der wissenschaftlichen Offenheit und Entfaltungsmöglichkeit. Zusätzlich erschwert der weiterhin stark nationale Charakter der Regelwerke den Bezug gleichwertiger Komponenten aus dem Ausland (z. B. aus Frankreich).

Da Forschungsreaktoren häufig keine vollständig eigenständigen Organisationen darstellen, sondern in eine größere Organisation (z. B. eine Universität oder ein Forschungsinstitut, nachfolgend als „Gesamtorganisation“ bezeichnet) eingebettet sind, können durch Schnittstellen und unterschiedliche Geltungsbereiche von gesetzlichen und untergesetzlichen Regelungen Reibungspunkte entstehen. Die Schnittstellen zwischen den Organisationen, mögliche Lücken oder Überschneidungen hinsichtlich der vom Forschungsreaktor und der Gesamtorganisation zu erfüllenden Anforderungen sowie mögliche Widersprüchlichkeiten der Organisationsziele erfordern besondere Aufmerksamkeit und sind durch ein IMS angemessen zu berücksichtigen. Allerdings kann gerade aufgrund der unterschiedlichen zu erfüllenden Anforderungen und voneinander abweichenden Organisationszielen zwischen Gesamtorganisation und Forschungsreaktor die konkrete Regelung einzelner Schnittstellen im IMS problematisch werden, wenn nicht alle Abläufe in der Gesamtorganisation in einer ähnlich systematischen Weise wie im Forschungsreaktor formalisiert sind.

Forschungsreaktoren sind in der Regel zum Großteil auf finanzielle Mittel der öffentlichen Hand angewiesen und sind somit von Haushaltsentscheidungen abhängig, die

außerhalb der Organisation selbst getroffen werden. Die Betreiberorganisation muss deshalb auf verschiedene Weise versuchen, Entscheidungsprozesse mit Auswirkungen auf die eigene Finanzplanung in ihrem Sinne zu beeinflussen. Dies kann auf verschiedene Weise erfolgen, zum Beispiel durch Planung und Durchführung von Forschungsprojekten, die den Erwartungen des Geldgebers entsprechen oder diese übertreffen, die Suche und Beantragung von Fördermitteln oder Spenden von anderen Institutionen oder ein Zusammenschluss mit anderen Organisationen, oder die Pflege von Beziehungen und der Austausch von Informationen mit dem Geldgeber oder anderen Stakeholdern, die die Unterstützung oder das Vertrauen für den Forschungsreaktor fördern können.

Personelle Herausforderungen

Auf personeller Ebene erfordern Fachkunde- und Kompetenzerhalt besondere Aufmerksamkeit. Die individuellen Anlagenkonzepte erfordern spezielle Anlagenkenntnisse des Personals, was in den Schulungsmaßnahmen und auch bei der Personalplanung berücksichtigt werden muss. Wenn erfahrenes Personal in einem Forschungsreaktor die Anlage verlässt, kann dies zu einem Verlust an Fachwissen in der Organisation führen. Hinzu kommt die Schwierigkeit, sachkundiges und erfahrenes Ersatzpersonal zu rekrutieren, da die Zahl der Studenten in diesem Bereich zurückgeht und die Einrichtungen um kompetente Mitarbeiter konkurrieren. Finanzielle Mittel zur Deckung der Überschneidungen zwischen ausscheidendem und neuem Personal sind nur selten verfügbar. Der kurz- oder langfristige Verlust von einzelnen Personen in Schlüsselpositionen kann sich gravierend auswirken, weshalb besonderer Wert auf den Wissenserhalt, Vertretungs- und Nachfolgeregelungen sowie die zugehörigen Qualifikationsprofile des Personals gelegt werden muss. Darüber hinaus muss der Anlagenbetreiber auch Ressourcen für Weiterbildungsprogramme für mit der Aufsicht der Anlage betraute Sachverständige und Behördenmitarbeiter einplanen.

In Deutschland sind sowohl die Akquise von jüngerem Personal und Berufseinsteigern mit passender Qualifikation als auch die Nutzung externer Ausbildungsmöglichkeiten im kerntechnischen Bereich erschwert, da als Folge des Atomausstiegs die Studiengänge im Bereich der Kerntechnik sowie Angebote externer Ausbildungs- und Schulungsprogramme schon weitgehend verschwunden sind. Hinzu kommt, dass es auf dem Arbeitsmarkt zu einem zunehmend härteren Konkurrenzkampf zwischen Organisation um die besten Talente (qualifizierte und motivierten Arbeitskräfte) kommt. Forschungsreaktoren müssen mit begrenzten finanziellen Mitteln mit vielen weiteren Forschungseinrichtungen und der Privatwirtschaft konkurrieren. Dies macht es besonders wichtig, den

Forschungsreaktor öffentlich als attraktiven Arbeitgeber zu präsentieren und den Mehrwert, den dieser für Forschung, Medizin und Gesellschaft bietet, öffentlichkeitswirksam zu kommunizieren.

4 Entwicklung (teil-)generischer Beschreibungen der Aufbau- und Ablauforganisation von Forschungsreaktoren unter Berücksichtigung von Aspekten zu Graded Approach und Change Management

4.1 Aufbauorganisation

Die Ausarbeitung teilgenerischer Beschreibungen und Darstellungen der Aufbauorganisation von Forschungsreaktoren erfolgte auf der Basis der im deutschen und internationalen kerntechnischen Regelwerk festgeschriebenen Anforderungen an die Betriebsorganisation kerntechnischer Einrichtungen und unter Berücksichtigung der Informationen zur personellen Betriebsorganisation, die in der Wissensbasis der GRS für Forschungsreaktoren gesammelt vorliegen (z. B. Sicherheitsberichte und -gutachten, Genehmigungsunterlagen, Betriebshandbücher).

4.1.1 Anforderungen aus dem nationalen und internationalen Regelwerk

Für die Aufbauorganisation kerntechnischer Einrichtungen existieren verschiedene Anforderungen im nationalen sowie im internationalen Regelwerk. Im deutschen Regelwerk beziehen sich die Anforderungen in erster Linie auf Kernkraftwerke, sind aber sinngemäß auch für Forschungsreaktoren anwendbar.

Nationales Regelwerk

In den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke /BMU 15a/ sind übergeordnete organisatorische Anforderungen festgelegt. Die Organisationsleitung hat die Verantwortung, den sicheren Betrieb ihrer Anlage zu gewährleisten. Im Rahmen dieser Verantwortung hat sie u. a. Grundsätze zur Aufbau- und Ablauforganisation festzulegen und umzusetzen. Die für die Gewährleistung eines sicheren Anlagenbetriebs relevanten organisatorischen Regelungen (Aufbau- und Ablauforganisation) sind in Form schriftlicher Regelungen festzulegen.

Weiter ins Detail gehende Anforderungen an die Aufbauorganisation finden sich in den Abschnitten 4.1.3 und 4.2.3 der KTA 1402 /KTA 17/:

- Die Organisationsleitung hat sicherzustellen, dass die Grundsätze einer Aufbauorganisation so festgelegt werden, dass alle kraftwerksüblichen Aufgaben

einschließlich der Kontroll- und Überwachungsaufgaben zuverlässig und wirksam erfüllt werden.

- Die Organisationsform ist so festzulegen, dass sie widerspruchsfrei ist.
- Die Organisationsleitung ernennt den Leiter der Anlage (LdA), der die Verantwortung für den sicheren Betrieb der Anlage trägt. Die Organisationsleitung muss sicherstellen, dass die Steuerung und Verantwortung für alle sicherheitsrelevanten Prozesse den zuständigen Organisationseinheiten der Anlage zugewiesen sind.
- Die Entscheidungsbefugnisse von Organisationsleitung und LdA sind voneinander abzugrenzen.
- Die Organisationsleitung benennt den kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten, die Strahlenschutzbeauftragten, den IT-Sicherheitsbeauftragten und den Objektsicherungsbeauftragten. Diesen Beauftragten ist ein direktes Vortragsrecht bei der Organisationsleitung einzuräumen.
- Die Aufbauorganisation ist so zu gestalten, dass der LdA seiner Gesamtverantwortung für den sicheren Betrieb nachkommen kann.
- Sofern die Organisationsleitung operative Aufgaben ihres Aufgabenbereichs auf der Anlagenebene im Rahmen ihrer Zuständigkeiten als Strahlenschutzverantwortlicher wahrnimmt, sind diese gegen die Aufgaben des LdA abzugrenzen. Die Organisationsleitung hat bei der Wahrnehmung von Aufgaben mit einem unmittelbaren oder mittelbaren Bezug zum sicheren Betrieb den LdA einzubinden. Der LdA muss in allen Belangen des sicheren Betriebs der Anlage weisungsfrei entscheiden können.
- In einem Organigramm sind alle für den sicheren Betrieb der Anlage erforderlichen Organisationseinheiten und Beauftragten mit der Organisationsstruktur und den Weisungslinien darzustellen.
- Die Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Befugnisse (Weisungs- und Entscheidungsbefugnisse) der Organisationseinheiten oder deren Leiter und der Beauftragten sind eindeutig und widerspruchsfrei festzulegen und zu beschreiben. Dabei sind die Weisungslinien durchgängig zu gestalten. Generelle Konfliktfallregelungen sind vorzusehen. Die Aufgaben, Verantwortung und Befugnisse sind so festzulegen, dass Aufgaben, Verantwortung und Befugnisse deckungsgleich sind (organisatorisches Kongruenzprinzip). Um dies zu erreichen, sind bei der Zuweisung von Aufgaben die

Verantwortung für die Durchführung der Aufgaben zu übertragen und die entsprechenden Befugnisse (Entscheidungs- und Weisungsbefugnisse) zuzuweisen.

- Bei der Delegation von in der personellen Betriebsorganisation beschriebenen Aufgaben sind die Aufgaben hierarchisch richtig an nachgeordnete Stellen zu übertragen. Aufgaben dürfen nur delegiert werden, wenn der Delegationsempfänger die erforderliche Qualifikation und Fachkunde besitzt. Verantwortung ist nicht delegierbar. Aufgaben, die unmittelbar mit der Wahrnehmung der Verantwortung der Beauftragten für den Strahlenschutz, die Objektsicherung und die kerntechnische Sicherheit verbunden sind, sind nicht delegierbar.
- Leiter der Organisationseinheiten einschließlich deren Stellvertreter sind zu benennen. Dem Managementsystembeauftragten ist ein Vortragsrecht bei der Anlagenleitung einzuräumen.
- Der Managementsystembeauftragte muss zur Wahrnehmung seiner Tätigkeiten in ausreichender Weise durch die Organisation unterstützt werden.
- Bei einer Stellvertreterregelung ist der Stellvertreter (auch der Hauptbereitschaftshabende und Rufbereitschaften) mit entsprechenden Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Befugnissen (Weisungs- und Entscheidungsbefugnissen) auszustatten, damit bei Abwesenheit des Stelleninhabers weiterhin die Erledigung der zugewiesenen Aufgaben gewährleistet ist. Dabei sind an den Stellvertreter die gleichen Qualifikationsanforderungen zu stellen.
- Bei der Festlegung der Organisationseinheiten ist zu beachten, dass die Leiter der Organisationseinheiten ihren Führungsaufgaben nachkommen können. Leitungsspanne und Leitungstiefe sind unter Berücksichtigung der jeweiligen Aufgaben geeignet festzulegen.

Bei der Gestaltung der Aufbauorganisation spielen die Kommunikationswege eine wichtige Rolle. Anforderungen an die Kommunikation innerhalb der Organisation sind in Abschnitt 5.14 der KTA 1402 festgelegt:

- Um einen effektiven Austausch sicherheitsrelevanter Informationen zu gewährleisten, sind Kommunikationswege von den Führungskräften zu den Mitarbeitern und von den Mitarbeitern zu den Führungskräften festzulegen und zu praktizieren.
- Für die Weitergabe der für die Durchführung sicherheitsrelevanter Tätigkeiten notwendigen Informationen ist auch ein systematischer Informationsaustausch (wie

regelmäßige Früh- oder Arbeitsbesprechungen, Arbeitsvorbesprechungen) zwischen Führungskräften, Mitarbeitern, Arbeitsgruppen sowie den Schichten festzulegen und zu praktizieren.

- Die Effektivität der Kommunikationswege ist dadurch sicherzustellen, dass klare Kommunikationslinien geschaffen werden und eine schnelle, offene und effektive Übermittlung möglich ist.
- Meldungen über technische und organisatorische Befunde und Erkenntnisse der Mitarbeiter auf allen Ebenen der Organisation sowohl innerhalb als auch außerhalb der Führungslinie sollen unterstützt werden. Der meldende Mitarbeiter ist in überschaubarer Zeit über den Status der Abarbeitung der Meldung zu informieren.
- Die Kommunikation zu Externen (z. B. Herstellern, Aufsichtsbehörden, Sachverständigen, anderen Kernkraftwerken, Betreiberorganisationen, Öffentlichkeit) ist über definierte und wirksame Kommunikationswege sicherzustellen. In der Kommunikation zwischen Betreiber und Behörden ist ein offener Informationsaustausch und vertrauensvoller Umgang zu pflegen und zu fördern. Informationen sind nach festgelegten Regeln (z. B. Meldeverfahren, Aufsichtsgespräche) auszutauschen. Dabei sind die Informationsbedürfnisse für behördliche Aufgaben zu berücksichtigen. Insbesondere ist die Aufsichtsbehörde unverzüglich zu informieren, wenn sich auf Grund gesicherter naturwissenschaftlich-technischer Erkenntnisse für den Betreiber ergibt, dass der Nachweis der Störfallbeherrschung in Frage gestellt sein könnte.

Internationales Regelwerk

Das Regelwerk der IAEA enthält Anforderungen, die explizit für Forschungsreaktoren gelten. In Bezug auf die Aufbauorganisation sind der SSR-3 "Safety of Research Reactors" /IAE 16a/ und der SSG-84 „The Operating Organization and the Recruitment, Training and Qualification of Personnel for Research Reactors“ /IAE 23b/ hervorzuheben. Darin sind folgende wesentliche Anforderungen festgelegt:

- Um eine strikte und gründliche Gewährleistung und Aufrechterhaltung der Sicherheit auf allen Ebenen sicherzustellen, sollen in der Aufbauorganisation Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten mit den entsprechenden Befugnissen und Kommunikationswegen klar definiert sein.
- Die primäre Zuständigkeit für den sicheren Betrieb eines Forschungsreaktors soll der Betreiberorganisation obliegen. In Bezug auf einen Forschungsreaktor kann der

Begriff „Betreiberorganisation“ eine akademische Einrichtung, ein Institut, ein Forschungszentrum, ein nationales Labor oder eine andere Stelle, die von der Aufsichtsbehörde die Genehmigung zum Betrieb eines Forschungsreaktors und die Verantwortung für dessen Sicherheit erhalten hat, umfassen. Die Betreiberorganisation ist die juristische Person, die für die Erfüllung der finanziellen, kommerziellen, sicherheitstechnischen und anderer Verpflichtungen, die sich aus dem Betrieb des Forschungsreaktors ergeben können, verantwortlich ist. Der Reaktorleiter kann gleichzeitig auch Leiter einer Abteilung oder des Forschungszentrums sein oder weitere Titel tragen.

- Die Betreiberorganisation soll eine angemessene Managementstruktur schaffen und die für den Betrieb des Reaktors erforderliche Infrastruktur bereitstellen. Das Anlagenmanagement umfasst sowohl den Leiter der Anlage als auch das Betriebspersonal. Die Betreiberorganisation soll sicherstellen, dass für alle Funktionen, die mit dem sicheren Betrieb und der sicheren Nutzung des Forschungsreaktors zusammenhängen (z. B. Wartung und Instandhaltung, Strahlenschutz, Qualitätssicherung und alle relevanten Unterstützungsdienste) angemessene Vorkehrungen getroffen werden.
- Die Anlagenleitung umfasst diejenigen Mitglieder der Betreiberorganisation, denen die Verantwortung und die Weisungsbefugnis für den Betrieb des Forschungsreaktors übertragen wurde. Der Reaktorleiter ist das Mitglied der Reaktorleitung, dem von der Betreiberorganisation die unmittelbare Verantwortung und Weisungsbefugnis für den sicheren Betrieb des Forschungsreaktors übertragen wurde und dessen Aufgaben die Wahrnehmung dieser Verantwortung darstellen.
- Die Betreiberorganisation eines Forschungsreaktors hat dem Reaktorleiter die unmittelbare Verantwortung und Befugnis für den sicheren Betrieb des Reaktors zu übertragen. Der Reaktorleiter hat die Gesamtverantwortung für alle Aspekte des Betriebs, der Ausbildung, der Wartung, regelmäßiger Prüfungen und Inspektionen, der Nutzung und der Änderung der Anlage. Die Wahrnehmung dieser Verantwortung ist die Hauptaufgabe des Reaktorleiters.

Organisationsplan für einen Forschungsreaktor

- Die Betreiberorganisation sollte die verschiedenen Funktionen prüfen, die für den sicheren Betrieb des Forschungsreaktors erforderlich sind, und entweder die Befugnisse und die Verantwortung den entsprechenden Personen innerhalb der

Organisation zuweisen oder Vorkehrungen für externes Hilfspersonal treffen, das bestimmte Aufgaben oder Programme durchführt.

- Der Organisationsplan soll die allgemeinen Grundsätze der Betreiberorganisation, die Zuständigkeiten und Befugnisse, die Kommunikationswege sowie die Aufgaben und die Anzahl des Betriebspersonals und dessen Qualifikationen festlegen, die für den sicheren Betrieb des Forschungsreaktors erforderlich sind. Bei der Erstellung des Organisationsplans sollte die Betreiberorganisation alle Betriebszustände und Unfallbedingungen berücksichtigen.
- Der Organisationsplan sollte die Personalausstattung in den Kategorien Betriebspersonal und Unterstützungspersonal angeben. Es sollte angegeben werden, inwieweit erforderliche Unterstützungsfunktionen selbstständig ausgeübt werden können oder auf Dienstleistungen von außerhalb der Betreiberorganisation angewiesen sind. Der Organisationsplan sollte die Zuweisung von personellen Ressourcen sowie die Aufgaben und Zuständigkeiten des Schlüsselpersonals angeben.
- Die Organisationsstruktur und die wahrzunehmenden Aufgaben sowie die Zuständigkeiten, Befugnisse und Kommunikationswege sollten im Organisationsplan klar und eindeutig festgelegt werden.
- Der Organisationsplan sollte rechtzeitig vor der Inbetriebnahme des Forschungsreaktors erstellt werden, damit die Rekrutierung, Auswahl, Ausbildung und Qualifizierung des Personals, soweit erforderlich, vor dem Beginn der Inbetriebnahmephase, in jedem Fall jedoch vor dem Beginn des Reaktorbetriebes abgeschlossen werden können. Der Organisationsplan sollte die Grundlage für das erste Rekrutierungs- und Ausbildungsprogramm und für alle nachfolgenden Rekrutierungs- und Ausbildungsprogramme im Forschungsreaktor bilden.
- Der Organisationsplan sollte von der Betreiberorganisation regelmäßig neu bewertet und gegebenenfalls aktualisiert werden, um Entwicklungen in der Technik und Fortschritte im Wissen über den sicheren Betrieb des Forschungsreaktors zu berücksichtigen. Der Reaktorsicherheitsausschuss sollte den ursprünglichen Organisationsplan und alle wesentlichen Änderungen des Plans überprüfen.
- Die Betreiberorganisation ist dafür verantwortlich, dass die erforderlichen Kenntnisse, Fähigkeiten, Einstellungen und Sicherheitsexpertise im Forschungsreaktor aufrechterhalten werden und dass langfristige Ziele hinsichtlich der personellen Ressourcen erreicht und Strategien für den Wissenserhalt entwickelt werden.

- Eine Betreiberorganisation wie eine akademische Einrichtung oder ein Forschungszentrum kann über zentrale Dienste verfügen, die für die gesamte Einrichtung oder das Zentrum zuständig sind. In anderen Fällen können staatliche Stellen oder private Auftragnehmer Unterstützungsdienste anbieten. Beispiele für Funktionen, die von Unterstützungsdiensten für einen Forschungsreaktor erbracht werden können, sind
 - Schulung des Personals,
 - Entwicklung des Managementsystems,
 - Maßnahmen zum Strahlenschutz und Vorkehrungen für die Notfallvorsorge,
 - Wartung, Überwachung und Inspektion während des Betriebs,
 - Abfallentsorgung und Umweltüberwachung,
 - Sicherheitsüberprüfung und -bewertung, einschließlich der Überprüfung des Sicherheitsmanagements,
 - Kernmanagement und Brennstoffhandhabung, einschließlich der Regelungen für die Beschaffung,
 - Planung, Bau und Inbetriebnahme größerer Änderungen,
 - Brandbekämpfung.
- Ein Forschungsreaktor muss über ein eigenes Strahlenschutzprogramm und einen Notfallplan verfügen. Diese können Teil des Programms und des Plans für das gesamte Institut oder Forschungszentrum sein und/oder können auf Dienste zurückgreifen, die vom Institut oder Forschungszentrum bereitgestellt werden.
- Ein Reaktorsicherheitsausschuss zur Überprüfung der Sicherheit des Betriebs (einschließlich Änderungen des Forschungsreaktors, der Betriebsverfahren und des Versuchsprogramms) sollte in den Organisationsplan aufgenommen und bei der Erstellung dieses Plans konsultiert werden. Die Betriebsorganisation sollte auch die Aufgaben, die Zusammensetzung, die Zuständigkeit und die Kommunikationswege des Reaktorsicherheitsausschusses festlegen und dokumentieren (z. B. in einer schriftlichen Satzung).
- Der Reaktorsicherheitsausschuss muss vom Reaktormanager unabhängig sein und die Betreiberorganisation beraten. Der Vorsitzende des Reaktorsicherheitsausschusses sollte der Betreiberorganisation Bericht erstatten, und die

Ergebnisse der Beratungen des Ausschusses sollten dem Reaktormanager vorgelegt werden. Um die Unabhängigkeit zu gewährleisten, sollte die Mehrheit der Mitglieder des Reaktorsicherheitsausschusses außerhalb der Kontrolllinie des Reaktormanagers stehen. Die administrativen Anforderungen an den Reaktorsicherheitsausschuss sind häufig in den behördlichen Auflagen zu Genehmigung und Betrieb enthalten.

Kommunikation im Forschungsreaktor

- Die internen und externen Kommunikationswege für den sicheren Betrieb des Forschungsreaktors in allen Betriebszuständen und bei Unfällen sind eindeutig schriftlich festzulegen.
- Die Leitung des Reaktors sollte eine wirksame Kommunikation zwischen allen Ebenen der Betriebsorganisation fördern und begünstigen. Die Kommunikation nach unten sollte die Ziele und Erwartungen des Managements klar erläutern, die Kommunikation nach oben sollte die Erkennung von Problemen und deren Weiterleitung an das Management erleichtern, und die horizontale Kommunikation sollte eine wirksame Koordinierung der Arbeit und Zusammenarbeit unterstützen.
- Im Forschungsreaktor sollten Vorkehrungen getroffen werden, um Rückmeldungen von Einzelpersonen zu etwaigen Sicherheitsbedenken zu erleichtern. Diese Regelungen sollten sowohl formelle Mechanismen, wie z. B. regelmäßige Sitzungen, als auch informelle Mechanismen, wie z. B. Rückmeldungen an die Leiter der Einheiten innerhalb der Betriebsorganisation, umfassen. Das Management sollte offen sein für konstruktive Kritik und Rückmeldungen von Einzelpersonen, insbesondere vom Betriebspersonal, und sollte eine effektive Kommunikation nicht behindern.
- An der externen Kommunikation können die Aufsichtsbehörde, externe Lieferanten und Dienstleister, Notfallorganisationen und technische Hilfsorganisationen beteiligt sein. Insbesondere sollten klar definierte und offene Kommunikationswege mit der Aufsichtsbehörde eingerichtet werden. Bei der externen Kommunikation sollten der breitere gesellschaftliche Rahmen, in dem der Forschungsreaktor betrieben wird, und die Anforderung an die Betreiberorganisation, mit interessierten Parteien zu kommunizieren, berücksichtigt werden.

4.1.2 (Teil-)generische Aufbauorganisation für Forschungsreaktoren

Die in den der GRS vorliegenden Dokumenten zur Betriebsorganisation deutscher Forschungsreaktoren enthaltenen Informationen unterscheiden sich aufgrund der teilweise stark voneinander abweichenden Größe und Komplexität der Anlagen deutlich voneinander. Ein grundlegendes Merkmal in Bezug auf die Größe und damit die Komplexität der Aufbauorganisation von Forschungsreaktoren ist in der Regel die thermische Leistung des Reaktors. Diese steht eng im Zusammenhang mit den Anwendungszwecken des Forschungsreaktors. Aus der thermischen Reaktorleistung sowie der Menge und dem Anreicherungsgrad des verwendeten Kernbrennstoffs ergeben sich Notwendigkeiten für die Erfüllung der Schutzziele (Reaktivitätskontrolle, Kühlung des Kernbrennstoffs, Einschluss radioaktiver Stoffe). Dazu sind neben baulichen Anlagen und technischen Sicherheits- und Hilfssysteme auch die für das Management der stattfindenden Aktivitäten erforderlichen Prozesse und Organisationseinheiten erforderlich.

Bei geringer thermischer Leistung sind weniger umfangreiche Maßnahmen für den Einschluss und die Kühlung des Reaktorkerns erforderlich. Dementsprechend sind auch der bauliche und technische Umfang der Gesamtanlage sowie die Zahl und Komplexität der planmäßig durchzuführenden Tätigkeiten vergleichsweise gering. In der Regel werden in Forschungsreaktoren mit geringer Leistung nur die wesentlichsten, unmittelbar mit dem Betrieb und der Sicherheit des Reaktors in Verbindung stehenden Aufgaben durch fest am Reaktor beschäftigtes Personal ausgeübt, während für unregelmäßig oder kurzfristig auszuführende Arbeiten Personal, das der übergeordneten Organisation, in die der Forschungsreaktor eingebettet ist, angehört, zur Unterstützung hinzugezogen wird.

Umgekehrt nähert sich mit einer größeren thermischen Leistung und einem größeren radiologisch bedeutsamen Inventar der Umfang der technischen und organisatorischen Sicherheitsvorkehrungen und des zu erbringenden Aufwandes für den sicheren Betrieb der Anlage einem Leistungsreaktor an. Eine größere Komplexität der Anlage erfordert eine höhere Zahl an Fachpersonal, das in entsprechenden Fach- und Teilbereichen organisiert ist. Dies kann z. B. eigene Teilbereiche zur Projektabwicklung, Dokumentation, Wartungskoordination oder für das Gebäudemanagement sowie eine größere Zahl von Betriebs- und Wartungspersonal umfassen. Auch eine eigene Betriebsfeuerwehr kann einem großen Forschungsreaktor unterstellt sein, während deren Aufgaben ebenso wie beispielsweise die einer mechanischen Werkstatt bei einem kleinen Schulsreaktor organisatorisch eher Teil der Einrichtung sein wird, dem dieser Reaktor zugehörig ist.

Insofern ist die Darstellung einer generischen Aufbauorganisation, die auf alle Typen von Forschungsreaktoren gleichermaßen anwendbar ist, nicht realistisch. Dennoch gibt es gewisse grundlegende Merkmale, die sich Forschungsreaktoren unabhängig von der jeweiligen Größe teilen. So sind Forschungsreaktoren typischerweise organisatorisch in eine Forschungseinrichtung (z. B. Hochschulen oder andere Forschungsinstitute) eingebettet. Diese stellt den Genehmigungsinhaber nach § 7 AtG dar und wird durch den Leiter der Verwaltung (in Hochschulen der Kanzler) vertreten, der damit Strahlenschutzverantwortlicher nach § 69 StrlSchG ist. Im Auftrag des Genehmigungsinhabers wird eine Betriebsleitung für den Forschungsreaktor berufen, die allen weiteren am Forschungsreaktor beschäftigten Personen gegenüber weisungsbefugt ist und die nukleare und konventionelle Sicherheit der Anlage zu gewährleisten hat.

Das in einem Forschungsreaktor beschäftigte Personal erfüllt Aufgaben, die im Wesentlichen den folgenden Themenkomplexen zugeordnet werden können:

- Reaktorbetrieb
 - Führungspersonal (z. B. Schichtleiter, Fachbereichs-/Gruppenleiter o. ä.),
 - Reaktorpersonal (Operateure),
 - Technisches Personal (z. B. Ingenieure, Techniker) für Wartung und Instandhaltung,
 - Verwaltungspersonal.
- Strahlenschutz
 - Strahlenschutzbeauftragter nach § 70 StrlSchG (i. d. R. zuständig für den Strahlenschutz in der gesamten Institution, der der FR angehört); es kann mehrere Strahlenschutzbeauftragte geben,
 - Strahlenschutzpersonal (untersteht dem Strahlenschutzbeauftragten).
- Forschung
 - Führungspersonal (leitende(r) Wissenschaftler),
 - Forschergruppen intern (angestellt, z. B. Physiker, Laboranten),
 - Forschergruppen extern (wechselnd).

- Besondere Aufgaben
 - Kerntechnischer Sicherheitsbeauftragter,
 - Objektsicherungsbeauftragter,
 - IT-Sicherheitsbeauftragter,
 - Brandschutzbeauftragter,
 - Fachkräfte für Arbeitssicherheit,
 - ggf. weitere.

Diese Themenkomplexe sind in der Praxis nicht strikt voneinander zu trennen, sondern weisen zahlreiche Schnittstellen untereinander auf, was insbesondere in der Ablauforganisation (siehe Kapitel 4.2) zum Tragen kommt. Darüber hinaus sind, wie bereits geschildert, abhängig von der Größe des Reaktors nicht alle Verantwortlichkeiten direkt der Aufbauorganisation des Forschungsreaktors zugeordnet, sondern können Teil einer größeren Organisationsstruktur sein, in die der Forschungsreaktor organisatorisch eingebettet ist.

Aufgrund der Unterschiede zwischen den deutschen Forschungsreaktoren bietet sich eine Klassifizierung in Gruppen an, für die jeweils eine generische Aufbauorganisation beschrieben werden kann. Eine solche Klassifizierung wurde im GRS-Vorhaben 4717R01367 „Forschungsarbeiten zur Anwendung des kerntechnischen Regelwerks auf Forschungsreaktoren“ /GRS 20/ nach den folgenden Kategorien vorgenommen:

- I. Kategorie „Anwendungsschwerpunkt“:
 1. Unterrichtsreaktoren (**SUR/AKR-2**).
 2. Trainings- und Bestrahlungsreaktoren (**FRMZ**).
 3. Neutronenquellen (**FRM II, BER II**).
- II. Kategorie „Kühlung der Brennelemente“:
 1. Keine Kühlung nötig nach dem Abschalten aus Leistungsbetrieb. Thermische Strahlung, Luftkonvektion und Wärmeleitung reichen aus, um den Brennstoff zu kühlen.
 - a. Passive Luftkühlung während des Leistungsbetriebs (**SUR/AKR-2**).
 - b. Aktive Luftkühlung während des Leistungsbetriebs.

2. Passive Wasserkühlung nach dem Abschalten aus dem Leistungsbetrieb.
 - a. Passive Wasserkühlung während des Leistungs-betriebs (**FRMZ**).
 - b. Aktive Wasserkühlung während des Leistungsbetriebs (**BER II**).
3. Aktive Wasserkühlung nötig nach dem Abschalten aus dem Leistungsbetrieb (**FRM II**).

III. Kategorie „Einschluss radioaktiver Stoffe“:

1. Radiologische Auswirkungen nur im Überwachungs- und Kontrollbereich (Reaktorhalle und Leiterhallen) zu befürchten. Die effektive Dosis ist kleiner gleich 1 mSv im Jahr außerhalb des Strahlenschutzbereiches. Keine Maßnahmen außerhalb des Betriebsgeländes erforderlich (**SUR/AKR-2**).
2. Radiologische Auswirkungen auf dem Betriebsgelände zu befürchten. Die effektive Dosis übersteigt 1 mSv im Jahr. Keine Maßnahmen außerhalb des Betriebsgeländes erforderlich (**FRMZ**).
3. Radiologische Auswirkungen auch außerhalb des Betriebsgeländes zu befürchten. Eingreifrichtwerte gemäß SSK (Strahlenschutzkommission). Aufenthalt in Gebäuden: Ab 10 mSv äußere Exposition in 7 Tagen und effektive Folgedosis durch in diesem Zeitraum inhaled Radionuklide bei unterstelltem Daueraufenthalt im Freien (**FRM II/BER II**).

Es ist anzumerken, dass der BER II sich während der Arbeiten an /GRS 20/ noch im Betrieb befand und deshalb mit den übrigen gegenwärtig noch im Betrieb befindlichen deutschen Forschungsreaktoren aufgeführt ist. Seit dem Jahr 2019 ist der BER II endgültig abgeschaltet und befindet sich aktuell im Nachbetrieb.

Abschließend wird die Klassifizierung der deutschen Forschungsreaktoren in /GRS 20/ tabellarisch zusammengefasst:

Tab. 4.1 Kategorisierung deutscher Forschungsreaktoren nach /GRS 20/

Der BER II ist aufgrund seiner endgültigen Abschaltung grau hinterlegt

	Anwendungsschwerpunkt	Kühlung der Brennelemente	Einschluss radioaktiver Stoffe
SUR/AKR-2	1	1a	1
FRMZ	2	2a	2
BER II	3	2b	3
FRM II	3	3	3

Hieraus lässt sich zum einen die Bildung einer Gruppe von Nullleistungsreaktoren, bestehend aus den SUR und dem AKR-2, ableiten. Der FRM II kann auf Basis der in /GRS 20/ vorgenommenen Klassifizierung und der in den der GRS vorliegenden Dokumenten enthaltenen Informationen in die Kategorie von großen Forschungsreaktoren eingeordnet werden. Der FRMZ ist zwar weit über den Nullleistungsreaktoren anzusiedeln, bewegt sich allerdings auch deutlich unterhalb der großen Forschungsreaktoren und wäre damit in eine mittlere Gruppe einzuordnen. Es ergibt sich zusammenfassend eine grobe Unterteilung in drei Forschungsreaktorgruppen, für die jeweils eine generische Aufbauorganisation entwickelt und dargestellt wird.

Für die oben beschriebenen drei Forschungsreaktorgruppen wurde jeweils eine generische grafische Darstellung der wesentlichen Aspekte einer Aufbauorganisation erarbeitet. Als Basis dienten neben den in Kapitel 4.1.1 beschriebenen direkt für die Aufbauorganisation geltenden Regelwerksanforderungen, die aus den in Kapitel 1 beschriebenen Arbeiten gewonnenen Erkenntnisse sowie die der GRS vorliegenden Dokumente (z. B. Sicherheitsberichte und -gutachten, Genehmigungsunterlagen, Betriebshandbücher) zur konkreten Umsetzung in deutschen Forschungsreaktoren.

Die nachfolgenden Darstellungen (Abb. 4.1, Abb. 4.2, Abb. 4.3) erheben nicht den Anspruch auf eine für jeden Einzelfall vollständige Beschreibung der tatsächlichen Betriebsorganisation von Forschungsreaktoren, sondern sollen in erster Linie als grundsätzlicher Orientierungsrahmen dienen.

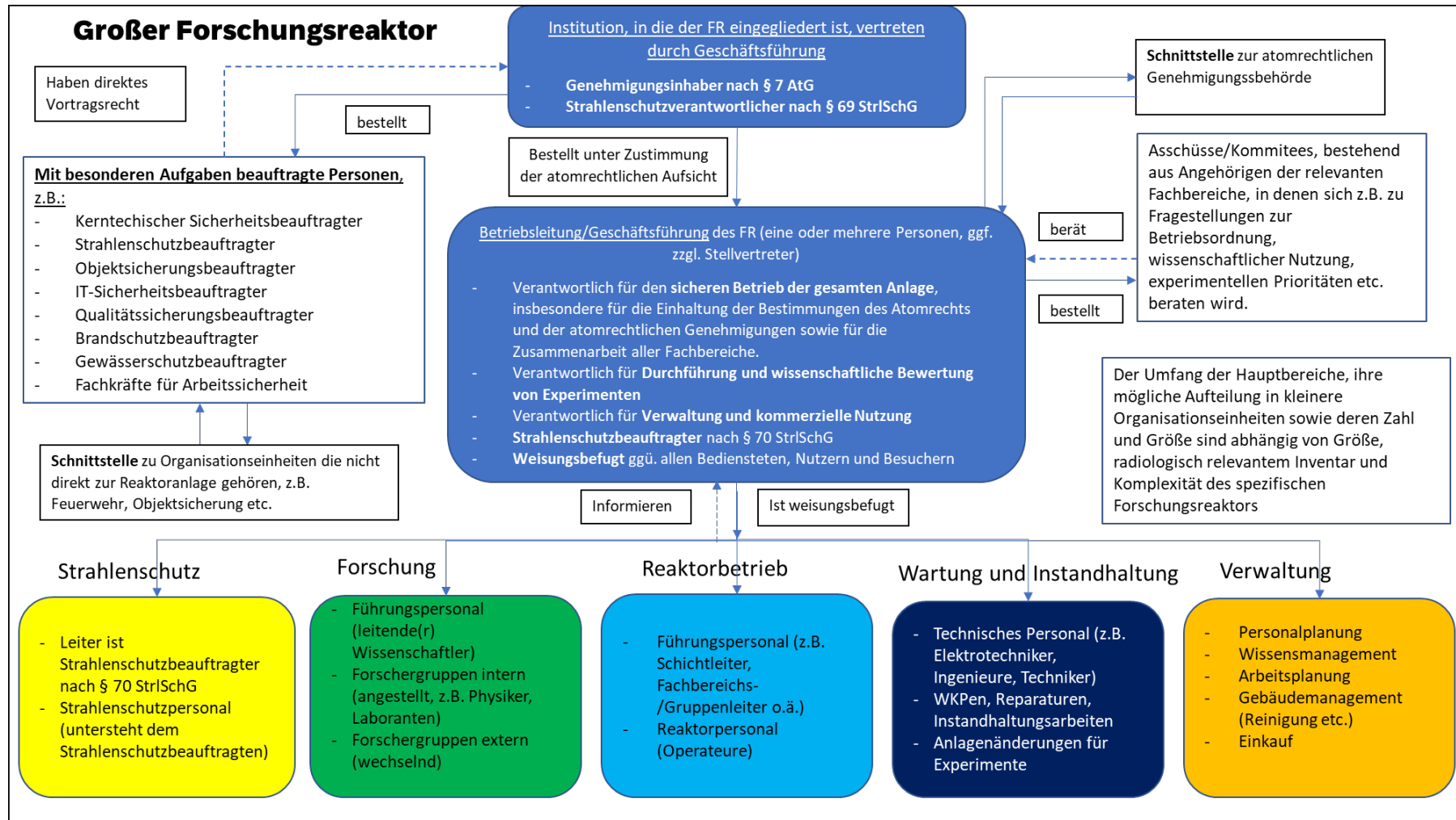


Abb. 4.1 Generische Darstellung der Aufbauorganisation eines größeren Forschungsreaktors

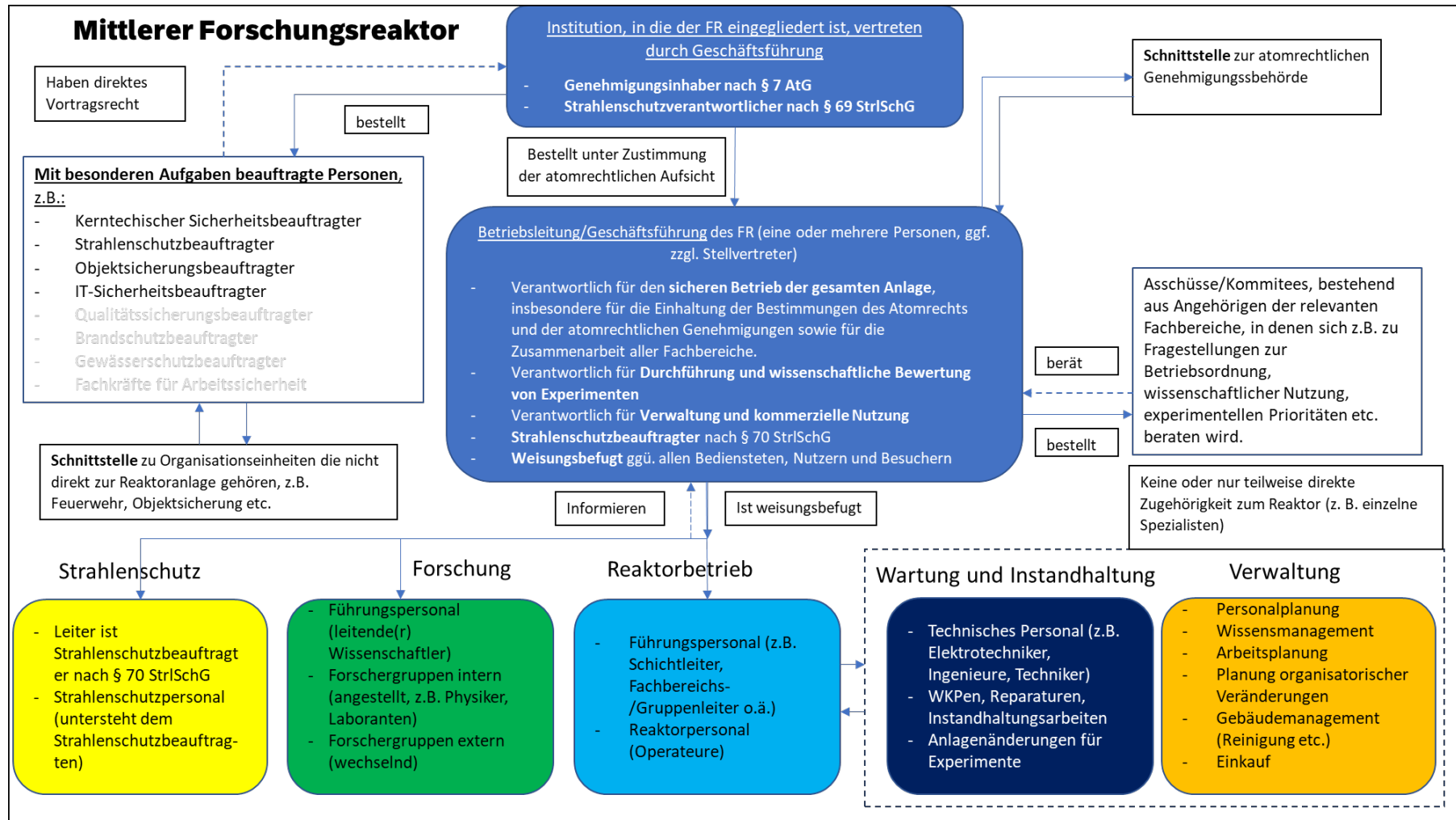


Abb. 4.2 Generische Darstellung der Aufbauorganisation eines mittleren Forschungsreaktors

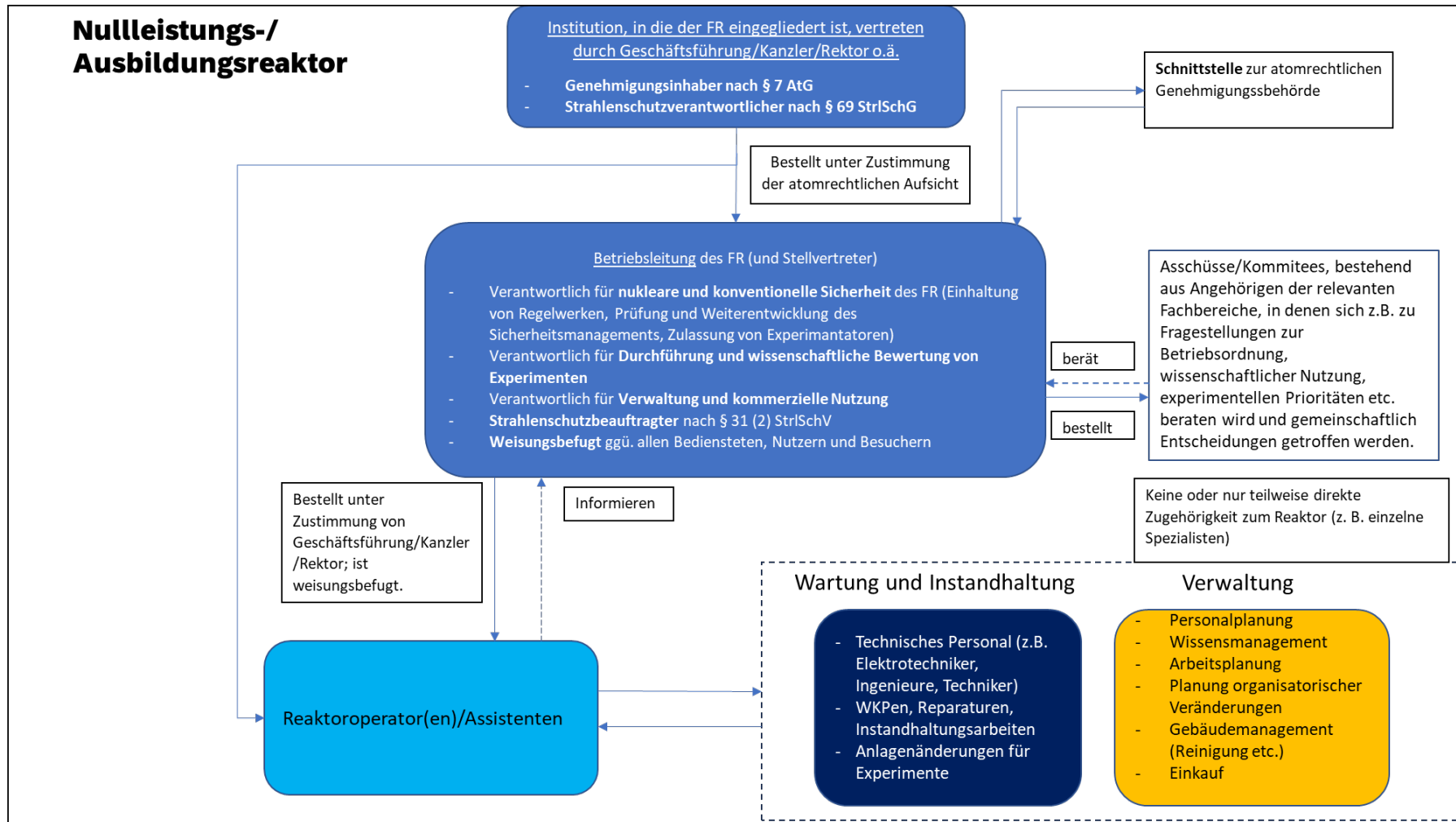


Abb. 4.3 Generische Darstellung der Aufbauorganisation eines kleineren Forschungsreaktors

4.2 Ablauforganisation

Für die Entwicklung einer generischen Ablauforganisation für Forschungsreaktoren wurde als erster Schritt auf die generische Ablauforganisation für Kernkraftwerke, die in GRS-540 /GRS 19/ entwickelt wurde, zurückgegriffen. Um die Übertragbarkeit der darin enthaltenen Prozesse auf Forschungsreaktoren zu überprüfen, wurden verfügbare Informationen zu den in deutschen Forschungsreaktoren existierenden Prozessen herangezogen. Dazu wurden die in der Wissensbasis der GRS für Forschungsreaktoren gesammelten Dokumente (Sicherheitsberichte und -gutachten, Genehmigungsunterlagen, Betriebshandbücher) ausgewertet. Die in den ausgewerteten Unterlagen enthaltenen Informationen zu deutschen Forschungsreaktoren benennen in der Regel nicht explizit die einzelnen Prozesse und ihre Schnittstellen, sondern beschreiben fachlich/thematisch geordnet die betrieblichen Abläufe und Vorgehensweisen bei Inbetriebnahme, Betrieb und Stilllegung des jeweiligen Forschungsreaktors. Die daraus gewonnenen Informationen für die einzelnen Anlagen wurden miteinander verglichen, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu ermitteln. Als zusätzliche Informationsquelle wurde die am argentinischen Forschungsreaktor RA-6 im Rahmen einer Masterthesis durchgeführte umfassende Ausarbeitung der Ablauforganisation /ACU 19/ genutzt, worin neben einer grafischen Gesamtübersicht auch eine generische Beschreibung jedes einzelnen Prozesses enthalten ist. Vor diesem Hintergrund wurde die Anwendbarkeit der generischen Ablauforganisation für Kernkraftwerke auf Forschungsreaktoren zwischen den an diesem Vorhaben beteiligten GRS-Sachverständigen diskutiert und die in Abb. 4.4 veranschaulichte generische Darstellung (Prozesslandkarte) für Forschungsreaktoren erarbeitet.

In der generischen Darstellung, die zu sehen ist, sind die Prozesse in Führungs-, Kern- und Unterstützungsprozesse gruppiert. Diese generische Darstellung stellt eine Maximalsammlung aller Prozesse dar, die potenziell in Forschungsreaktoren zur Anwendung kommen können. Die Anzahl der tatsächlich in einem konkreten Forschungsreaktor zur Anwendung kommenden Prozesse ist abhängig von seiner Größe und Komplexität sowie den konkreten Anwendungszwecken und dem Betriebszustand.

Die als wesentlich identifizierten Prozesse für Forschungsprozesse sind nachfolgend aufgelistet.

Führungsprozesse:

- Organisationspolitik,
- Organisationsziele,
- Finanzmanagement,
- Personalplanung,
- Managementsystem,
- Managementreview,
- Kommunikation,
- Sicherheitskultur.

Kernprozesse:

- Reaktorbetrieb, Durchführung von Experimenten und Bestrahlungen,
- Lehre und Ausbildung,
- Handhabung von Brennelementen und anderen Kernbauteilen,
- Reststoff- und Abfallmanagement,
- Rückbauplanung und -durchführung.

Unterstützungsprozesse:

- Instandhaltung,
- Erfahrungsrückfluss,
- Planung von Experimenten und Bestrahlungen,
- Abwicklung und Durchführung von Projekten,
- Sicherheitsanalysen und -überprüfungen,
- Überwachung, Analyse, Bewertung und Verbesserung,
- Qualifikation und Schulung des Personals,
- Materialwirtschaft,

- Veränderungsmanagement,
- Notfallschutz,
- Brandschutz,
- Anlagensicherung und IT-Sicherheit,
- Anlagenüberwachung,
- Dokumentation,
- Genehmigung und Aufsicht,
- Arbeitsschutz,
- Wissensmanagement.

Entsprechend der vielfach festgestellten regulatorischen Anforderungen zur Integration aller relevanten Themen und Aspekte im IMS bestehen zahlreiche Schnittstellen und/oder Überschneidungen von Prozessen. Die innerhalb eines der aufgeführten Prozesse anfallenden Tätigkeiten können formal auch als mehrere Teilprozesse organisiert sein, was der Übersichtlichkeit sowie der klaren Zuweisung von Zuständigkeiten einzelner Organisationseinheiten (z. B. Teams, Abteilungen) für diese Teilprozesse dienen kann.

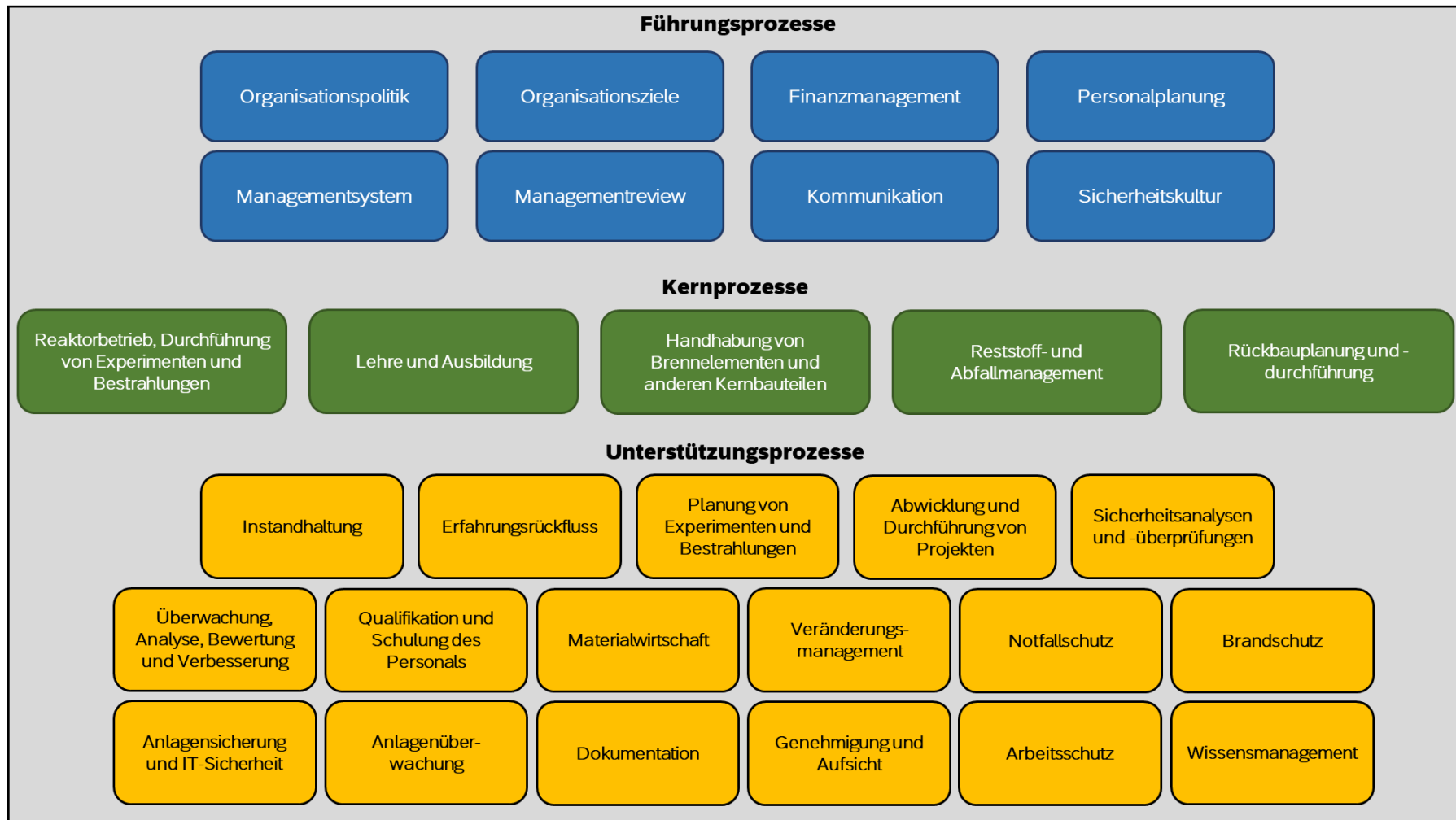


Abb. 4.4 Generische Darstellung der für Forschungsreaktoren relevanten Prozesslandschaft

4.2.1 Entwicklung von Prozessblättern für forschungsreaktorspezifische Prozesse

Auf Basis der in diesem Vorhaben durchgeführten Arbeiten können einige Prozesse für Forschungsreaktoren eine im Vergleich zu Kernkraftwerken exklusive Relevanz haben. Als Beispiel für einen Prozess mit Forschungsreaktor-spezifischer bzw. -exklusiver Bedeutung können Aktivitäten, die mit der Nutzung von Forschungsreaktoren als Neutronenquelle verbunden sind (z. B. Durchführung von Experimenten, Bestrahlungen oder Isotopenproduktion), genannt werden. Andere Prozesse sind nicht exklusiv für Forschungsreaktoren, können für diese aber potenziell eine besondere Relevanz haben. Für solche Prozesse wurden vertiefte Betrachtungen hinsichtlich der Anforderungen durchgeführt, die diese erfüllen müssen, um einen positiven Beitrag zum sicheren Betrieb von Forschungsreaktoren zu leisten. Solche Prozesse sollten im IMS besonders berücksichtigt werden.

Für eine vertiefte Betrachtung wurden vier Prozesse ausgewählt. Diese Prozesse sind mit der Angabe von Aspekten, die für Forschungsreaktoren besondere Bedeutung haben können, nachfolgend aufgeführt.

- Führungsprozess „Personalplanung“:
 - Die Anlage muss trotz ggf. beschränkter finanzieller Spielräume mit sowohl quantitativ als auch qualitativ ausreichenden personellen Ressourcen ausgestattet sein.
 - Eine ggf. geringe Personalstärke kann bei einem Abgang oder Verlust einzelner Experten leichter zu einer Schwächung der Organisation/einem Kompetenzverlust führen.
 - Daher sind Maßnahmen zur Sicherstellung der Besetzung kritischer Positionen erforderlich (Strategische Personalplanung, Vertretung- und Nachfolgeregelungen).
 - Personalplanungen sind ggf. an sich verändernde Forschungsschwerpunkte/Zielsetzungen anzupassen.
- Kernprozess „Reaktorbetrieb, Durchführung von Experimenten und Bestrahlungen“:
 - Der Reaktorbetrieb dient der Neutronenproduktion, die für Experimente, Bestrahlungen, Isotopenproduktion etc. genutzt werden.

- Die Einrichtung und ggf. Veränderung von Experimentiereinrichtungen sind im Vorfeld darauf zu untersuchen, keine negativen Auswirkungen auf die nukleare Sicherheit zu haben.
- Die technische Auslegung, Nutzung und ggf. Modifizierungen von Experimentiereinrichtungen sind systematisch zu managen und zu dokumentieren.
- Aufgrund der wissenschaftlichen Nutzung muss für die Einhaltung von Sicherheitsstandards durch nicht zur Betriebsorganisation gehörende Personen, die in der Anlage tätig sind (Forscher, Studenten), gesorgt werden.
- Externe Interessen (z. B. Vermeidung von Anlagenstillständen, um die Isotopenproduktion aufrecht zu erhalten oder Forschungsaktivitäten fortzuführen) können den Grundsätzen der nuklearen Sicherheit entgegenstehen, dürfen diese aber nicht negativ beeinflussen. Druck von außen (oder innen) darf die Betriebsorganisation daher nicht von der Priorisierung der Sicherheit abbringen.
- Unterstützungsprozess „Qualifikation und Schulung des Personals“:
 - Aufgrund der Individualität von Forschungsreaktoren müssen Schulungen und Trainings so gestaltet sein, dass die für die jeweilige Tätigkeit relevanten anlagenspezifischen Kenntnisse vermittelt werden.
 - Es müssen auch spezielle Schulungen für externes Personal, das in der Anlage tätig ist, entwickelt und durchgeführt werden.
 - Die Qualifikation des Personals muss dieses dazu befähigen, mit sich ggf. verändernden Anlagenkonfigurationen (Änderungen an Experimentiereinrichtungen und/oder Fahrweisen) umgehen zu können oder sie muss daran angepasst werden.
- Unterstützungsprozess „Wissensmanagement“:
 - Die Bewahrung und Weitergabe von Wissen und Expertise innerhalb der Organisation erfordern ein systematisches Vorgehen.
 - Dazu müssen vorhandene und benötigte Kompetenzen erfasst, Risiken ermittelt und bewertet sowie Methoden für einen effektiven Wissenserhalt und -transfer implementiert werden.

- Beispiele für Methoden des Wissenserhaltes und -transfers:
 - Ermöglichen des formellen und informellen Austauschs innerhalb der Belegschaft,
 - Erfassung von implizitem Wissen durch Interviews, Beobachtung, Mentoring und Coaching,
 - Erfahrungsaustausch mit externen Organisationen, Netzwerken und Gremien,
 - Nutzung digitaler Wissensportale und Informationsplattformen.
- Die Wirksamkeit der Prozesse des Wissensmanagements sollte durch Nutzung und Auswertung von Indikatoren überprüft werden.

Für diese vier Prozesse wurden in Anlehnung an das Vorhaben 4716R01321 „Bewertung von organisatorischen Änderungen beim Übergang vom Leistungsbetrieb über den Nachbetrieb bis hin zur Stilllegung“ /GRS 19/ Prozessblätter mit den prozessspezifischen Anforderungen entwickelt. Darin sind die Anforderungen aus dem deutschen und internationalen Regelwerk, die diese Prozesse betreffen, thematisch gruppiert aufgeführt. Darüber hinaus sind die Zielsetzung und die in der Regel für den jeweiligen Prozess zuständige Organisationseinheit sowie die wichtigsten Schnittstellen zu anderen Prozessen mit aufgeführt. Die Prozessblätter sind im Anhang zu finden:

- **Anhang B** Prozessblatt für den Führungsprozess „**Personalplanung**“,
- **Anhang C** Prozessblatt für den Kernprozess „**Reaktorbetrieb, Durchführung von Experimenten** und Bestrahlungen“,
- **Anhang D** Prozessblatt für den Unterstützungsprozess „**Qualifikation und Schulung des Personals**“,
- **Anhang E** Prozessblatt für den Unterstützungsprozess „**Wissensmanagement**“.

4.3 Ausarbeitung und beispielhafte Anwendung eines Ansatzes für den Graded Approach

4.3.1 Ansatz für die Anwendung des Graded Approach

Auf Basis der im Kapitel 3.1.2 beschriebenen Ansätze für die Anwendung des Graded Approach sowie unter Berücksichtigung der in /GRS 20/ angewendeten Kategorisierungsmatrix für deutsche Forschungsreaktoren (siehe Kapitel 4.1) wurde ein Ansatz für die Abstufung von Anforderungen aus dem deutschen kerntechnischen Regelwerk an das Managementsystem von Kernkraftwerken erarbeitet.

Die grundlegende Kategorisierung nach /GRS 20/ (siehe Tab. 4.1) kann einen ersten Anhaltspunkt dafür geben, ob und in welchem Maß Anforderungen für Kernkraftwerke abgestuft für den jeweiligen Forschungsreaktor angewendet werden können. Die genaue Art der Abstufung ist in jedem Fall für einzelne Anforderungen individuell zu prüfen und zu begründen.

Die Einordnung des Gefährdungspotenzials einer Anlage stellt die grundsätzliche Bewertungsgrundlage für die Entscheidung über eine mögliche Abstufung der Erfüllung einzelner Regelwerksanforderungen dar. Die abgestufte Erfüllung von Regelwerksanforderungen bedeutet, dass für Anlagen mit einem geringeren Gefährdungspotenzial weniger umfangreiche technische und/oder organisatorische Maßnahmen umzusetzen sind.

Für die Abstufung konkreter Anforderungen ist es erforderlich, einen Überblick über die zur Verfügung stehenden Möglichkeiten zu deren Erfüllung zu gewinnen. Aus den zur Verfügung stehenden Maßnahmen kann ausgewählt werden, welche davon für die Gewährleistung des sicheren Betriebes der Anlage mindestens erforderlich bzw. ausreichend sind. Bei diesem Schritt sollten neben einer grundlegenden Bewertung des Gefährdungspotenzials der Anlage auch spezifische Aspekte berücksichtigt werden, z. B.:

- Das Gefährdungspotenzial einer spezifischen Aktivität,
- Die sicherheitstechnische Bedeutung eines möglicherweise auftretenden Mangels oder Schadens,
- Die Bedeutung eines möglicherweise auftretenden Mangels oder Schadens für die Verfügbarkeit der Anlage oder von deren Einrichtungen,

- Die Erkennbarkeit eines Mangels oder Schadens (ist dieser z. B. selbstmeldend oder nur durch aktive Inspektion erkennbar),
- Die für eine Behebung erforderlichen technischen, personellen und zeitlichen Ressourcen,
- Die Zugänglichkeit von Systemen und Komponenten,
- Die vorhandene Erfahrung mit einer technischen Einrichtung oder einer Aktivität,
- Menschliche und organisatorische Faktoren.

Bei diesem Prozess kann auch das IAEA TECDOC-1740 „Use of a Graded Approach in the Application of the Management System Requirements for Facilities and Activities“ /IAE 14a/ als Hilfestellung dienen und Beispiele liefern.

4.3.2 Beispielhafte Anwendung des Graded Approach auf ausgewählte Regelwerksanforderungen an Managementsysteme von Kernkraftwerken

In diesem Kapitel wird die Anwendung des Graded Approach exemplarisch an ausgewählten Anforderungen aus Prozessbeschreibungen, die in Anhang B des Abschlussberichts zum Vorhaben 4716R01321 „Bewertung von organisatorischen Änderungen beim Übergang vom Leistungsbetrieb über den Nachbetrieb bis hin zur Stilllegung“ /GRS 19/ aufgeführt sind, präsentiert. Als Beispiele wurden die folgenden Anforderungen ausgewählt.

Anforderungen an den Unterstützungsprozess „Notfallschutz“:

- Zur Wiederherstellung der Einhaltung der Schutzziele und zur Begrenzung der Folgen einer Schutzzielverletzung sind personelle, organisatorische und technische Maßnahmen vorzusehen und im Notfallhandbuch zu beschreiben. [KTA 1402 /KTA 17/, Abschn. 5.8 (2)]

Anforderungen an den Kernprozess „Reststoff- und Abfallmanagement“:

- Es ist ein Abfallkonzept zur sicheren Handhabung von radioaktiven Abfällen entsprechend der Richtlinie „Radioaktive Reststoffe“ zu erstellen und zu implementieren. Dieses Konzept hat die Sammlung, Trennung, Konditionierung, den Transport und die Lagerung des radioaktiven Abfalls zu umfassen. Die Bestandsführung der radioaktiven Abfälle ist entsprechend StrlSchV durchzuführen. [KTA 1402 /KTA 17/, Abschn. 5.12(1)]

- Die Behandlung und Zwischenlagerung radioaktiven Abfalls sind in Abstimmung mit den Anforderungen für eine sichere Zwischenlagerung und Endlagerung (Annahmespezifikation) durchzuführen und zu kontrollieren. Die Dokumentationen zur Abfallentstehung und Abfallklassifizierung als auch zur Abfalllagerung, -behandlung und zur Endlagerung sind aufzubewahren. [KTA 1402 /KTA 17/, Abschn. 5.12 (2)]

Die Abstufung bei der Erfüllung von Anforderungen besteht im Hinblick auf das Managementsystem im Umfang von Aktivitäten oder Vorkehrungen, die in Form von Prozessen festzulegen sind. In den nachfolgenden Tabellen werden Aspekte, die bei der Entwicklung des IMS (z. B. Prozeduren) für die unterschiedlichen Abstufungskategorien zu berücksichtigen sind, aufgeführt.

Tab. 4.2 Aspekte, die bei der Abstufung von Maßnahmen des Notfallmanagements zu beachten sind

Art der Maßnahme	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
<p>Umfang der Beschreibung personeller, organisatorischer und technischer Maßnahmen in betrieblichen Anweisungen</p>	<p>Durch die technische Auslegung von Nullleistungsreaktoren (Kernkonfiguration, Kerninventar, Konstruktion) sind Kritikalitätsstörfälle und/oder Freisetzungen in relevanter Menge ausgeschlossen. Notfallmaßnahmen für derartige Ereignisse sind daher nicht Teil der betrieblichen Planungen.</p> <p>Grundlegende Anweisungen zum Umgang mit Störereignissen (z. B. Strahlenschäden bei Personen, Brand, Einwirkung durch Dritte, Naturkatastrophen) sind in den Betriebsanweisungen aufgeführt.</p>	<p>Grundlegende Anweisungen zum Umgang mit Störereignissen und Notfällen (z. B. Kritikalitätsstörfall, Aktivitätsfreisetzung, Strahlenschäden bei Personen, Brand, Einwirkung durch Dritte, Naturkatastrophen) sind in den Betriebsanweisungen und -handbüchern aufgeführt, z. B. zu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Krisenmanagement, - Organisation, - Alarmierungsverfahren, - Kommunikation, - Anlagentechnische Einrichtungen. 	<p>Das Notfallhandbuch der Anlage enthält eine ausführliche Beschreibung der folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aufbau der Notfallorganisation, - Aufgaben der Notfallorganisation, - Inkraft- und Außerkraftsetzen der Notfallorganisation, - Technische und räumliche Ausstattung der Notfallorganisation, - Zusammenarbeit mit externen Stellen, - Zutritts- und Zufahrtsregelungen, - Radiologische Überwachung, - Unterlagen/Dokumentation und - Anlagentechnische Notfallmaßnahmen (inkl. Informationen zu Einleitungskriterien, Personalbedarf, Zeitbedarf, benötigter Hilfsmittel einzelner Maßnahmen).

Art der Maßnahme	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
Notfallmaßnahmen/Katastrophenplan	<p>Durch die technische Auslegung von Nullleistungsreaktoren (Kernkonfiguration, Kerninventar, Konstruktion) sind Kritikalitätsstörfälle und/oder Freisetzungen in relevanter Menge ausgeschlossen. Notfallmaßnahmen für derartige Ereignisse sind daher nicht Teil der betrieblichen Planungen.</p> <p>Maßnahmen im Fall eines Brandes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sichere Abschaltung des Reaktors. - Alarmierung der Feuerwehr (über Telefon oder Brandmelder). - Räumung des betroffenen Bereiches mit Vollzähligkeitskontrolle. - Information aller Personen am Standort. - Erste Hilfe <p>Maßnahmen bei Störeinwirkung durch Dritte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verständigung des Objektschutzes und/oder der Polizei. 	<p>Grundsätzliche Maßnahmen im Not-/Katastrophenfall sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sichere Abschaltung des Reaktors. - Notfallsituation gemäß Alarmierungskriterien in der Alarmordnung feststellen. - Räumung des betroffenen Bereiches mit Vollzähligkeitskontrolle. - Information aller Personen am Standort. - Radiologische Überwachung innerhalb und außerhalb des Geländes gemäß Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung (REI). - Ermittlung und Bewertung der Lage einschließlich der radiologischen Lage. - Alarmierung und fortlaufende Information der zuständigen Behörden (z. B. Feuerwehr, Polizei, Katastrophenschutz usw.). - Brandbekämpfung (ggf. durch Werksfeuerwehr). 	<p>Grundsätzliche Maßnahmen im Not-/Katastrophenfall sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sichere Abschaltung des Reaktors. - Notfallsituation gemäß Alarmierungskriterien in der Alarmordnung feststellen. - Räumung des betroffenen Bereiches mit Vollzähligkeitskontrolle. - Information aller Personen am Standort. - Radiologische Überwachung innerhalb und außerhalb des Geländes gemäß Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung (REI). - Ermittlung und Bewertung der Lage einschließlich der radiologischen Lage. - Alarmierung und fortlaufende Information der zuständigen Behörden (z. B. Feuerwehr, Polizei, Katastrophenschutz usw.). - Brandbekämpfung (ggf. durch Werksfeuerwehr). - Erste Hilfe.

Art der Maßnahme	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
		<ul style="list-style-type: none"> - Erste Hilfe. - Ggf. kurzfristig notwendige Reparaturarbeiten an Systemen und Anlagenteilen. - Dokumentation des Ereignisverlaufs sowie eingeleiteter Maßnahmen während aller Phasen der Notfallsituation. - Situationsgerechte Objektsicherung. - Information der Öffentlichkeit (außer zu behördlichen Katastrophenschutzmaßnahmen). <p>Schutzzielorientierte Maßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sicherstellung der Langzeitunterkritikalität (z. B. RESA mit Stabeinfall, Einspeisung von Leichtwasser, Ablass von Schwerwasser, ...), - Verhinderung von Freisetzungen (z. B. Lüftungsabschluss), - Sicherstellung der Kernkühlung (z. B. Beckenwasserneinspeisung, Kernnotentladung), 	<ul style="list-style-type: none"> - Ggf. kurzfristig notwendige Reparaturarbeiten an Systemen und Anlagenteilen. - Dokumentation des Ereignisverlaufs sowie eingeleiteter Maßnahmen während aller Phasen der Notfallsituation. - Situationsgerechte Objektsicherung. - Information der Öffentlichkeit (außer zu behördlichen Katastrophenschutzmaßnahmen). <p>Schutzzielorientierte Maßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sicherstellung der Langzeitunterkritikalität (z. B. RESA mit Stabeinfall, Einspeisung von Leichtwasser, Ablass von Schwerwasser, ...), - Verhinderung von Freisetzungen (z. B. Lüftungsabschluss), - Sicherstellung der Kernkühlung (z. B. Beckenwasserneinspeisung, Kernnotentladung), - Aufrechterhalten oder Wiederherstellung der Spannungsversorgung für Sicherheitssysteme,

Art der Maßnahme	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
		<ul style="list-style-type: none"> - Aufrechterhalten oder Wiederherstellung der Spannungsversorgung für Sicherheitssysteme, Reaktorschutz, Sicherheitsbeleuchtung, Instrumentierung etc. 	Reaktorschutz, Sicherheitsbeleuchtung, Instrumentierung etc.

Tab. 4.3 Aspekte, die bei der Abstufung der Handhabung von Brennelementen und radioaktiven Stoffen zu beachten sind

Maßnahme	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
Verwendete Einrichtung zur Handhabung von Brennelementen	Verwendung eines Handwerkzeugs.	Verwendung einer elektrischen Hebevorrichtung (z. B. Kran der Reaktorhalle).	Verwendung eines speziell für die Handhabung von Brennelementen ausgelegten Hebezeugs (z. B. Kran der Reaktorhalle).
Abschirmung bei der Handhabung von Brennelementen und kontaminierten Gegenständen	Keine Abschirmung notwendig; Brennstoff ist möglichst weit vom Körper abzuhalten.	Ggf. Verwendung von Abschirmungen, die auf den Strahlenpegel ausgelegt sind, der von dem zu handhabenden Teil zu erwarten ist.	Ggf. Verwendung von Abschirmungen, die auf den Strahlenpegel ausgelegt sind, der von dem zu handhabenden Teil zu erwarten ist.
Lagerung von bestrahlten Brennelementen	Lagerung eingeschweißt in Folie in einem separaten Lagerraum.	Bei Bedarf Lagerung in Absetz- und Lagereinrichtung (z. B. Reaktortank), bis die Aktivität hinreichend weit abgeklungen ist.	Lagerung in Absetz- und Lagereinrichtungen (z. B. Reaktor-Absetzbecken, Brennelement-Umsetzbecken o. ä.), bis die Aktivität abgeklungen ist.

Maßnahme	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
Transport von bestrahlten Brennelementen	Transport in einem abgeschirmten Transportgefäß.	Transport in einem abgeschirmten Transportgefäß	Transport in einem speziell für Brennelemente aus Forschungsreaktoren ausgelegten Transportbehälter (z. B. CASTOR-Behälter). Der Transportbehälter muss alle relevanten Anforderungen erfüllen hinsichtlich <ul style="list-style-type: none"> - Unterkritikalität, - Abschirmung der ionisierenden Strahlung und der Neutronenstrahlung der Brennelemente, - Rückhaltung evtl. aus den Brennelementen freigesetzter Radioaktivität, - Ableitung der Nachzerfallswärme ohne Aufbau unzulässig hoher Temperaturen, - Aufrechterhaltung der Integrität bei Einwirkungen von außen, z. B. Absturz, Kollision, Feuer etc.

Tab. 4.4 Aspekte, die bei der Abstufung der Behandlung radioaktiver Abfälle zu beachten sind

Maßnahme	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
<p>Lagerung fester radioaktiver Abfälle</p>	<p>In Nullleistungsreaktoren sind in der Regel keine radioaktiven Abfälle während des Betriebs zu erwarten.</p> <p>Eventuell anfallende feste radioaktive Abfälle oder kontaminierte Gegenstände werden zur Vermeidung von Kontaminationen in Plastikfolie eingeschweißt und temporär in einem einfachen Behälter (z. B. Reststofffass ohne Abschirmung) mit Warnzeichen nach DIN 25 430 gelagert.</p> <p>Eine eventuelle Klassifizierung der radioaktiven Abfälle erfolgt gemäß Anlage Teil B Tabelle 3 AtEV.</p>	<p>Bei Experimenten und Laborarbeiten anfallende feste radioaktive Abfälle werden nach Aktivität getrennt und in einfachen Behältern (z. B. Reststofffass ohne Abschirmung) gesammelt und gelagert. Alle Abfälle werden zur Vermeidung von Kontaminationen in Plastikfolie eingeschweißt.</p> <p>Ggf. anfallende stärker aktive Abfälle (d. h. Dosisleistung > 1 mSv/h in 30 cm Abstand) werden in Behältern mit Abschirmung zum Abklingen gesammelt.</p> <p>Eine eventuelle Klassifizierung der radioaktiven Abfälle erfolgt gemäß Anlage Teil B Tabelle 3 AtEV.</p>	<p>Anfallende feste radioaktive Abfälle können sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Betriebsabfälle, - feste Abfälle aus Reparatur, Wartung und Inspektion, - ausgetauschte Anlagenteile, - LüftungsfILTER, - Komponenten aus Experimentiereinrichtungen und Experimenten, - bestrahlte Proben. <p>Die festen Abfälle werden nach Aktivität getrennt, gesammelt und gelagert. Die Sammlung erfolgt in Containern oder Fässern.</p> <p>Schwach aktive Abfälle bzw. kontaminierte Teile werden für die anlageninterne Handhabung vorläufig in Kunststofffolien oder verschlossene Kunststoffsäcke verpackt, sofern sie nicht in Containern oder Fässern gelagert werden können.</p> <p>Stärker aktive Abfälle (d. h. Dosisleistung > 1 mSv/h in 30 cm Abstand) werden in Behältern mit Abschirmung gelagert. Sollte in einem</p>

Maßnahme	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
			<p>Behälter Gasentwicklung zu besorgen sein, muss ein geeigneter Filter angebracht werden.</p> <p>Konditionierte Abfälle werden (sofern sie auf dem Anlagengelände gelagert werden) gesondert gelagert.</p> <p>Die Klassifizierung der radioaktiven Abfälle erfolgt gemäß Anlage Teil B Tabelle 3 AtEV.</p>
Konditionierung fester radioaktiver Abfälle	Eine Konditionierung fester radioaktiver Abfälle ist nicht erforderlich.	<p>Die Notwendigkeit einer Konditionierung fester radioaktiver Abfälle ist nicht zu erwarten.</p> <p>Sollte eine Konditionierung erforderlich werden, erfolgt dies voraussichtlich in einer externen Konditionierungseinrichtung.</p>	Die Konditionierung fester radioaktiver Abfälle für eine Zwischen- und Endlagerung wird üblicherweise in einer externen Konditionierungseinrichtung durchgeführt.
Entsorgung fester radioaktiver Abfälle	Feste radioaktive Abfälle, deren Aktivität unterhalb der Freigrenzen nach StrlSchV liegt, können entweder als Wertstoff dem Wirtschaftskreislauf oder als Abfall der konventionellen Entsorgung zugeführt werden.	Feste radioaktive Abfälle, deren Aktivität (ggf. nach hinreichend langem Abklingen) unterhalb der Freigrenzen nach StrlSchV liegt, können entweder als Wertstoff dem Wirtschaftskreislauf oder als Abfall der konventionellen Entsorgung zugeführt werden.	Feste radioaktive Abfälle, deren Aktivität (ggf. nach hinreichend langem Abklingen, gezielter Dekontamination und/oder Separation einzelner Teile) unterhalb der Freigrenzen nach Anlage 4 der StrlSchV liegt, können entweder als Wertstoff dem Wirtschaftskreislauf oder als Abfall der konventionellen Entsorgung zugeführt werden.

Maßnahme	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
			<p>Stärker aktive feste Abfälle oder kontaminierte Gegenstände (d. h. Dosisleistung > 1 mSv/h in 30 cm Abstand) werden bei Bedarf in abgeschirmten Behältern in einer Heiße Zelle fernhantiert zerkleinert und in entsprechende Behälter verpackt.</p> <p>Der Abtransport fester radioaktiver Abfälle vom Anlagengelände zu einer Konditionierungseinrichtung bzw. zur Zwischen- oder Endlagerung erfolgt nach den geltenden gefahrgutrechtlichen Vorschriften per LKW.</p> <p>Das Ausschleusen von Abschirmbehältern mit Abfällen aus der Anlage sowie die Beladung des Transporters und der Abtransport erfolgen nach einem schriftlich festgelegten Schrittfolgeplan.</p>
<p>Lagerung radioaktiver Abwässer</p>	<p>In Nullleistungsreaktoren sind keine flüssigen radioaktiven Abfälle, wie sie für wassermoderierte oder wasserabgeschirmte Reaktoren typisch sind, zu erwarten.</p>	<p>Flüssige radioaktive Abfälle werden nach Aktivität getrennt in speziell dafür vorgesehenen Behältern gesammelt und gelagert.</p>	<p>Flüssige radioaktive Abfälle werden nach Aktivität getrennt in speziell dafür vorgesehenen Behältern gesammelt und gelagert.</p> <p>Anorganische flüssige Abfälle wie Chemieabwässer und Schlämme werden ggf. einer internen oder</p>

Maßnahme	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
			externen Weiterbehandlung (z. B. Filterpresse für Schlämme) zugeführt.
Konditionierung radioaktiver Abwässer	<p>In Nullleistungsreaktoren sind keine flüssigen radioaktiven Abfälle, wie sie für wassermoderierte oder wasserabgeschirmte Reaktoren typisch sind, zu erwarten.</p> <p>Eine Konditionierung flüssiger radioaktiver Abfälle ist daher nicht erforderlich.</p>	<p>Für die Aufbereitung der radioaktiven Abwässer werden im allgemeinen folgende Methoden angewendet:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verdünnen mit inaktivem Wasser, um die zulässige Konzentration für die Abgabe in das öffentliche Abwasser zu unterschreiten. - Abklingen lassen von kurzlebigen Isotopen, bis diese direkt oder nach Verdünnung in das öffentliche Abwasser abgegeben werden können. - Konzentrieren von langlebigen und/oder in großer Menge anfallenden Isotopen (d.h. ein Verdünnen oder Abklingen lassen ist praktisch nicht umsetzbar), sodass diese als fester radioaktiver Abfall behandelt werden können. 	<p>Für die Aufbereitung der radioaktiven Abwässer werden im allgemeinen folgende Methoden angewendet:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verdünnen mit inaktivem Wasser, um die zulässige Konzentration für die Abgabe in das öffentliche Abwasser zu unterschreiten. - Abklingen lassen von kurzlebigen Isotopen, bis diese direkt oder nach Verdünnung in das öffentliche Abwasser abgegeben werden können. - Konzentrieren von langlebigen und/oder in großer Menge anfallenden Isotopen (d. h. ein Verdünnen oder Abklingen lassen ist praktisch nicht umsetzbar), sodass diese als fester radioaktiver Abfall behandelt werden können.

Maßnahme	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
<p>Entsorgung flüssiger radioaktiver Abfälle</p>	<p>In Nullleistungsreaktoren sind keine flüssigen radioaktiven Abfälle, wie sie für wassermoderierte oder wasserabgeschirmte Reaktoren typisch sind, zu erwarten. Eine Entsorgung flüssiger radioaktiver Abfälle ist daher nicht erforderlich.</p>	<p>Flüssige radioaktive Abfälle, deren Aktivität (ggf. nach hinreichend langem Abklingen oder Verdünnen) unterhalb der Freigrenzen nach StrlSchV liegt, können in das öffentliche Abwasser eingeleitet werden. Da ein Anfallen stärker aktiver Abwässer nicht zu besorgen ist, sind keine weiteren Entsorgungswege erforderlich.</p>	<p>Flüssige radioaktive Abfälle, deren Aktivität (ggf. nach hinreichend langem Abklingen oder Verdünnen) unterhalb der Freigrenzen nach StrlSchV liegt, können in das öffentliche Abwasser eingeleitet werden. Der Abtransport stärker aktiver flüssiger Abfälle vom Anlagengelände zu einer Konditionierungseinrichtung bzw. zur Zwischen- oder Endlagerung erfolgt nach den geltenden gefahrgutrechtlichen Vorschriften per LKW. Das Ausschleusen von Abschirmbehältern mit Abfällen aus der Anlage sowie die Beladung des Transporters und der Abtransport erfolgen nach einem schriftlich festgelegten Schrittfolgeplan.</p>

5 Allgemeine Methodenskizze hinsichtlich eines Analysewerkzeugs bezüglich Wirksamkeit und Wirkweise integrierter Managementsysteme für Forschungsreaktoren

5.1 Entwicklung von Indikatoren und Merkposten zur Bewertung forschungsreaktorspezifischer Prozesse

Wie in Kapitel 2.5 beschrieben, werden Indikatoren u. a. für die Bewertung der Zielerreichung von Prozessen genutzt. Im Kontext dieses Vorhabens steht die Sicherheitsleistung von Prozessen im Mittelpunkt, d. h. deren Beitrag zur Gewährleistung und kontinuierlichen Verbesserung des sicheren Betriebes von Forschungsreaktoren.

Nach /OLT 07/ sind folgende Kriterien für die Auswahl von Indikatoren heranzuziehen:

- Indikatoren müssen Stärken und Schwächen der Organisation, der Prozesse sowie nicht korrekte Ergebnisse erfassen können,
- Indikatoren müssen eindeutig erfassbar sein,
- Indikatoren müssen messbar sein, wobei neben quantitativen Werten auch qualitative Einschätzungen zulässig sind,
- Indikatoren müssen klar verständlich sein,
- Indikatoren sollen dazu dienen können, Veränderungen frühzeitig zu identifizieren.

An die ausgewählten Indikatoren sind folgende Anforderungen zu stellen:

- der Zweck der Indikatoren muss eindeutig, klar definiert und nachvollziehbar sein,
- die Messmittel zum Erfassen der Indikatorwerte müssen festgelegt sein,
- die Auswerteperiode ist vorzugeben,
- der Zusammenhang der Indikatoren mit dem Prozess, mit anderen Prozessen und anderen Indikatoren ist darzustellen,
- für welche Prozessziele des integrierten Managementsystems die jeweiligen Indikatoren gelten, muss klar erkennbar sein.

Für jeden Prozess sollen ein oder mehrere aussagefähige Indikatoren festgelegt werden. Es ist theoretisch möglich, eine große Anzahl von Indikatoren für jeden Prozess zu finden. Oftmals wird bereits umfangreiches Datenmaterial erzeugt, das genutzt werden kann. Hier ist eine geeignete Auswahl zu treffen, so dass einerseits alle erheblichen Aspekte erfasst, andererseits Redundanz und Unübersichtlichkeit vermieden werden. Da die in Forschungsreaktoren zur Verfügung stehenden Ressourcen begrenzt sind, dürfen ein Monitoring von Indikatoren und die Bewertung der Prozessleistungen außerdem nicht zu einer Vernachlässigung von Kernaufgaben des Personals und der Anlage führen.

Am besten geeignet für die spätere Auswertung und Trendverfolgung sind Zahlen, die eine konkrete Größe messen. Solche Indikatoren können z. B. die Anzahl der aufgetretenen Transienten oder die Anzahl der ungeplanten Stillstände sein. Außerdem können relative Größen ermittelt werden, bei denen zwei Größen zueinander in Beziehung gesetzt werden. Ein Beispiel hierfür ist die Anzahl korrekt ausgeführter Instandhaltungsmaßnahmen bezogen auf die Gesamtzahl der Instandhaltungsmaßnahmen. Die Quantifizierung der Indikatoren soll mittels eines jeweils festgelegten Berechnungsverfahrens stattfinden.

Die Ableitung der Indikatoren sollte sowohl unter Berücksichtigung der strategischen Managementziele als auch der operativen Ziele der Prozesse erfolgen. Aus diesem Grund erscheint es sinnvoll, die beiden Ansätze zur Ableitung von Indikatoren, „Top-Down“ und „Bottom-Up“ (siehe Kapitel 2.5), zu kombinieren:

- Einerseits werden zur Messung der Organisationsziele und strategischen Managementziele eher abstrakte, übergeordnete Indikatoren benötigt. Diese werden vom Management aus den Organisationszielen / strategischen Managementzielen abgeleitet bzw. werden von der Aufsichtsbehörde vorgegeben. Entsprechend dem „Top-Down“-Ansatz sind diese abstrakten, übergeordneten Indikatoren in Richtung der konkreten Prozesse und Tätigkeiten in der Organisation zu spezifizieren.
- Andererseits sind Indikatoren auf Prozess- bzw. Tätigkeitsebene zu messen, um möglichst frühzeitig Erkenntnisse über eine Veränderung der Prozessperformance oder der Prozessergebnisse zu gewinnen. Diese sehr detaillierten und prozessnahen Indikatoren werden vom Prozessmanagementbeauftragten in Zusammenarbeit mit Prozessbetreuer und Prozessteam festgelegt. Prozessbetreuer und Prozessteam

müssen die detaillierten, prozessnahen Informationen der „Bottom-Up“-Indikatoren zu Indikatoren für die Organisationsführung verdichten, so dass Aussagen zum Erfüllungsgrad der übergeordneten Ziele möglich sind.

Die Indikatoren, die nach dem „Top-Down“-Ansatz festgelegt werden, sollten so weit spezifiziert werden, dass Informationen der „Bottom-Up“-Indikatoren genutzt werden können. Insgesamt sollten beide Ansätze zur Generierung von Indikatoren genutzt werden, die von oben nach unten und von unten nach oben aufeinander entwickelt werden sollten.

In /PAR 15/ wird hervorgehoben, dass die Differenzierung kritischer Erfolgsfaktoren von Erfolgsfaktoren mit geringerer Wichtigkeit sowohl auf Organisations- als auch auf Prozessebene entscheidend für die Entwicklung nützlicher Indikatoren ist. Wesentliche Vorteile der Ermittlung kritischer Erfolgsfaktoren sind:

1. Das Schaffen einer klaren Zielsetzung, die sich aus der Ausrichtung des täglichen Handelns der Mitarbeiter auf die kritischen Erfolgsfaktoren der Organisation oder des Prozesses ergibt.
2. Die effektivere Leistungsmessung und -bewertung durch weniger und dafür aussagekräftigere Indikatoren, was insgesamt eine Verbesserung der Leistung nach sich zieht.
3. Die Schaffung von mehr Eigenverantwortung und verbesserter Befähigung zur Zielerfüllung auf allen Ebenen der Organisation.

In Kapitel 4.2.1 wurden für vier Prozesse, die besondere Bedeutung für den sicheren Betrieb von Forschungsreaktoren haben können, Prozessblätter erstellt. Zu diesen vier Prozessen sollen an dieser Stelle beispielhaft jeweils Indikatoren entwickelt werden. Es handelt sich um die folgenden Prozesse:

- Führungsprozess „Personalplanung“,
- Kernprozess „Reaktorbetrieb, Durchführung von Experimenten und Bestrahlungen“,
- Unterstützungsprozess „Qualifikation und Schulung des Personals“,
- Unterstützungsprozess „Wissensmanagement“.

Für die Entwicklung von Indikatoren zur Bewertung eines Prozesses ist es erforderlich, dass der Prozess vollständig definiert und beschrieben ist. Die erstellten Prozessblätter (siehe Kapitel 4.2.1) erfüllen dies nicht, sondern stellen eine Sammlung zu erfüllender Regelwerksanforderungen dar, auf die ein vollständig entwickelter Prozess ausgerichtet sein muss. Eine Anwendung des Bottom-Up-Ansatzes der Entwicklung ist daher an dieser Stelle nicht möglich, da die dafür erforderlichen Detailinformationen nicht zur Verfügung stehen. Dies gilt ebenfalls für die in /OLT 07/ empfohlene Kombination der Bottom-Up- und Top-Down-Ansätze, d. h. „aufeinander zu entwickeln“. Die im Folgenden beispielhaft entwickelten Indikatoren können daher einen gewissen Abstraktionsgrad nicht unterschreiten.

Bestimmte Aspekte lassen sich nicht sinnvoll in Form eines Indikators erfassen, da sie einen binären Charakter haben (z. B. die Existenz einer einheitlichen, umfassenden Softwareimplementation des Wissensmanagements). Diese Aspekte werden im Folgenden der Nomenklatur von GRS-540 /GRS 19/ folgend als „Merkposten“ bezeichnet.

Es ist zu betonen, dass die nachfolgend aufgeführten Indikatoren und Merkposten als grundsätzlich geeignet für einen Forschungsreaktor angesehen werden. Hiermit wird aber nicht nahegelegt, dass alle genannten Indikatoren und Merkposten jeweils Verwendung finden sollten. Vielmehr sind die verwendeten Indikatoren und Merkposten an die Eigenschaften des Forschungsreaktors und die jeweiligen Gegebenheiten anzupassen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass verschiedene Indikatoren teilweise ähnliche Aspekte erfassen; daher ist es sinnvoll, nur eine – für den jeweiligen Forschungsreaktor am besten passende – Auswahl zu verwenden. Darüber hinaus kann es, wie oben bereits erwähnt, sinnvoll sein, zusätzliche, detailliertere Indikatoren zu entwickeln, die spezifische Aspekte der im konkreten Forschungsreaktor vorliegenden Prozesse erfassen bzw. an die speziellen technischen Eigenschaften bzw. die vorliegende Aufbauorganisation angepasst sind.

Bei der Ermittlung von Indikatoren und Merkposten wurden insbesondere folgende Quellen berücksichtigt: GRS-540 „Bewertung von organisatorischen Änderungen beim Übergang vom Leistungsbetrieb über den Nachbetrieb bis hin zur Stilllegung“ /GRS 19/, GRS-A-3799 „Entwicklung einer Methode zur Überprüfung der Wirksamkeit von Managementsystemen in Kernkraftwerken“ /GRS 15/, IAEA-TECDOC-1141 „Operational Safety Performance Indicators for Nuclear Power Plants“ /IAE 00/, Indikatoren der WANO

/WAN 21/, die Indikatoren der NRC für Kernkraftwerke sowie die Inspektionsprozeduren der NRC für Forschungsreaktoren (Inspection Procedures 69001 – 69013 /NRC 04/). Viele der dort aufgeführten Indikatoren sind für Kernkraftwerke definiert und/oder quantifizieren globale und nicht prozessspezifische Aspekte; jedoch können daraus durch Abwandlung der Definitionen geeignete Indikatoren für die untersuchten Prozesse von Forschungsreaktoren abgeleitet werden. Indikatoren und Merkposten aus GRS-540 /GRS 19/ und GRS-A-3799 /GRS 15/ wurden, soweit sie ohne inhaltliche Änderung anwendbar sind, in gleichem Wortlaut übernommen. Es wurden darüber hinaus weitere, themenspezifische Quellen berücksichtigt, die in den folgenden Abschnitten jeweils genannt sind. Aufgrund von Schnittstellen und thematischen Überschneidungen bestimmter Prozesse miteinander können einzelne Indikatoren bzw. Merkposten aufgrund ihrer inhaltlichen Anwendbarkeit für die Bewertung mehrerer Prozesse genutzt werden.

Neben dem Betrieb von Forschungsreaktoren werden auch Aspekte des Nachbetriebs und der Stilllegung berücksichtigt.

5.1.1 Führungsprozess „Personalplanung“

Die in GRS-540 /GRS 19/ aufgeführten Indikatoren werden im Folgenden genannt. Hierbei wird, um eine einheitliche Darstellung zu erhalten, die übliche, auch in der sonstigen ausgewerteten Literatur benutzte, Darstellungsweise in Form einer möglichst kompakten Charakterisierung verwendet². Für die konkrete Anwendung ist diese jeweils zu spezifizieren und die Ermittlungsweise des Indikators ist genau zu beschreiben. Dies umfasst z. B. die Datenquellen, den Betrachtungszeitpunkt oder -zeitraum, die genaue Charakterisierung der einzubeziehenden Ereignisse usw. Zum Beispiel ist bei Anzahlen von Ereignissen, z. B. Meldepflichtigen Ereignissen oder Ausscheiden von Mitarbeitern, festzulegen, auf welchen Betrachtungszeitraum sich die Ereigniszahl bezieht.

² Die in GRS-540 gewählte Darstellungsweise (Titel und Code des Indikators und Beschreibung) basiert auf der Darstellung der Indikatoren durch einen Betreiber. Entsprechende Detailinformationen stehen für die anderen betrachteten Quellen nicht zur Verfügung und sind im Kontext der vorliegenden Untersuchung auch nicht sinnvoll, da das Indikatorsystem und insbesondere die Details der Indikatordefinitionen den Gegebenheiten der Anlage angepasst werden müssen.

- Anteil aktueller Stellenbeschreibungen,
- Anzahl³ unbesetzter Stellen,
- Durchschnittliche Zeitdauer von der Stellenausschreibung bis zur Vertragsunterzeichnung,
- Relative Abweichung vom Soll-Personalbestand,
- Anzahl der ausgeschiedenen Mitarbeiter,
- Anteil der Mitarbeiter von Fremdfirmen am insgesamt beschäftigten Personal.

Diese Indikatoren decken wesentliche Erfolgsfaktoren (Existenz einer detaillierten Personalplanung, tatsächliche Umsetzung der Personalplanung, geringe Personalfuktuation und ausreichendes Eigenpersonal, siehe u. a. /IAE 16/ und /IAE 23b/) ab. In den weiteren untersuchten Quellen (siehe S. **Fehler! Textmarke nicht definiert.**) sind hierzu keine weiteren geeigneten Indikatoren definiert.

Aus den im Prozessblatt (Anhang B) angegebenen Anforderungen lässt sich ein weiterer Indikator entnehmen, der einen zusätzlichen erfolgsrelevanten Aspekt beschreibt:

- Durchschnittliche Verzögerung von Projekten aufgrund von personellen Engpässen.

Dieser beschreibt negative Auswirkungen, die durch eine unzureichende Personalplanung verursacht werden können, und kann daher Hinweise auf die Notwendigkeit von Verbesserungen geben.

Die in GRS-540 /GRS 19/ aufgeführten Merkposten sind:

- Wurde eine langfristige und vorausschauende Personalstrategie entwickelt?
- Wurden bei der Personalstrategie alle absehbaren personellen Veränderungen berücksichtigt?
- Werden die erforderlichen Personalkapazitäten regelmäßig ermittelt, dokumentiert und überprüft?

³ Zu regelmäßig wiederkehrenden Zeitpunkten oder als Mittelwerte über geeignet gewählte Zeiträume.

- Wurden die erforderlichen Personalkapazitäten (Anzahl und Qualifikation) an Eigenpersonal ermittelt, dokumentiert und werden diese regelmäßig überprüft?
- Ist für die Kernkompetenzen der Organisation Personal in ausreichender Anzahl und mit entsprechender Qualifikation vorgesehen?
- Ist Eigenpersonal in ausreichender Anzahl und mit entsprechender Qualifikation vorgesehen, um die Tätigkeiten von Fremdfirmen zu spezifizieren, zu überwachen, zu bewerten und die Leistungen abzunehmen?
- Ist Eigenpersonal in ausreichender Anzahl und mit entsprechender Qualifikation vorgesehen, um die Qualität der von Herstellern gelieferten Produkte und Leistungen beurteilen zu können?
- Wurden die zur Unterstützung des Eigenpersonals erforderlichen Kapazitäten an Fremdpersonal vorausschauend ermittelt und die entsprechenden Mittel bereitgestellt?
- Werden Personalneueinstellungen so frühzeitig durchgeführt, dass die rechtzeitige Verfügbarkeit von Personal für die Vorbereitung aller notwendigen Ausbildungsmaßnahmen ermöglicht ist?
- Sind für Aufgaben, die durch die Organisation zentral durchgeführt werden, und für die Planung und Durchführung von Projekten die entsprechenden Personalkapazitäten vorgesehen?
- Ist durch die Personalstrategie sichergestellt, dass das Personal genügend Zeit hat, um seine Aufgaben ohne unangemessene Eile durchzuführen?

Folgende Merkposten aus GRS-540 /GRS 19/, die sich auf die Stilllegung beziehen, lassen sich auf Forschungsreaktoren sinnvoll anwenden:

- Wurden in der Personalstrategie, die für die sichere Stilllegung erforderlichen Fähigkeiten bewertet?
- Wurden die Mindestanzahl und die Qualifikationsanforderungen für das für die Sicherheit verantwortliche Personal in den verschiedenen Phasen der Stilllegung festgelegt?

- Wird darauf geachtet, dass Schlüsselpersonen, die mit der Anlage während der Betriebsphase vertraut sind, gehalten werden?
- Sind auch während der Stilllegung noch Spezialisten mit Anlagenkenntnissen aus der Betriebsphase vorhanden?
- Wird für die Leitung des Stilllegungsprojekts ein Team aus Stilllegungsspezialisten und Personal, das mit der Anlage vertraut ist, gebildet?

Zusätzlich können für den Führungsprozess „Personalplanung“ folgende Merkposten angewendet werden, die in GRS-540 /GRS 19/ dem Unterstützungsprozess „Qualifikation und Schulung des Personals“ zugeordnet waren:

- Werden Qualifikationsanforderungen und erforderliche Kenntnisse für das Personal ermittelt und dokumentiert?
- Wird neben fachlichen Aspekten bei der Auswahl von Personal auch auf Methoden- und Führungskompetenz, soziale Kompetenz sowie auf sicherheitsgerichtete Einstellung geachtet?
- Wird sichergestellt, dass das Fremdpersonal eine ausreichende Qualifikation hat?
- Ist für die Stilllegung Personal mit spezialisierten Kenntnissen in den Bereichen Demontage und Abriss, Dekontamination, Robotik und Fernhandhabung sowie Brennstoffhandhabung vorhanden?

Diese Merkposten sind für Forschungsreaktoren uneingeschränkt anwendbar.

Weiterhin sind folgende in GRS-A-3799 /GRS 15/ aufgeführten Fragen, die dort dem Themenbereich „Qualifikation und Schulung des Personals“ (siehe Anhang G.7: Themenbereich Qualifikation und Schulung des Personals) zugeordnet wurden, für die Bewertung des Führungsprozesses „Personalmanagement“ relevant:

- Werden die erforderlichen Kapazitäten im Hinblick auf die Anzahl und die Qualifikation des Eigenpersonals ermittelt, dokumentiert, regelmäßig überprüft und fortgeschrieben?
- Gibt es Maßnahmen, so dass die ausreichende Verfügbarkeit von fachkundigem Personal gewährleistet ist?

Aus /IAE 22/ lassen sich zwei weitere Merkposten entnehmen, die im Prozess Personalplanung zu berücksichtigen sind:

- Wird das Risiko, das vom Verlust von Mitarbeitern, die über wichtige Kenntnisse und Kompetenzen verfügen (z. B. aufgrund von Pensionierung), ausgeht, bewertet und nötigenfalls Maßnahmen zu dessen Abmilderung ermittelt?
- Ist ein systematischer Ansatz zur Entwicklung und Förderung potenzieller Nachfolger für wichtige Fach- oder Führungspositionen implementiert?

Aus den im Prozessblatt (siehe Anhang B) angegebenen Anforderungen lassen sich weitere Merkposten entnehmen, die zusätzliche erfolgsrelevante Aspekte beschreiben:

- Sind die benötigten Kompetenzen für jede Position mit Bedeutung für die Sicherheit klar definiert?
- Wird bei der Einstellung von Personal auf eine für die Ausübung der jeweiligen Aufgaben und Pflichten angemessene Qualifikation sowie auf die Einsatztauglichkeit geachtet?
- Wird durch Eigenpersonal ausreichende Kompetenz bzgl. Führung und Management, Sicherheitskultur und technischen und menschlich-organisatorischen Aspekten bereitgestellt?
- Wird bei der Personalplanung der unerwartete Verlust von wichtigen Mitarbeitern sowie die unerwartete Unverfügbarkeit einer großen Zahl von Mitarbeitern (z. B. durch eine Pandemie) berücksichtigt?
- Gibt es eine systematische und frühzeitige Nachfolgeplanung?
- Wird bei der Beurteilung des Personals sowie bei der Auswahl und Beförderung von Führungspersonal neben fachlichen Aspekten auch die Methodenkompetenz, Führungskompetenz, soziale Kompetenz sowie die sicherheitsgerichtete Einstellung berücksichtigt?
- Ist für jede sicherheitsrelevante Position die minimal erforderliche Qualifikation definiert? Wird diese Qualifikation jeweils bei Aufnahme der Position/Tätigkeit entsprechend nachgewiesen?

- Wird die physische und mentale Gesundheit der Beschäftigten systematisch unterstützt?

5.1.2 Kernprozess „Reaktorbetrieb, Durchführung von Experimenten und Bestrahlungen“

Zunächst werden die in GRS-540⁴ /GRS 19/ genannten Indikatoren aufgeführt, soweit sie für den Betrieb von Forschungsreaktoren relevant sind. Dann werden die im IAEA-TECDOC-1141 /IAE 00/ für Kernkraftwerke angegebenen Indikatoren, die auch Indikatoren der WANO beinhalten, auf ihre Eignung für die Überwachung und Steuerung des Kernprozesses „Reaktorbetrieb, Durchführung von Experimenten und Bestrahlungen“ eines Forschungsreaktors untersucht und dafür geeignete Varianten angegeben. Darüber hinaus werden auch die weiteren Indikatoren der WANO einbezogen. Diese liegen mittlerweile in einer – gegenüber der für TECDOC-1141 verwendeten – aktualisierten Fassung von 2021 /WAN 21/ vor. Abschließend werden zusätzlich ermittelte Indikatoren und Merkposten dargestellt.

In GRS-540 /GRS 19/ in Bezug auf den Betrieb genannte Indikatoren werden im Folgenden aufgeführt. Hierbei wird eine abstraktere Darstellung analog den anderen verwendeten Quellen gewählt.

- Anzahl⁵ der Mängel bei Schlüsselhandhabungsvorgängen auf der Warte,
- Anzahl Meldepflichtiger Ereignisse aufgrund von Ursachen aus der Schlüsselhandhabung,
- Anzahl der Mängel bei Schlüsselhandhabungsvorgängen in der Sicherheitszentrale⁶,
- Anzahl der Mängel bei der korrekten Handhabung einer Schließung,

⁴ In GRS-540 wird, da dort der Fokus auf dem Nach- bzw. Restbetrieb liegt, der entsprechende Prozess als „Betrieb/Nachbetrieb/Restbetrieb“ bezeichnet.

⁵ Anteile sind hier und im Folgenden jeweils für einen geeigneten Betrachtungszeitraum zu ermitteln, z. B. ein Kalenderjahr

⁶ In /GRS 19/ und seinen Quelldokumenten als „Sicherheitszentrale“ bezeichnet.

- Anteil der Schichtübergaben mit unvollständigen Dokumentationen im Schichtbuch,
- Häufigkeit der Unterschreitung der anlageninternen Vorgaben der Schichtnormalbesetzung,
- Anzahl der durchgeführten Kontrollen bei Schichtübergaben im Rahmen der Dienstaufsicht im Vergleich zu den Vorgaben,
- Relative Abweichung der tatsächlichen Durchführung von Rundgängen von den Sollvorgaben.

Sämtliche genannten Indikatoren sind – soweit inhaltlich anwendbar – für Forschungsreaktoren geeignet. Jedoch beschreiben sie mit Ausnahme der Schlüsselhandhabungsfehler formale Aspekte des Betriebes.

In GRS-540 /GRS 19/ sind noch weitere Indikatoren genannt, die ebenfalls wesentlich vom Kernprozess „Reaktorbetrieb, Durchführung von Experimenten und Bestrahlungen“ (im Folgenden als „Betrieb“ bezeichnet) abhängen. Diese weiteren Indikatoren sind für die Bewertung dieses Kernprozesses geeignet, wenn nur Ereignisse berücksichtigt werden, bei denen Fehlhandlungen bei Tätigkeiten dieses Prozesses auftreten bzw. organisatorische Schwächen innerhalb dieses Prozesses oder in Einheiten der Aufbauorganisation, die diesen Prozess ausführen, auftreten. Dies umfasst:

- Anzahl Meldepflichtiger Ereignisse, bei denen als Ursache Fehlhandlungen vorlagen, die bei Tätigkeiten des Prozesses „Betrieb“ auftraten,
- Anzahl Meldepflichtiger Ereignisse, bei denen als Ursache bzw. im Ereignisablauf Fehlhandlungen oder organisatorische Schwächen im Prozess „Betrieb“ vorlagen.

Ebenso lassen sich weitere Indikatoren zur Überwachung des Kernprozesses „Reaktorbetrieb, Durchführung von Experimenten und Bestrahlungen“ nutzen, wenn die Ereignisse auf diejenigen beschränkt werden, die auf Tätigkeiten im Rahmen dieses Prozesses zurückzuführen sind. Dies sind:

- Anzahl Meldepflichtiger Ereignisse, die durch Tätigkeiten des Prozesses „Betrieb“ verursacht wurden.

Dieser Indikator kann ggf. noch nach der Meldekategorie (N, E bzw. S) differenziert werden.

- Anzahl Beinahe-Ereignisse, die durch Tätigkeiten des Prozesses „Betrieb“ verursacht wurden,
- Anzahl ungeplanter Reaktorschnellabschaltungen, die durch Tätigkeiten des Prozesses „Betrieb“ verursacht wurden,
- Anzahl Meldepflichtiger Ereignisse mit Anforderungen an das Sicherheitssystem, die durch Tätigkeiten des Prozesses „Betrieb“ verursacht wurden,
- Anzahl Meldepflichtiger Ereignisse mit Anforderungen an sonstigen sicherheitstechnisch wichtigen Systemen, die durch Tätigkeiten des Prozesses „Betrieb“ verursacht wurden.

Der in IAEA-TECDOC-1141 /IAE 00/ definierte Indikator “number of forced power reductions and outages due to internal causes” (Anzahl der erzwungenen Leistungsreduzierungen und Abschaltungen aufgrund interner Ursachen) lässt sich sowohl unmittelbar verwenden

- Anzahl der erzwungenen Leistungsreduzierungen und Abschaltungen aufgrund interner Ursachen

als auch für Forschungsreaktoren übertragen zu:

- Anzahl der Nichtdurchführung oder des Abbruches von Versuchen und Bestrahlungen aufgrund anlageninterner Ursachen.

Dieser Indikator hängt allerdings nicht nur von der Qualität des Betriebes, sondern insbesondere auch wesentlich von der Qualität der Instandhaltung sowie von sonstigen Einflussgrößen wie z. B. der technischen Auslegung der Anlage ab.

Entsprechendes gilt für die in /IAE 00/ aufgeführten Indikatoren der WANO (aktuelle Version siehe /WAN 21/). Der „unit capability factor“, der charakterisiert ist als „percentage of maximum energy generation that a unit is capable of supplying to the electrical grid, limited only by factors within the control of station management. A high unit capability factor indicates effective station programmes and practices to minimize unplanned

energy losses and to optimize planned outages“ (Prozentsatz der maximalen Energiemenge, die eine Anlage in das Stromnetz einspeisen kann, nur durch Faktoren begrenzt, die vom Kraftwerksmanagement beeinflusst werden können. Ein hoher Kapazitätsfaktor deutet auf effektive Kraftwerksprogramme und -praktiken hin, die ungeplante Verluste minimieren und geplante Abschaltungen optimieren.) lässt sich für Forschungsreaktoren übertragen als

- Anteil⁵ der Kalenderzeit, die für Versuche und Bestrahlungen zur Verfügung steht.

Der WANO-Indikator „unplanned capability loss factor“ lässt sich entsprechend für Forschungsreaktoren übertragen als

- Anteil der Ausfallzeit, die ungeplant für Versuche und Bestrahlungen nicht zur Verfügung steht, wobei nur Ausfallzeiten berücksichtigt werden, die durch anlageninterne Ursachen bedingt sind⁷.

In IAEA-TECDOC-1141 /IAE 00/ sind weitere, verschiedene Indikatoren angegeben, die sich auf Meldepflichtige Ereignisse beziehen, u. a. die Anzahl Meldepflichtiger Ereignisse und die Anzahl Meldepflichtiger Ereignisse aufgrund menschlicher Fehlhandlungen. Diese sind analog zu den Indikatoren aus GRS-540 /GRS 19/ im Allgemeinen nicht spezifisch für den Prozess „Betrieb“. Es lassen sich daraus allerdings spezifische Indikatoren ableiten, indem nur Ereignisse einbezogen werden, die eine Ursache im Prozess „Betrieb“ haben:

- Anzahl Meldepflichtiger Ereignisse mit INES > 0, die durch Tätigkeiten des Prozesses „Betrieb“ verursacht wurden.
- Anzahl Meldepflichtiger Ereignisse, die durch Tätigkeiten des Prozesses „Betrieb“ verursacht wurden.
- Anzahl Meldepflichtiger Ereignisse aufgrund menschlicher Fehlhandlungen bei Tätigkeiten des Prozesses „Betrieb“.

⁷ Externe Ursachen wie Ausfall der externen Stromversorgung bleiben unberücksichtigt.

Im Gegensatz zu dem letzten Indikator wird bei den ersten beiden keine Fehlhandlung vorausgesetzt, sondern die Ursache kann in den vorgesehenen Tätigkeiten selbst liegen.

Analog IAEA-TECDOC-1141 können entsprechende Indikatoren auch für nicht meldepflichtige Ereignisse definiert werden, die jedoch einem anlageinternen Signifikanzkriterium genügen. Dieses kann aus deterministischen oder probabilistischen⁸ Kriterien bestehen:

- Anzahl signifikanter Ereignisse, die durch Tätigkeiten des Prozesses „Betrieb“ verursacht wurden,
- Anzahl signifikanter Ereignisse aufgrund menschlicher Fehlhandlungen bei Tätigkeiten des Prozesses „Betrieb“.

IAEA-TECDOC-1141 beinhaltet ebenfalls Indikatoren, die sich auf die Anforderung von Sicherheitssystemen beziehen. Dies umfasst die Anzahl von ungeplanten Reaktorschnellabschaltungen und die Anzahl von Anforderungen sonstiger Sicherheitssysteme. Diese sind im Allgemeinen nicht spezifisch für den Prozess „Betrieb“. Es lassen sich daraus allerdings spezifische Indikatoren ableiten, indem nur Ereignisse einbezogen werden, die eine Ursache im Prozess „Betrieb“ haben:

- Anzahl der Anforderung von Sicherheitssystemen, die durch Tätigkeiten des Prozesses „Betrieb“ verursacht wurden.

Analog lassen sich Indikatoren definieren, die die ungeplante Unverfügbarkeit von Sicherheitssystemen durch Tätigkeiten des Prozesses „Betrieb“ messen:

- Anzahl der ungeplanten Unverfügbarkeit von Sicherheitssystemen, die durch Tätigkeiten des Prozesses „Betrieb“ verursacht wurden.
- Gesamtzeit der ungeplanten Unverfügbarkeit von Sicherheitssystemen, die durch Tätigkeiten des Prozesses „Betrieb“ verursacht wurden.

⁸ Ein probabilistisches Kriterium kann z. B. darin bestehen, dass das Ereignis ein Precursor-Ereignis ist, d. h. die erwartete Häufigkeit eines Gefährdungszustands bzw. Kernschadenzustand unter Berücksichtigung der tatsächlich aufgetretenen Fehler und Ausfälle einen bestimmten Grenzwert überschreitet.

In Bezug auf den Aspekt „Compliance“ ist in IAEA-TECDOC-1141 u. a. der Indikator „number of violations of the licensing requirements“ (Anzahl der Verletzungen von Genehmigungsbedingungen) genannt. Hier ist zu beachten, dass auch technische Gründe zu Verletzungen von Genehmigungsbedingungen und Auflagen führen können. Er lässt sich übertragen als

- Anzahl der Verletzungen von Genehmigungsbedingungen und Auflagen, die durch Tätigkeiten des Prozesses „Betrieb“ verursacht wurden.

Zu „Attitude towards procedures, policies and rules“ (Einstellung zu Prozeduren, Richtlinien und Regeln) ist in IAEA-TECDOC-1141 genannt:

- Anzahl⁵ der auf der Warte anstehenden Meldungen.

Eine große Anzahl auf der Warte anstehender Meldungen kann dadurch zustande kommen, dass anstehende Meldungen nicht unverzüglich abgearbeitet und ihre Ursachen behoben werden. Weiterhin erschwert eine hohe Anzahl anstehender Meldungen das Fahren der Anlage.

Die Performance Indicators der NRC /NRC 25/ beinhalten Indikatoren, die ggf. für Forschungsreaktoren übertragbar sind. Diese Indikatoren hängen nicht nur vom Prozess „Betrieb“ ab, können aber analog zu oben zu seiner Überwachung verwendet werden, wenn nur Ereignisse einbezogen werden, die durch Tätigkeiten des Prozesses „Betrieb“ verursacht wurden:

- Anzahl der ungeplanten Leistungsabsenkungen, die durch Tätigkeiten des Prozesses „Betrieb“ verursacht wurden (abgeleitet aus Performance Indicator IE03),
- Anzahl der ungeplanten Reaktorschnellabschaltungen mit zusätzlich erforderlichen Handmaßnahmen, die durch Tätigkeiten des Prozesses „Betrieb“ verursacht wurden (abgeleitet aus Performance Indicator IE04).

In den für Forschungsreaktoren zutreffenden NRC Inspection Procedures 69001 bis 69013 werden in den „Inspection Requirements“ (Abschnitt 02) Anforderungen aufgeführt, deren Erfüllung die Inspektoren untersuchen sollen.

Hieraus lassen sich weitere Indikatoren und Merkposten ableiten:

- Anzahl der Abweichungen von definierten Prozeduren/Prozessen im Betrieb.

Abweichungen zeigen einerseits eine ungenügende Regeltreue des Personals, andererseits können sie auf Defizite in den Prozeduren bzw. Prozessen hindeuten.

- Anzahl der Meldepflichtige Ereignisse, die durch Abweichungen von definierten Prozeduren/Prozessen im Betrieb verursacht werden,
- Anzahl der sonstigen Ereignisse, die durch Abweichungen von definierten Prozeduren/Prozessen im Betrieb verursacht werden.

Es lassen sich darüber hinaus weitere Indikatoren definieren, die Rückschlüsse über die Qualität der Prozeduren zur Durchführung von Experimenten und Bestrahlungen ermöglichen. Aufgrund der direkten oder indirekten Schnittstellen zu anderen Prozessen, können diese Indikatoren ggf. auch auf Verbesserungsmöglichkeiten bei anderen Prozessen hinweisen.

- Dauer von Freigabeprozessen für Experimente und Bestrahlungen,
- Anteil unvollständiger Anträge für Experimente und Bestrahlungen.

Neben der Qualität und Verständlichkeit von Vorgaben können auch die Komplexität der Freigabeprozesse sowie personelle Engpässe oder die Qualität entsprechender Schulungen Einflussfaktoren sein, sodass diese Indikatoren auch Hinweise zu Verbesserungspotenzialen anderer Prozesse (z. B. Personalplanung, Qualifikation und Schulung) geben können.

- Anteil kurzfristiger („last minute“) Proben- oder Experimentänderungen,
- Termintreue von Abläufen bei Experimenten und Bestrahlungen.

Diese Indikatoren können Hinweise auf Mängel in der Planungsqualität geben.

- Anzahl dokumentierter Kommunikationsfehler im Zusammenhang mit Experimenten und Bestrahlungen,

- Anzahl der Fälle, bei denen unklare Verantwortlichkeiten im Zusammenhang mit Experimenten und Bestrahlungen adressiert werden mussten.

Kommunikationsfehler können in diesem Zusammenhang ein nicht erfolgter oder unvollständiger Austausch relevanter Informationen zwischen Reaktorbetrieb, Strahlenschutz und Experimentatoren sein. Häufungen solcher Kommunikationsfehler oder von Unklarheiten zu Verantwortlichkeiten können ggf. auf entsprechende Mängel in den Prozeduren hinweisen.

- Anzahl von Fehlbedienungen oder Fehlinterpretationen von Prozeduren im Zusammenhang mit Experimenten und Bestrahlungen.

Fehlbedienungen und Fehlinterpretationen können unterschiedliche Ursachen haben, z. B. uneindeutige Vorgaben in Prozeduren, mangelnde Berücksichtigung ergonomischer Aspekte bei der Gestaltung von Experimentiereinrichtungen oder übermäßiger Zeitdruck.

- Anzahl unvollständiger Protokolle zu Experimenten und Bestrahlungen.

Häufungen bei diesem Indikator können auf eine unzureichende Regeltreue hinweisen. Unter Umständen kann dies auch durch andere Prozesse (z. B. Schulungen) beeinflusst werden.

- Anzahl verlorener oder fehlerhaft dokumentierter Proben.

Dieser Indikator kann z. B. auf unklare oder unvollständige Vorgaben zur Probenkennzeichnung und -verfolgung oder Mängel bei der Vermittlung dieser Vorgaben hinweisen.

Im Folgenden werden die Merkposten für den Prozess „Reaktorbetrieb, Durchführung von Experimenten und Bestrahlungen“ angegeben. Zunächst werden die in GRS-540 /GRS 19/ enthaltenen Merkposten aufgeführt. Hierbei werden besondere sprachliche Hinweise auf die weitere Gültigkeit *auch* im Nach- und Restbetrieb wie „weiterhin“, „auch im Nach- und Restbetrieb“ usw. nicht wiedergegeben und der Bezug auf Änderungen, die sich aus dem Übergang auf Nach- bzw. Restbetrieb ergeben, auf allgemeine Änderungen abstrahiert:

- Werden alle Entscheidungen von besonderer Bedeutung für den Betrieb/Nachbetrieb/Restbetrieb nachvollziehbar dokumentiert?
- Wurde das Führungs- und Kommunikationsverhalten auf der Warte so festgelegt, dass alle Handlungen sicher ausgeführt werden können?
- Wurde die Mindestbesetzung der Schichtgruppe und Warte auf den aktuellen Betriebszustand der Anlage angepasst und ist diese ausreichend dimensioniert für alle Betriebszustände und für unerwartete Situationen?
- Werden alle relevanten Informationen (z. B. neue Anweisungen oder Änderungen) über ein formelles Kommunikationssystem an die Schichten übermittelt?
- Wurden die schriftlichen Anweisungen für die Tätigkeiten des Schichtpersonals an geänderte Gegebenheiten (z. B. beim Übergang zum Nach- bzw. Restbetrieb) angepasst?
- Sind die Schichtanweisungen aktuell und gültig?
- Wird ein Schichtbuch geführt?
- Ist die Vorgehensweise bei Schichtübergabe festgelegt?
- Ist auf der Warte ein sicherheitsgerichtetes Arbeiten in einer möglichst ruhigen Atmosphäre möglich?
- Erfolgt die Schlüsselverwaltung mit klaren Zuständigkeiten?
- Wird die Anlage regelmäßig begangen?
- Wird die Notsteuerstelle regelmäßig begangen?

Diese Merkposten sind für Forschungsreaktoren anwendbar.

Aus den im Prozessblatt (Anhang C) angegebenen Anforderungen lassen sich weitere Merkposten entnehmen, die zusätzliche erfolgsrelevante Aspekte beschreiben:

- Werden Entscheidungen von besonderer Bedeutung für den Fahrbetrieb nachvollziehbar dokumentiert?
- Werden Sonderfahrweisen (z. B. Anlagenversuche) nur innerhalb eines qualitätsgesichert geplanten – wobei die sicherheitstechnische Relevanz bewertet wird – und

entsprechend den gültigen Regelungen freigegebenen Verfahrens (z. B. Schichtanweisung) durchgeführt?

- Wird die Kenntnisnahme der Übermittlung relevanter Informationen (z. B. neue Anweisungen oder Änderungen) an das Schichtpersonal durch dieses nachvollziehbar bestätigt?
- Ist Art und Umfang der im Wartebereich für das Betreiben der Anlage bereitzuhaltenden Dokumente festgelegt? Wird dies regelmäßig überprüft?
- Sind die Schnittstellen zu internen und externen Organisationseinheiten in Bezug auf Forschungsaktivitäten klar definiert?
- Sind Nutzer, die nicht der Betriebsorganisation angehören (z. B. Forscher und Studenten) ausschließlich zum Betreten der Raumbereiche berechtigt, die für die unmittelbare Ausführung der zugelassenen Tätigkeiten betreten werden müssen?
- Werden Zugangsberechtigungen dokumentiert und ihre Einhaltung überwacht?

Weiterhin sind folgende, in GRS-A-3799 (Anhang G.3: Themenbereich Betrieb) aufgeführten Fragen, zum Betrieb der Anlage zur Beurteilung des Prozesses „Reaktorbetrieb, Durchführung von Experimenten und Bestrahlungen“ relevant:

- Werden die Anforderungen an das Führungs- und Kommunikationsverhalten auf der Warte auf ihre Wirksamkeit hin überprüft und angepasst?
- Werden die Regelungen für Mindestbesetzungen (Schichtgruppen, Warte, ...) und für den Fall des Unterschreitens der Mindestbesetzung regelmäßig auf ihre Durchführbarkeit überprüft?
- Werden Schichtanweisungen regelmäßig auf Aktualität, Gültigkeit und ggfs. Überführung in das Betriebshandbuch überprüft?
- Werden Abweichungen und Auffälligkeiten aus Anlagenrundgängen durch den Schichtleiter in Hinblick auf ihre sicherheitstechnische Relevanz bewertet und entsprechende Maßnahmen veranlasst?
- Kann jeder Mitarbeiter Störmeldungen veranlassen oder selber verfassen?

- Sind freigeschaltete Anlagenteile mit einer Kennzeichnung auf der Warte und vor Ort versehen und werden diese regelmäßig auf ihre Gültigkeit überprüft?

Folgende zusätzlichen Merkposten lassen sich aus den für Forschungsreaktoren zutreffenden NRC Inspection Procedures 69001 bis 69013 ableiten:

- Sind der Prozess und die Prozeduren geeignet, die beabsichtigten Ziele zu erreichen?
- Werden die Vorgaben in Bezug auf Prozeduren durch das Personal eingehalten (Regeltreue des Personals)?
- Ist die gesamte für den Betrieb relevante, vom Personal verwendete Dokumentation auf dem aktuellen Stand?
- Sind der Prozess und alle Prozeduren in Übereinstimmung mit den rechtlichen Anforderungen, Genehmigungsbedingungen und Auflagen?

Dieser Merkposten kann noch durch einen weitergehenden Merkposten ergänzt werden:

- Sind der Prozess und alle Prozeduren geeignet, die Erfüllung der rechtlichen Anforderungen, Genehmigungsbedingungen und Auflagen sowie der internen Vorgaben sicherzustellen?

5.1.3 Unterstützungsprozess „Qualifikation und Schulung des Personals“

Die in GRS-540 aufgeführte Indikatoren werden im Folgenden genannt:

- Summe⁵ der Schulungsstunden für Fachkunde-Personal,
- Schulungsstunden je Fachkunde-Führungskraft,
- Schulungsstunden je Mitarbeiter des verantwortlichen Schichtpersonals,
- Schulungsstunden des verantwortlichen Schichtpersonals über Mindestvorgabe,
- Schulungsstunden des verantwortlichen Personals über Mindestvorgabe (ohne Schichtpersonal),
- Summe aller Schulungsstunden zum Notfallschutz sowie der Notfallübungen,

- Anteil der Teilnehmer von Notfallschutzschulungen und -übungen am Gesamtpersonal laut Notfallplan,
- Summe der Veranstaltungsstunden zur Sicherheitskultur,
- Teilnahmerate an Ausbildungsmaßnahmen zur Sicherheitskultur,
- Qualität der Schulungsmaßnahmen, erfasst durch Fragebogen,
- Anzahl Meldepflichtiger Ereignisse mit Ursache "Qualifikation" und/oder Maßnahme "Schulung".

Nur die beiden letztgenannten Indikatoren erfassen den tatsächlichen Erfolg der Schulungsmaßnahmen; einer dieser beiden bildet darüber hinaus nur den Prüfungserfolg und nicht den Erfolg bei der realen Anwendung ab.

Der letztgenannte Indikator lässt sich auf Ereignisse unterhalb der Meldeschwelle erweitern:

- Anzahl signifikanter Ereignisse mit Ursache „Qualifikation“ und/oder Maßnahme „Schulung“.

In IAEA-TECDOC-1141 /IAE 00/ sind Indikatoren definiert, die Informationen über die Leistung des Prozesses „Qualifikation und Schulung des Personals“ liefern. Dies umfasst die Indikatoren „number of hours devoted to training“ (Anzahl der Schulungsstunden), „number of failed licensing exams“ (Anzahl der nicht bestandenen Prüfungen), „errors due to deficiencies in training“ (Anzahl der Fehler aufgrund von Defiziten in der Schulung), „operator errors during accident scenarios in the simulator“ (Anzahl der Fehler bei Simulatorübungen von Unfällen). Für Forschungsreaktoren lassen sich folgende Indikatoren ableiten:

- Gesamtzeit, die das Personal an Schulungen teilnimmt,
- Anteil nicht bestandener Prüfungen,
- Anzahl menschlicher Fehler durch Ausbildungsdefizite,
- Anzahl menschlicher Fehler bei Übungen.

Diese beiden letztgenannten Indikatoren liefern zusätzliche Informationen zu den in GRS-540 aufgeführten Indikatoren, da sie Fehler bei tatsächlichen Bedienhandlungen bzw. in Übungen erfassen, die unterhalb der Meldeschwelle liegen.

Die in IAEA-TECDOC-1141 genannten Indikatoren „percentage of plant staff trained in safety management/safety culture“, „number of seminars on safety related matters“ und „percentage of attendance at safety related seminars“ lassen sich unmittelbar für Forschungsreaktoren verwenden:

- Anteil des in Sicherheitskultur und Sicherheitsmanagement geschulten Personals,
- Anzahl der Schulungen zu Sicherheitsaspekten,
- Anteil des Personals, das an Schulungen zu Sicherheitsaspekten teilgenommen hat.

Sie liefern allerdings keine wesentlichen neuen Informationen zu den in GRS-540 /GRS 19/ aufgeführten Indikatoren.

Zwei der Performance Indicators der NRC lassen sich ebenfalls ggf. für Forschungsreaktoren anwenden:

- Anteil der korrekt absolvierten Notfallübungen und der korrekt abgewickelten tatsächlichen Notfallereignisse (Performance Indicator EP01),
- Anteil des für Notfälle vorgesehenen Personals, das an Übungen teilgenommen oder bei tatsächlichen Ereignissen mitgewirkt hat (Performance Indicator EP02).

Der letztgenannte Indikator liefert jedoch keine wesentlichen neuen Informationen.

Die in GRS-540 aufgeführten Merkposten^{12,9} werden im Folgenden genannt:

- Beinhaltet das Schulungsprogramm neben Schulungen der fachlichen Qualifikationen auch Schulungen der Methoden-, Führungskompetenz, sozialen Kompetenz und zu relevanten menschlichen und organisatorischen Aspekten?
- Wird sichergestellt, dass die speziellen Kenntnisse, Fertigkeiten und Erfahrungen von langjährigen Mitarbeitern weitergegeben werden?
- Vermittelt das Schulungsprogramm jedem Mitarbeiter die Relevanz und Wichtigkeit seiner Tätigkeiten?

- Wird das Schulungsprogramm aufgrund eigener Betriebserfahrung bzw. relevanter Erfahrung aus anderen Anlagen in dem letzten Jahr angepasst bzw. verändert?
- Wird der individuelle Schulungsbedarf der Mitarbeiter und des Fremdpersonals ermittelt?
- Wird das Fremdpersonal auf die speziellen Gefahren und Sicherheitsprozeduren im nuklearen Kontext geschult?
- Werden Schulungen/Maßnahmen zur Vermittlung der Sicherheitskultur abgehalten?
- Wird die Qualität der Schulungen überprüft?

Diese Merkposten sind für Forschungsreaktoren anwendbar.

In Bezug auf die Stilllegung sind folgende Merkposten für Forschungsreaktoren anwendbar:

- Werden alle Mitarbeiter, die an der Stilllegung beteiligt sind, mit dem Anlagengelände und den Sicherheitsvorkehrungen vertraut gemacht?
- Wird das Schulungsprogramm beim Übergang vom Betrieb zu Stilllegung/Rückbau geändert bzw. angepasst?
- Werden spezifische Schulungseinrichtungen (z. B. Mock-Ups) genutzt, um die Mitarbeiter auf die speziellen Herausforderungen des Rückbaus vorzubereiten?

Aus den im Prozessblatt (Anhang D) angegebenen Anforderungen lassen sich weitere Merkposten entnehmen, die zusätzliche erfolgsrelevante Aspekte beschreiben:

- Werden Schulungseinrichtungen und -methoden zeitnah dem aktuellen Stand angepasst?
- Umfasst das Schulungsprogramm aller in der Anlage tätigen Personen die Themen Strahlenschutz (sofern im Kontrollbereich tätig), Brandschutz, Arbeitsschutz und Betriebskunde sowie ggf. Anlagensicherung?
- Umfasst das Schulungsprogramm des für den sicheren Betrieb verantwortlichen Personals die Grundlagen der Kerntechnik und die Auslegung der Anlage?

- Werden die Schulungen von qualifiziertem und erfahrenem Personal mit entsprechenden Lehrkompetenzen ausgeführt, die mit der Routine und der Arbeitspraxis am Arbeitsplatz vertraut sind?
- Wird die Effektivität der Schulungsmaßnahmen systematisch überprüft? Wird dabei die Leistung der geschulten Mitarbeiter berücksichtigt? Werden nötigenfalls Verbesserungsmaßnahmen abgeleitet?
- Wird die Kompetenz des Betriebspersonals durch Prüfungen sichergestellt?
- Wird die Fachkunde auf dem jeweils erforderlichen Stand gehalten, u. a. durch sofortige Unterrichtung über wesentliche Änderungen an der Anlage oder ihrer Betriebsweise und ggf. entsprechende Schulungen?
- Wird relevante interne und externe Betriebserfahrung in den Schulungen berücksichtigt?
- Werden bei der Einbindung von interner und externer Betriebserfahrung in das Schulungsprogramm auch positive Aspekte und Beispiele für Erfolge („Good Practices“) berücksichtigt?
- Werden Übungen von Notfallmaßnahmen durchgeführt?
- Wird auch Fremdpersonal – entsprechend den ausgeführten Tätigkeiten – angemessen geschult?
- Werden die Schulungsmaßnahmen und ihre Ergebnisse personenbezogen dokumentiert?

Weiterhin sind folgende in GRS-A-3799 (Anhang G.7: Themenbereich Qualifikation und Schulung des Personals) aufgeführten Fragen zur Beurteilung des Prozesses „Qualifikation und Schulung des Personals“ relevant:

- Werden Qualifikationsanforderungen an das Personal erfasst und laufend fortgeschrieben?
- Wird bei Schulungsprogrammen eine stets sicherheitsorientierte Grundeinstellung vermittelt?

- Werden Schulungsprogramme auf ihre Wirksamkeit hin überprüft und ggf. verbessert?
- Werden Änderungen in der Anlage in das Schulungsprogramm aufgenommen?
- Werden die Qualifikationen, die Kenntnisse und die Schulungen von Fremdpersonal entsprechend den Tätigkeiten an die Qualifikationen, die Kenntnisse und die Schulungen des Eigenpersonals angepasst?
- Stehen ausreichende Ressourcen für Qualifikationsmaßnahmen der Qualitätsmanagement-Abteilung bereit?
- Werden die Prozessbeteiligten im Hinblick auf die Prozessdokumentation und insbesondere auf die Schnittstellen zu anderen Prozessen geschult?
- Werden die Mitarbeiter und die Führungskräfte hinsichtlich der IT-Sicherheit regelmäßig geschult und auf aktuelle Bedrohungsmechanismen hingewiesen?
- Werden die IT-Mitarbeiter regelmäßig hinsichtlich neuer Erkenntnisse und Techniken geschult?
- Wird das Fremdpersonal entsprechend der IT-Richtlinien geschult und überprüft?

5.1.4 Unterstützungsprozess „Wissensmanagement“

Weder in GRS-540 noch in IAEA-TECDOC-1141 sind für die Überwachung und Steuerung des Wissensmanagements geeignete Indikatoren aufgeführt. Der Leitfaden NG-G-6.1 /IAE 22/ beinhaltet Empfehlungen zum Wissensmanagement (siehe Prozessblatt des Unterstützungsprozesses „Wissensmanagement“ im Anhang E). Insbesondere wird auch die Überwachung mithilfe von Indikatoren empfohlen und Anforderungen an diese Indikatoren genannt. Diese entsprechen jedoch generischen Anforderungen an Systeme von Indikatoren, u. a. sollten sie zur Unterstützung der kontinuierlichen Verbesserung geeignet sein, führende Indikatoren beinhalten, die benötigten Daten aus einer zuverlässigen Quelle stammen und innerhalb der Organisation leicht verfügbar sein usw. Konkrete Definitionen von geeigneten Indikatoren werden nicht genannt.

Aus den Anforderungen an das Wissensmanagement lassen sich folgende Merkposten ableiten:

- Existieren eine konkrete Zielsetzung und eine klare Strategie des Wissensmanagements?
- Wird das benötigte Wissen systematisch identifiziert?
- Wird das benötigte Wissen systematisch dokumentiert und fortlaufend aktualisiert?
- Wird das vorhandene Wissen systematisch identifiziert?
- Wird das vorhandene Wissen systematisch dokumentiert und fortlaufend aktualisiert?
- Wird das vorhandene Wissen regelmäßig mit dem benötigten Wissen verglichen?
- Sind die Aktivitäten des Wissensmanagements in die Organisationsprozesse eingebettet (z. B. Dokumentation von Entscheidungsgrundlagen bzw. Hintergrundwissen)?
- Werden Aktivitäten des Wissensmanagements in der gesamten Organisation anerkannt und unterstützt? Werden die Aktivitäten insbesondere auf der Führungsebene gefördert und vorangetrieben? Gehen Führungskräfte mit gutem Beispiel voran?
- Sind angemessene Ressourcen für das Wissensmanagement dauerhaft verfügbar?
- Wird das Wissensmanagement durch geeignete dedizierte Mittel der Informationstechnologie unterstützt (Wissensmanagementsystem⁹ – WMS)? Geschieht dies in einheitlicher Weise?
- Werden die Kompetenzen der Mitarbeiter systematisch erfasst und dokumentiert?

⁹ Unter Wissensmanagementsystem (WMS) wird hier ein Informations- und Kommunikationssystem im Sinne eines Anwendungssystems oder einer Informations- und Kommunikationstechnik-Plattform verstanden. Das System kombiniert und integriert verschiedene Funktionen für den strukturierten und kontextualisierten Umgang mit explizitem und implizitem Wissen sowie für internes und externes Wissen /WIK 25/. In NG-G-6.1 wird es als „Wissensportal und Informationstechnologieplattform für das Wissensmanagement“ bezeichnet. Merkposten und Indikatoren für ein Wissensmanagementsystem werden unten näher diskutiert.

- Wird das Risiko des Wissensverlustes systematisch gemanagt? (Hierfür ist insbesondere eine geeignete Schnittstelle zum Prozess „Personalplanung“ vorzusehen, um den Wissensverlust durch Abgang von Mitarbeitern zu berücksichtigen.)
- Sind Verfahren zur Weitergabe der speziellen Kenntnisse, Fertigkeiten und Erfahrungen, die während der Berufszeit langjähriger Mitarbeiter erlangt wurden, eingeführt?
- Wurde eine Vorgehensweise zur Identifizierung, Extrahierung und Speicherung von implizitem Wissen von erfahrenen Mitarbeitern etabliert?
- Werden Möglichkeiten zur internen und externen Vernetzung und zum Austausch von Mitarbeitern angeboten?
- Wird das in anderen Prozessen erzeugte Wissen (insbesondere „Erfahrungsrückfluss“ und „Sicherheitsanalysen und -überprüfungen“) dem Wissensmanagement zugeführt?

Weiterhin bezieht sich folgende in GRS-A-3799 (Anhang G.7: Themenbereich Qualifikation und Schulung des Personals) aufgeführte Frage auf das Wissensmanagement:

- Gibt es Prozesse, die gewährleisten, dass ein Know-how Transfer zwischen den Mitarbeitern erfolgen kann?

Diese Frage kann allerdings, wenn der Prozess „Wissensmanagement“ geeignet definiert und implementiert ist, stets positiv beantwortet werden.

Die genannten Aspekte lassen sich teilweise noch detaillierter in Form von Indikatoren erfassen:

- Für Aktivitäten des Wissensmanagements verfügbare Ressourcen (Arbeitszeit und finanziell/materielle Ressourcen),
- Anteil der Personalwechsel, bei denen keine Wissensweitergabe im geplanten bzw. erforderlichen Umfang an den Nachfolger stattfand.

Darüber hinaus lassen sich weitere detaillierte Informationen in Bezug auf das Wissensmanagementsystem⁹ (WMS) erfassen. Hierauf bezogene wesentliche Erfolgsfaktoren des Wissensmanagements sind:

- Existenz und Implementation eines einheitlichen und umfassenden WMS,
- Bekanntheit und Häufigkeit der Nutzung des WMS,
- Quantität und Qualität der Wissensinhalte des WMS,
- Ausreichende Ressourcen zum Bereitstellen und zur Pflege von Inhalten des WMS.

Die Leistungsfähigkeit des Wissensmanagementsystems kann anhand von Benutzererfahrungen quantifiziert werden. Diese können insbesondere Informationen dazu liefern, ob benötigte Informationen im System verfügbar sind (Vollständigkeit) und auch hinreichend leicht gefunden werden können (Zugänglichkeit).

Die folgenden Indikatoren und Merkposten können zur Überwachung und Steuerung des Wissensmanagementsystems Verwendung finden.

Indikatoren:

- Anteil der verfügbaren Arbeitszeit, die für Eingaben und Pflege der Inhalte des WMS vorgesehen ist,
- Tatsächlich genutzter Anteil der Arbeitszeit für Eingaben und Pflege der Inhalte des WMS,
- Anzahl der Abfragevorgänge,
- Benutzerzufriedenheit (systematische Erfassung, ob Abfragen nach Meinung der Benutzer ein hinreichend nützliches Ergebnis liefern),
- Anzahl der Schulungen zum WMS,
- Gesamtzahl der Schulungsstunden zum WMS,
- Anteil der Beschäftigten, die das WMS regelmäßig nutzen,
- Anzahl von Verzögerungen bei Arbeitsabläufen aufgrund von erforderlichen, aber im WMS nicht verfügbaren Wissensinhalten.

Merkposten:

- Ist die Einspeisung von Informationen ins WMS verbindlich vorgegeben?
- Werden alle sicherheitsrelevanten Themengebiete und Informationen im WMS vollständig erfasst?
- Ist die Oberfläche des WMS konsistent und benutzerfreundlich gestaltet?
- Welche Suchtechnologien sind implementiert (Suche anhand vorgegebener Stichworte, Volltextsuche, semantische Suche)? Inwieweit sind auch Zeichnungen und Bilder diesen Suchtechnologien zugänglich?
- Sind Mechanismen für Benutzer-Feedback implementiert?

5.2 Bestandsaufnahme und Anpassungsbedarf bestehender Analysemethoden und Beurteilungskriterien zur Überprüfung von Managementsystemen und entsprechende Weiterentwicklung

In Rahmen des Vorhabens 3612R01341 wurde eine Methode zur Bewertung der Wirksamkeit von integrierten Managementsystemen in Kernkraftwerken entwickelt. Diese ist in Abschnitt 3.3 von GRS-A-3799 /GRS 15/ detailliert beschrieben. Sie beruht größtenteils auf subjektiven Einschätzungen des Auditors und ist in Ergänzung zu formellen Überprüfungen eines Managementsystems (bspw. nach ISO 9001) und sonstigen Aufsichtsmöglichkeiten zu nutzen.

Im Folgenden wird die Methode kurz dargestellt und der Weiterentwicklungsbedarf für Forschungsreaktoren diskutiert sowie die Weiterentwicklungen dargestellt.

Die Methode beinhaltet drei wesentliche Elemente:

- eine Vorgehensweise,
- einen Indikatorsatz und
- einen Fragenkatalog¹⁰.

Der Indikatorsatz (siehe Anhang D in GRS-A-3799 /GRS 15/) und der Fragenkatalog (siehe Anhang E in GRS-A-3799 /GRS 15/) sind spezifisch für Kernkraftwerke, während die Vorgehensweise generisch ist. Die Methode umfasst neun Themenbereiche:

1. Verantwortung der Leitung,
2. Organisation,
3. Betrieb,
4. Instandhaltung,
5. Schutz der Anlage,
6. Materialwirtschaft,
7. Qualifikation und Schulung,
8. Bewertung und Verbesserung,
9. Sicherheitskultur und Betriebsklima.

Der erste Schritt der Vorgehensweise besteht in dem Erheben und Auswerten der Indikatoren. Bei einer ersten Überprüfung ist es wichtig, dass für alle Indikatoren in einem Gespräch zwischen Vertretern der prüfenden Institution (Auditoren) und dem Betreiber der Anlage ein gleiches Verständnis der Indikatoren entwickelt wird. Danach sollten die Indikatoren an die prüfende Institution übermittelt werden. Diese sichtet die Werte der Indikatoren hinsichtlich Auffälligkeiten. Bei einer wiederholten Überprüfung sollten die Indikatoren insbesondere mit den Werten der Indikatoren aus der oder den

¹⁰ Die in GRS-A-3799 /GRS 15/ verwendeten Begriffe „Fragenkatalog“ und „Fragen“ entsprechen den in GRS-540 /GRS 19/ verwendeten Begriffen „Merkpostenliste“ und „Merkposten“.

vorangegangenen Überprüfungen bzw. vergangenen Zeiträumen verglichen werden. Bei der Bewertung von Veränderungen von Indikatorwerten sollten alle Einflüsse berücksichtigt werden. Die Auffälligkeiten und Fragen, die sich aus der Betrachtung des Indikatorsatzes ergeben, sind in einem nachfolgenden Gespräch zu klären. Die sich so ergebenden Fragen können zusammen mit dem Fragenkatalog in einem Gespräch mit dem Betreiber erörtert werden.

Dieses Gespräch mit dem Betreiber stellt den zweiten Schritt dar. Es soll auf der Anlage geführt werden. Es dient zunächst der Ermittlung der Antworten auf die Fragen; jedoch sollte gleichzeitig auch der Eindruck, der durch den Besuch der Anlage erweckt wird, berücksichtigt werden. Priorität, Tiefe und Umfang bei der Auswahl von Themen können sich von einer Überprüfung zur nächsten ändern. Indikatoren können immer vollumfänglich erhoben und ausgewertet werden, während sich Schwerpunkte der Überprüfung bspw. bei Themen wie Schulung, Erfahrungsrückfluss und Organisation ändern können. Dies kann einerseits z. B. durch aufgetretene Meldepflichtige Ereignisse, aber auch durch die Eindrücke, die zwischenzeitlich durch Gespräche beim Betreiber gewonnen wurden, beeinflusst sein. Grundsätzlich sollte bei einer Überprüfung angestrebt werden, alle Themen zu behandeln.

Der dritte Schritt besteht in der Auswertung und der Darstellung der Ergebnisse. Zu jedem der neun Themenblöcke sollte auf Grundlage der Überprüfung (Indikatoren, Fragenkatalog, Eindruck) eine zusammenfassende Bewertung geschrieben werden, die mindestens die wesentlichen positiven und negativen Auffälligkeiten beinhaltet.

Zur Klassifizierung der Bewertung soll der Auditor den gewonnenen Eindruck einzeln für jeden der neun Themenbereiche auf einer dreistufigen Bewertungsskala abbilden:

- Herausragendes Managementsystem,
- Wirksames Managementsystem,
- Defizite im Managementsystem.

Als beispielhafte Kriterien zur Bewertung werden in /GRS 15/ folgende Aspekte genannt:

Herausragendes Managementsystem:

- Der überwiegende Teil der Indikatoren gibt ein sehr gutes Ergebnis mit einem gleichbleibenden oder sich positiv entwickelnden Trend wieder.
- Der überwiegende Teil der Fragen wurde mit 'Ja' beantwortet.
- Das bei der Anlagenbegehung gewonnene Gefühl für das „gelebte“ Managementsystem ist überdurchschnittlich positiv.
- Anmerkungen aus eventuell vorangegangenen Überprüfungen wurden umgesetzt.
- Neben den reinen Pflichten, die sich aus den Anforderungen ergeben, sind auch zusätzliche Maßnahmen umgesetzt worden bzw. etabliert, die wesentlich zu einem erhöhten Sicherheitsbewusstsein bei den Mitarbeitern führen.

Wirksames Managementsystem:

- Ein wesentlicher Teil der Indikatoren gibt ein gutes Ergebnis mit einem gleichbleibenden oder sich positiv entwickelnden Trend wieder.
- Ein wesentlicher Teil der Fragen wurde mit 'Ja' beantwortet.
- Das bei der Anlagenbegehung gewonnene Gefühl für das „gelebte“ Managementsystem ist positiv.
- Anmerkungen aus eventuell vorangegangenen Überprüfungen wurden umgesetzt.
- Im Wesentlichen sind die reinen Pflichten, die sich aus den Anforderungen ergeben, umgesetzt worden.

Defizite im Managementsystem:

- Ein großer Teil der Indikatoren gibt ein schlechtes Ergebnis mit einem sich negativ entwickelnden Trend wieder. Dies kann auch aufgrund einiger weniger Indikatoren, die wesentlich für die Sicherheit sind, der Fall sein.
- Der überwiegende Teil der Fragen wurde mit 'Nein' beantwortet.

- Das bei der Anlagenbegehung gewonnene Gefühl für das „gelebte“ Managementsystem ist negativ.
- Anmerkungen aus eventuell vorangegangenen Überprüfungen wurden nicht umgesetzt.
- Es sind nur die reinen Pflichten, die sich aus den Anforderungen ergeben, mit einem minimalen Aufwand umgesetzt worden.

Um eine Nachvollziehbarkeit der Bewertung zu gewährleisten, ist es wichtig, dass neben der Klassifizierung in das Schema auch eine schriftliche Darlegung der Bewertung stattfindet.

Als ein graphisches Hilfsmittel zur Zusammenfassung des Überprüfungsergebnisses diente in GRS-A-3799 /GRS 15/ ein Netzdiagramm, in das der Auditor seine Bewertung für die Wirksamkeit des Managementsystems einträgt. In diesem kennzeichnete der innere rote Bereich Defizite in einem Themengebiet des Managementsystems, der grüne Bereich ein wirksames Managementsystem und der gelbe Bereich ein herausragendes Managementsystem (siehe Abbildung 3.2 in /GRS 15/). Durch die Aufteilung in Themenbereiche ist schnell zu erkennen, in welchen Bereichen Defizite bei der Wirksamkeit des Managementsystems vorliegen, für die geeignete Verbesserungen zu erarbeiten sind.

Es wird keine zusammenfassende Bewertung des gesamten Managementsystems vorgenommen.

Ein Screening aktueller Quellen, u. a. der Inspection Procedures der US-NRC, des General Inspection Guide der ONR, sowie aktueller relevanter wissenschaftlicher Veröffentlichungen ergab keine Hinweise auf Weiterentwicklungen, die eine Anpassung der prinzipiellen Vorgehensweise erforderlich erscheinen lassen.

Allerdings wird einem systematischen Wissensmanagement heute eine hohe Bedeutung zugemessen, während dieses Thema zum Zeitpunkt der Entwicklung der Methode noch nicht im Fokus stand. Entsprechend wurde die Vorgehensweise nun dahingehend erweitert, dass ein zusätzlicher zehnter Themenbereich „Wissensmanagement“ ergänzt wurde. Für diesen neuen Themenbereich wurden Indikatoren und Fragen neu ermittelt (siehe Anhänge F.10 und G.10). Es ist anzumerken, dass diese Weiterentwicklung nicht

spezifisch für Forschungsreaktoren ist. Entsprechend dieser Erweiterung wurde die grafische Darstellung angepasst. Weiterhin wird nun eine modifizierte Farbskala verwendet, da die in /GRS 15/ verwendeten Ampelfarben eine nicht zutreffende Interpretation nahelegen könnten. Ein fiktives Beispiel eines Bewertungsergebnisses ist in Abb. 5.1 dargestellt.

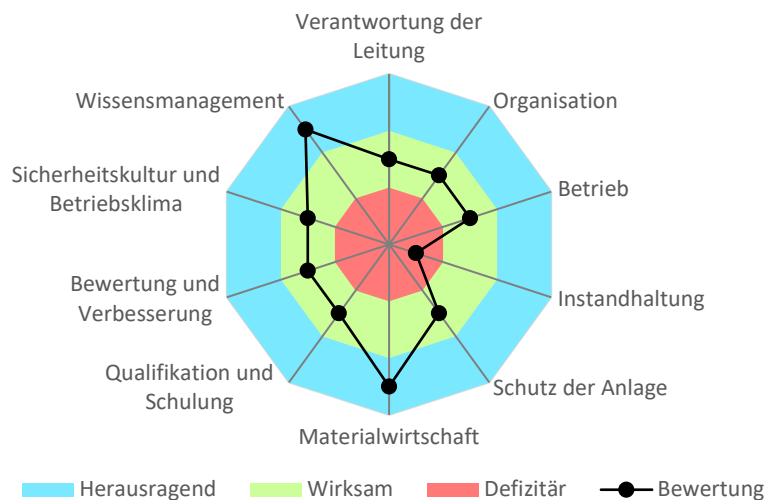


Abb. 5.1 Grafische Übersicht eines beispielhaften Ergebnisses der Bewertung der Wirksamkeit eines Managementsystems

Die beiden weiteren Elemente der im Rahmen des Vorhabens 3612R01341 entwickelten Methode, Indikatorsatz und Fragenkatalog, sind spezifisch für Kernkraftwerke: Nicht alle aufgeführten Fragen und Indikatoren sind für Forschungsreaktoren geeignet und teilweise fehlen für Forschungsreaktoren wichtige Aspekte. Entsprechend wurden diese beiden Elemente für Forschungsreaktoren weiterentwickelt, indem für Forschungsreaktoren nicht relevante Indikatoren und Fragen entfernt bzw. geeignet modifiziert und zusätzlich erforderliche Indikatoren und Fragen ergänzt wurden. Darüber hinaus wurden noch weitere einzelne Indikatoren bzw. Fragen ergänzt, die nicht spezifisch für Forschungsreaktoren sind, aber im Rahmen der Arbeiten dieses Vorhabens ermittelt wurden und die in GRS-A-3799 zusammengestellten Indikatoren bzw. Fragen sinnvoll ergänzen. Die Ergebnisse sind in den Anhängen F bzw. G aufgeführt. Forschungsreaktoren sind sowohl was technische als auch betriebliche und organisatorische Aspekte angeht, wesentlich vielfältiger als Kernkraftwerke. Vor der Anwendung ist zu überprüfen, ob die entwickelten Indikatoren und Fragen auch für die jeweilige Anlage sinnvoll

anwendbar sind. Darüber hinaus ist zu prüfen, ob wichtige spezielle Aspekte der jeweiligen Anlage durch weitere Indikatoren oder Fragen erfasst werden können, die in den hier entwickelten, generischen Listen in den Anhängen F bzw. G nicht enthalten sind.

6 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Vorhaben hat die GRS sich mit wichtigen Aspekten auseinandergesetzt, die bei der Einführung von integrierten Managementsystemen für Forschungsreaktoren zu berücksichtigen sind. Dabei wurde der Fokus insbesondere auf solche Aspekte gelegt, hinsichtlich derer sich Forschungsreaktoren von Kernkraftwerken unterscheiden. Dazu wurden zu verschiedenen Themenbereichen Literaturrecherchen durchgeführt sowie durch die Auswertung von deutschen und internationalen Ereignisberichten, die Teilnahme an der International Conference on Research Reactors 2025 der IAEA und die Durchführung von Expertengesprächen mit Mitarbeitern einer Betreiberorganisation und einer atomrechtlichen Aufsichtsbehörde Erkenntnisse aus der Praxis gesammelt.

Zunächst erfolgte eine Recherche zur Ermittlung der Anforderungen, die in internationalen (IAEA, WENRA) und nationalen (Deutschland, Niederlande, Großbritannien, Schweiz) kerntechnischen Regelwerken an Managementsysteme kerntechnischer Einrichtungen im Allgemeinen und speziell an Managementsysteme für Forschungsreaktoren gestellt werden. Die Ergebnisse sind in Kapitel 3.1 dargestellt. Aspekte, die in den verschiedenen Regelwerken mit Bezug zu Forschungsreaktoren behandelt werden, sind u. a. anlagenspezifische Schulungsmaßnahmen für das Personal, Regelungen zur Gewährleistung des Wissenserhalts in der Organisation und Vorkehrungen für den Fall des kurzfristigen Verlustes von Schlüsselpersonal (z. B. durch Kündigung oder Ereignisse wie Epidemien/Pandemien), technische Änderungen an der Reaktoranlage und den Experimentiereinrichtungen sowie das Alterungsmanagement in Forschungsreaktoren. Letzteres stellt aufgrund des hohen durchschnittlichen Alters der Forschungsreaktoren weltweit ein international zunehmend diskutiertes Thema dar.

Da sowohl im deutschen kerntechnischen Regelwerk (z. B. in den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke und dem Regelwerk des Kerntechnischen Ausschusses) als auch in den nationalen Regelwerken anderer Staaten (z. B. die Niederlande, Großbritannien oder die Schweiz) Anforderungen in der Regel entweder generisch für alle Arten von kerntechnischen Einrichtungen oder mit dem Fokus auf Kernkraftwerke formuliert sind, stellt sich grundsätzlich die Frage nach der Art und Weise, wie diese für Forschungsreaktoren anzuwenden sind. Dies ist insbesondere aufgrund der Vielfalt von Forschungsreaktoren nicht pauschal zu beantworten. Forschungsreaktoren können sich in ihrer technischen Auslegung und damit auch in dem von ihnen ausgehenden

Gefährdungspotenzial für das Anlagenpersonal und die Umgebung stark voneinander unterscheiden. Daher ist oftmals für die Anwendung von Regelwerksanforderungen auf einen spezifischen Forschungsreaktor ein abgestufter Ansatz (Graded Approach) sinnvoll, der die Art und Weise der Erfüllung von dem konkret mit der jeweiligen Anforderung im Zusammenhang stehenden Gefährdungspotenzial des Forschungsreaktors abhängig macht. Im Hinblick auf die Anwendung des Graded Approach wurden in Kapitel 3.1.2 existierende Vorgehensweisen und Anforderungen (IAEA, Niederlande, Deutschland) ausgewertet. Basierend auf dieser Auswertung wurde eine Vorgehensweise zur Anwendung des Graded Approach in Kapitel 4.3.2 beispielhaft auf ausgewählte Anforderungen des deutschen Regelwerks angewendet. Dieser liegt eine generische Kategorisierung von Forschungsreaktoren in drei Kategorien zugrunde.

Es wurde Fachliteratur zu systemischen Betrachtungen von Organisationen ausgewertet (siehe Kapitel 3.2). Der Fokus des systemischen Ansatzes liegt auf der ganzheitlichen Betrachtung von Organisationen als Teil eines komplexen Systems, in dem die Schnittstellen und Wechselwirkungen der Organisation mit anderen Organisationen und die Auswirkungen politischer, gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen berücksichtigt werden. Die Notwendigkeit der Anwendung eines systemischen Ansatzes beim Betrieb von kerntechnischen Anlagen und der Aufsicht über diese Anlagen ist beispielsweise eine zentrale Erkenntnis und Empfehlung aus den Analysen des Unfalls im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi durch das ENSI /ENS 21/ dar (vgl. Kapitel 14.2.4). Weiter wurden in Kapitel 3.2.2 Veröffentlichungen zum „Safety-II“-Ansatz näher betrachtet. In Abgrenzung zum klassischen Ansatz, der im Kontext von Safety-II als „Safety-I“ bezeichnet wird und im Minimieren von Fehlern besteht, fokussiert sich Safety-II auf positive Beiträge zur Sicherheit. Den Vertretern des Safety-II-Ansatzes nach soll dieser Ansatz einen Paradigmenwechsel darstellen, wodurch dem ausführenden Personal eine wesentliche Rolle beim „Konstruieren von Sicherheit“ zufällt, indem diesem innerhalb eines vordefinierten Korridors Handlungsspielräume zur Anpassung an Veränderungen der Arbeitsbedingungen ermöglicht werden. Dieser Ansatz hinterfragt Teile der bisherigen Vorgehensweise zur Herstellung von Sicherheit, soll allerdings als Ergänzung dazu verstanden werden. Abschließend wurden Implikationen und potenziellen Probleme hinsichtlich einer Berücksichtigung des Safety-II-Ansatzes in kerntechnischen Organisationen angesprochen. Eine umfassende Bewertung des Safety-II Ansatzes und seiner Einzelaspekte insbesondere im Vergleich mit weiterentwickelten Konzepten /LEV 22/,

/AVE 22/ und deren Anwendbarkeit in der Kerntechnik führt über die in diesem Vorhaben vorgesehenen Arbeiten hinaus und muss eventuellen weiteren Vorhaben vorbehalten bleiben.

Weiterhin wurde das Veränderungsmanagement (Change Management) diskutiert. Insbesondere bei Forschungsreaktoren können durch die Änderung von Forschungsinhalten vor allem technische Änderungen an der Anlage (z. B. Hinzufügen von Neutronenleitern, Leistungsänderungen, Nutzung neuer Experimentiereinrichtungen, konstruktive Änderungen an Brennelementen) erforderlich werden. Die Anforderungen an ein effektives Veränderungsmanagement wurden gesammelt und thematisch gruppiert in Form eines Prozessblattes zusammengefasst (Anhang A).

Anschließend wurde eine Auswertung ausgewählter Ereignisse aus deutschen und internationalen Forschungsreaktoren durchgeführt (siehe Kapitel 3.3). Diese Auswertung relevanter Betriebserfahrung aus Forschungsreaktoren diente als Ergänzung praktischer Erfahrungswerte zu den in den vorangegangenen Kapiteln gesammelten Informationen und Erkenntnissen. Zusätzlich wurden Expertengespräche mit Personen aus dem kerntechnischen Bereich (Vertreter einer für einen Forschungsreaktor zuständigen atomrechtlichen Aufsichtsbehörde und Vertreter einer Organisation, die die Stilllegung mehrerer Forschungsreaktoren durchführt) geführt, in denen Teilaspekte zu integrierten Managementsystemen (IMS) für Forschungsreaktoren ausführlicher diskutiert wurden. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse zu praktischen Herausforderungen und Lösungsansätzen bei der Einführung von IMS für Forschungsreaktoren sind in Kapitel 3.4.1.1 zusammengefasst. In den Expertengesprächen hat sich insbesondere das Management der Schnittstellen zwischen dem Forschungsreaktor und der Gesamtorganisation, der dieser angehört, als eine Herausforderung herausgestellt. Hier kann es aufgrund unterschiedlicher Anforderungen in kerntechnischen und nicht-kerntechnischen Regelwerken sowie unterschiedlicher Prioritäten des Forschungsreaktors und der Gesamtorganisation, insbesondere nach einer endgültigen Abschaltung des Forschungsreaktors, zu Konflikten kommen. Eine übergeordnete Zusammenfassung der in den beschriebenen Arbeiten gewonnenen Erkenntnisse hinsichtlich typischer Besonderheiten und Herausforderungen beim Betrieb von Forschungsreaktoren findet sich in Kapitel 3.5.

Aufbauend auf den gesammelten Erkenntnissen erfolgte die Ausarbeitung generischer Darstellungen der Aufbauorganisationen verschiedener Typen von Forschungsreakto-

ren. Dabei wurden zum einen deutsche Regelwerksanforderungen und zum anderen relevante Informationen aus der Betriebsdokumentation, die der GRS zu den in Betrieb befindlichen deutschen Forschungsreaktoren vorliegt, berücksichtigt. Es wurden, in Anlehnung an die beispielhafte Anwendung des Graded Approach vorgenommene Einteilung deutscher Forschungsreaktoren in drei Hauptkategorien, drei grafische Darstellungen von Aufbauorganisationen von Forschungsreaktoren erstellt (siehe Kapitel 4.1).

Außerdem wurde eine generische Ablauforganisation für Forschungsreaktoren erarbeitet (siehe Kapitel 4.2). Ausgehend von der generischen Ablauforganisation für Kernkraftwerke, die in GRS-540 /GRS 19/ entwickelt wurde, wurde die Übertragbarkeit der dort für Kernkraftwerke definierten Prozesse auf Forschungsreaktoren diskutiert und bewertet. Allgemein betrachtet können nahezu alle Prozesse, die in Kernkraftwerken typisch sind, auch in Forschungsreaktoren zum Einsatz kommen. Dies hängt jedoch stark von der Größe und Komplexität des spezifischen Forschungsreaktors ab. Darüber hinaus gibt es Forschungsreaktor-spezifische Prozesse, die in Kernkraftwerken nicht vorzufinden sind, z. B. Prozesse die im Zusammenhang mit Forschungsaktivitäten, Bestrahlungen und der Lehre in Forschungsreaktoren stehen. Es wurden eine generische Auflistung sowie eine grafische Darstellung (Prozesslandkarte) der Führungsprozesse, Kernprozesse und Unterstützungsprozesse, die in Forschungsreaktoren vorkommen können, erstellt.

Aus der im Kapitel 4.2 dargestellten Gesamtmenge an Prozessen wurden in Kapitel 4.2.1 vier Prozesse ausgewählt, denen beim Betrieb von Forschungsreaktoren eine besondere Bedeutung zukommt. Für diese vier Prozesse wurden die Anforderungen aus nationalen und internationalen Regelwerken gesammelt und thematisch geordnet in Form von Prozessblättern dargestellt (siehe Anhänge B, C, D, und E). Für die ausgewählten vier Prozesse wurden im Kapitel 5.1 die in /GRS 19/ erarbeiteten Indikatoren und Merkpostenlisten, die der systematischen Überwachung und ggf. Verbesserung von Prozessen dienen, hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit auf Forschungsreaktoren überprüft und um weitere, Forschungsreaktor-spezifische Indikatoren und Merkposten ergänzt.

Schließlich wurde eine Betrachtung hinsichtlich der Weiterentwicklung bestehender Analysemethoden und Beurteilungskriterien zur Überprüfung von Managementsystemen vorgenommen (siehe Kapitel 5.2). Als Basis wurde die in GRS-A-3799 /GRS 15/ entwickelte Methode betrachtet. Die Vorgehensweise ist grundsätzlich auf Forschungs-

reaktoren übertragbar; allerdings müssen Indikatoren und Fragen an den spezifischen Forschungsreaktor angepasst werden. Ergänzend fand ein Screening aktueller Quellen, u. a. der Inspection Procedures der US-NRC, des General Inspection Guide der ONR, sowie aktueller relevanter wissenschaftlicher Veröffentlichungen statt. Das Screening ergab keine Hinweise auf Weiterentwicklungen, die eine Anpassung der prinzipiellen Vorgehensweise erforderlich erscheinen lassen. Allerdings wird einem umfassenden, systematischen Wissensmanagement mittlerweile eine hohe Bedeutung zugemessen. Entsprechend wurde die Vorgehensweise dahingehend erweitert, dass ein zusätzlicher Themenbereich „Wissensmanagement“ ergänzt wurde. Für diesen wurden Indikatoren und Fragen neu ermittelt; für die anderen Themenbereiche wurden die Indikatoren und Fragen an den Forschungsreaktor angepasst (siehe Anhänge F und G).

Im Rahmen der Arbeiten wurde weiterer Forschungs- und Analysebedarf identifiziert. Dies betrifft zum einen die Schnittstelle des Forschungsreaktors zu einer einbettenden Organisation, wenn diese für den Reaktor wichtige Aufgaben wie Beschaffung oder Verwaltungstätigkeiten übernimmt (siehe Kapitel 3.4.2). Zum anderen betrifft es die detaillierte Bewertung des Safety-II-Ansatzes in Bezug auf die Sicherheit kerntechnischer Anlagen (siehe Kapitel 3.2.2.3).

Literaturverzeichnis

- /ACU 19/ Acuña, G., Brollo, F., Torres, L.: Safety Management and Integrated Management Systems for nuclear research reactors. Approach and experience gained from Argentinian RA6 reactor, Conference Paper, International Conference on Research Reactors: Addressing Challenges and Opportunities to Ensure Effectiveness and Sustainability. 25.–29. November 2019.
- /ANV 23/ Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS): Guidelines for the Safe Design and Operation of Nuclear Reactors, 01. Februar 2023.
- /ARV 21/ Arvidson, Malin, Linde, Stig: Control and autonomy: resource dependence relations and non-profit organizations, Journal of Organizational Ethnography, Vol 10, No. 2, 2021.
- /ATG 22/ Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz): Ausfertigungsdatum 23.12.1959, zuletzt geändert am 04.12.2022.
- /AVE 22/ Aven, T. A: Risk science perspective on the discussion concerning Safety I, Safety II and Safety III, Reliability Engineering & System Safety 217, 2022.
- /BEC 03/ Becker, J., Kugeler, M., Rosemann M., (Herausgeber): Prozessmanagement – Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung, 2003.
- /BMU 94/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Richtlinie für den Fachkundenachweis von Forschungsreaktorpersonal, Dokument aus dem Handbuch Reaktorsicherheit und Strahlenschutz vom 16. Februar 1994, Stand: 01.05.2015.

- /BMU 97/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Richtlinie für den Inhalt der Fachkundeprüfung des verantwortlichen Schichtpersonals in Forschungsreaktorpersonal, Dokument aus dem Handbuch Reaktorsicherheit und Strahlenschutz vom 14. November 1997, Stand: 01.05.2015.
- /BMU 15a/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke, vom 22. November 2012, Neufassung vom 3. März 2015 (BAnz AT 30.03.2015 B22).
- /BMU 15b/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Bekanntmachung der Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 22. November 2012, geändert am 3. März 2015 (BAnz AT 30.03.2015 B3).
- /BMU 23/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV): Leitfaden zur Anwendung des kerntechnischen Regelwerks für Kernkraftwerke auf Forschungsreaktoren vom 10. Oktober 2023, Dokument aus dem Handbuch Reaktorsicherheit und Strahlenschutz, Stand: 21.02.2024.
- /DGQ 01/ Deutsche Gesellschaft für Qualität e.V.: Schlanke Prozesse im Unternehmen – Ihr Weg zum Integrierten Managementsystem, DQG-Band 12-01, 2001.
- /DWD 00/ Geschäftsprozesse ganzheitlich managen – Leistungsstarke, kundenorientierte Arbeitsabläufe durch Integration von Qualitätssicherung, Umweltschutz und Arbeitssicherheit auf der Basis der neuen ISO 9001: 2000, H. Ellringmann, 2000
- /ENS 21/ Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI): Fukushima Daiichi: Menschliche und organisatorische Faktoren Teil 3: Implikationen für die Aufsicht im Bereich von Mensch und Organisation (ENSI-AN-11071), 2021.

- /ENS 22/ Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI): Erläuterungsbericht zur Richtlinie ENSI-G07 „Organisation von Kernanlagen“, Fassung für die externe Anhörung, Juni 2022.
- /ENS 23a/ Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI): Integrierte Aufsicht, ENSI-Bericht zur Aufsichtspraxis, März 2023.
- /ENS 23b/ Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI): Richtlinie ENSI-G07 „Organisation von Kernanlagen“, November 2023.
- /FÜE 02/ Fürmann, T., Dammasch C.: Prozessmanagement – Anleitung zur Steigerung der Wertschöpfung, Hanser Verlag, 2002.
- /FRM 24/ Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II): Erstes Teil des Zentralkanals fertig – Projekt dennoch verzögert, Pressemitteilung der Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II) vom 17.09.2024, abgerufen am 20.06.2025:
<https://www.frm2.tum.de/frm2/news-single-view/article/erstes-teil-des-zentralkanals-fertig-projekt-dennoch-verzoegert/>
- /GRS 15/ Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit gGmbH (GRS): Entwicklung einer Methode zur Überprüfung der Wirksamkeit von Managementsystemen in Kernkraftwerken, 3612R01341, GRS-A-3799, April 2015.
- /GRS 19/ Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit gGmbH (GRS): Bewertung von organisatorischen Änderungen beim Übergang vom Leistungsbetrieb über den Nachbetrieb bis hin zur Stilllegung, 4716R01321, GRS-540, Juni 2019.
- /GRS 20/ Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit gGmbH (GRS): Forschungsarbeiten zur Anwendung des kerntechnischen Regelwerks auf Forschungsreaktoren, GRS-591, Juni 2020.

- /HAF 00/ Hafen, U., B. Künzler, D. Fischer: Erfolgreich restrukturieren in KMU. Werkzeuge und Beispiele für eine nachhaltige Veränderung, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, 2000.
- /HOL 12/ Hollnagel, Erik: FRAM: The Functional Resonance Analysis Method: Modelling Complex Socio-technical Systems, Crc Press, 2012.
- /HOL 13/ Hollnagel, Erik: A tale of two safeties, Nuclear Safety and Simulation, Vol. 4, Number 1, März 2013.
- /HOL 16/ Hollnagel, Erik: The ETTO Principle - Efficiency-Thoroughness Trade-Off, 2016, abgerufen am 06.09.2023:
<https://erikhollnagel.com/ideas/etto-principle/>
- /HOL 18/ Hollnagel, Erik: Safety-II in Practice. Developing the Resilience Potentials, Routledge, 2018.
- /IAE 00/ International Atomic Energy Agency (IAEA): IAEA TECDOC Series No. 1141, Operational safety performance indicators for nuclear power plants, IAEA, Vienna, May 2000.
- /IAE 01/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Managing Change in Nuclear Utilities, IAEA-TECDOC-1226, Wien, 2001.
- /IAE 06/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Application of the Management System for Facilities and Activities, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-3.1, 2006.
- /IAE 09/ International Atomic Energy Agency (IAEA), The Management System for Nuclear Installations, IAEA Safety Guide No. GS-G-3.5, Wien, 2009.
- /IAE 09a/ International Atomic Energy Agency (IAEA), Development of Knowledge Portals for Nuclear Power Plants, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-6.2, Wien, 2009.

- /IAE 12/ International Atomic Energy Agency (IAEA), Use of a Graded Approach in the Application of the Safety Requirements for Research Reactors, Specific Safety Guide No. SSG-22, Wien, 2012.
- /IAE 13/ International Atomic Energy Agency (IAEA), Implementation of a Management System for Operating Organizations of Research Reactors, Safety Reports Series No. 75, Wien, 2013.
- /IAE 14/ International Atomic Energy Agency (IAEA), Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3, Wien, 2014.
- /IAE 14a/ International Atomic Energy Agency (IAEA), Use of a Graded Approach in the Application of the Management System Requirements for Facilities and Activities, IAEA-TECDOC-1740, Wien, 2014.
- /IAE 14b/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Managing Organizational Change in Nuclear Organizations, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-1.1, Wien, 2014.
- /IAE 15/ International Atomic Energy Agency (IAEA), The Fukushima Daiichi Accident. Technical Volume 2, Chapter 2.6. Human and Organizational Factors, S. 121–147, Wien, 2015.
- /IAE 16/ International Atomic Energy Agency (IAEA), Leadership and Management for Safety, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 2, Wien, 2016.
- /IAE 16a/ International Atomic Energy Agency (IAEA), Safety of Research Reactors, IAEA Specific Safety Requirements No. SSR-3, Wien, 2016.
- /IAE 16b/ International Atomic Energy Agency (IAEA), Knowledge Management and its Implementation in Nuclear Organizations, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-6.10, Wien, 2016.

- /IAE 22/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Guide to Knowledge Management Strategies and Approaches in Nuclear Energy Organizations and Facilities, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-G-6.1, Wien, 2022.
- /IAE 22a/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Safety in the Utilization and Modification of Research Reactors, IAEA Specific Safety Guide No. SSG-24 (Rev. 1), Wien, 2022.
- /IAE 23b/ International Atomic Energy Agency (IAEA): The Operating Organization and the Recruitment, Training and Qualification of Personnel for Research Reactors, IAEA Specific Safety Guide No. SSG-84, Wien, 2023.
- /ISO 15/ DIN ISO 9000:2015, Qualitätsmanagementsysteme – Begriffe und Grundlagen, 2015.
- /ISO 15a/ DIN ISO 9001:2015, Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen, 2015.
- /JOH 95/ Johnson, Boh L.: Resource Dependence Theory: A Political Model of Organization, 1995.
- /KTA 17/ Kerntechnischer Ausschuss (KTA), KTA 1402: Integriertes Managementsystem zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken, Fassung 2017-11.
- /KTA 22/ Kerntechnischer Ausschuss (KTA), KTA 1403: Alterungsmanagement in Kernkraftwerken, Fassung 2022-11.
- /LEV 22/ Leveson, Nancy: Safety III: A Systems Approach to Safety and Resilience, Aeronautics and Astronautics Dept., MIT, 7/1/2020.
<http://sunnyday.mit.edu/safety-3.pdf>
- /NIE 08/ Nienhüser, Werner: Resource dependence theory: How well does it explain behavior of organizations?, Management Revue, Rainer Hampp Verlag, Vol. 19, Iss. 1/2, pp. 9-32, 2008.

- /NRC 04/ Nuclear Regulatory Commission (NRC): NRC Inspection Procedures IP 69001 „Class II Research and Test Reactors“, IP 69002 „Class III Research and Test Reactors“, IP 69003, „Class I Research and Test Reactor Operator Licenses, Requalification, and Medical Activities“, IP 69004, „Class I Research and Test Reactor Effluent and Environmental Monitoring“, IP 69005, „Class I Research and Test Reactor Experiments“, IP 69006, „Class I Research and Test Reactors Organization and Operations and Maintenance Activities“, IP 69007 „Class I Research and Test Reactor Review and Audit and Design Change Functions“, IP 69008 „Class I Research and Test Reactor Procedures“, IP 9009 „Class I Research and Test Reactor Fuel Movement“, IP 69010 „Class I Research and Test Reactor Surveillance“, IP 69011 „Class I Research and Test Reactor Emergency Preparedness“, IP 69012 „Class I Research and Test Reactors Radiation Protection“, IP 69013 „Research and Test Reactor Decommissioning“, NRC Inspection Manual, veröffentlicht 03.03.2004.
- /OLT 07/ Oltmanns, S., Kotthoff, K., Sommer, D., Stiller, J., Versteegen, C.: Managementsysteme in Kernkraftwerken (Management Systems in Nuclear Power Plants), Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH, GRS-229, ISBN 978-3-939355-03-8, 2007.
- /ONR 14/ Office for Nuclear Regulation (ONR): Safety Assessment Principles for Nuclear Facilities, 2014 Edition, Revision 1, (January 2020).
- /PAR 15/ Parmenter, David: Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs, Wiley, 13. April 2015.
- /PAR 18/ Park, J., Kim, J., Lee, S. & Kim, J.: Modeling Safety-II based on unexpected reactor trips, Annals of Nuclear Energy 115 (2018), S. 280–293.
- /PFE 78/ Pfeffer, J; Salacnik, G.: The External Control of Organizations: A Resource Dependence Perspective, Stanford Business Classics, 1978.

- /RÜE 16/ Rüegg-Sturm, Johannes, Grand, Simon: Von der 3. Generation zur 4. Generation des St. Galler Management-Modells, Version vom 13.05.2016, abgerufen am 07.08.2024
https://www.sgmm.ch/wp-content/uploads/2016/04/sgmm_vergleich_der_3_und_4_generation.pdf.
- /RÜE 20/ Rüegg-Sturm, Johannes, Grand, Simon: Das St. Galler Management-Modell: Management in einer komplexen Welt, 2. überarbeitete Auflage, UTB, 2020.
- /STO 21/ Stolzenberg, Kerstin, Heberle, Krischan: Change Management Veränderungsprozesse erfolgreich gestalten – Mitarbeiter mobilisieren. Vision, Kommunikation, Beteiligung, Qualifizierung, Springer, 20. Mai 2021.
- /ULR 72/ Ulrich, H., Krieg, W.: Das St. Galler Management-Modell, Haupt Verlag, Bern, 1972.
- /WAE 17/ Wäfler, Toni, Gugerli, Rahel, Nisoli, Giulio: Sicherheit durch die Förderung menschlicher Stärken, Gesellschaft für Arbeitswissenschaften, Frühjahrskongress, Brugg (Schweiz), 2017.
- /WAE 21/ Wäfler, Toni, Gugerli, Rahel, Nisoli, Giulio: Integrating Safety-II into Safety Management: Generalized Guidelines for a Safety-II-based Tool: Measure Evaluation and Effectiveness Assessment, vfd Hochschulverlag, 18. Januar 2021.
- /WAN 21/ WANO, Performance indicators 2021, heruntergeladen am 25.02.2025:
https://www.wano.info/wp-content/uploads/2024/07/2204-WANO-Performance-Indicator-Electronic-Document-6pp_English.pdf
- /WEN 20/ Western European Nuclear Regulators Association (WENRA): Report WENRA Safety Reference Levels for Existing Research Reactors, November 2020.

/WIK 25/

Wikipedia, abgerufen 05.03.2025:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Wissensmanagementsystem>

Abbildungsverzeichnis

Abb. 3.1	Aufgabenperspektive des SGMM (entnommen aus /RÜE 20/)	22
Abb. 3.2	Praxisperspektive des SGMM (entnommen aus /RÜE 20/)	26
Abb. 3.3	Schematische Darstellung der Sicherheitsgrenzen von Safety-I und Safety-II im ETTO-Prinzip nach /WAE 21/	36
Abb. 3.4	Beispielhaftes Ablaufdiagramm für ein Veränderungsmanagement /IAE 14b/	51
Abb. 3.5	Bildliche Veranschaulichung der Schnittstellen zwischen dem der atomrechtlichen Aufsicht unterliegenden Organisationsteil und der nicht-nuklearen Organisation, in die dieser eingebettet ist	77
Abb. 4.1	Generische Darstellung der Aufbauorganisation eines größeren Forschungsreaktors	98
Abb. 4.2	Generische Darstellung der Aufbauorganisation eines mittleren Forschungsreaktors	99
Abb. 4.3	Generische Darstellung der Aufbauorganisation eines kleineren Forschungsreaktors	100
Abb. 4.4	Generische Darstellung der für Forschungsreaktoren relevanten Prozesslandschaft	104
Abb. 5.1	Grafische Übersicht eines beispielhaften Ergebnisses der Bewertung der Wirksamkeit eines Managementsystems	154
Abb. 14.1	Fließdiagramm für den Implementierungsprozess eines Managementsystems nach /IAE 13/	301
Abb. 14.2	Inputs für die Einführung eines Managementsystems nach /IAE 13/	302

Tabellenverzeichnis

Tab. 4.1	Kategorisierung deutscher Forschungsreaktoren nach /GRS 20/.....	96
Tab. 4.2	Aspekte, die bei der Abstufung von Maßnahmen des Notfallmanagements zu beachten sind	111
Tab. 4.3	Aspekte, die bei der Abstufung der Handhabung von Brennelementen und radioaktiven Stoffen zu beachten sind.....	114
Tab. 4.4	Aspekte, die bei der Abstufung der Behandlung radioaktiver Abfälle zu beachten sind.....	116

**7 Anhang A: Prozessblatt für den Unterstützungsprozess
„Veränderungsmanagement“**

Prozessblatt für den Unterstützungsprozess „Veränderungsmanagement“	
Zweck dieses Prozesses	<ul style="list-style-type: none"> – Ermittlung der Notwendigkeit organisatorischer Änderungen – Planung und Durchführung organisatorischer Änderungen – Sicherheitstechnische Bewertung geplanter organisatorischer Änderungen – Festigung neuer Organisationsstrukturen und -abläufe nach erfolgter Änderung – Messung der Wirksamkeit erfolgter organisatorischer Änderungen
Zuständige Organisationseinheit	Fachbereich „Verwaltung“
Schnittstellen zu anderen Prozessen	<ul style="list-style-type: none"> – Führungsprozess „Managementreview“ – Unterstützungsprozess „Überwachung, Analyse, Bewertung und Verbesserung“ <p>Alle Prozesse, mit denen die Veränderungen umgesetzt werden. Dies umfasst u. a.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ressourcenmanagement – Personalmanagement – Kommunikation – Qualifikation und Schulung

Anforderungen an diesen Prozess

Ermittlung der Notwendigkeit von organisatorischen Änderungen

A simple way to analyse which changes are necessary is to perform a gap analysis. In other words, once a utility knows the goals and objectives (desired state) and the current situation (present state) it is possible to measure the gap between these two points.

A root cause evaluation of why the gap exists should be performed. Actions to address the root cause can then be developed and solutions implemented according to the priorities of the utility. The utility must avoid complacency when gaps in performance are identified, even small gaps, and changes to improve performance should be vigorously pursued. The gap analysis entails five steps:

- Desired state — Determining performance improvements associated with this change in terms of specific results or outcomes (performance deliverables).
- Present state — Identifying current utility performance in relation to the specific results and outcomes.
- Measuring the gap between desired state and present state.
- Determining the root cause for the gap. Determine what changes are required to address the root cause.
- Developing a change plan to accomplish these changes.

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 3.4.1 “Gap analysis” /IAE 01/]

Siehe auch IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 3.2.1 “Environmental scanning” /IAE 01/

Another valuable technique to identify the need for change is to monitor trends in the performance indicators of operational safety and overall performance. Trend monitoring involves periodically measuring performance of a specific indicator over a period of time. The absolute value of the indicator is not as important as whether or not the indicator's trend is going in the right direction. For a nuclear utility, this may reveal

trends indicating that a change is necessary. As with the gap analysis, a cursory review of the trends is not sufficient and may lead to wrong conclusions. Therefore, it is necessary to determine the root causes of any adverse trends in order to identify changes that will have a beneficial effect.

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 3.4.2 "Performance trending" /IAE 01/]

Benchmarking is another way to identify areas to improve performance. Benchmarking techniques can be used to compare one utility to another that performs well. Benchmarking provides a proven methodology for learning from the best performers by use of a methodical process involving careful research and an understanding of existing processes, products and services. This process helps gain the information needed to determine what needs to be improved, to obtain critical management support for improvement, and to incorporate what we have learned to change our performance for the better.

Benchmarking activities should focus on safety and other aspects of the business, which are crucial to its success. The comparisons are not just limited to costs and outcomes, but to identifying the underlying ways the other organization actually achieves its superior performance.

Utilities can benchmark competitors, non-rival utilities, and within its own organization in order to identify those that excel at specific processes. Before starting to benchmark, it is essential to understand the organization's existing processes and performance. At this stage, it is important to define critical issues, analyse differences and feed the information back into the processes of the utility, adapting the procedures to maximize the benefits of the new knowledge. While there is no question that it is useful and beneficial to study the practices and processes of other companies, the goal is not to see what other companies are doing and simply introduce the same practice into your utility but to learn how the companies are doing what they are doing and then to use this information in a creative way creativity to identify new ideas that fit your utility. To do this, the following questions need to be asked:

- What is the underlying principle behind what the benchmarked company is doing (in other words, why are they doing it)?
- Is it a "good" principle?

- Can this principle be adopted in other national or company culture?
- How specifically can this principle be implemented in your utility?
- How will improvements in the process be measured?

A properly conducted benchmarking exercise will identify where a process, product or service can be changed within the utility in order to improve it.

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 3.4.3 “Benchmarking” /IAE 01/]

Entwicklung einer Vision/einer Zielsetzung

(2) Änderungen in der Organisation, die Auswirkungen auf den sicheren Betrieb haben können, müssen sorgfältig mit einem systematischen und nachvollziehbaren Vorgehen geplant und durchgeführt werden, um negative Rückwirkungen zu vermeiden. Dabei sind

- a) die mit der organisatorischen Änderung angestrebten Verbesserungen (Ziele) zu benennen und zu dokumentieren,
- b) die möglichen Organisationsalternativen zu bewerten

[KTA 1402 Ziffer 5.5 “Organisationsänderung” /KTA 14/]

To manage change effectively, organizational leaders need to establish the following:

- A clear understanding of why the change is necessary,
- A vision of what the organization should look like after the change, and a direction towards that vision,
- A clear sense of the organization’s purpose,
- A clear sense of the organization’s interdependence with its external environment,
- Clarity about achievable scenarios or descriptions of possible end states,
- Effective organizational structures to manage the types of work required,

- Effective use of advanced technology,
- Good communications delivering coherent and transparent information that encourages the involvement of people,
- Reward systems that equally reflect organizational priorities and the needs of individuals for dignity and growth.

To establish the above, executives and managers need both skills and understanding in areas that were not a priority in the past.

They must have a good grasp of the changing nature of work in the information age; telecommunications technology and its potential role for the organization; the nature of culture and what it takes to change it; the significant role of values in an organization's life; and finally the concepts of managing effective change and of balancing stability and change.

[NG-T-1.1 Abschnitt 2.5.2 "Conditions for the effective management of change" /IAE 14b/]

Once the need for change is identified, management has to integrate the needed changes into the corporate vision in a way that challenges line management and working teams. Independent of the current status of the utility [...], the needed goals and objectives must be an ambitious picture of the future of the utility, especially with regard to nuclear safety. For the other areas of performance (availability, costs, industrial safety, releases and communication with stakeholders) the goals and objectives must also reflect a strong willingness for continuous improvement.

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 3.2 "Setting the goals and objectives of the utility" /IAE 01/]

The goals and objectives should include both ambitious short and long term goals with specific time frames for completion.

[...]

They provide the overriding direction for the utility and should establish a high threshold for nuclear safety. All levels within the utility should understand direction set and feel personally accountable for meeting the goals and objectives. As a minimum, the goals and objectives of the utility must ensure regulatory requirements continue to be met.

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 3.2.2 "Setting the goals and objectives" /IAE 01/]

As many options as possible should be identified and evaluated.

While it is generally recognized that the range of options to be evaluated for externally imposed changes may be limited, the use of this process can aid in selecting those options that optimize the benefits to the utility which are consistent with appropriate goals and objectives.

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 3.5 "Generating the options" /IAE 01/]

Verantwortung des Managements und von Führungskräften

5.58. [...] Senior management should remain aware that it has the ultimate responsibility for safety and should ensure that safety considerations are given a priority commensurate with their significance during any process of major change.

5.61. Senior management should develop a specific process to manage and review organizational changes. The process should ensure that there is no degradation in the safety culture of the organization

[GS-G-3.1 Abschnitt 5 "Process Implementation" /IAE 06/]

This section describes some of the practices that an organization can adopt to promote workplace safety during change. The practices are described below:

- **Providing transformational leadership.** Transformational leadership provides an appropriate leadership model for demonstrating commitment to safety and in turn enhancing workplace safety. Transformational leaders are able to act as role models. They are highly respected because they do what is right and not

necessarily what is easy or personally beneficial. They are able to inspire their employees to work for the collective good of the organization. With respect to workplace safety, transformational leaders are able to convey to people the value that they place on safety and are capable of encouraging employees to look at safety problems from different perspectives.

[NG-T-1.1 Abschnitt 3.2 “Practices to counter safety problems during organizational change” /IAE 14b/]

Establishment of goals and objectives is a primary role of senior management. They provide the overriding direction for the utility and should establish a high threshold for nuclear safety.

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 3.2.2 “Setting the goals and objectives” /IAE 01/]

The most overriding influence on the success or failure of a nuclear utility as it makes changes is the ability of the senior management of the business to understand the drivers for change, to define the goals and objectives which include safety goals, to believe in and demonstrate their capability when leading change.

In order to illustrate the responsibilities and leaderships of senior management a series of questions are suggested in each of the process steps to enable them to maintain a management oversight and to monitor and support changes as the business is transformed to meet the challenges of the future.

The following questions have to be considered for the identification stage:

- Is there a policy on change management, which is aligned to the vision, goals and objectives of the utility, that gives priority to safety, which is communicated to stakeholders?
- Is there a systematic, transparent and rigorous change management process applied to all types of change?
- Are appropriate resources provided to support the process of change?

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 3.6 “Management oversight and involvement” /IAE 01/]

Siehe auch IAEA TECDOC 1226 Abschnitte 4.11 und 5.9 "Management oversight" /IAE 01/

Bewertung der möglichen Auswirkungen auf die Sicherheit

(2) Änderungen in der Organisation, die Auswirkungen auf den sicheren Betrieb haben können, müssen sorgfältig mit einem systematischen und nachvollziehbaren Vorgehen geplant und durchgeführt werden, um negative Rückwirkungen zu vermeiden. Dabei sind

- c) bei der Planung und Durchführung der Organisationsänderung mögliche Rückwirkungen auf den sicheren Betrieb zu analysieren und zu berücksichtigen und nach der Implementierung zu überprüfen

[KTA 1402 Ziffer 5.5 "Organisationsänderung" /KTA 14/]

5.58. When major organizational changes are planned, they should be rigorously and independently scrutinized [...]

5.60. For changes for which it is judged that potentially significant effects on safety could arise, assessments should be carried out to ensure that the following factors are considered:

- The final organizational structure should be fully adequate in terms of safety. In particular, it should be ensured that adequate provision has been made to maintain a sufficient number of trained, competent individuals in all areas critical to safety. It should also be ensured that any new processes introduced are documented with clear and well understood roles, responsibilities and interfaces. All retraining needs should be identified by carrying out a training needs analysis of each of the new roles. The retraining of key individuals should be planned. These issues are especially important if individuals from outside the organization are to be used for work that was previously carried out internally, or if their roles are to be otherwise substantially extended.
- The transitional arrangements should be fully adequate in terms of safety. Sufficient personnel with knowledge and expertise that are critical to safety should be

maintained until training programmes are complete. Organizational changes should be made in such a way as to maintain clarity about roles, responsibilities and interfaces. Any significant departures from preplanned transitional arrangements should be subject to further review.

5.62. A safety assessment should be developed for any changes that have the potential to affect safety. For more significant changes, advice should be sought from internal and external experts.

5.63. Criteria for assessing the implications and controlling the impacts of organizational changes should include the following considerations:

- Changes should be classified against agreed criteria and in accordance with their safety significance.
- Changes may necessitate different levels of approval on the basis of their significance.
- The organization should explain how the planned changes will help in continuing to maintain acceptable levels of safety. This applies to both the final state of the organization and the arrangements during the transitional period from the old organizational arrangement to the new one.
- A review mechanism should be agreed on to ensure that the cumulative effects of small changes do not reduce safety.
- A method of monitoring progress in the planned introduction of significant changes should be developed and any shortfalls should be rapidly identified so that remedial action can be taken.

5.66. For each project for change proposed, the risks to the objectives of the organization, including safety, health, environmental, security, quality and economic risks, should be identified and evaluated.

5.67. The interactions between different changes should be given careful consideration. Changes that on their own may have only a limited effect on safety may combine and interact to produce much more significant effects. Where possible, different initiatives for changes that are pursued at any one time and that may affect safety should be minimized. In addition, the total workload imposed on the organization to implement

the changes in parallel with continued operational activities should be given careful consideration.

[GS-G-3.1 Abschnitt 5 "Process Implementation" /IAE 06/]

For each change option proposed, the risks to the goals of the utility have to be identified and evaluated to include safety, environmental and business risks. Risk management is a process in which appropriate analysis and controls can be brought to bear as a management tool to assure that appropriate safety, environment and business considerations are comprehensively identified, evaluated and controlled.

Risks should be identified by competent staff within the utility with the necessary level of management oversight, involvement and support. The initial identification and evaluation may be carried out by those initiating the change, it may be followed (either at the evaluation stage, or later at the stage when an option has been chosen for implementation) by a more detailed evaluation of the risk by those with the best knowledge of its effects.

Changes which pose the most significant risk should be reviewed by independent persons or review groups or individuals at a proportionally higher level in the utility to ensure that a comprehensive evaluation has been prepared. Nuclear utilities may have an independent safety organization in place, in which case this would be a natural body to carry out safety reviews of the risks associated with proposed changes.

Regulators may review the evaluation of the risks for a proposed change and may impose regulatory holds on changes they feel are safety significant.

A utility's objectives, its internal organization and the environment in which it operates are continually evolving — as a consequence the risks it faces are continually changing. A thorough assessment of the nature and extent of all risks associated with the change options identified is necessary to help manage and control each risk. The identification and evaluation of risks is essential to enable risk informed decisions to be taken.

The risks should be identified and evaluated in terms of:

- Risks facing the utility for the proposed change,
- Risks which are acceptable or not acceptable,
- The likelihood of the risk occurring,
- The impact on the utility of the risk,
- The ability to influence and manage risks as they materialize,
- The costs of implementing particular controls relative to the benefits obtained in managing the risks.

Risk evaluation should use appropriate generic industry information relevant to the reactor type and operating experience and for some changes could possibly use deterministic or probabilistic (PSA/PRA) methodologies to make risk informed judgments.

The risk evaluation should focus on safety performance of the utility and the change between the new proposal and the existing manner in which the change is managed.

The documented risk evaluation should include:

- The reason for the change,
 - Inputs for the proposed change,
 - Interfaces,
 - Performance evaluation.
- Description of the outcomes of the change
 - The major points of the proposed change,
 - Detailed description of the changing process, and organization (including flow charts,
 - The tasks, responsibilities and the elements of the proposed change.

- Evaluation of the proposed change, the implementation strategy and the expected benefits/outcomes such as the impact on:
 - Safety,
 - Performance,
 - Responsibilities and accountabilities,
 - Processes,
 - Decision making,
 - Internal interfaces,
 - Priorities,
 - External challenges,
 - Financial performance,
 - Cost bases,
 - Competitiveness.
 - Human Resources
 - Optimization of staff numbers,
 - Working locations and conditions,
 - Personal accountability,
 - Communications — participation in decision making at all levels,
 - Personnel competencies.
- Lessons learned from the operating experience review programme (internal and external)
- Analysis of responsibility transfer associated with the proposed change
 - Responsibilities to be transferred,
 - Definition of the process,
 - Control of the transfer.

- Changes to relevant documentation
 - Identification of documentation to be changed,
 - The documentation change process,
 - Control of the changes to documents,
 - Distribution and notification,
 - Relevant training of the personnel.

The output of the identification and evaluation of risks should be

- A listing of all the types of risk,
- An indication of probability and consequences,
- And the outline measures that will be used to manage the risk,
- And the detailed risk management for the proposed change.

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 4.2 “Risk identification and evaluation” /IAE 01/]

Some changes have the potential to affect the attitudinal aspects of safety culture and as such their impact should be identified and evaluated [6]. Structural elements that impact on safety management should have been identified and evaluated during risk identification and evaluation phase of the change process.

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 4.4 “Impact on safety culture/management” /IAE 01/]

Consideration must be given to the potential loss of important institutional knowledge and the potential downstream or future effects of this loss. A chief task of leadership is the perpetuation of organizational success, hence, to the extent possible, second order and third order effects as well as potential unintended consequences should be explored.

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 4.5 “Impact on people and infrastructures” /IAE 01/]

All changes including those externally imposed should be evaluated by comparing the projected costs of the change against the benefits.

This evaluation would provide relevant information to enable both external and internal stakeholders to take into account the balance between costs and benefits when they decide which changes they will pursue. The analysis should consider the costs and benefits from a long term perspective and include the costs involved in mitigating the probability of risks occurring

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 4.6 "Cost-benefit" /IAE 01/]

When instituting a change, consideration of the following aspects is recommended:

- Is the issue important enough that long term action is required?
- Are resources available to continue the activities in the long term?
- Will the operating staff maintain involvement and focus in the long term?
- Does the change integrate well with long term plant activities?

The nuclear business has a longer term business time frame and when managed well can provide a healthy, reliable long term return. Within this context, any proposed change must be evaluated to ensure it will not jeopardize, but improve the long term prospects. Items to be considered include the impact of the change on:

- Life optimization/management.
- Maintaining core nuclear knowledge and the capability to obtain adequate and competent human resources.
- Continuous improvement initiatives.
- Contractor/outsourcing and the globalization of vendor resources.
- Potential need for excessive future capital investment (i.e. a reduction in preventive maintenance could be more costly in future).
- Attitudes towards the workplace, i.e. reduction in restorative painting leads to reduced human performance.

- Decommissioning activities.

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 4.8 “Long term perspective/sustainability” /IAE 01/]

Plan für die Umsetzung

(2) Änderungen in der Organisation, die Auswirkungen auf den sicheren Betrieb haben können, müssen sorgfältig mit einem systematischen und nachvollziehbaren Vorgehen geplant und durchgeführt werden, um negative Rückwirkungen zu vermeiden. Dabei sind

- d) Durchführung und Implementierung der Organisationsänderung sorgfältig zu planen und zu dokumentieren,
- e) die begleitenden Maßnahmen sind festzulegen, damit die Organisationsänderung wirksam werden kann (z. B. Kommunikation, Schulung, Dokumenterstellung) [...]

[KTA 1402 Ziffer 5.5 “Organisationsänderung” /KTA 14/]

An activity plan specifies the critical activities and events of the transition period: when the first moves will take place, when meetings will be held to clarify roles, what information will be communicated to whom and when, and when the new structures will start to operate. The activity plan is the road map for the change effort, so it is important that it is realistic, effective and clear. The following are the characteristics of an effective activity plan:

- Relevance. Activities are clearly linked to the change goals and priorities.
- Specificity. Activities are clearly identified rather than broadly generalized.
- Integration. The parts are closely connected.
- Chronology. There is a logical sequence of events.
- Adaptability. There are contingency plans for adjusting to unexpected events.

Two considerations in devising an activity plan deserve specific mention: determining where to focus initial attention and selecting the specific change method.

[NG-T-1.1 Abschnitt 2.8.1 "Activity planning" /IAE 14b/]

Having determined what needs to be changed, the next step is to decide where to concentrate the initial efforts. Any of the following subsystems of an organization can be considered as a starting point for a change effort:

- Top management.
- Management ready systems. Those groups within the organization known to be ready for the change.
- 'Hurting' systems. A special class of ready systems in which current conditions have created acute problems
- New teams or systems. Units without a history and those activities that require a departure from old ways of operating.
- Key subsystems. Subsystems that will be required to assist in the implementation of later interventions.
- Temporary project systems. Ad hoc systems whose existence and life span are defined by the change plan.

There is no best starting point for all change efforts and each change has to be treated individually. The above choices for possible starting points allow questions to be asked systematically and hopefully result in better judgements and better choices.

[NG-T-1.1 Abschnitt 2.8.2 "Where to intervene first" /IAE 14b/]

In addition to deciding where to start, another issue for analysis involves finding a way to move the change process forward. In deciding upon an initial intervention, one must identify the most promising early activities and carefully think through their consequences. Some of these activities might be:

- An across the board intervention involving all employees,
- A pilot project linked to the larger organizational system,
- Experiments, which differ from pilot projects in that they may or may not be repeated to test different types of interventions,

- An organization wide confrontation meeting to examine the current situation,
- Educational interventions to introduce new knowledge or skills,
- Creating temporary management structures.

One general point to remember is that it is most difficult for a stable organization to change itself, that is, for the regular structures of the organization to be used for managing the change. It is often necessary to create temporary systems to accomplish the change. Change efforts require new ways of approaching problems, as existing mechanisms may be inappropriate or ineffective in such situations.

The choice of the most suitable method for managing a particular change should be decided after a thorough analysis, with an option to adjust it later based on the results obtained or the exigencies of the situations. The intervention method, where to intervene first and the activity planning are all interconnected and it is difficult to separate one from the other in temporal terms. Therefore, their analysis should happen simultaneously.

[NG-T-1.1 Abschnitt 2.8.3 "Intervention methods" /IAE 14b/]

If the transition state is very different from either the pre-change or the post-change condition, a separate management structure compatible with the tasks and organization of resources within this unique state will be needed. The most appropriate management system and structure for the transition state is one that creates the least tension with the ongoing system and the most opportunity to facilitate and develop the new system. A successful transition manager usually has the following attributes:

- The authority to mobilize the resources necessary to keep the change effort progressing. In a change effort there can be competition for resources with others who have ongoing work to do.
- The respect of the existing senior management team and employees.
- Effective interpersonal skills, as a large part of leadership at times of change requires persuasion rather than force or formal power.

Whatever the choice, making and communicating explicitly the decisions about the transition management structure are important for effective transition. The work to be done during the transition period of a change effort must be viewed on its own unique terms. It needs to be systematically addressed through action plans, carefully monitored through a control system and thoughtfully managed.

[NG-T-1.1 Abschnitt 2.8.4 "Intervention methods" /IAE 14b/]

Consideration should be given to including the concept of grading within the 'management of change' process utilized by the utility. This should result in proposed changes being classified according to their safety, business, and environmental etc. significance in order to ensure that appropriate controls are established and implemented.

An example of these controls would be varying the approval level for changes of different significance. By this means the more significant proposed changes can receive additional managerial or safety scrutiny, utilizing independent review if applicable. In addition the grading methodology should consider the consequences of the change being inadequately conceived or implemented — thus changes intended to augment safety would have a higher grading if they have the potential to go wrong.

- The following considerations are relevant when developing the concept of grading in the process of managing changes: The grading of each change and the decision on safety significance needs to be documented and reviewed independently of the line management responsible for the change.
- The impact of a change may have both long term and short term effects,
- A major change should not be reduced to a number of smaller, lower category changes,
- The overall effects of a number of low grade changes are not compounded to produce a change of greater significance,
- The most significant changes may require some involvement by the cognizant regulatory body.

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 4.1 "Grading proposals" /IAE 01/]

Of particular importance in the plan is the management of dependencies. It is important that predecessor activities, which are also known by some as ‘enablers’ or precursors for change — activities which need to be completed before a change or an element of the change can occur — be identified. The difference between most projects and those managing change is that in an engineering project many activities simply cannot start until a predecessor is complete. In a management of change project it may be possible to proceed before a predecessor is complete, and accept a decrease in the capability of the utility. This course of action should be avoided, even prohibited by the process, as it could result in uncontrolled erosion of capability. This is the very concern that the management of change process is aiming to avoid.

The implementation plan has to:

- Identify the enablers and those responsible for meeting them,
- Address the impact of the proposed change on other procedures, instructions and processes within the utility and suppliers and contractors,
- Monitor through the use of appropriate indicators, for example, the meeting of prerequisites and the countermeasures and contingency plans developed to mitigate against potential risks,
- Identify hold points to be monitored including any required by regulatory bodies,
- Identify and maintain the record requirements for each change and for the change process,
- Identify all targets of the project; any sub-projects required need to be defined,
- Define any processes that need to be developed or changed,
- Include any human resources issues,
- Identify any procedures and documents requiring change and the time-scales for changing them,
- Define any transfer of responsibility time-scales.

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 5.2 “Planning for change” /IAE 01/]

The change process, by its very nature, has been shown to cause confusion within many organizations. Workers easily forget which processes and organizations are being changed and which are not. For this reason it is important that the parties involved in the change be clearly defined. Responsibilities have to be described in a level of detail sufficient to account for the dynamic conditions during the period of change and what is required during times of stability. There should be no confusion as to who is responsible for each activity at all times during the change. Responsibilities must be formally transferred. Work associated with a responsibility being transferred should not be terminated until the person being assigned the responsibility has accepted it and is competent to carry it out (i.e. the enabler has been delivered).

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 5.3 "Responsibility/ownership" /IAE 01/]

Durchführung

5.65. For each change, the project leader should apply a systematic and transparent project management process, the rigour of which should be commensurate with the significance of the change. In parallel, senior management should consider the overall integration of all changes, and should oversee very significant changes that are imposed and the cumulative effects of smaller changes that may interact with each other. Effects on ongoing activities during the implementation of changes should be studied well and given careful consideration.

5.68. The individual who has the authority to approve changes to be implemented should be clearly designated. For each change, and on the basis of the significance of the change, controls should be applied to ensure that it is possible to identify the individual in the organization who is authorized to approve the change.

5.69. Preferably, one individual should approve each change, and the change should be endorsed by those individuals whose areas of responsibility are most affected. This should be given particular importance when the activities that will permit the change to be made are the responsibility of different parts of the organization. Evidence that the change satisfies safety requirements should be made available and an endorsement should be sought from the organization's safety unit. The approval should

indicate whether an independent review has been carried out and how the recommendations from the review, if any, have been addressed

[GS-G-3.1 Abschnitt 5 "Process Implementation" /IAE 06/]

Siehe auch IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 4.7 "Integrate with other changes" /IAE 01/

The four tactics that have generally been used by change agents are as follows:

1. Intervention. The change agents sell the change rationale to those who would be affected. They argue that current performance is inadequate and establish new standards. The agents refer to comparable organizations with better performance to justify the need for change, and then describe how current practices can be improved. The change agents may form a task force made up of affected personnel. Change agents retain the power to veto any of the task force's recommendations.
2. Participation. By adopting this tactic, the change agents delegate the implementation decision to those who will be affected. The change agents stipulate the need for change, create a task force to do the job, assign members to the task force, and then delegate authority for the change process to the task force with a statement of expectations and constraints. Change agents who use this tactic give full responsibility to the task force for implementation and exercise no veto over its decision.
3. Persuasion. The change agents identify the opportunity for change, but then take a relatively passive role by inviting interested internal staff or outside experts to present their ideas for bringing about change. Change agents only become active after various ideas have been presented. Those who will be affected choose the best ideas for implementing the change.
4. Edict. When this tactic is used, change agents merely announce changes and use memos and formal presentations to convey their decision.

In practice, how popular and successful is each of these implementation tactics?

A study of 91 cases found persuasion to be most widely used, occurring in 42% of the cases. Edicts were the next most popular, with 23%, followed by intervention and participation, with each slightly less than 20%.

Research demonstrates that there are significant differences in their success rate. The success or otherwise was the retrospective view of the organization that attempted the organizational change. Change directives by managerial fiat are clearly inferior to other options. Edicts were successful in just 43% of the cases. Participation and persuasion achieved success rates of 84% and 73%, respectively. Intervention, while used in less than 20% of the cases, attained a perfect 100% success rate.

[NG-T-1.1 Abschnitt 2.7 "Implementation Tactics" /IAE 14b/]

People who are assigned responsibility for a portion of the change need to exercise strong ownership and leadership for their area of responsibility. They have to ensure that the change is well communicated in the utility and frequently interact with stakeholders to learn of any problems with implementation. Owners of the change have the responsibility to solve any implementation problems that are encountered.

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 5.3 "Responsibility/ownership" /IAE 01/]

Once the risk for the preferred change is identified, it is necessary to develop a risk management plan to identify how these risks will be managed during the change. The plan identifies how risks with a negative impact are managed to mitigate the effect (countermeasures and contingency) and how risks of a positive nature are managed to ensure the risk materializes in a beneficial way.

The plan reflects the priority and significance of each risk with appropriate countermeasures developed for each risk.

The plan identifies:

- What action is to be taken,
- The nature and extent of any ongoing monitoring activities including the use of performance indicators,

- Who is responsible for carrying out those activities, and
- The time-scales.

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 5.5 “Risk management plan” /IAE 01/]

It is extremely important when planning changes to keep clearly in mind the impact that the prevailing organizational culture will have on the change process and, conversely, how the planned changes will impact on the organizational culture, including the safety culture. It is also important to realize that culture requires time to adapt and change; typically 3 to 5 years elapse before a new sustainable cultural position is arrived at and during that time, continuous effort is required.

The process of cultural change therefore requires commitment and dedication from all managerial levels, with regular and frequent checking to ensure that the desired effects on the organizational culture are in fact happening. This requirement must be built into the change plan. Whenever there is a potential for a change to impact safety culture, it is important that the plan consider the development of a cultural baseline to be established, if it does not already exist.

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 5.6 “Cultural issues planning” /IAE 01/]

Communications in any organization are best managed when an effective plan is developed to provide guidance as to the appropriate path for successful interface and implementation of change at the corporate and site level. The responsibilities for implementing this plan should be established. The internal stakeholders should be involved in the development of the plan, including staff and the public as appropriate. It is often advantageous to include the regulator in both the planning of communications and the communications themselves.

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 5.7 “Communication planning” /IAE 01/]

Kommunikation

5.64. Communication with interested parties, including individuals, should be carried out honestly and openly, addressing the safety implications and other implications of

the changes and explaining the steps being taken. The appropriate mechanisms for the feedback of information to monitor the effects of the changes that are implemented should be set up.

5.70. If changes may affect any third party approvals, licences, accreditations or certifications, then these parties should be consulted.

[GS-G-3.1 Abschnitt 5 "Process Implementation" /IAE 06/]

Possibly the most important pitfall to any change process is not understanding resistance to change. Resistance is likely to be encountered at all levels of the organization. Lack of understanding of it often results at best in frustration and at worst in dysfunctional behaviour, that is, acting against the change, the initiators of the change and the organization itself. Understanding the reasons for resistance and working with it rather than against it will aid greatly in creating a smoother process of change. Also, understanding resistance will help to develop a well thought out communications plan.

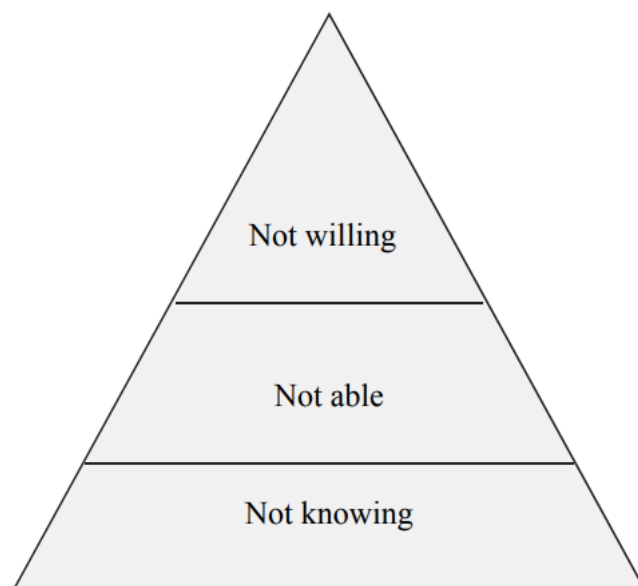


FIG. 2. The resistance pyramid.

Figure 2 shows the resistance pyramid, a framework for understanding the reasons why people resist change.

Like Maslow's hierarchy of needs, the resistance pyramid is a succession of levels, in this case resistance levels. Satisfaction at each level reduces resistance at the next level.

For example, when we respond to people's need to know, they become more open to learning the new skills and abilities involved in changing. And once they have the new skills, they will gain the confidence to overcome unwillingness to change.

Based on the resistance pyramid concept, what people need first is knowledge. Knowledge can be provided through information about the change process. The information should be based upon what management and employees want to know.

People usually want the basic questions answered:

- What is happening?
- Why are we doing this?
- How will it take place?
- When will it happen?
- And whom will it affect?

Answering these questions for people at each stage of the change process will help them move up to the next level of the pyramid.

The second level of the pyramid — ability — is addressed through training and education. In order to change, people are likely to need new skills. New skills for employees may include operating new equipment or systems, working in teams rather than as individuals, or following revised procedures. Management often needs new skills to create teams and foster teamwork, coach employees to provide them with new skills and apply new procedures. Because ability has a profound impact on the willingness that people have to undertake new activities and make changes, training becomes an integral part of communication and the change process.

The top level of the pyramid is willingness. The acquisition of knowledge at the lowest level and new skills at the middle level will help people to become more willing to

change. However, other factors should be addressed as well. The involvement of senior management in the communications process will send signals to the organization about the priority to change. In addition, the individual benefits of change are communicated. Willingness can be increased by several specific actions:

1. establishing individual and team performance goals aligned with the changes to take place,
2. measuring people against the goals,
3. establishing effective two way coaching and feedback mechanisms, and
4. rewarding and recognizing people for achieving goals and implementing the changes.

Examples of tactics that managers or change agents can use for dealing with resistance to change are the following:

- Education and communication. By communicating with employees to help them see the logic of the change, resistance can be reduced.
- Participation. It is more difficult for individuals to resist a change decision in which they have participated. Assuming that the participants have the expertise to make a useful contribution, their involvement can reduce resistance, obtain commitment and increase the quality of the change decision.
- Facilitation and support. Change agents can offer a range of supportive efforts to reduce resistance. When employees' anxieties are high, new skills training and counselling may facilitate adjustment.
- Negotiation. This tactic requires the exchange of something of value for a lessening of resistance. Specific reward packages can be negotiated.
- Co-option. This tactic seeks to neutralize the resistance of certain individuals by giving them a key role in the change decision.
- Coercion. This tactic is the application of direct threats on the resisters and generally involves some form of potential financial penalty.
- Coaching. This involves coaching for new skills or application of knowledge.

[NG-T-1.1 Abschnitt 2.6.1 "Communication to help lower resistance" /IAE 14b/]

This section describes some of the practices that an organization can adopt to promote workplace safety during change. The practices are described below:

[...]

- Sharing information. Information is one of the most important organizational resources, and providing employees with information allows them to understand the purpose and goals of a change effort. Other than simply giving employees the information they need to work safely, information sharing may also impact safety by ensuring that employees feel that they are an important part of the organization, and this has positive consequences. Information sharing is also important in a safety context where it would be costly, both financially and personally, to learn from mistakes. Information sharing is critical to learning and to incident prevention.

[NG-T-1.1 Abschnitt 3.2 “Practices to counter safety problems during organizational change” /IAE 14b/]

The goals and objectives should be widely communicated inside the utility. It is important for the entire utility to know and take ownership for the goals and objectives.

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 3.2.2 “Setting the goals and objectives” /IAE 01/]

Communication throughout the project needs to address implicit messages that may be reflected in actions taken such as:

- Reduction in the number of cleaning staff could lead workers to feel that management has lost interest in plant condition. The result could be a reduction in the material condition in areas beyond those associated with the normal cleaning.
- The perception of the staff is as important as the reality of the change. Management needs to mould the perception to match the reality.

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 4.4 “Impact on safety culture/management” /IAE 01/]

Relocking¹¹/kultureller Wandel

(2) Änderungen in der Organisation, die Auswirkungen auf den sicheren Betrieb haben können, müssen sorgfältig mit einem systematischen und nachvollziehbaren Vorgehen geplant und durchgeführt werden, um negative Rückwirkungen zu vermeiden. Dabei sind

- e) die begleitenden Maßnahmen sind festzulegen, damit die Organisationsänderung wirksam werden kann (z. B. Kommunikation, Schulung, Dokumentenerstellung) [...]

[KTA 1402 Ziffer 5.5 "Organisationsänderung" /KTA 14/]

Assuming that the change has been implemented, if it is to be successful the new situation needs to be 'relocked' so that it can be sustained over time. Unless this last step is attended to, there is a very high likelihood that the change will be short-lived and employees will attempt to revert to the prior equilibrium state. The objective of relocking is to stabilize the new situation by balancing the driving and restraining forces.

How is relocking done? Basically, it requires systematic replacement of the temporary forces with permanent ones. It may mean formalizing the driving or restraining forces. The formal rules and regulations governing the behaviour of those affected by the change should be revised to reinforce the new situation.

Over time, the group's norms will evolve to sustain the new equilibrium. But until that point is reached, the change agent will have to rely on more formal mechanisms.

There are several factors that determine the degree to which a change will become permanent. The reward allocation system is critical and if rewards fall short of expectations over time, the change is likely to be short lived. During an organizational change effort, the reward and recognition system should only be finalized after significant progress has been made with the following:

¹¹ Relocking bezeichnet die Festigung der neuen Organisationsstruktur und der neuen Abläufe nach der Umsetzung einer Veränderung (Siehe Abschnitt 3.2.3)

- Development of an adaptive organizational culture that fosters trust and receptiveness to change,
- Improvement of leadership and management skills,
- Development of a teambuilding structure,
- Development of a well-designed organizational structure.

[...]

If a change is to be sustained, it needs the support of a sponsor. This individual, typically high in the management hierarchy, provides legitimacy for the change. Once sponsorship is withdrawn from a change project, there are strong pressures to return to the old equilibrium state.

A failure to communicate information on expectations can reduce the degree of sustainability of the change, as people need to know what is expected of them as a result of the change.

Group force is another important factor. As employees become aware that others in their group accept and sanction the change, they become more comfortable with it. Commitment to the change should lead to a greater acceptance and permanence.

As noted earlier, if employees participate in the change decision, they can be expected to be more committed to ensuring that it is successful.

Change is less likely to become permanent if it is implemented in a single unit of an organization. Therefore, the more diffusion in the change effort, the more units will be affected and the greater legitimacy the effort will carry.

The above factors remind us that the organization is a system and that planned change will be more successful when all the parts within the system support the change effort. Successful change also requires careful balancing of the system. All changes, regardless of how small, will have an impact outside the area in which they were implemented.

No change can take place in a vacuum.

[NG-T-1.1 Abschnitt 2.6.1 "Change process" /IAE 14b/]

Schulungen

This section describes some of the practices that an organization can adopt to promote workplace safety during change. The practices are described below:

[...]

- **Providing training.** Training is a crucial aspect of any human resource system. Employees who have undergone safety training experience fewer accidents than their untrained counterparts. Safety training is especially important in work that is inherently risky, given the high cost of an error and the inability to learn by trial and error. However, the potential benefits go beyond the training itself. It is important not only that employees are well trained, but also that they see that management is committed to safety training. Training also has the added benefit of increasing organizational commitment.

[NG-T-1.1 Abschnitt 3.2 "Practices to counter safety problems during organizational change" /IAE 14b/]

Überwachung

(2) Änderungen in der Organisation, die Auswirkungen auf den sicheren Betrieb haben können, müssen sorgfältig mit einem systematischen und nachvollziehbaren Vorgehen geplant und durchgeführt werden, um negative Rückwirkungen zu vermeiden. Dabei sind

- c) bei der Planung und Durchführung der Organisationsänderung mögliche Rückwirkungen auf den sicheren Betrieb zu analysieren und zu berücksichtigen und nach der Implementierung zu überprüfen, [...]
- f) die Funktionsfähigkeit der Organisation während und nach der Implementierung der Organisationsänderung zu überwachen.

(3) Es ist nach einem geeigneten Zeitraum zu überprüfen, ob die Ziele, die mit der Organisationsänderung verbunden waren, erreicht wurden.

[KTA 1402 Ziffer 5.5 "Organisationsänderung" /KTA 14/]

5.71. Adequate monitoring should be carried out to provide early warning of any effects on performance, thereby ensuring that there is sufficient time to take remedial action before acceptable safety levels are challenged. Wherever possible, such remedial action should be planned in advance. Care should be taken in choosing the measures to be monitored and in assessing their effectiveness in providing early warning of any trend towards deterioration. Changes with the potential for major effects on safety levels should be subject to more extensive monitoring to detect adverse trends earlier. The likely effectiveness of changes should also be considered and the speed with which a situation that may be critical to safety can be rectified should be assessed.

[GS-G-3.1 Abschnitt 5 "Process Implementation" /IAE 06/]

This section describes some of the practices that an organization can adopt to promote workplace safety during change. The practices are described below:

[...]

- **Measuring variables critical to success.** Optimal measures will provide information that is useful for interventions. Reactive measures of numbers of incidents or safety infractions can neglect the opportunity to learn and enhance safety in the organization. With respect to safety, focusing on current safety conditions and employee attitudes and behaviours that predict subsequent safety performance would provide more relevant information for the prevention of future safety incidents than would focusing on past safety incidents. This is not to say that the number of safety incidents should not be considered but rather that considering process oriented measures would provide an organization with much richer information regarding safety. For instance, it would be worthwhile to measure the behaviour of leaders and employees' commitment to the organization, job satisfaction and trust in management, and the extent to which workers take the initiative with respect to safety and participate in safety matters.

[NG-T-1.1 Abschnitt 3.2 “Practices to counter safety problems during organizational change” /IAE 14b/]

Dokumentation

Having an accurate history of changes that have occurred is important as the utility evolves from construction to operations, from operations to decommissioning, or when the ownership of the facility changes.

[IAEA TECDOC 1226 Abschnitt 3.3 “Measuring the current state” /IAE 01/]

8 **Anhang B: Prozessblatt für den Führungsprozess „Personalplanung“**

Prozessblatt für den Führungsprozess „Personalplanung“	
Zweck dieses Prozesses	<ul style="list-style-type: none"> – Planung der personellen Ressourcen – Festlegung der Grundsätze der Aufbauorganisation
Zuständige Organisationseinheit	Fachbereich „Personalmanagement“
Schnittstellen zu anderen Prozessen	<ul style="list-style-type: none"> – Führungsprozess „Organisationsziele“ – Unterstützungsprozess „Qualifikation und Schulung des Personals“ – Unterstützungsprozess „Wissensmanagement“ – Unterstützungsprozess „Veränderungsmanagement“ – Unterstützungsprozess „Dokumentation“
Anforderungen an diesen Prozess	
Personalstrategie	
<p>(2) Der Genehmigungsinhaber nach Absatz 1 ist verpflichtet,</p> <p>[...]</p>	

2. dauerhaft angemessene finanzielle und **personelle Mittel** zur Erfüllung seiner Pflichten in Bezug auf die nukleare Sicherheit der jeweiligen kerntechnischen Anlage vorzusehen und bereitzuhalten und sicherzustellen, dass seine Auftragnehmer und Unterauftragnehmer, deren Tätigkeiten die nukleare Sicherheit einer kerntechnischen Anlage beeinträchtigen könnten, personelle Mittel mit angemessenen Kenntnissen und Fähigkeiten zur Erfüllung ihrer Pflichten in Bezug auf die nukleare Sicherheit der jeweiligen kerntechnischen Anlage vorsehen und einsetzen,[...]

[AtG §7c Abs 2 /ATG 22/]

Requirement 9: Provision of resources

Senior management shall **determine the competences and resources** necessary to carry out the activities of the organization safely and shall provide them.

[GSR Part 2 Abschnitt 4 “Management for Safety” /IAE 16/]

4.21. Senior management shall make **arrangements to ensure** that the organization has in-house, or maintains access to, the full range of **competences and the resources** necessary to conduct its activities and to discharge its responsibilities for ensuring safety at each stage in the lifetime of the facility or activity, and during an emergency response [13, 14, 18].10

[GSR Part 2 Abschnitt 4 “Management for Safety” /IAE 16/]

4.24. **Competences** to be sustained **in-house** by the organization shall include: competences for leadership at all management levels; competences for fostering and sustaining a strong safety culture; and expertise to understand technical, human and organizational aspects relating to the facility or the activity in order to ensure safety.

[GSR Part 2 Abschnitt 4 “Management for Safety” /IAE 16/]

4.1. In order to ensure rigour and thoroughness at all levels of the staff in the achievement and maintenance of safety, the operating organization:

[...]

(c) Shall ensure that it has **sufficient staff with appropriate qualifications** and training at all levels;

[SSR-3 Abschnitt 4 “Management for Safety and Verification of Safety for Research Reactor Facilities” /IAE 16a/]

Requirement 70: Training, retraining and qualification of personnel

The operating organization for a research reactor facility shall ensure that safety related functions are performed by suitably **qualified, competent and fit-for-duty personnel**.

[SSR-3 Abschnitt 7 “Operation of Research Reactor Facilities” /IAE 16a/]

3.3. The operating organization of the research reactor is required to be staffed with **competent managers** and a sufficient number of suitably **qualified and experienced personnel** — supplemented, as necessary, by consultants or contractors — so that duties can be performed safely (see para. 4.21 of GSR Part 2 [17]). The aim should be to ensure that safety related activities can be performed without undue haste or pressure.

[SSG-84 Abschnitt 3 “Staffing, Recruitment and Selection of Operating Personnel for a Research Reactor” /IAE 23b/]

3.4. The operating organization is required to ensure that its operating personnel are appropriately qualified (see Requirement 70 of SSR-3 [1]). The operating organization should ensure that, at the time of commencing duties at the research reactor, these personnel have acquired a combination of education, training and experience commensurate with their level of responsibility. National regulations may also specify requirements for the recruitment of operating personnel.

[SSG-84 Abschnitt 3 “Staffing, Recruitment and Selection of Operating Personnel for a Research Reactor” /IAE 23b/]

3.8. In the **recruitment policy** for research reactor operating personnel, account should be taken of the need for continuity of organizational expertise as new operating personnel replace experienced personnel (see para. 2.19 of this Safety Guide). The unanticipated loss of key personnel and ways of minimizing the impact of this on the operation of the research reactor should also be taken into account, including for situations where a large number of personnel might be unavailable, such as during an epidemic or a pandemic affecting areas in which personnel live. In small operating organizations, the loss of a key individual may necessitate the shutting down of the research reactor until the training of a replacement can be completed. This situation should be avoided by means of effective **strategic planning, succession planning** and the development of a **staffing plan**. In general, effective documentation also minimizes the impact of the loss of key personnel. The staffing of the research reactor should be assessed and updated periodically and whenever organizational changes are made or the mission of the research reactor changes.

[SSG-84 Abschnitt 3 "Staffing, Recruitment and Selection of Operating Personnel for a Research Reactor" /IAE 23b/]

7.12. The operating organization shall be responsible for ensuring that the necessary knowledge, skills, attitudes and safety expertise are sustained at the research reactor, and that **long term objectives for human resources** are met and **knowledge preservation policies** are developed.

[SSR-3 Abschnitt 7 "Operation of Research Reactor Facilities" /IAE 16a/]

2.19. [...] The organizational plan should provide for **succession planning** to cover attrition and promotion within the organization to ensure a smooth transition for each key position without a detrimental loss of institutional knowledge.

[SSG-84 Abschnitt 2 "The Operating Organization of a Research Reactor" /IAE 23b/]

B3.1 The **required number of staff** for safe operation, and their competence, shall be analysed in a systematic and documented way.

[WENRA SRL RR Issue B: Operating Organisation /WEN 20/]

B3.2 The sufficiency of actual staff for safe operation, their competence, and suitability for safety work shall be verified on a regular basis and documented.

[WENRA SRL RR Issue B: Operating Organisation /WEN 20/]

B3.3 A **long-term staffing plan** shall exist for activities that are important to safety.

Long term is understood as 3-5 years for detailed planning and at least 10 years for prediction of retirements etc.

[WENRA SRL RR Issue B: Operating Organisation /WEN 20/]

The loss of personnel possessing critical knowledge on account of retirement or other causes poses a threat to organizational performance and sustainable business activities. This issue acquires greater significance considering the fact that developing some of the key nuclear competencies is either time consuming or requires significant technical training and development. Some nuclear organizations have assessed the risk associated with the loss of key personnel quantitatively and identified methods of mitigating them.

Two approaches are involved. One approach uses a top down process in which the competencies used in an organization are mapped against its employees in a matrix format. The analysis of matrix data helps to determine the prioritized list of competencies at risk, identify important positions and detect key experts at risk. This information is assessed periodically to make adjustments to the staff recruitment programme, training and retraining programmes, staff rotation and the succession plan.

The second approach employs a bottom up process that uses an attrition risk factor (based on expected retirement or other attrition data) and a position risk factor (based on critical knowledge possessed and level of effort required to fill the position) to quantify the total risk of different positions in an organization. It is used to identify options to retain knowledge and skill in an organization, including the process of monitoring and evaluating knowledge retention plans.

The approaches complement each other. Implementation of both approaches helps organizations to identify and understand the level of risk involved in the loss of personnel possessing critical knowledge. It helps to develop short and long term strategies to mitigate the risks.

[NG-G-6.1 Abschnitt 3.2.1 "Knowledge loss risk management" /IAE 22/]

Mindestanzahl und Qualifikationsanforderungen

(2) Für alle verantwortlichen Personen und alle Stellen oder Gruppen gleichartiger Stellen des sonst tätigen Personals sind die **Qualifikationsanforderungen** und erforderlichen Kenntnisse für die Stelleninhaber zu ermitteln und zu dokumentieren.

[KTA 1402 Ziffer 5.9 „Qualifikation und Schulung des Personals“ /KTA 17/]

(3) Bei der **Besetzung von Stellen**, bei der Beurteilung des Personals sowie bei der Auswahl und Beförderung von Führungspersonal ist neben fachlichen Aspekten auch auf Methodenkompetenz, Führungskompetenz, soziale Kompetenz sowie auf die sicherheitsgerichtete Einstellung zu achten.

[KTA 1402 Ziffer 5.9 „Qualifikation und Schulung des Personals“ /KTA 17/]

4.22. Senior management shall determine which competences and resources the organization has to retain or has to develop internally, and which competences and resources may be obtained externally, for ensuring safety.

[GSR Part 2 Abschnitt 4 "Management for Safety" /IAE 16/]

4.23. Senior management shall ensure that **competence requirements** for individuals at all levels are **specified** and shall ensure that training is conducted, or other actions are taken, to achieve and to sustain the required levels of competence. An evaluation shall be conducted of the effectiveness of the training and of the actions taken.

[GSR Part 2 Abschnitt 4 "Management for Safety" /IAE 16/]

4.25. Senior management shall ensure that individuals at all levels, including managers and workers: (a) Are competent to perform their assigned tasks and to work safely and effectively; (b) Understand the standards that they are expected to apply in completing their tasks.

[GSR Part 2 Abschnitt 4 "Management for Safety" /IAE 16/]

7.13. The reactor manager shall clearly document the duties, the responsibilities, the necessary experience and the training requirements of operating personnel, and their lines of communication. The duties, responsibilities and lines of communication of other personnel involved in the operation or use of the reactor (e.g. technical support personnel and experimenters) shall also be clearly documented.

[SSR-3 Abschnitt 7 "Operation of Research Reactor Facilities" /IAE 16a/]

7.14. The reactor manager shall specify the minimum staffing requirements for the various disciplines required to ensure safe operation for all operational states of the research reactor in accordance with the operational limits and conditions. These requirements include both the number of personnel and the duties for which they are required to be authorized. The person with qualification and responsibility for the direct supervision of the operation of the reactor shall be clearly identified at all times.

[SSR-3 Abschnitt 7 "Operation of Research Reactor Facilities" /IAE 16a/]

7.28. The operating organization shall clearly define the requirements for qualification and competence to ensure that personnel performing safety related functions are capable of safely performing their duties. Certain operating positions may require formal authorization or a licence.

[SSR-3 Abschnitt 7 "Operation of Research Reactor Facilities" /IAE 16a/]

3.5. The operating organization is required to define the **minimum levels of education and experience** to be met by candidates for specific operating positions at the research reactor (see para. 7.28 of SSR-3 [1]). In the recruitment of operating personnel, it should also be ensured that individuals who are selected for positions are

reliable. An appropriate background check may be required by national regulations as a condition of employment for new operating personnel.

[SSG-84 Abschnitt 3 "Staffing, Recruitment and Selection of Operating Personnel for a Research Reactor" /IAE 23b/]

4.3. The operating organization is required to define the competence requirements for each position important to safety (see para. 7.28 of SSR-3 [1]). These competence requirements will depend on the level of responsibility and the specific duties of a position. Persons with competence in the operation of research reactors and experience in training activities should prepare and document these competence requirements. Reference [30] provides additional guidance.

[SSG-84 Abschnitt 4 "Training and Qualification of Operating Personnel for a Research Reactor" /IAE 23b/]

D2.2 The licensee shall define and document the necessary competence requirements for their site personnel.

[WENRA SRL RR Issue D: Training and Authorization of Research Reactor Staff (Jobs with Safety Importance /WEN 20/]

Einstellungsverfahren

3.6. The physical and mental health of all operating personnel should be such that they are capable of safely operating the research reactor in different operational states and in accident conditions. Psychometric tests and psychological tests may be used in recruitment, where appropriate. Further information on the evaluation of physical and mental health in the recruitment of operating personnel for research reactors is provided in Ref. [30].

[SSG-84 Abschnitt 3 "Staffing, Recruitment and Selection of Operating Personnel for a Research Reactor" /IAE 23b/]

3.7. In addition to adhering to the provisions established in national regulations and practices relating to occupational health and safety, operating personnel should have

a medical examination at the time of recruitment and at designated times in the course of their employment to ensure that their state of health is compatible with the duties and responsibilities assigned to them. Personnel who are occupationally exposed to radiation at the research reactor may be required to be subject to workers' health surveillance in accordance with Requirement 25 of GSR Part 3 [22]. The results of any medical examinations might necessitate restrictions on the activities that an individual may perform.

[SSG-84 Abschnitt 3 "Staffing, Recruitment and Selection of Operating Personnel for a Research Reactor" /IAE 23b/]

SELECTION PROCESS FOR PERSONNEL FOR A RESEARCH REACTOR

3.21. The selection process for personnel for a research reactor should include the following steps: (a) Establishing the criteria for accepting or rejecting applications and for classifying acceptable candidates (e.g. in terms of entry level competence and communication skills),

(b) Obtaining information about the candidates (e.g. through job applications and references),

(c) Interviewing the candidates,

(d) Objectively testing the candidates,

(e) Assessing the candidates against set criteria in order to reach a decision,

(f) Ensuring medical and psychological fitness for duty in the position (see paras 3.6 and 3.7) and security clearance, as appropriate.

[SSG-84 Abschnitt 3 "Staffing, Recruitment and Selection of Operating Personnel for a Research Reactor" /IAE 23b/]

3.22. The selection process for management and supervisory positions should include evaluation of the following additional elements:

- (a) Management skills, including analytical, supervisory, leadership and communication abilities,
- (b) Management experience,
- (c) Education and training,
- (d) Knowledge of research reactor operations,
- (e) Medical and psychological fitness (see paras 3.6 and 3.7),
- (f) Attitudes towards safety and quality management,
- (g) Attitudes towards self-study,
- (h) Attitudes towards training and career development for subordinates.

[SSG-84 Abschnitt 3 "Staffing, Recruitment and Selection of Operating Personnel for a Research Reactor" /IAE 23b/]

3.23. Personnel who may have to respond to an emergency should be evaluated for their behaviour in an emergency (e.g. by means of drills and exercises) and their ability to work in a team.

[SSG-84 Abschnitt 3 "Staffing, Recruitment and Selection of Operating Personnel for a Research Reactor" /IAE 23b/]

Zulassung von Personal

7.28. The operating organization shall clearly define the requirements for qualification and competence to ensure that personnel performing safety related functions are capable of safely performing their duties. **Certain operating positions may require formal authorization or a licence.**

[SSR-3 Abschnitt 7 "Operation of Research Reactor Facilities" /IAE 16a/]

(4) Die Qualifikation des Personals ist für die Wahrnehmung der jeweiligen Aufgaben festzulegen und nachzuweisen.

[KTA 1402 Ziffer 5.9 „Qualifikation und Schulung des Personals“ /KTA 17/]

5.3. The operating organization should establish procedures for applying for the authorization of operating personnel in compliance with regulatory requirements. These procedures should provide for an assessment of the competence of persons to be authorized, including successfully passing an examination based on the training programme and regulatory requirements. The regulatory body may conduct the examination and issue an authorization or a licence to the successful candidates. Alternatively, the operating organization may be responsible for conducting the examination, possibly with a representative of the regulatory body present as an observer.

[SSG-84 Abschnitt 5 “Authorization of Operating Personnel at a Research Reactor” /IAE 23b/]

5.4. Independent of any authorization issued, it is the responsibility of the operating organization to ensure that all personnel have the necessary qualifications for their positions.

[SSG-84 Abschnitt 5 “Authorization of Operating Personnel at a Research Reactor” /IAE 23b/]

5.5. The operating organization should establish processes and procedures by which persons controlling or supervising changes in the operational status of the research reactor, or with other duties that have a direct bearing on safety, are authorized before they are allowed to perform those duties. This authorization may be achieved in different ways. For example, the operating organization may propose to the regulatory body the activities to be covered by the authorization. Alternatively, the regulatory body may determine the activities that need to be authorized and grant authorizations accordingly.

[SSG-84 Abschnitt 5 “Authorization of Operating Personnel at a Research Reactor” /IAE 23b/]

5.8. Each authorization for an individual should specify the research reactor and position to which the authorization applies. In addition, any conditions derived from medical or other findings (e.g. the wearing of corrective eyeglasses during the performance of duties) should be specified in the licence. If an authorized individual moves to a different research reactor or to a different authorized position at the same facility, the person should satisfy the specific competence requirements for the new position before being authorized to assume their duties.

[SSG-84 Abschnitt 5 "Authorization of Operating Personnel at a Research Reactor"
/IAE 23b/]

5.10. To **maintain an authorization**, an individual should perform the duties of the authorized position on a regular basis. If an individual has not performed the duties of the position for a certain period of time (typically three to six months), an authorized representative of the research reactor should certify that the individual still meets the requirements of the authorization prior to the individual's resumption of duties. In some cases, retraining should be performed and competence should be reassessed (see para. 4.42)

[SSG-84 Abschnitt 5 "Authorization of Operating Personnel at a Research Reactor"
/IAE 23b/]

5.11. All authorized individuals should undergo a **periodic medical examination** to assess physical health and mental health. The results of this examination should be used by the management of the research reactor to help in determining whether individuals are still capable of performing the functions for which they are authorized (see also para. 3.6 and Ref. [26]).

[SSG-84 Abschnitt 5 "Authorization of Operating Personnel at a Research Reactor"
/IAE 23b/]

5.12. The competence of authorized operating personnel should be reviewed periodically. Consideration should be given to the need for **periodic reauthorization**. [...]

[SSG-84 Abschnitt 5 "Authorization of Operating Personnel at a Research Reactor"
/IAE 23b/]

5.13. Particular consideration should be given to reauthorization if an authorized person has been absent for an extended time and changes in the research reactor, in procedures or in other areas have occurred. This reauthorization may be approached in a graded manner with retraining, reassessments of competence and examinations commensurate with the duration of the absence, the complexity of the research reactor, and the changes to the facility and its operation during the absence of the individual.

[SSG-84 Abschnitt 5 "Authorization of Operating Personnel at a Research Reactor"
/IAE 23b/]

D2.1 Only qualified persons that have the necessary knowledge, skills, and safety attitudes shall be allowed to carry out tasks important to safety. The licensee shall ensure that all site personnel performing safety-related duties have been adequately trained and qualified.

[WENRA SRL RR Issue D: Training and Authorization of Research Reactor Staff (Jobs with Safety Importance /WEN 20/]

D2.4 Site personnel qualifying for positions important to safety shall undergo a medical examination to ensure their fitness depending upon the duties and responsibilities assigned to them. The medical examination shall be repeated at specified intervals.

[WENRA SRL RR Issue D: Training and Authorization of Research Reactor Staff (Jobs with Safety Importance /WEN 20/]

D4.1 Operating personnel controlling changes in the operational status¹⁹ of the research reactor shall be required to hold an authorization valid for a specified time period. The licensee shall establish procedures for their operating personnel to achieve this authorization. In the assessment of an individual's competence and suitability as a basis for the authorization, documented criteria shall be used.

[WENRA SRL RR Issue D: Training and Authorization of Research Reactor Staff (Jobs with Safety Importance /WEN 20/]

D4.2 If an authorised individual:

- Moves to another position for which an authorization is required,
- Has been absent from the authorised position during an extended time period,

Re-authorisation shall be conducted after necessary individual preparations.

[WENRA SRL RR Issue D: Training and Authorization of Research Reactor Staff (Jobs with Safety Importance /WEN 20/]

Fremdpersonal

B3.5 The licensee shall always have in house, sufficient, and competent staff and resources to understand the licensing basis of the research reactor (e.g. Safety Analysis Report or Safety Case and other documents based thereon), as well as to understand the actual design and operation of the research reactor.

[WENRA SRL RR Issue B: Operating Organisation /WEN 20/]

B3.6 The licensee shall maintain, in house, sufficient and competent staff and resources to specify, set standards, manage and evaluate safety work carried out by contractors.

[WENRA SRL RR Issue B: Operating Organisation /WEN 20/]

7.25. The operating organization shall arrange for the provision of assistance by contractor personnel as required.

[SSR-3 Abschnitt 7 "Operation of Research Reactor Facilities" /IAE 16a/]

2.29. An operating organization such as an academic institution or a research centre may have centralized services designated to serve the entire institution or centre. In other cases, governmental units or private contractors may provide support services. Examples of functions that might be provided by support services to a research reactor include the following:

- (a) Training of personnel,
- (b) Development of the management system,
- (c) Measures for radiation protection and arrangements for emergency preparedness,
- (d) Maintenance, surveillance and in-service inspection,
- (e) Waste management and environmental monitoring,
- (f) Safety review and assessment, including reviews of safety management,
- (g) Core management and fuel handling, including arrangements for procurement,
- (h) Design, construction and commissioning of major modifications,
- (i) Firefighting service.

[SSG-84 Abschnitt 2 "The Operating Organization of a Research Reactor" /IAE 23b/]

2.45. The operating organization should ensure that an adequate number of personnel possess the knowledge, training and skills necessary to supervise and evaluate the work of contractor personnel and temporary personnel. Supervision of contractors is the responsibility of the operating organization (see para. 7.1 of SSR-3 [1]). The operating personnel who supervise contractor personnel or other temporary personnel should be clearly specified. The operating organization should ensure that contractor personnel and temporary personnel who conduct activities on items important to safety are qualified to perform their assigned tasks. Documented assurance should be obtained that contractor personnel have the necessary qualifications prior to their involvement in these activities.

[SSG-84 Abschnitt 2 "The Operating Organization of a Research Reactor" /IAE 23b/]

D4.3 Work carried out by contractors or experimenters on structures, systems, or components that are important to safety shall be approved and monitored by a suitably competent member of staff.

[WENRA SRL RR Issue D: Training and Authorization of Research Reactor Staff (Jobs with Safety Importance /WEN 20/]

(15) Die Qualifikation, die Kenntnisse und die Schulung des Fremdpersonals sind entsprechend den arbeitsspezifischen Anforderungen des für vergleichbare Tätigkeiten eingesetzten Eigenpersonals anzupassen.

[KTA 1402 Ziffer 5.9 „Qualifikation und Schulung des Personals“ /KTA 17/]

7.29. Suitably qualified personnel shall be selected and shall be given the necessary training and instruction to enable them to perform their duties correctly for different operational states and in accident conditions, in accordance with the appropriate procedures. Safety related functions shall be performed by suitably qualified, competent and fit-for-duty personnel.

[SSR-3 Abschnitt 7 "Operation of Research Reactor Facilities" /IAE 16a/]

9 Anhang C: Prozessblatt für den Kernprozess „Reaktorbetrieb, Durchführung von Experimenten und Bestrahlungen“

Prozessblatt für den Kernprozess „Reaktorbetrieb, Durchführung von Experimenten und Bestrahlungen“	
Zweck dieses Prozesses	<ul style="list-style-type: none"> – Fahren des Reaktors – Durchführung von Experimenten – Durchführung von Bestrahlungen
Zuständige Organisationseinheit	<p>Fachbereich „Betrieb“</p> <p>Fachbereich „Experimentelle Nutzung“</p>
Schnittstellen zu anderen Prozessen	<ul style="list-style-type: none"> – Führungsprozess „Kommunikation“ – Kernprozess „Handhabung von Brennelementen und anderen Kernbauteilen“ – Unterstützungsprozess „Personalmanagement“ – Unterstützungsprozess „Wissensmanagement“ – Unterstützungsprozess „Instandhaltung“ – Unterstützungsprozess „Überwachung, Analyse, Bewertung und Verbesserung“ – Unterstützungsprozess „Anlagensicherung und IT-Sicherheit“ – Unterstützungsprozess „Anlagenüberwachung“ – Unterstützungsprozess „Abwicklung und Durchführung von Projekten“

	<ul style="list-style-type: none"> – Unterstützungsprozess „Planung von Experimenten und Bestrahlungen“ – Unterstützungsprozess „Brandschutz“ – Unterstützungsprozess „Notfallschutz“ – Unterstützungsprozess „Materialwirtschaft“
--	--

Anforderungen an diesen Prozess

OLC¹²s und Prozeduren für den Reaktorbetrieb

(1) Zweck ist das sichere Fahren des Kernkraftwerks unter Beachtung der vorliegenden Genehmigungen, deren Auflagen sowie der vorhandenen schriftlichen, betrieblichen Regelungen.

(2) Die auf der Warte oder in der Notsteuerstelle tätigen Personen, welche die Anlagen überwachen und Schalthandlungen anweisen, müssen die Fachkunde für Schichtleiter, Schichtleitervertreter oder Reaktorfahrer entsprechend der Richtlinie für den Fachkundenachweis von Kernkraftwerkspersonal¹³ besitzen.

(3) Die Tätigkeiten des Schichtpersonals im bestimmungsgemäßen Betrieb, Störfällen, anlageninternen Notfällen, Kontrollgängen und soweit erforderlich für Sonderfahrweisen (z. B. Anlagenversuche), sind nach schriftlichen Anweisungen durchzuführen. Dies gilt auch für die Überwachung der Anlagenparameter sowie die Einhaltung aller Grenzwerte und Bedingungen, die Bewertung festgestellter Abweichungen, die Veranlassung korrigierender Maßnahmen (z. B. Schalthandlungen) und die Information der verantwortlichen Organisationseinheit. Schalthandlungen sind bzgl. ihrer Wirksamkeit zu überwachen und zu kommunizieren.

¹² Operational Limits and Conditions

¹³ Anm.: Für Forschungsreaktoren gilt die Richtlinie für den Fachkundenachweis von Forschungsreaktorpersonal

(5) An- und Abfahren, Leistungsbetrieb und Brennelementwechsel müssen so durchgeführt werden, dass Brennstabschäden möglichst vermieden und die Grenzwerte und Bedingungen für die eingesetzten Brennelemente über deren gesamte Einsatzzeit eingehalten werden.

(6) Leistungsänderungen sind in geplanter und sorgfältig kontrollierter Weise auszuführen, damit gewährleistet ist, dass der Reaktor im Bereich der festgelegten Grenzwerte und Bedingungen betrieben wird und dass die beabsichtigte Reaktion erzielt wird.

(7) Sonderfahrweisen (z. B. Anlagenversuche) sind nur innerhalb eines geplanten und entsprechend den gültigen Regelungen freigegebenen Verfahrens (z. B. Schichtanweisung) durchzuführen. Bei der Planung ist die sicherheitstechnische Relevanz zu bewerten. Die Qualitätssicherung und das Freigabeverfahren sind entsprechend den in der Betriebsgenehmigung festgelegten Anforderungen für die Erstellung, Prüfung und Freigabe von Fahrweisen (BHB, NHB etc.) durchzuführen.

(8) Das Führungs- und Kommunikationsverhalten auf der Warte ist so festzulegen, dass die Handlungen sicher ausgeführt werden können.

(9) Die Mindestbesetzung der Schichtgruppen und die Mindestbesetzung der Warte und deren Soll-Qualifikation (z. B. Schichtleiter) sind für die in Betrieb befindliche Anlage und bei kalt unterkritischer Anlage so festzulegen, dass für alle Betriebszustände und für unerwartete Situationen sowie für die Bewältigung aller der Schicht zugeordneten Aufgaben (z. B. Notfallschutz, Brandschutz, Revision, Brennelementwechsel), die notwendigen Tätigkeiten durchgeführt werden können. Für den Fall des Unterschreitens der Mindestbesetzung sind Vorgehensweisen vorzusehen.

(10) Die für den Betrieb der Anlage wichtigen Informationen (z. B. Betriebshandbuchänderungen, neue Schichtanweisungen) sind über ein formelles Kommunikationssystem an die Schichten zu übermitteln. Die Kenntnisnahme dieser Informationen ist durch das Schichtpersonal nachvollziehbar zu bestätigen. Art und Umfang, der im Wartebereich für das Betreiben der Anlage bereitzuhaltenden Dokumente ist festzulegen und regelmäßig zu überprüfen.

(12) Es ist ein Schichtbuch zu führen, in dem insbesondere folgende Informationen aufzunehmen sind:

- a) wesentliche Änderungen der Fahrweise,
- b) besondere Ereignisse,
- c) Nichtverfügbarkeiten von Teilen des Sicherheitssystems und Komponenten,
- d) vom Schichtpersonal durchgeführte Wartungsarbeiten an sicherheitstechnisch wichtigen Systemen und Bauteilen, sofern diese nicht im Arbeitserlaubnisverfahren gemäß IHO durchgeführt werden,
- e) wesentliche Analysewerte, sofern diese nicht (z. B. in Form von Protokollen) auf der Warte zur Verfügung stehen,
- f) Alarmer und
- g) bei Schichtübergabe: Zeitpunkt der Schichtübergabe einschließlich des Anlagenzustands und dem Betriebszustand wichtiger Systeme und Komponenten sowie Simulationen, sofern diese nicht in Form von separaten Listen auf der Warte zur Verfügung stehen. Ein Mitglied der Führungslinie des Schichtleiters hat das Schichtbuch spätestens am nächsten Arbeitstag zur Kenntnis zu nehmen und dies zu dokumentieren.

(13) Die Vorgehensweise bei der Schichtübergabe ist festzulegen. Die Übergabe hat auf Basis von Betriebsaufzeichnungen (z. B. Informationen zum Anlagenzustand, dem Stand begonnener oder geplanter Tätigkeiten sowie aller für das Fahren der Anlage relevanter Änderungen und Vorkommnisse) zu erfolgen.

(14) Die Schichtleiter sowie deren Vorgesetzte haben dafür zu sorgen, dass auf der Warte ein sicherheitsgerichtetes Arbeiten in einer möglichst ruhigen Atmosphäre möglich ist.

(15) Die Verwaltung von Schlüsseln für die Zugänge zu den Sperrbereichen und Redundanzräumen, zu den sicherheitstechnisch wichtigen Handarmaturen und zu den Reaktorschutzschranken hat aufgrund von Dokumenten mit klaren Zuständigkeiten zu erfolgen. Die Zulässigkeit der Ausgabe der Schlüssel auf Grund des Anlagenzustandes, die Berechtigung der Person und die Vollständigkeit der Schlüssel bei

Schichtübergabe ist zu überwachen. Ausgabe und Rückgabe der Schlüssel sind mit Datum, Uhrzeit und Namen der berechtigten Person zu dokumentieren.

(16) Die Anlage ist regelmäßig zu begehen. Dabei sind festzulegende Anlagenparameter aufzunehmen und zu verfolgen. Aufgefallene Besonderheiten, Abweichungen und Auffälligkeiten sind dem Schichtleiter zu melden. Zusätzlich ist auf die allgemeinen betrieblichen Bedingungen (z. B. Sauberkeit, Ordnung, unnötige Brandlasten) zu achten.

(17) Die Notsteuerstelle ist regelmäßig zu begehen, um ihren ordnungsgemäßen Zustand hinsichtlich der Betriebsbereitschaft und Bedienbarkeit einschließlich der Zugänglichkeit sicherzustellen. Das schließt die für den Betrieb erforderliche Dokumentation, Kommunikationseinrichtungen und Alarmsysteme ein.

[KTA 1402¹⁴ Ziffer 5.1 "Fahren der Anlage" /KTA 14/]

The operating organization for a research reactor facility shall ensure that the research reactor is operated in accordance with the operational limits and conditions.

7.32.

The operational limits and conditions shall form an important part of the basis for the authorization of the operating organization to operate the research reactor facility. The facility shall be operated within the operational limits and conditions to prevent situations arising that could lead to anticipated operational occurrences or accident conditions, and to mitigate the consequences of such events if they do occur. The operational limits and conditions shall be developed to ensure that the reactor is being operated in accordance with the design assumptions and intent, as well as in accordance with its licence conditions.

¹⁴ Anm.: Die Anforderungen der KTA 1402 sind für Kernkraftwerke formuliert worden und sind für die Anwendung auf Forschungsreaktoren ggf. anzupassen

7.33.

The operational limits and conditions shall reflect the provisions made in the final design as described in the safety analysis report. The set of operational limits and conditions important to reactor safety, including safety limits, safety system settings, limiting conditions for safe operation, requirements for surveillance, testing and maintenance, and administrative requirements, shall be established and submitted to the regulatory body for review and assessment and approval before the commencement of operation. All operational limits and conditions shall be substantiated by a written statement or by analysis of the reason for their adoption.

7.34.

The operational limits and conditions shall be adequately defined, clearly established and appropriately substantiated (e.g. by clearly stating for each operational limit or condition its objective, its applicability and its specification, i.e. its specified limit and its basis). The selection of, and the values for, the operational limits and conditions shall be based on the safety analysis, on the reactor design or on aspects relating to the conduct of operations, and shall be demonstrably consistent with the updated safety analysis report, shall reflect the present status of the reactor and shall correspond to the licence conditions imposed by the regulatory body.

[SSR-3 Req. 71 /IAE 16a/]

Operating procedures for the research reactor shall be developed that apply comprehensively (for the reactor and its associated facilities) for normal operation, anticipated operational occurrences and accident conditions, in accordance with the policy of the operating organization and the requirements of the regulatory body.

7.57.

Procedures shall be developed for normal operation to ensure that the reactor is operated within the operational limits and conditions.

7.58.

Operating procedures shall be developed for all safety related operations that may be conducted over the entire lifetime of the facility, including for:

- a) Commissioning,
- b) Operation in normal operational states,
- c) The maintenance of major components or systems that could affect reactor safety,
- d) Periodic inspections, calibrations and tests of structures, systems and components that are essential for the safe operation of the reactor,
- e) Radiation protection activities,
- f) The review and approval process for operation and maintenance and the conduct of irradiation and experiments that could affect reactor safety or the reactivity of the core,
- g) The reactor operator's response to anticipated operational occurrences and design basis accidents, and, to the extent feasible, to design extension conditions,
- h) Emergencies,
- i) Handling of radioactive waste and monitoring and control of radioactive releases,
- j) Utilization,
- k) Modifications,
- l) The management system.

7.59.

Operating procedures shall be developed by the reactor operating personnel, in cooperation whenever possible with the designer and manufacturer and with other staff of the operating organization, including radiation protection staff. Operating procedures

shall be consistent with and contribute to the observance of the operational limits and conditions.

7.60.

The operating procedures shall be reviewed and updated periodically on the basis of lessons learned from operating experience, or in accordance with predetermined internal procedures. They shall be made available as relevant for the particular mode of operation of the reactor.

7.61.

All personnel involved in the operation and use of the reactor shall be adequately trained in the use of these procedures, as relevant.

7.62.

When activities that are not covered by existing procedures are planned, an appropriate procedure shall be prepared and reviewed and shall be subject to appropriate approval before the activity is started. Additional training of relevant staff in these procedures shall be provided.

[SSR-3 Req. 74 /IAE 16a/]

2.89. For safe operation of the research reactor, OLCs are required to be established that include administrative controls and operating procedures. The operating organization should establish a process for the review and approval of operating procedures, particularly at the management level. The administrative controls should be established before the commencement of operation. Where possible, the need to facilitate eventual decommissioning should be considered in the development of operating procedures.

2.90. The operating organization should provide for the development of operating procedures that have the following attributes:

- a) The procedures cover all activities that might affect the safe operation of the research reactor (an indicative list of operating procedures for a research reactor is provided in appendix II to SSG-83).
- b) The procedures are designed to ensure compliance with OLCs and regulatory requirements.
- c) The procedures are written and verified by properly qualified persons in accordance with the management system.
- d) The procedures are written in clear and understandable language and avoid any confusion and ambiguities.
- e) The procedures are in accordance with the design assumptions and intent.
- f) The procedures provide sufficient detail for a qualified person to perform the activity without direct supervision.
- g) The procedures are controlled, reviewed and revised periodically in accordance with the management system.

2.91. Operating procedures should be developed to ensure that shift turnovers follow a prescribed routine and that critical information — such as reviews of log books and log sheets, operations in progress, equipment out of service and experiments using the reactor — is passed from one shift to another. This applies to continuous operations where one shift relieves another in a routine manner, to emergencies and to situations where one shift shuts down the reactor and another shift resumes operation later.

[SSG-84 Abschnitt 2 “Operating procedures”] /IAE 23b/

siehe auch:

- ANVS: Guidelines on the Safe Design and Operation of Nuclear Reactors, Abschnitt 6 “Requirements for the operating rules” /ANV 23/ und
- Richtlinie ENSI-G07 Abschnitt 4.16 „Schichtbetrieb“ /ENS 23b/

Die regelmäßige Überprüfung und ggf. Überarbeitung der Prozeduren sollte auch das Einholen von Rückmeldungen des Personals über die Anwendbarkeit, den Detailgrad

und die Übereinstimmung der Prozeduren mit den tatsächlichen Arbeitsbedingungen beinhalten.

Qualifikation des Betriebspersonals

(2) Die auf der Warte oder in der Notsteuerstelle tätigen Personen, welche die Anlagen überwachen und Schalthandlungen anweisen, müssen die Fachkunde für Schichtleiter, Schichtleitervertreter oder Reaktorfahrer entsprechend der Richtlinie für den Fachkundenachweis von Kernkraftwerkspersonal¹³ besitzen.

[KTA 1402 Ziffer 5.1 "Fahren der Anlage" /KTA 14/]

Schnittstellen zu externen Organisationen

II.13. Interfaces should be described in the R&D plan and arrangements between the organizations performing work should be agreed upon. For example, the following interfaces should be addressed:

- (a) Organizational interfaces at the start of the R&D activities,
- (b) Interfaces between internal and external organizations during the R&D activities,
- (c) Interfaces with similar R&D activities,
- (d) Interfaces at the end of the R&D activities, such as those relating to the use and the application of the results.

[GS-G-3.5 Appendix II „Management System for R&D Activities for a Nuclear Installation" /IAE 09/]

Auf Forschungsreaktoren können besondere externe Faktoren einwirken, z. B. aufgrund der Wichtigkeit der dort stattfindenden Isotopenproduktion oder Forschungstätigkeiten für externe Interessengruppen.

Es ist sicherzustellen, dass derartige externe Interessen nicht dazu führen, dass die Vermeidung von Anlagenstillständen einen höheren Stellenwert einnimmt als die Gewährleistung eines möglichst sicheren Betriebes der Anlage.

Autorisierung und Zugangsregelungen

4.2.

A formal authorization issued by the regulatory body or by another body delegated or authorized by the appropriate authority may be required before a person is assigned to a designated position. Recommendations on the authorization of personnel for specific duties are provided in Section 5 of this Safety Guide.

[SSG-84, Abschnitt 4. "Training and Qualification of Operating Personnel for a Research Reactor" /IAE 23b/]

5.3.

The operating organization should establish procedures for applying for the authorization of operating personnel in compliance with regulatory requirements. These procedures should provide for an assessment of the competence of persons to be authorized, including successfully passing an examination based on the training programme and regulatory requirements. The regulatory body may conduct the examination and issue an authorization or a licence to the successful candidates. Alternatively, the operating organization may be responsible for conducting the examination, possibly with a representative of the regulatory body present as an observer.

5.5.

The operating organization should establish processes and procedures by which persons controlling or supervising changes in the operational status of the research reactor, or with other duties that have a direct bearing on safety, are authorized before they are allowed to perform those duties. This authorization may be achieved in different ways. For example, the operating organization may propose to the regulatory body the activities to be covered by the authorization. Alternatively, the regulatory body may

determine the activities that need to be authorized and grant authorizations accordingly.

5.7.

The regulatory body may require documented evidence of the competence of other personnel who are not authorized by the regulatory body but whose duties have a significant, though not direct, bearing on safety.

5.8.

Each authorization for an individual should specify the research reactor and position to which the authorization applies. In addition, any conditions derived from medical or other findings (e.g. the wearing of corrective eyeglasses during the performance of duties) should be specified in the licence. If an authorized individual moves to a different research reactor or to a different authorized position at the same facility, the person should satisfy the specific competence requirements for the new position before being authorized to assume their duties.

5.9.

The operating organization should ensure that only individuals who hold a specific authorization are allowed to operate reactor controls that directly affect the reactivity of the core. However, individuals enrolled in a training programme that leads to such an authorization, or students in a formal educational programme, may — under the supervision of an authorized person — operate such controls. In addition, suitably qualified persons may be permitted to perform preapproved, limited actions that might affect the reactivity of the core, with the permission of the authorized person at the controls (e.g. a researcher placing a sample into the reactor using a pneumatic conveyor).

5.10.

To maintain an authorization, an individual should perform the duties of the authorized position on a regular basis. If an individual has not performed the duties of the position for a certain period of time (typically three to six months), an authorized representative of the research reactor should certify that the individual still meets the requirements of

the authorization prior to the individual's resumption of duties. In some cases, retraining should be performed and competence should be reassessed (see para. 4.42).

5.11.

All authorized individuals should undergo a periodic medical examination to assess physical health and mental health. The results of this examination should be used by the management of the research reactor to help in determining whether individuals are still capable of performing the functions for which they are authorized (see also para. 3.6 and Ref. [26]).

[SSG-84, Abschnitt 5. "Authorization of Operating Personnel for a Research Reactor" /IAE 23b/]

(15) Die Verwaltung von Schlüsseln für die Zugänge zu den Sperrbereichen und Redundanzräumen, zu den sicherheitstechnisch wichtigen Handarmaturen und zu den Reaktorschutzschranken hat aufgrund von Dokumenten mit klaren Zuständigkeiten zu erfolgen. Die Zulässigkeit der Ausgabe der Schlüssel auf Grund des Anlagenzustandes, die Berechtigung der Person und die Vollständigkeit der Schlüssel bei Schichtübergabe ist zu überwachen. Ausgabe und Rückgabe der Schlüssel sind mit Datum, Uhrzeit und Namen der berechtigten Person zu dokumentieren.

(16) Die Anlage ist regelmäßig zu begehen. Dabei sind festzulegende Anlagenparameter aufzunehmen und zu verfolgen. Aufgefallene Besonderheiten, Abweichungen und Auffälligkeiten sind dem Schichtleiter zu melden. Zusätzlich ist auf die allgemeinen betrieblichen Bedingungen (z. B. Sauberkeit, Ordnung, unnötige Brandlasten) zu achten.

(17) Die Notsteuerstelle ist regelmäßig zu begehen, um ihren ordnungsgemäßen Zustand hinsichtlich der Betriebsbereitschaft und Bedienbarkeit einschließlich der Zugänglichkeit sicherzustellen. Das schließt die für den Betrieb erforderliche Dokumentation, Kommunikationseinrichtungen und Alarmsysteme ein

[KTA 1402 5.1 "Fahren der Anlage" /KTA 14/]

5.1.

Paragraph 7.28 of SSR-3 states that “Certain operating positions may require formal authorization or a licence.” In this context, authorization is the granting by the regulatory body or other appropriate authority of written permission for a person to conduct specified activities. In some Member States, authorization is limited to activities performed at a specific research reactor.

[SSG-84, Abschnitt 5. “Authorization of Operating Personnel for a Research Reactor” /IAE 23b/]

Nutzer, die nicht der Betriebsorganisation angehören (z. B. Forscher, Studenten, ...) sind ausschließlich zum Betreten der Raumbereiche berechtigt, die für die unmittelbare Ausführung der zugelassenen Tätigkeiten betreten werden müssen.

Zugangsberechtigungen sind zu dokumentieren und ihre Einhaltung ist zu überwachen.

Zeitdruck darf nicht dazu führen, dass die Dokumentation von Zugangsberechtigungen und/oder die Überprüfung ihrer Einhaltung vernachlässigt werden.

Human Factors und Ergonomie

1.6 (1) Human factors are an important aspect in the safety of research reactors as the state of the reactor changes frequently and the operator has easy access to the reactor core and to experiments.

1.6 (2) Special consideration shall be given in design to ensure reliance on necessary administrative controls and procedures. Administrative procedures may include operating rules in the form of operational limits and conditions, which are derived from the design of the reactor and the safety analysis. Human factors and human-machine interfaces shall be given systematic consideration at an early stage of the design and throughout the entire design process.

1.6 (3) Persons manipulating experimental devices and materials in the vicinity of the reactor core shall adhere strictly to the procedures and restrictions established to prevent any nuclear or mechanical interference with the reactor.

[ANVS: Guidelines on the Safe Design and Operation of Nuclear Reactors, Annex 7 "Additional specific requirements for research reactors" /ANV 23/]

Bei Änderungsprojekten bestehender Kernanlagen, bei Neubau- oder Stilllegungsvorhaben (nachfolgend Projekte genannt) sind bei der Gestaltung von Arbeitsplätzen und Arbeitsabläufen für Bedienung und Instandhaltung der Anlage menschliche und organisatorische Faktoren unter Beachtung folgender Grundsätze zu berücksichtigen:

1. Mensch, Technik und Organisation müssen auf integrierte Art und Weise betrachtet und gestaltet werden (MTO-System).
2. Die menschlichen und organisatorischen Faktoren müssen systematisch und kontinuierlich im gesamten Verlauf eines Projekts berücksichtigt werden.
3. Die nationalen und internationalen Betriebs- und Projekterfahrungen sowie der Stand von Arbeitswissenschaft und Ergonomie müssen in angemessener Weise berücksichtigt werden.
4. Die Benutzenden müssen am Projekt beteiligt und es muss ein klares Verständnis von deren Anforderungen sowie der organisatorischen Anforderungen entwickelt werden.
5. Bei der Entwicklung und Prüfung von Gestaltungslösungen muss iterativ vorgegangen werden.
6. Alle relevanten Kompetenzen und Erfahrungen müssen bei der Abwicklung des Projekts einbezogen werden.

Bei Projekten mit Auswirkungen auf die Organisation und die Tätigkeiten des Personals ist ein projektspezifisches Programm zur Berücksichtigung der menschlichen und organisatorischen Faktoren festzulegen, das die Anforderungen gemäß IAEA Safety Standard SSG-51 erfüllt.

[Richtlinie ENSI G-07 „Organisation von Kernanlagen“, Abschnitt 4.8 „Menschliche und organisatorische Faktoren“ /ENS 23b/]

Dokumentation

II.34. The principal investigator or researcher should ensure that all relevant documentation is available in a language that is appropriate to the users.

[GS-G-3.5 Appendix II „Conducting R&D Activities” /IAE 09/

(4) Entscheidungen von besonderer Bedeutung für den Fahrbetrieb sind nachvollziehbar zu dokumentieren.

(12) Es ist ein Schichtbuch zu führen, in dem insbesondere folgende Informationen aufzunehmen sind:

- a) wesentliche Änderungen der Fahrweise,
- b) besondere Ereignisse,
- c) Nichtverfügbarkeiten von Teilen des Sicherheitssystems und Komponenten,
- d) vom Schichtpersonal durchgeführte Wartungsarbeiten an sicherheitstechnisch wichtigen Systemen und Bauteilen, sofern diese nicht im Arbeitserlaubnisverfahren gemäß IHO durchgeführt werden,
- e) wesentliche Analysewerte, sofern diese nicht (z. B. in Form von Protokollen) auf der Warte zur Verfügung stehen,
- f) Alarmer und
- g) bei Schichtübergabe: Zeitpunkt der Schichtübergabe einschließlich des Anlagenzustands und dem Betriebszustand wichtiger Systeme und Komponenten sowie Simulationen, sofern diese nicht in Form von separaten Listen auf der Warte zur Verfügung stehen.

Ein Mitglied der Führungslinie des Schichtleiters hat das Schichtbuch spätestens am nächsten Arbeitstag zur Kenntnis zu nehmen und dies zu dokumentieren.

[KTA 1402 5.1 “Fahren der Anlage” /KTA 14/]

10 **Anhang D: Prozessblatt für den Unterstützungsprozess
„Qualifikation und Schulung des Personals“**

Prozessblatt für den Unterstützungsprozess „Qualifikation und Schulung des Personals“	
Zweck dieses Prozesses	<ul style="list-style-type: none"> – Sicherstellen der angemessenen anlagen- und tätigkeitsspezifischen Qualifikation des Personals – Durchführung regelmäßiger Schulungen und Trainings – Ermittlung von Schulungsbedarfen
Zuständige Organisationseinheit	Teilbereich „Qualifikation und Schulung“ im Fachbereich „Personalmanagement“
Schnittstellen zu anderen Prozessen	<ul style="list-style-type: none"> – Führungsprozess „Personalmanagement“ – Kernprozess „Reaktorbetrieb, Durchführung von Experimenten und Bestrahlungen“ – Unterstützungsprozess „Überwachung, Analyse, Bewertung und Verbesserung“ – Unterstützungsprozess „Wissensmanagement“ – Unterstützungsprozess „Dokumentation“
Anforderungen an diesen Prozess	
Grundlegende Anforderungen an das Ausbildungs- und Schulungssystem	
<p>(5) Zum Aufbau und Erhalt der geforderten Qualifikation und Kenntnisse sind Schulungsprogramme (Schulungen, Training, Selbststudium etc.) zu entwickeln und</p>	

durchzuführen, die auf die spezifischen Bedürfnisse der Organisation und des Einzelnen zugeschnitten sind. Das Schulungsprogramm hat Schulungen der fachlichen Qualifikation, der Methodenkompetenz und der sozialen Kompetenz zu beinhalten. Dem Führungspersonal ist zusätzlich Führungskompetenz zu vermitteln. Die Abwicklung des Schulungsprogramms ist auf die betrieblichen Anforderungen abzustimmen.

(7) Es sind adäquate Einrichtungen inklusive repräsentativem Anlagensimulator [Anm.: sofern dies angesichts der Größe des Reaktors sinnvoll ist] für die Schulung des Betriebspersonals zu nutzen. Die Schulungseinrichtungen und -methoden sind zeitnah an den aktuellen Stand anzupassen.

(8) Das Schulungsprogramm und die durchzuführenden Maßnahmen sind so zu gestalten, dass u. a. jedem Stelleninhaber die Relevanz und Wichtigkeit seiner Tätigkeit bezüglich des sicheren Betriebs vermittelt wird. Es soll beim Personal eine Einstellung fördern, die gewährleistet, dass Sicherheitsbelangen die gebührende Aufmerksamkeit zukommt.

(10) Die Ermittlung des individuellen Schulungsbedarfs ihrer Mitarbeiter obliegt der jeweiligen Führungskraft.

(11) Alle in der Anlage tätigen Personen sind allgemein zu schulen im

- a) Strahlenschutz (sofern im Kontrollbereich tätig),
- b) Brandschutz,
- c) Arbeitsschutz und
- d) Betriebskunde.

(14) Die Schulungen sollen von qualifiziertem und erfahrenem Personal mit entsprechenden Lehrkompetenzen ausgeführt werden, welche mit der Routine und der Arbeitspraxis am Arbeitsplatz vertraut sein sollen.

[KTA 1402 Ziffer 5.9 „Qualifikation und Schulung des Personals“] /KTA 17/

The operating organization for a research reactor facility shall ensure that safety related functions are performed by suitably qualified, competent and fit-for-duty personnel.

7.28. The operating organization shall clearly define the requirements for qualification and competence to ensure that personnel performing safety related functions are capable of safely performing their duties. Certain operating positions may require formal authorization or a licence.

7.29. Suitably qualified personnel shall be selected and shall be given the necessary training and instruction to enable them to perform their duties correctly for different operational states and in accident conditions, in accordance with the appropriate procedures. Safety related functions shall be performed by suitably qualified, competent and fit-for-duty personnel.

7.30. Suitable training and retraining programmes shall be established and maintained for the operating personnel, including the reactor manager, the shift supervisors, the reactor operators, the radiation protection staff, the maintenance personnel and others working at the research reactor facility. The training programme shall include provision for periodic confirmation of the competence of personnel, which shall be documented, and for refresher training on a regular basis. The refresher training shall also include retraining provision for personnel who have had extended absences from their authorized duties. The training shall emphasize the importance of safety in all aspects of reactor operation and shall promote safety culture.

7.31. Procedures shall be put in place for the validation of the training to verify its effectiveness and the qualification of the staff.

[SSR-3 Req. 70] /IAE 16a/

Siehe auch SSG-84 Abschnitt 4 "Training and Qualification of Operating Personnel for a Research Reactor" par. 4.1, 4.3, 4.4 /IAE 23b/

D1.1 The licensee shall establish an overall training policy and a comprehensive training plan on the basis of long-term competency needs and training goals that acknowledges the critical role of safety. The plan shall be kept up to date.

D1.2 A systematic approach to training shall be used to provide a logical progression, from identification of the competences required for performing a job, to the development and implementation of training programmes including respective training materials for achieving these competences, and to the subsequent evaluation of this training.

[WENRA Safety Reference Levels for Existing Research Reactors, Issue D “Training and Authorization of Site Personnel (Jobs with Safety Importance)”, /WEN 20/]

Der regelmäßigen Durchführung von (Wiederholungs-)Schulungen sollten angemessene zeitliche Ressourcen zugewiesen werden.

Schulungsmethoden

(14) Die Schulungen sollen von qualifiziertem und erfahrenem Personal mit entsprechenden Lehrkompetenzen ausgeführt werden, welche mit der Routine und der Arbeitspraxis am Arbeitsplatz vertraut sein sollen.

[KTA 1402 Ziffer 5.9 „Qualifikation und Schulung des Personals“] /KTA 17/

4.5. The approach to the training of research reactor personnel should be systematic and should include analysis, design, development, implementation and evaluation of both initial training and continuing training to ensure that all job competence requirements are established and maintained. References [32, 33] provide further guidance, and Annex I to this Safety Guide describes the concept of the systematic approach to training.

4.6. In the development of a training programme, a training plan that meets the long term needs and goals of the research reactor should be prepared, and learning objectives should be compiled that state the expected performance of trainees. Training materials that support the learning objectives should be developed, and training methods and activities should subsequently be specified. The training should include testing of trainees.

4.7. The progress of trainees should be assessed and documented. Means of assessment of the performance of trainees may include written examinations, oral questioning and demonstrations of performance.

4.8. Although some of the competence requirements will be common to all positions, the operating organization should design, develop and implement separate initial and continuing training programmes for each position. Each programme should ensure that trainees develop and maintain the knowledge, skills and attitudes necessary to perform the tasks of their position under all conditions.

4.9. The most widely used training methods are classroom instruction, self-study, laboratory and/or workshop training, and on the job training. An appropriate combination of these methods should be used to ensure that trainees obtain all the knowledge and skills necessary for their jobs. Alternating between these methods can maintain trainees' motivation and enhance their ability to learn.

4.10. Classroom instruction is the most widely adopted training method. Its effectiveness is enhanced by the use of training media such as written materials; audio, video and computing devices; models; and functional simulators.

4.11. Self-study can be undertaken at home and at the workplace. In all cases, the trainees should receive guidance from a designated expert.

4.12. Laboratory and/or workshop training is necessary to ensure safe work practices. Training mock-ups⁸ should be provided for training in activities that have to be performed quickly and skilfully and that cannot be practised on the actual equipment or systems at the research reactor.

4.13. On the job training should be conducted in accordance with documented guidelines by qualified individuals who have been trained to deliver this form of training. [...]

4.14. Paragraph 7.31 of SSR-3 [1] states that "Procedures shall be put in place for the validation of the training to verify its effectiveness and the qualification of the staff." The training programmes and training facilities and materials should be periodically reviewed and, if necessary, modified. The review should cover the adequacy and effectiveness of the training, with due consideration of the actual performance of

individuals in their jobs. The review should also examine the training needs, training programmes, training facilities and training materials necessary to deal with changes to regulatory requirements, changes to the organization or the research reactor, changes to experimental devices, and lessons from the feedback of operating experience. Where possible, persons other than those directly responsible for the training should undertake the review.

4.15. All new employees should be introduced to their working environment in a systematic and consistent manner. General training programmes should be used to give new employees a basic understanding of their responsibilities and of safe work practices. Such general training programmes usually include elements of radiation protection, security and basic emergency procedures.

4.16. The training programmes for operating personnel with direct responsibility for the safe operation of the research reactor — including the reactor manager, shift supervisors, senior reactor operators and reactor operators — should provide a thorough understanding of the basic principles of nuclear technology, nuclear safety and radiation protection, and of the design bases, assumptions and theoretical basis for the research reactor and its use. The training programme for such operating personnel should include the necessary on the job training.

4.17. The training programme for operating personnel should also include training in the effects of radiation exposure and in the technical and administrative means necessary to ensure that exposures are as low as reasonably achievable.

4.18. All operating personnel — including the reactor manager, the reactor supervisor, shift supervisors, reactor operators and radiation protection personnel — should receive initial training covering the relevant technical subjects to the levels necessary for their organizational and operational responsibilities. This initial training should develop a thorough theoretical and practical knowledge of the research reactor systems and their functions, layout and operation. The training should emphasize the importance of maintaining the reactor within the OLCs, the consequences of violating the OLCs, and the potential consequences of procedural errors. Trainees should, whenever possible, participate in the pre-operational stage and in the startup of the reactor as part of this training.

[SSG-84 Abschnitt 4 "Training and Qualification of Operating Personnel for a Research Reactor"] /IAE 23b/

Inhalte von Schulungen

Die nach § 7 Abs. 2 Nr. 1 des Atomgesetzes zu erfüllende Genehmigungsvoraussetzung des Fachkundenachweises begründet zugleich die Verpflichtung des Genehmigungsinhabers, auch in der Folgezeit die Fachkunde der unter Ziffer 1.3 genannten Personengruppen auf dem jeweils erforderlichen Stand zu halten. Dies geschieht z. B. durch sofortige Unterrichtung über wesentliche Änderungen an der Anlage oder ihrer genehmigten Betriebsweise, durch regelmäßige Maßnahmen zur Erhaltung der Fachkunde (z. B. betriebsinterne und externe Lehrgänge, Mitarbeit in Fachgremien), Auswertung von Betriebserfahrungen, Erfahrungsaustausch mit anderen Betreibern und Selbststudium sowie durch Weiterbildung zu Vorkehrungen für unvorhergesehene Ereignisabläufe (z. B. anlagenbezogene Analyse von Störfällen und sicherheitstechnisch bedeutsamer Ereignisse, Notfallübungen).

Der Antragsteller hat der zuständigen Genehmigungs- oder Aufsichtsbehörde ein Programm zur Erhaltung der Fachkunde des verantwortlichen Schichtpersonals für jeweils drei Jahre vorzulegen, das den Anforderungen der "Richtlinie für den Inhalt der Fachkundeprüfung des verantwortlichen Schichtpersonals in Forschungsreaktoren" und den voranstehend genannten regelmäßigen Maßnahmen entspricht.

[Fachkunderichtlinie FR, Ziffer 4 "Erhaltung der Fachkunde"] /BMU 94/ siehe auch Richtlinie für den Inhalt der Fachkundeprüfung, Ziffer 4 „Kerntechnische Grundlagen“ und Ziffer 5 „Anlagenspezifische Kenntnisse“ /BMU 97/ und SSG-84 Abschnitt 4 "Training and Qualification of Operating Personnel for a Research Reactor" par. 4.19 bis 4.28 /IAE 23b/

Schulungen für neue Aktivitäten

7.62. When activities that are not covered by existing procedures are planned, an appropriate procedure shall be prepared and reviewed and shall be subject to

appropriate approval before the activity is started. Additional training of relevant staff in these procedures shall be provided.

[SSR-3 Req. 74 par. 7.62] /IAE 16a/

4.31. Each new research reactor utilization project should address the training needs associated with the project. This information should be taken into account in the relevant training programmes for operating personnel and be used to develop appropriate training for experimenters and other users. Experimenters and other users should not be allowed to conduct work activities in the research reactor before their specific training has been satisfactorily completed. In addition, the utilization project should not be conducted before the operating personnel have satisfactorily completed any additional training necessary for the project.

[SSG-84 Abschnitt 4 "Training and Qualification of Operating Personnel for a Research Reactor"] /IAE 23b/

Berücksichtigung von Betriebserfahrung

(9) Betriebserfahrungen aus der eigenen Anlage und relevante Erfahrungen aus anderen Anlagen sind im Schulungsprogramm aufzunehmen. Dabei sind Ursachen für Vorkommnisse und durchgeführte Korrekturmaßnahmen zu vermitteln.

[KTA 1402 Ziffer 5.9 „Qualifikation und Schulung des Personals“] /KTA 17/

7.127. Events with significant implications for safety shall be investigated to identify their direct and root causes, including causes relating to equipment design, operation and maintenance, or to human and organizational factors. The results of such analyses shall be included, as appropriate, in relevant training programmes and shall be used in reviewing procedures and instructions.

[SSR-3 Req. 88 par. 7.127] /IAE 16a/

Bei der Einbindung von Betriebserfahrung in das Schulungsprogramm sollten auch positive Aspekte und Beispiele für Erfolge („Good Practices“) berücksichtigt werden.

Überprüfung der Qualifikation

(4) Die Qualifikation des Personals ist für die Wahrnehmung der jeweiligen Aufgaben festzulegen und nachzuweisen.

[KTA 1402 Ziffer 5.9 „Qualifikation und Schulung des Personals“] /KTA 17/

Schichtleiter, Schichtleitervertreter und Reaktorfahrer müssen die Prüfung nach Ziffer 3.1 [Fachkundeprüfung bestehend aus einem schriftlichen und einem mündlichen Teil] bestanden haben, wenn sie in der betreffenden Funktion erstmals eigenverantwortlich tätig werden sollen.

Die Prüfung muss wiederholt werden, wenn Schichtleiter und Schichtleitervertreter oder Reaktorfahrer die betreffende Funktion länger als 18 Monate nicht mehr ausgeübt haben.

Wenn sie innerhalb eines 9-Monats-Zeitraumes diese Funktion nicht mindestens zwei Wochen ausgeübt haben und in diesem Zeitraum überwiegend fachfremd eingesetzt waren, ist vor einem erneuten Einsatz eine Einarbeitungszeit von mindestens einer Woche vorzusehen. Die Art der Tätigkeit während der Einarbeitungszeit ist unter Berücksichtigung der in der Zwischenzeit wahrgenommenen Aufgaben (z. B. Schulung, Umbau, Planung, Revision, Mitarbeit bei der Wiederinbetriebsetzung) festzulegen.

Die zuständige Genehmigungs- oder Aufsichtsbehörde kann Einschränkungen des Umfangs der Prüfung nach Ziffer 3.1 zulassen, wenn die Art der Tätigkeit in der 18-Monatsfrist dies rechtfertigt.

[Fachkunderichtlinie FR Ziffer 3 “Fachkundeprüfung”] /BMU 94/

Die Fachkundeprüfung besteht aus einem schriftlichen und einem mündlichen Teil. Der Inhalt beider Teile der Fachkundeprüfung ist nach Maßgabe der "Richtlinie für den Inhalt der Fachkundeprüfung des verantwortlichen Schichtpersonals in Forschungsreaktoren festzulegen.

[Fachkunderichtlinie FR, Ziffer 3 “Fachkundeprüfung”] /BMU 94/

Die Prüfungskandidaten müssen die erforderlichen Kenntnisse der kerntechnischen Grundlagen in den in Ziffer 4 aufgeführten Gebieten haben. Sie müssen darüber hinaus die erforderlichen anlagenspezifischen Kenntnisse und Fähigkeiten, entsprechend ihrem jeweiligen Aufgabenbereich, in den in Ziffer 5 aufgeführten Gebieten haben, um

- die Anlage bei funktionsfähigem Zustand der Systeme einschließlich angeschlossener Experimente (Normalbetrieb) sicher fahren zu können sowie
- Fehlfunktionen von Anlagenteilen oder Systemen (anomaler Betrieb) und Störfälle sicher erkennen und die erforderlichen Maßnahmen in ihrem jeweiligen Aufgabenbereich zuverlässig einleiten zu können,
- Zustände der Anlage erkennen bzw. ermitteln zu können, die bei unvorhergesehenen Ereignisabläufen auftreten können, und mögliche Hilfs- und Ersatzmaßnahmen einleiten zu können, jeweils unter Verwendung der in der Warte verfügbaren Unterlagen, Informationen und Bedienungseinrichtungen.

Zur Überprüfung dieser Kenntnisse und Fähigkeiten durch die schriftliche und mündliche Fachkundeprüfung sind in angemessenem Umfang Prüfungsaufgaben aus diesen Gebieten zu erstellen.

[Fachkunderichtlinie FR, Ziffer 3 “Fachkundeprüfung”] /BMU 94/

Die schriftliche Prüfung dient dem Nachweis ausreichender Grundlagenkenntnisse und ausreichender anlagenspezifischer Kenntnisse auf folgenden Gebieten:

- Kernphysik,
- Reaktorphysik,
- Energiefreisetzung und Thermohydraulik,
- Grundlagen der Reaktortechnik und Reaktorsicherheit,
- Strahlen-, Arbeits- und Brandschutz,
- gesetzliche Grundlagen,
- Anlagentechnik,

- Anlagenbetrieb,
- Vorschriften und administrative Maßnahmen (z. B. Warten- und Schichtordnung, Alarmpläne, Betriebsordnungen).

Sie erfolgt betriebsintern; die zuständige Genehmigungs- oder Aufsichtsbehörde ist gemäß Ziffer 3.3 über das Ergebnis der Prüfung zu unterrichten. Der erfolgreiche Abschluss der schriftlichen Prüfung ist Voraussetzung für die Zulassung zur mündlichen Prüfung.

[Fachkunderichtlinie FR, Ziffer 3.2 "Schriftliche Prüfung"] /BMU 94/ siehe auch [Richtlinie für den Inhalt der Fachkundeprüfung, Ziffer 2 „Prüfungsthemen“, Ziffer 4 „Kern-technische Grundlagen“ und Ziffer 5 „Anlagenspezifische Kenntnisse“] /BMU 97/

Inhalt und Umfang der mündlichen Prüfung werden zwischen dem Genehmigungsinhaber und der zuständigen Genehmigungs- oder Aufsichtsbehörde abgestimmt.

Die mündliche Prüfung besteht aus einem allgemeinen und einem praktisch-technischen Teil.

Sie dient in ihrem allgemeinen Teil, in Ergänzung der Beurteilung der schriftlichen Prüfung nach Ziffer 3.2, dem Nachweis ausreichender Grundlagenkenntnisse. Die zuständige Genehmigungs- oder Aufsichtsbehörde kann Einschränkungen des Umfangs des allgemeinen Teils der mündlichen Prüfung zulassen, wenn das Ergebnis der schriftlichen Prüfung dies rechtfertigt.

Der praktisch-technische Teil der mündlichen Prüfung dient dem Nachweis ausreichender anlagenspezifischer Kenntnisse und der Befähigung, die für die sichere Bedienung der Anlage und die für Schutzmaßnahmen bei sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignissen erforderlichen Maßnahmen festlegen und durchführen oder veranlassen zu können. Er umfasst im Rahmen einer Begehung der Anlage eine Befragung des Kandidaten sowie die ausführliche und vollständige Diagnose und Beschreibung ausgewählter Anlagenzustände, der erforderlichen Maßnahmen sowie des erwarteten Verhaltens der Anlage.

Auf den praktisch-technischen Teil der mündlichen Prüfung kann nicht verzichtet werden.

[Fachkunderichtlinie FR, Ziffer 3.2 "Schriftliche Prüfung"] /BMU 94/ siehe auch Richtlinie für den Inhalt der Fachkundeprüfung, Ziffer 2 „Prüfungsthemen“, Ziffer 4 „Kern-technische Grundlagen“ und Ziffer 5 „Anlagenspezifische Kenntnisse“ /BMU 97/

4.33. When operating personnel have completed their training, their competence should be assessed by the reactor manager (or by a qualified person designated by the reactor manager) before they perform the duties of the position for which they were trained. In the case of the reactor manager, an individual from the operating organization with specific knowledge of the reactor manager's duties should conduct the assessment of competence. Standards of performance should be established against which the competence of operating personnel will be assessed. An assessment can consist of one or more of the following:

- (a) Assessment of practical skills by means of performance demonstrations,
- (b) Assessment of knowledge of the research reactor and of recall and comprehension by means of a written examination,
- (c) Assessment of knowledge of the research reactor and of recall and comprehension by means of an oral examination (this may take place in a classroom and/or as part of a facility walkthrough¹⁰),
- (d) Assessment of performance under stress (e.g. under simulated emergency conditions).

4.34. The reactor manager should be informed of any deficiency in the performance of trainees found in the assessment of competence. Deficiencies should be remedied by one or more of the following measures:

- (a) Identifying where the on the job training, classroom training and/or self-study are not adequate,
- (b) Adopting measures to ensure that the necessary competence is reached,
- (c) Providing remedial training for those individuals showing a deficiency,
- (d) Removing individuals from their positions.

[SSG-84 Abschnitt 4 "Training and Qualification of Operating Personnel for a Research Reactor"] /IAE 23b/

Durchführung regelmäßiger Wiederholungsschulungen

4.35. Continuing training in accordance with an organized approach should be provided by the operating organization to ensure that the knowledge, skills and attitudes of research reactor personnel are maintained. Continuing training should also be used for career development and succession planning purposes. All personnel whose functions are important to the safe operation of the research reactor should participate in continuing training.

4.36. A programme of continuing training should be delivered over a set period (e.g. one or two years) and should be followed on a regular basis by successive continuing training programmes. The programme should include selected topics from the initial training (see paras 4.18–4.22) relevant to safety related activities that are infrequently performed or that are difficult to perform. The topics for continuing training should be commensurate with the responsibilities and duties of the incumbents. Topics for a continuing training programme could include the following:

- (a) Nuclear technology and principles of reactor operation,
- (b) Nuclear safety principles,
- (c) Reactor design and operating characteristics,
- (d) Instrumentation and control systems,
- (e) Reactor protection systems,
- (f) Experimental devices and auxiliary reactor systems,
- (g) OLCs,
- (h) Operating procedures for operational states and accident conditions,
- (i) Radiation protection,
- (j) The emergency plan,
- (k) Physical protection of nuclear material,
- (l) The interface between safety and security.

4.37. Personnel with supervisory responsibilities (see paras 4.23 and 4.24) should receive continuing training that emphasizes the supervisory aspects of their position.

4.38. Personnel who are occupationally exposed to ionizing radiation should receive periodic retraining in radiation protection.

4.39. A continuing training programme should also include regular drills and exercises on emergency procedures. All relevant personnel should participate in these drills and exercises. Drills and exercises are also required to involve off-site personnel, if such personnel are part of the emergency plan (see para. 6.31 of GSR Part 7 [19]).

4.40. In addition to the training topics recommended in paras 4.36 and 4.39, continuing training programmes should address the need for new knowledge and skills, for example because of the following:

- (a) Changes in reactor systems and equipment,
- (b) Changes in operating procedures and emergency procedures,
- (c) Changes in the licence or in documents referred to in the licence (e.g. changes in the safety analysis report and in OLCs),
- (d) Accumulated operating experience, including from events that have occurred during operation at the research reactor and other relevant facilities,
- (e) Weaknesses detected in the performance of operating personnel,
- (f) Individual requests for additional training.

4.41. As part of the continuing training programme, reactor operators who are seeking requalification to demonstrate their continuing competence should have performed a minimum number of reactivity manipulations. In addition, as part of the programme, individuals who hold specific positions should have performed the duties of the position for a specified minimum amount of time.

4.42. Following completion of each set period for the continuing training programme (see para. 4.36), a requalification examination should be arranged to verify that operating personnel have maintained the knowledge and skills necessary for their duties. The examiner should be independent from the persons who provided the continuing

training. In some cases, the examination might be administered by the regulatory body. The interval between successive requalification examinations may vary between one and five years. To meet the requirements established in para. 7.30 of SSR-3 [1], operating personnel who have been absent from active duties for a considerable time (e.g. several consecutive months) should successfully complete an appropriate re-training programme, including a reassessment of their competence, before reassuming their duties.

[SSG-84 Abschnitt 4 "Training and Qualification of Operating Personnel for a Research Reactor"] /IAE 23b/

Externes und Unterstützungspersonal

Training of support personnel

4.29. Initial training of support personnel should aim to develop knowledge of the following, to the depth needed by the position: facility layout and the general features and functions of research reactor systems; the management system; maintenance procedures and practices, including surveillance and inspections; and special maintenance skills. The training of support personnel should be task related and should emphasize the possible consequences for safety of technical or procedural errors. Feedback experience from failures caused by such errors should be reviewed as part of this training. Specific recommendations for the training of maintenance personnel for research reactors are provided in SSG-81 [3]. 51

4.30. In some research reactors, support work is performed by personnel who are not part of the permanent workforce at the facility. Such personnel should receive facility orientation training, task related instruction, and specific instructions on elements including radiation protection, security and emergency procedures at the research reactor. These individuals should also be familiar with and understand the safety culture at the research reactor. For short term support personnel, most of this training may be replaced by close supervision by operating personnel at the research reactor. Training of experimenters and other users

4.32. At a minimum, each experimenter or other user who has been granted access to the research reactor should receive basic training in radiation protection, fire safety,

non-radiation-related safety and emergency response commensurate with that user's responsibilities and conditions of access (i.e. escorted or unescorted) to the research reactor.

[SSG-84 Abschnitt 4 "Training and Qualification of Operating Personnel for a Research Reactor"] /IAE 23b/

Die Qualifikation, die Kenntnisse und die Schulung des Fremdpersonals sind entsprechend den arbeitsspezifischen Anforderungen des für vergleichbare Tätigkeiten eingesetzten Eigenpersonals anzupassen.

[KTA 1402 Ziffer 5.9 "Qualifikation und Schulung des Personals"] /KTA 17/

Wirksamkeitsüberprüfung

(13) Das Schulungsprogramm und die daraus resultierenden Maßnahmen (Schulungen, Training, Selbststudium etc.) sind bzgl. ihrer Wirksamkeit und Qualität zu bewerten; ggf. sind Verbesserungsmaßnahmen einzuleiten.

[KTA 1402 Ziffer 5.9 „Qualifikation und Schulung des Personals“] /KTA 17/

4.13 [...] Progress should be monitored, and an independent assessor should evaluate the effectiveness of the training. On the job training should involve the use of learning objectives and trainee assessment and should be conducted and evaluated in the working environment in the research reactor. The ability of qualified individuals to deliver on the job training should be evaluated on a regular basis.

[SSG-84 Abschnitt 4 "Training and Qualification of Operating Personnel for a Research Reactor"] /IAE 23b/

Siehe auch SSR-3 Abschnitt 7 "Operation of Research Reactor Facilities", par. 7.31 /IAE 16a/

Dokumentation

(12) Die durchgeführten Maßnahmen sind personenbezogen zu dokumentieren.

[KTA 1402 Ziffer 5.9 „Qualifikation und Schulung des Personals“] /KTA 17/

Für die unter den Ziffern 1.3.1 bis 1.3.3 und 1.3.5 bis 1.3.7 genannten Personengruppen [Führungslinie, Schichtpersonal, Ausbildungsleiter, Objektsicherungsbeauftragte] sind Art und Umfang der Maßnahmen zur Erhaltung der Fachkunde zu dokumentieren und der zuständigen Aufsichtsbehörde mit Ablauf eines 3-Jahreszyklus vorzulegen. Dabei ist es für die unter den Ziffern 1.3.1, 1.3.2, 1.3.5 und 1.3.6 [Führungslinie, sonstiges Führungspersonal, Ausbildungsleiter, Strahlenschutzbeauftragte] genannten Personen ausreichend, wenn folgende Maßnahmen zur Erhaltung der Fachkunde nach Art und Umfang dokumentiert und der zuständigen Aufsichtsbehörde im angegebenen Zeitraum vorgelegt werden: externe und interne Lehrveranstaltungen, eigene Lehrtätigkeit, Weiterbildung im Zusammenhang mit Vorkehrungen für unvorhergesehene Ereignisabläufe.

[Fachkunderichtlinie FR, Ziffer 4 “Erhaltung der Fachkunde”] /BMU 94/

Für alle verantwortlichen Personen und alle Stellen oder Gruppen gleichartiger Stellen des sonst tätigen Personals sind die Qualifikationsanforderungen und erforderlichen Kenntnisse für die Stelleninhaber zu ermitteln und zu dokumentieren.

[KTA 1402 Ziffer 5.9 „Qualifikation und Schulung des Personals“] /KTA 17/

6.1. For each individual at a research reactor, the operating organization should maintain records of the following:

(a) Education,

(b) Experience,

(c) Training and retraining,

(d) Qualification and requalification;

(e) Results of examinations and tests,

(f) Authorization and reauthorizations,

(g) Employment history,

(h) Performance history,

(i) Medical records. A list of job requirements for the position of each individual should also be maintained.

6.2. The main purpose of the records listed in para. 6.1 (which may be made available to the regulatory body, if necessary) is to provide the following:

(a) Documentation of the qualifications and competences of all persons whose duties have a bearing on safety,

(b) Documentation of authorizations of individuals,

(c) Historical information for the review of the training programme and for implementation of corrective actions, if necessary,

(d) Documentation needed to meet regulatory requirements. These records may also be used as an independent source of information for career development purposes.

6.3. The records listed in para. 6.1 should be collected and archived in accordance with the management system for the research reactor (see paras 2.61–2.85).

[SSG-84 Abschnitt 6 “Records of Recruitment, Training and Qualification of Personnel at a Research Reactor”] /IAE 23b/

11 **Anhang E: Prozessblatt für den Unterstützungsprozess
„Wissensmanagement“**

Prozessblatt für den Unterstützungsprozess „Wissensmanagement“	
Zweck dieses Prozesses	<ul style="list-style-type: none"> – Ermittlung der in der Organisation vorhandenen und benötigten Kompetenzen – Unterstützung der strategischen Personalplanung – Wissenstransfer innerhalb der Organisation – Austausch mit externen Organisationen und Gremien zur fortlaufenden Aktualisierung des Standes von W&T
Zuständige Organisationseinheit	Teilbereich „Wissensmanagement“ im Fachbereich „Personalmanagement“
Schnittstellen zu anderen Prozessen	<ul style="list-style-type: none"> – Unterstützungsprozess „Personalmanagement“ – Unterstützungsprozess „Qualifikation und Schulung“ – Unterstützungsprozess „Dokumentation“
Anforderungen an diesen Prozess	
Zielsetzungen und Strategie	
<ul style="list-style-type: none"> – Die Organisation sollte konkrete Zielsetzungen und eine klare Strategie formulieren, nach denen der Prozess für das Wissensmanagement auszurichten ist. Dies sollte mit der Strategischen Personalplanung und dem Schulungsprogramm im Einklang stehen. 	

- Zu diesem Zweck sollte regelmäßig eine Bewertung des aktuellen Wissensstandes in der Organisation durchgeführt und mit dem Wissen verglichen werden, das für eine effektive, sichere, effiziente und nachhaltige Leistung der Organisation erforderlich ist.
- Die Aktualität der Zielsetzungen sind fortlaufend zu überprüfen und ggf. anzupassen.
- Zu den Merkmalen einer wirksamen Strategie für das Wissensmanagement gehören:
 - a) Wissen wird innerhalb der Organisation als ein Vermögenswert anerkannt, der erworben, unterstützt, gepflegt, verwaltet und veräußert werden muss,
 - b) Aktivitäten des Wissensmanagements werden in der gesamten Organisation anerkannt und unterstützt und insbesondere auf der Führungsebene gefördert und vorangetrieben - Führungskräfte gehen mit gutem Beispiel voran,
 - c) Der Wissensbedarf wird zusammen mit anderen Schlüsselressourcen wie Anlagensystemen, Strukturen und Komponenten sowie Finanzen ermittelt und mit der gleichen Aufmerksamkeit verwaltet,
 - d) Die Verantwortung für die Wissensressourcen liegt bei den benannten leitenden Angestellten, denen die erforderlichen Mittel und der Einfluss zur Verfügung gestellt werden müssen, um sicherzustellen, dass diese Ressourcen gepflegt und verfügbar gemacht werden. Sie sind auch dafür verantwortlich, dass diese Ressourcen ständig verfügbar sind,
 - e) Aktivitäten des Wissensmanagements sind in funktionale und operative Prozesse eingebettet, so dass sie Teil des „Business as usual“ werden,
 - f) Aktivitäten des Wissensmanagements sind auf die Erreichung der Ziele der Organisation ausgerichtet, mit klaren Vorgaben zur Verbesserung der Sicherheit, des finanziellen Ertrags, der Effizienz und der Einhaltung von Vorschriften,
 - g) Aktivitäten des Wissensmanagements müssen spezifisch, messbar, attraktiv, realistisch und (zeitlich) terminiert sein (SMART),

- h) Die Wissensmanagement-Philosophie sollte sowohl in der gesamten Organisation als auch bei Interessengruppen, Aufsichtsbehörden, technischen Hilfsorganisationen und der Lieferkette vorherrschen,
- i) Wertschätzung, Austausch, Verwaltung und Pflege von Wissen sind Teil der Organisationskultur,
- j) Angemessene Ressourcen werden kontinuierlich eingesetzt, um sicherzustellen, dass Wissen geschaffen, erfasst, identifiziert, eingebettet, entwickelt, angewendet, geteilt, verwaltet und erneuert wird,
- k) Informationstechnologie und Technologie/Anwendungen werden als potenziell wichtig für die effiziente Durchführung von Programmen des Wissensmanagements anerkannt.

[NG-G-6.1 Abschnitt 3 "Elements of a Knowledge Management Programme"] /IAE 22/

Erfassung von vorhandenen und benötigten Kompetenzen

- Kompetenz ist definiert als das Wissen, die Fähigkeit und die Einstellung, die erforderlich sind, um eine bestimmte Rolle oder Aufgabe nach einem bestimmten Standard auszuführen.
- Die Erfassung von Kompetenzen (auch: Kompetenz-Mapping) bietet einen Überblick über die vorhandenen Fähigkeiten des Personals einer Organisation und die erforderlichen Kompetenzen und hilft bei der Personalbeschaffung und -auswahl.
 Sie kann zur Unterstützung der fortlaufenden Bewertung des Personalbedarfs und der Nachfolgeplanung eingesetzt werden, um sicherzustellen, dass die relevanten Kompetenzen auch in Zukunft zur Verfügung stehen, um einen nahtlosen Personalübergang und organisatorische Veränderungen zu ermöglichen.
- Die Erfassung der Kompetenzen einer Organisation ist ein komplexer Prozess, der die folgenden Schritte umfasst:
 - a) Identifizierung der Besoldungsgruppen und -stufen der Mitarbeiter einer Organisation durch Durchsicht der Organisationsstruktur,

- b) Analyse der Anforderungen für die verschiedenen Besoldungsgruppen und Ebenen, Identifizierung der Aufgaben und Kompetenzen, die für die verschiedenen Besoldungsgruppen und Ebenen der Mitarbeiter erforderlich sind,
- c) Einsatz (in einigen Fällen) einer Arbeitsplatz- und Aufgabenanalyse, um alle relevanten Kenntnisse, Fertigkeiten und Einstellungen zu ermitteln, die für eine bestimmte Aufgabe oder Tätigkeit erforderlich sind, um eine Kompetenzanforderung zu untermauern,
- d) Messung des Kompetenzniveaus der Mitarbeiter durch Techniken wie Selbsteinschätzung, Überprüfung durch Vorgesetzte/Manager oder andere formale Verfahren wie Interviews oder Fragebögen,
- e) Verknüpfung von Kompetenzen mit Mitarbeitern und deren Rollen und Dienstgraden,
- f) Organisation der oben genannten Informationen in einem angemessenen Format zum leichteren Verständnis und zur Nutzung.

[NG-G-6.1 Abschnitt 3 "Elements of a Knowledge Management Programme"] /IAE 22/

Risikoermittlung und -management

- Das Risiko, dass vom Verlust von Mitarbeitern, die über wichtige Kenntnisse und Kompetenzen verfügen (z. B. aufgrund von Pensionierung), für die organisatorische Leistung und die nachhaltige Verfolgung von Geschäftsaktivitäten ausgeht, sollte bewertet und ggf. Maßnahmen zu dessen Abmilderung ermittelt werden.
- Typische Risiken sind z. B.:
 - a) Anstieg des Durchschnittsalters der Beschäftigten, Risiko eines früheren Ausscheidens aus dem Erwerbsleben,
 - b) Anderweitige Abgänge von kritischen Wissensträgern,
 - c) Nichtverfügbarkeit von einsatzbereiten Arbeitskräften auf dem Arbeitsmarkt,
 - d) Interne und externe Mobilität der Arbeitskräfte,

- e) Schwachstellen in der Zusammenarbeit mit Bildungs- und Ausbildungseinrichtungen,
 - f) Probleme mit Auftragnehmern (Wissenstransfer als Voraussetzung für Verträge muss angegangen werden).
- Die Risiko-Ermittlung und -Bewertung kann durch einen der folgenden beiden Ansätze erfolgen:
1. Beim Top-Down-Ansatz werden die in einer Organisation verwendeten Kompetenzen den Mitarbeitern in einem Matrixformat zugeordnet. Die Analyse der Matrixdaten hilft dabei, wichtige Positionen zu identifizieren, Schlüsselexperten zu ermitteln und gefährdete Kompetenzen nach Prioritäten zu ordnen.
Diese Informationen werden regelmäßig ausgewertet, um Anpassungen des Personaleinstellungsprogramms, der Schulungs- und Umschulungsprogramme, der Personalrotation und des Nachfolgeplans vorzunehmen.
 2. Beim Bottom-up-Ansatz werden ein Risikofaktor zur Personalfluktuationsrate (auf der Grundlage der erwarteten Pensionierung oder anderer Fluktuationsdaten) und ein Risikofaktor für einzelne Positionen (auf der Grundlage des vorhandenen kritischen Wissens und des für die Besetzung der Position erforderlichen Aufwands) verwendet, um das Gesamtrisiko der verschiedenen Positionen in einer Organisation zu quantifizieren. Dieser Ansatz wird verwendet, um Optionen für den Erhalt von Wissen und Fähigkeiten in einer Organisation zu ermitteln, einschließlich des Prozesses der Überwachung und Bewertung von Plänen zum Wissenserhalt.
- Die Ansätze ergänzen sich gegenseitig. Die Umsetzung beider Ansätze kann Organisationen helfen, das Risiko des Verlusts von Mitarbeitern mit kritischem Wissen zu erkennen und zu verstehen. Dies hilft bei der Entwicklung kurz- und langfristiger Strategien zur Minderung der Risiken.
- Risiken, die mit dem Verlust von Kenntnissen und Fertigkeiten im Zusammenhang mit der Auslagerung von Tätigkeiten verbunden sind, sollten sorgfältig geprüft und bewertet werden.
Insbesondere bei älteren Forschungsreaktoren, die ihre Betriebsdauer verlängern sollen, muss der Verlust von erfahrenem Personal und die Beauftragung

externer Organisationen, die diese Lücken füllen sollen, sorgfältig geprüft und das Risiko gesteuert werden.

- Ein Programm zur Risikobewertung von Wissensverlusten muss durch ein strukturiertes Programm zum Wissenstransfer unterstützt werden, um die Risiken zu mindern.

[NG-G-6.1 Abschnitt 4 “Developing Strategies for Knowledge Management”] /IAE 22/

Nachfolgeplanung

- Die Organisation sollte einen systematischen Ansatz zur Entwicklung potenzieller Nachfolger für bestimmte Fach- oder Führungspositionen implementieren.
- Die Nachfolgeplanung sollte die Ermittlung von Schlüsselpositionen, potenziellen Nachfolgekandidaten und Entwicklungsmaßnahmen für den Nachfolger umfassen.
- Neben Initiativen für Führungs- und Managementpositionen sollten auch Positionen für technische/fachliche Experten berücksichtigt werden.
- Die Nachfolgeplanung sollte besondere Fähigkeiten und Kenntnisse einer Person berücksichtigen und bewerten, um festzustellen, ob sie für die Organisation von besonderer Bedeutung sind. Die Nachfolgeplanung ist daher mit der strategischen Personalplanung der Organisation verknüpft.
- Bei der Feststellung von Lücken in der Nachfolgeplanung sollten Maßnahmen umgesetzt werden, um sicherzustellen, dass die Wissensbasis der Organisation auf dem erforderlichen Niveau gehalten wird.

[NG-G-6.1 Abschnitt 3 “Elements of a Knowledge Management Programme”] /IAE 22/

Methoden für den Wissenstransfer

(6) Es sind Verfahren einzuführen, die ermöglichen, dass die speziellen Kenntnisse, Fertigkeiten und Erfahrungen, die während der Berufszeit langjähriger Mitarbeiter erlangt wurden, weitergegeben werden.

Interner und externer Wissensaustausch

- Den Mitarbeitern sollten Möglichkeiten angeboten werden, sich innerhalb ähnlicher Wissensbereiche auf formellen und informellen Wegen miteinander zu vernetzen und auszutauschen. Ein derartiger Austausch dient u. a. dazu, Verbesserungsmöglichkeiten sowohl bei technischen als auch bei geschäftlichen Abläufen zu ermitteln.
- Solche Netzwerke bieten den Vorteil, kollektives Wissen und Erfahrung zu nutzen und zu verbreiten. Sie werden effektiv zur Problemlösung eingesetzt (z. B. bei technischen Aufgaben) und können bestimmten Wissensbereichen gewidmet sein (z. B. E- und Leittechnik, Durchführung von Experimenten und Bestrahlungen, Instandhaltung, Management radioaktiver Abfälle, Brennelementwechsel, Ausbildung, usw.).
- Die Netzwerke sollten durch eine Kultur des Austauschs vorangetrieben werden, die von Vorgesetzten, Managern und Führungskräften der Organisation gefördert wird.
- Es ist auch möglich, Mitarbeiter aus anderen nationalen oder internationalen Organisationen einzubeziehen.
- Für die Vernetzung sollte die Möglichkeit der Nutzung computergestützter Anwendungen wie Wiki-Foren oder über eine Intranetseite der Organisation in Erwägung gezogen werden. Organisatorische, geschäftliche und technische Fragen können zur Lösung und Entscheidungsfindung an solche Netzwerke weitergeleitet werden.

- Teil des Managementsystems sowie der Kultur des Austauschs sollte es sein, regelmäßig Zeit einzuplanen, die explizit für den Wissensaustausch, Reflexion und Lernen genutzt wird.

Erfassung von implizitem Wissen

- Es sollte geprüft werden, welche Ansätze und Methoden zur Identifizierung, Extrahierung und Speicherung von implizitem Wissen, das von erfahrenen Mitarbeitern erworben wurde, die nur noch wenige Monate oder Jahre zu arbeiten haben, bevor sie in den Ruhestand gehen oder die Organisation aus einem anderen Grund verlassen, möglich und sinnvoll sind.
- Techniken und Vorgehensweisen, um implizites Wissen und Fähigkeiten zu extrahieren können z. B. sein:
 - a) Videoaufnahmen,
 - b) Interviews,
 - c) Beobachtung bei der Ausführung bestimmter Aufgaben,
 - d) Konzept- und Prozessmapping,
 - e) Mentoring und Coaching,
 - f) Bildung praxisbezogener Gemeinschaften/Netzwerke.
- Neue oder verbesserte Verfahren, Arbeitsleitfäden und Erfahrungsberichte werden auf der Grundlage der in diesem Prozess gesammelten Informationen erstellt.
- Welche Instrumente eingesetzt werden, hängt von der Art der Kenntnisse und Fähigkeiten ab, über die der Einzelne verfügt.
- Die erwähnten Techniken (und ggf. weitere) für den Wissenstransfer erfordern Anleitung und Experten, die in der Anwendung der Techniken erfahren sind.

[NG-G-6.1 Abschnitt 4 “Developing Strategies for Knowledge Management”] /IAE 22/

Siehe auch [NG-T-6.10 Abschnitt 2.6 “Tacit Knowledge Capture”] /IAE 16b/

Mentoring und Coaching

- Mentoring, Coaching und Hospitationen sind Instrumente, die eingesetzt werden können, um die Leistung der Mitarbeiter zu verbessern.

- a) Ein Mentor hat Erfahrung in einem bestimmten Bereich und vermittelt spezifisches Wissen, indem er als Berater, Ratgeber, Führer, Tutor oder Lehrer fungiert. Mentoring spielt eine wichtige Rolle bei der Weitergabe von implizitem Wissen von erfahrenen Fachleuten an Neulinge oder weniger erfahrene Kollegen.
- b) Die Rolle eines Coaches besteht nicht darin, Ratschläge zu erteilen, sondern die gecoachte Person dabei zu unterstützen, ihr eigenes Wissen und ihre eigenen Fähigkeiten zu entdecken und ihr zu helfen, ihr eigener Berater zu werden. Coaching hilft der Organisation, die Kapazität, das Urteilsvermögen und die Fähigkeit zum eigenständigen Handeln eines Einzelnen oder eines Teams zu verbessern.

Der wichtigste Aspekt von Mentoring und Coaching ist der Transfer von Ideen und Denkprozessen, der spezielle Fähigkeiten, Selbstvertrauen und Reife fördert.

[NG-G-6.1 Abschnitt 3 "Elements of a Knowledge Management Programme"] /IAE 22/

Einbindung von Betriebserfahrung

- Die Organisation sollte wesentliche Erkenntnisse, die sich aus dem Prozess zur Auswertung interner und externer Betriebserfahrung ergeben, in das Wissensmanagement einfließen lassen.
- Zu diesem Zweck können speziell entwickelte Webportale und Softwareanwendungen eingesetzt werden, die eine Plattform für die Organisation von Erfahrungswissen und Lessons Learned zum Nutzen der Organisation und ihres Personals bieten.
- Kooperationen mit externen Organisationen (Anlagenbetreiber, Lieferanten, Hersteller, technische Dienstleister, nationale und internationale Gremien) zum Austausch von Erfahrungen und Wissen sollten etabliert und kontinuierlich gepflegt werden.

[NG-G-6.1 Abschnitt 3 "Elements of a Knowledge Management Programme"] /IAE 22/

Wissensportale und Informationstechnologieplattformen für das Wissensmanagement

- Die Nutzung von Wissensportalen für den Zugriff auf und die Konsolidierung von Informationen aus verschiedenen Quellen sollte geprüft werden.
- Durch Wissensportale kann der Zeitaufwand für den Zugriff auf die erforderlichen Informationen verringert werden, Manager und Führungskräfte erhalten eine Plattform für den Zugriff auf wichtige Leistungskennzahlen und die Entscheidungsfindung wird durch einen einfachen und strukturierten Zugang zu Wissen erleichtert.
- Typische Ressourcen, die über ein Wissensportal zugänglich sind, sind z. B.:
 - a) Technische Dokumente,
 - b) Konstruktionszeichnungen,
 - c) Ausrüstungs- und Anlagendesignspezifikationen,
 - d) Prozess- und Instrumentierungsdiagramme,
 - e) Betriebsverfahren,
 - f) Anlageninformationsmodelle oder Gebäudeinformationsmodelle, um Anlagenentwürfe mit dreidimensionalen Computerzeichnungen und Animationen zu erstellen,
 - g) Informationen über Betriebserfahrungen,
 - h) Leistungskennzahlen,
 - i) Portale von Praxisgemeinschaften.
- Eine effiziente Suchmaschine ist ein wesentlicher Bestandteil eines Portals, der es den Benutzern ermöglicht, interne (und ggf. auch externe) Inhalte zu finden.
- Ein Wissensportal bietet darüber hinaus eine thematische Struktur, häufig in Form einer Taxonomie, durch die Inhalte mit Tags versehen, Wissensseiten strukturiert und angereichert und die Suchqualität verbessert werden können (semantische Suche).
- Je nach den Zielen der Organisationen können diese Werkzeuge zum Nutzen des Wissenstransfers und -managements eingesetzt werden:

- a) Wiki-Plattformen bieten eine Struktur für die effiziente Organisation und den Austausch von Wissen, indem sie Experten zusammenbringen, die ihr Wissen und ihre Erfahrungen anderen zur Verfügung stellen, die sie brauchen könnten.
- b) Lernmanagementsysteme erleichtern die Erstellung, Bereitstellung und Verwaltung interaktiver E-Learning-Kurse. Diese Plattformen ermöglichen eine flexible, effiziente und kostengünstige Ausbildung.

[NG-G-6.1 Abschnitt 3 "Elements of a Knowledge Management Programme"] /IAE 22/

Siehe auch [IAEA NG-T-6.2, Development of Knowledge Portals for Nuclear Power Plants] /IAE 09a/

Überprüfung des Wissensmanagements mittels Indikatoren

- Um die erfolgreiche Umsetzung des Wissensmanagement und die Erzeugung von Mehrwerten daraus zu gewährleisten, sollten fortlaufend Messungen und Bewertungen von Leistungsindikatoren durchgeführt werden.
- Die häufigsten Gründe, warum die Leistung des Wissensmanagements gemessen und Leistungsindikatoren festgelegt werden sollten, sind:
 - a) Überwachung des Fortschritts (z. B. Zeit, Kosten) von Initiativen des Wissensmanagements,
 - b) Lernen aus Erfahrungen und kontinuierliche Verbesserung,
 - c) Erkennung oder Abschwächung potenzieller Probleme bei der Umsetzung des Wissensmanagements,
 - d) Benchmarking der Leistung des Wissensmanagements im Vergleich zu anderen Organisationseinheiten oder Organisationen (intern und extern).
- Bei der Auswahl der zu messenden Indikatoren muss eine Reihe von Faktoren berücksichtigt werden. Die wichtigsten Voraussetzungen für die Auswahl sind, dass sichergestellt wird, dass die Indikatoren:

- a) eine klare Verbindung zur Organisationsstrategie und zu den Organisationszielen haben und die wichtigsten Bereiche des Nutzens abdecken, auf die sich der Business Case des Wissensmanagements bezieht.
 - b) eine Reihe von Vorteilen auf verschiedenen Ebenen abdecken, von der einzelnen Initiative des Wissensmanagements selbst (z. B. als Projekt) bis hin zu den organisatorischen Vorteilen, die durch die Initiative realisiert werden sollen.
 - c) eine Mischung aus verschiedenen Parametertypen enthalten:
 - i. Quantitative und qualitative,
 - ii. Führende/nachlaufende Indikatoren.
 - d) relativ leicht zu verstehen und zu beschaffen sind.
 - e) die Bedürfnisse der Stakeholder (z. B. andere Geschäftsbereiche, Kunden, die Aufsichtsbehörde, Lieferanten) und deren Beteiligung an der jeweiligen Initiative des Wissensmanagements berücksichtigen.
 - f) in einem angemessenen Verhältnis zur Komplexität der Initiative des Wissensmanagements, ihren Kosten und ihrem Nutzen stehen.
 - g) sowohl lang- als auch kurzfristige Bedürfnisse berücksichtigen; einige Initiativen des Wissensmanagements können von kurzer Dauer sein und schließlich eingestellt werden, während andere während der gesamten Lebensdauer der Organisation bestehen bleiben können.
- Die Daten und Informationen, die sich auf die ausgewählten Indikatoren beziehen, müssen die folgenden Merkmale aufweisen:
- a) Sie müssen aus einer zuverlässigen Quelle stammen und in den bestehenden Informationssystemen der Finanzabteilung, der Personalabteilung oder ähnlicher Einheiten oder Funktionen innerhalb der Organisation leicht verfügbar sein,
 - b) Regelmäßige und zeitabhängige Trenddaten sind nützlich, da sie zeigen, wie sich der KPI entwickelt und ob echte Fortschritte gemacht werden,

- c) Sie müssen einfach und repräsentativ für das Maß, das zum Nachweis des Erfolgs erforderlich ist, sein; Parameter, die aus verschiedenen Datensätzen abgeleitet werden, unterliegen häufig subjektiven Interpretationen und geben daher möglicherweise nicht das wahre Bild wieder.
- Die Daten der Leistungsindikatoren sollten der obersten Führungsebene in klarer, prägnanter Form präsentiert werden, wobei der Nutzen des Programms zum Wissensmanagement hervorzuheben ist. Dieser Aspekt sollte ein regelmäßiger Tagesordnungspunkt bei der Erörterung des Wissensmanagement mit der Organisationsleitung im Rahmen der routinemäßigen und regelmäßigen Managementbewertungen der Organisation sein.

[NG-G-6.1 Abschnitt 4 "Developing Strategies for Knowledge Management"] /IAE 22/

12 Anhang F: Indikatorsatz für die Bewertung der Wirksamkeit des Managementsystems

Wie in GRS-A-3799 /GRS 15/ beschrieben, ist die Erfassung eines zugehörigen Indikatorsatzes ein wesentlicher Schritt in der Methode zur Bewertung der Wirksamkeit von Managementsystemen. Die folgende Erläuterung ist weitgehend aus GRS-A-3799 übernommen:

Der Erfassung der Indikatoren sollte ein Gespräch vorausgehen, in dem ein einheitliches Verständnis über die Indikatoren und deren Erfassungsgrundlage erarbeitet wird. Bei der Interpretation der Indikatorwerte muss beachtet werden, dass eine direkte Deutung der Werte und deren zeitlicher Entwicklung hinsichtlich der Wirksamkeit des Managementsystems in den meisten Fällen nicht möglich ist. Indikatoren sollen im Hinblick auf eventuelle Auffälligkeiten oder Veränderungen erfasst werden und in der Folge als Gesprächsgrundlage dienen. Hierzu ist insbesondere auch die Langzeiterfassung des Indikators inklusive Trendverfolgung wichtig. Innerhalb des Gesprächs über die zeitliche Entwicklung der Indikatoren soll geklärt werden, ob Veränderungen durch das Managementsystem erkannt und geeignete Maßnahmen, die negativen Veränderungen entgegenwirken, ergriffen wurden.

In den folgenden Abschnitten sind die Indikatoren gegliedert nach den zehn Themenbereichen (siehe Kapitel 5.2) dargestellt. Dabei sind die Indikatoren, die aus GRS-A-3799 übernommen werden konnten, da sie auch bei Forschungsreaktoren sinnvoll anwendbar sind und die Indikatoren, die für den Forschungsreaktor modifiziert bzw. neu ergänzt wurden, sowie weitere ergänzte Indikatoren, die allgemein anwendbar sind, nach thematischer Ähnlichkeit angeordnet.

12.1 Anhang F.1 Themenbereich Verantwortung der Leitung

- Relative Abweichung vom Soll-Personalbestand,
- Anzahl der ausgeschiedenen Mitarbeiter,
- Anzahl der unbesetzten Stellen,
- Durchschnittliche Verzögerung von Projekten aufgrund von personellen Engpässen,
- Anzahl der nicht umgesetzten Verbesserungsmaßnahmen für das Managementsystem,

- Anzahl der nicht umgesetzten Verbesserungsmaßnahmen für die Sicherheitskultur,
- Anzahl der Beschwerden des Personals über unzureichende finanzielle / materielle Ressourcen,
- Anteil der Mitarbeiter von Fremdfirmen am insgesamt beschäftigten Personal.

12.2 Anhang F.2 Themenbereich Organisation

- Durchschnittswert der Anzahl der Kapitel mit Roteinträgen im Betriebshandbuch,
- Durchschnittliche Bestandsdauer der bestehenden Roteinträge im Betriebshandbuch.

12.3 Anhang F.3 Themenbereich Betrieb

- Anzahl der Störmeldungen aus Rundgängen,
- Anzahl der Mängel bei Schlüsselhandhabungsvorgängen auf der Warte,
- Anzahl der Mängel bei Schlüsselhandhabungsvorgängen in der Sicherheitszentrale,
- Anteil der Schichtübergaben mit unvollständigen Dokumentationen im Schichtbuch,
- Anzahl ungeplanter Nichtverfügbarkeiten von Komponenten des Sicherheitssystems,
- Anzahl meldepflichtiger Personenunfälle,
- Abweichungen während der Inbetriebsetzung,
- Befunde während der Inbetriebsetzung,
- Mängel während der Inbetriebsetzung,
- Anzahl der bei der Herstellungsüberwachung von Kernbauteilen gefundenen Abweichungen,
- Anzahl der Abweichungen von den Vorgaben aus den Belegungsplänen der Brennelemente,
- Anzahl der Abweichungen bei Inspektionen an Kernbauteilen und Kerneinbauten,
- Anzahl der fehlerhaft durchgeführten Beladungsschritte,

- Anzahl der Befunde bei Fremdkörperkontrolle,
- Häufigkeit der Unterschreitung der anlageninternen Vorgaben der Schichtnormalbe-
setzung,
- Relative Abweichung der tatsächlichen Durchführung von Rundgängen von den Soll-
vorgaben,
- Anzahl der Nichtdurchführung oder des Abbruches von Versuchen und Bestrahlun-
gen aufgrund anlageninterner Gründe,
- Anzahl Meldepflichtiger Ereignisse,
- Anzahl Meldepflichtiger Ereignisse aufgrund von MTO-Aspekten,
- Anzahl signifikanter¹⁵ Ereignisse,
- Anzahl signifikanter Ereignisse aufgrund von MTO-Aspekten,
- Anzahl der Anforderung von Sicherheitssystemen,
- Anzahl der Verletzungen von Genehmigungsbedingungen und Auflagen,
- Anzahl der auf der Warte anstehenden Meldungen.

12.4 Anhang F.4 Themenbereich Instandhaltung

- Anzahl der Ausfälle von Komponenten, die der vorbeugenden Instandhaltung unter-
liegen,
- Anzahl der Ausfälle von sicherheitstechnisch bedeutsamen Komponenten, die der
vorbeugenden Instandhaltung unterliegen,
- Anzahl der Terminüberschreitungen von Prüfungs- und Instandhaltungsmaßnah-
men,
- Anzahl der Vorgänge mit Zurücksetzen des Arbeitsauftrages,
- Anzahl der nachgemeldeten Tätigkeiten,
- Gesamtanzahl neueröffneter Stör-/Mängelmeldungen,

¹⁵ gemäß anlageninterner Definition, siehe auch Abschnitt 12.1.1

- Anzahl offener Stör-/Mängelmeldungen,
- Anzahl der Wiederholungen gleicher Mängel,
- Anteil der verspätet vorgelegten Revisionsarbeitsaufträge,
- Anzahl der Korrekturen von Freischaltmaßnahmen während der Durchführung,
- Anzahl nicht durchgeführter Wiederkehrender Prüfungen und Wiederkehrender Instandhaltungen.

12.5 Anhang F.5 Themenbereich Schutz der Anlage

- Anzahl von Kontaminationsüberschreitungen,
- Anzahl von Personenkontaminationen,
- Anzahl dosisrelevanter Inkorporationen,
- Gesamtaktivitätsabgabe auf dem Luftpfad,
- Gesamtaktivitätsabgabe auf dem Wasserpfad,
- Anzahl Einsätze der Betriebssanitäter,
- Anzahl Brandmelderalarme,
- Anzahl Feuerwehreinsätze,
- Anzahl Brände,
- Anzahl meldepflichtiger sicherungsrelevanter Befunde,
- Ausbildungsmaßnahmen zum Notfallschutz,
- Teilnehmerate an Notfallschutzschulungen/-übungen,
- Verhältnis Anzahl Teilnehmer am Krisenstab zu Anzahl erforderlicher Teilnehmer am Krisenstab,
- Zeit von der Alarmierung bis zur Arbeitsfähigkeit des Krisenstabes.

12.6 Anhang F.6 Themenbereich Materialwirtschaft

- Anzahl der Abweichungen bei der Lagerbestandsprüfung,

- Anzahl der Abweichungen im Rahmen der Wareneingangsprüfung,
- Anzahl verspätet gelieferter Waren,
- Anzahl von Mängeln bei lagerhaltigen Ersatzteilen/-komponenten.

12.7 Anhang F.7 Themenbereich Qualifikation und Schulung des Personals

- Anzahl Meldepflichtiger Ereignisse pro Jahr, bei denen als Ursache bzw. im Ereignisablauf Fehlhandlungen oder organisatorische Schwächen vorlagen,
- Summe der Schulungsstunden für Fachkunde-Personal,
- Anteil der Teilnehmer von Notfallschutzschulungen und -übungen am Gesamtpersonal laut Notfallplan,
- Anzahl nicht bestandener Prüfungen,
- Anzahl menschlicher Fehler durch Ausbildungsdefizite,
- Anzahl menschlicher Fehler bei Übungen.

12.8 Anhang F.8 Themenbereich Bewertung und Verbesserung

- Anzahl Meldepflichtiger Ereignisse,
- Anzahl vertiefender Ereignisanalysen,
- Durchschnittliche Bearbeitungsdauer von vertiefenden Ereignisanalysen,
- Anzahl der internen Audits,
- Anzahl Empfehlungen aus internen Audits,
- Anzahl der in internen Audits festgestellten Abweichungen,
- Durchschnittliche Bearbeitungsdauer von Korrekturmaßnahmen aufgrund Auditfeststellungen aus internen Audits.

Umsetzungsrate aller Maßnahmen aus internen Audits, Reviews und Prozessüberwachungen

- Anzahl wiederholter Auditfeststellungen bei internen Audits,

- Anteil Verbesserungsmaßnahmen mit Terminüberschreitungen an der Gesamtzahl aufgenommener Maßnahmen.

12.9 Anhang F.9 Themenbereich Sicherheitskultur und Betriebsklima

- Anzahl Meldepflichtiger Ereignisse aufgrund von Mängeln der Sicherheitskultur,
- Anzahl signifikanter Ereignisse aufgrund von Mängeln der Sicherheitskultur,
- Summe der Schulungsstunden zu Aspekten der Sicherheitskultur,
- Anzahl der Sensibilisierungsmaßnahmen zu Aspekten der Sicherheitskultur,
- Anzahl der Beschwerden des Personals über Missstände des Betriebsklimas,
- Anzahl der Personalabgänge aufgrund von Missständen des Betriebsklimas.

12.10 Anhang F.10 Themenbereich Wissensmanagement

- Für Aktivitäten des Wissensmanagements verfügbare Ressourcen (Arbeitszeit und finanzielle/materielle Ressourcen),
- Anteil der Personalwechsel, bei der keine Wissensweitergabe im geplanten bzw. erforderlichen Umfang an den Nachfolger stattfand,
- Anteil der verfügbaren Arbeitszeit, die für Eingaben ins Wissensmanagementsystem (WMS) und Pflege der Inhalte des WMS vorgesehen ist,
- Anzahl der Abfragevorgänge im WMS,
- Anzahl der Schulungen zum WMS,
- Anteil der Beschäftigten, die das WMS regelmäßig nutzen,
- Anzahl von Verzögerungen bei Arbeitsabläufen aufgrund von erforderlichen, aber im WMS nicht verfügbaren Wissensinhalten.

13 Anhang G: Fragenkatalog für die Bewertung der Wirksamkeit des Managementsystems

Wie in GRS-A-3799 beschrieben, ist die Bearbeitung eines Fragenkataloges ein wesentlicher Schritt in der Methode zur Bewertung der Wirksamkeit von Managementsystemen. Die folgende Erläuterung ist weitgehend aus GRS-A-3799 übernommen.

Der Beantwortung des Fragenkataloges sollte die Erhebung des Indikatorsatzes vorausgehen, damit auf Erkenntnisse hieraus bei der Befragung eingegangen werden kann. Die Befragung soll durch entsprechend geschultes Personal durchgeführt werden. Die konkrete Ausgestaltung sowie die letztendliche Beantwortung der Fragen werden durch die überprüfende Institution vorgenommen. Hierzu sind durch Anlagenbesuche und Gespräche die erforderlichen Informationen, die zur Beantwortung der Fragen notwendig sind, einzuholen. Der Fragenkatalog sollte auch auf die Besonderheiten des Betreibers angepasst und ggfs. nach der Durchführung eines Audits überarbeitet bzw. ergänzt werden.

Analog zu Anhang F sind in den folgenden Abschnitten die Fragen gegliedert nach den zehn Themenbereichen (siehe Kapitel 5.2) dargestellt. Dabei sind die Fragen, die aus GRS-A-3799 übernommen werden konnten, da sie auch bei Forschungsreaktoren sinnvoll anwendbar sind, und die Fragen, die für den Forschungsreaktor modifiziert bzw. neu ergänzt wurden, sowie weitere ergänzte Fragen, die allgemein anwendbar sind, thematisch angeordnet.

13.1 Anhang G.1: Themenbereich Verantwortung der Leitung

- Gibt es Hinweise, dass die Führungskräfte das Managementsystem als Führungsinstrument aktiv nutzen?
- Ist der Organisationsleitung die Organisationspolitik bekannt?
- Wird die Organisationspolitik regelmäßig auf Aktualität überprüft?
- Wird von der Organisationsleitung bspw. durch Mitarbeitergespräche sichergestellt, dass:
 - die Organisationspolitik den Mitarbeitern bekannt ist?
 - die Führungskräfte auf die Vorbildfunktion hingewiesen werden?

- die Mitarbeiter auf eine sicherheitsgerichtete Grundhaltung hingewiesen werden?
- Bringt die Organisationsleitung sich aktiv in die Gestaltung und Verbesserung des Managementsystems ein?
- Initiiert die Organisationsleitung von sich aus Gespräche mit dem Managementsystembeauftragten über eventuelle Verbesserungsmaßnahmen?
- Überprüft die Organisationsleitung regelmäßig die Verbesserungsmaßnahmen, die sich aus dem Managementsystemreview ergeben?
- Gibt es Mechanismen in der Organisation, die dafür sorgen, dass ausreichend Personalkapazität zum Betreiben der Anlage und zum Erhalt der Kernkompetenzen bereitgestellt wird?
- Stellt die Organisationsleitung die notwendigen finanziellen Mittel für eine langfristige Personalplanung bereit?
- Sind bei der Organisationsleitung Zukunftsperspektiven erkennbar, wie die Anlage sich in den nächsten Jahren entwickeln soll und werden diese auch im Unternehmen kommuniziert?
- Wirkt die Organisationsleitung auf eine Stärkung der Sicherheitskultur im Unternehmen hin?
- Werden Leistungen bzw. Tätigkeiten von Fremdfirmen durch Eigenpersonal überwacht und bewertet?
- Wird der Bedarf an Fremdpersonal vorausschauend ermittelt?
- Werden Ergebnisse aus dem Managementreview den Mitarbeitern kommuniziert?
- Wird für Aufgaben, die nicht von der Organisationseinheit „Forschungsreaktor“, sondern von anderen Organisationseinheiten der einbettenden Institution wahrgenommen werden, sichergestellt, dass die speziellen kerntechnischen Anforderungen erfüllt werden?
- Wird das Risiko, das vom Verlust von Mitarbeitern, die über wichtige Kenntnisse und Kompetenzen verfügen (z. B. aufgrund von Pensionierung), ausgeht, bewertet und nötigenfalls Maßnahmen zu dessen Abmilderung ermittelt?
- Ist ein systematischer Ansatz zur Entwicklung potenzieller Nachfolger für wichtige Fach- oder Führungspositionen implementiert?

- Gibt es eine systematische und frühzeitige Nachfolgeplanung?
- Wird durch Eigenpersonal ausreichende Kompetenz bzgl. Führung und Management, Sicherheitskultur und technischen und menschlich-organisatorischen Aspekten bereitgestellt?
- Wird bei der Personalplanung der unerwartete Verlust von wichtigen Mitarbeitern sowie die unerwartete Unverfügbarkeit einer großen Zahl von Mitarbeitern (z. B. durch eine Pandemie) berücksichtigt?
- Wird die physische und mentale Gesundheit der Beschäftigten systematisch unterstützt?

13.2 Anhang G.2: Themenbereich Organisation

- Hat der Managementsystembeauftragte ausreichende Befugnisse, um seiner Aufgabe zur Verbesserung/Weiterentwicklung des Managementsystems nachzukommen?
- Findet eine regelmäßige Diskussion zwischen dem Managementsystembeauftragten und den Prozessbetreuern statt?
- Ist die aktuelle Prozessdokumentation allen an den Prozessen Beteiligten zugänglich?
- Werden Verbesserungsmaßnahmen der Prozessbetreuer mit dem Managementsystembeauftragten diskutiert und ggf. umgesetzt?
- Werden bei einer geplanten Organisationsänderung mögliche Rückwirkungen auf den sicheren Betrieb analysiert und bewertet?
- Wird in regelmäßigen Abständen überprüft, dass Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Befugnisse (Weisungs- und Entscheidungsbefugnisse) der Organisationseinheiten oder deren Leiter und der Beauftragten eindeutig sind und widerspruchsfrei festgelegt sind?
- Sind die Aufgaben und Verantwortlichkeiten von Organisationseinheiten des Unternehmens außerhalb der Anlagenorganisation (z. B. Zentrale) so definiert, dass der sichere Betrieb der Anlage nicht beeinträchtigt wird?
- Wird für Aufgaben, die den sicheren Betrieb betreffen und extern vergeben werden, sichergestellt, dass die intern verantwortliche Organisationseinheit die vergebenen

Arbeiten mit der entsprechenden fachlichen Kompetenz beurteilen und kontrollieren kann?

- Werden durchgeführte Organisationsänderungen im Hinblick auf die ursprünglich erwarteten Ziele überprüft und ggf. angepasst?
- Wird die Funktionsfähigkeit der Organisation während und nach der Implementierung der Organisationsänderung überwacht?
- Wenn es neben der Primärorganisation (Linienorganisation) eine Sekundärorganisation (flexible, fachbereichsübergreifende Strukturen, z. B. Projekte) gibt, ist diese widerspruchsfrei beschrieben und sind die Schnittstellen zur Primärorganisation eindeutig festgelegt?
- Sind klare Kommunikationswege für eine schnelle und effektive Übermittlung von Informationen innerhalb der Anlage vorhanden?
- Werden bei Änderungen von Abläufen alle Beteiligten in Kenntnis gesetzt?
- Wird die Einhaltung der speziellen kerntechnischen Anforderungen für Aufgaben, die nicht von der Organisationseinheit „Forschungsreaktor“, sondern von anderen Organisationseinheiten der einbettenden Institution wahrgenommen werden, sichergestellt
 - durch geeignet definierte Schnittstellen zu den anderen Organisationseinheiten,
 - durch formale Regeln/Anweisungen insbesondere auch auf Seiten der anderen Organisationseinheiten,
 - durch regelmäßige Überwachung, und
 - durch ein auf Seiten der anderen Organisationseinheiten implementiertes wirksames Managementsystem (z. B. nach ISO 9001)?
- Sind die Schnittstellen zu internen und externen Organisationseinheiten in Bezug auf Forschungsaktivitäten klar definiert?
- Werden die Kommunikationswege, insbesondere zu externen Stellen, einer regelmäßigen Überprüfung unterzogen?
- Werden Mitarbeiter, die einen technischen oder organisatorischen Befund gemeldet haben, über den Status der Abarbeitung informiert?

- Wird bei einer fachbereichsübergreifenden Bearbeitung von Aufgaben sichergestellt, dass mögliche Konflikte über aufbauorganisatorische Verantwortlichkeiten und Befugnisse verhindert bzw. gelöst werden können?
- Wird sichergestellt, dass die Dokumentationssysteme der Anlage entsprechend internen und externen Anforderungen regelmäßig überprüft und aktualisiert werden?
- Ist für jede sicherheitsrelevante Position die minimal erforderliche Qualifikation definiert? Wird diese Qualifikation jeweils bei Aufnahme der Tätigkeit entsprechend nachgewiesen?
- Wird bei der Einstellung von Personal auf eine für die Ausübung der jeweiligen Aufgaben und Pflichten angemessene Qualifikation sowie auf die Einsatztauglichkeit geachtet?
- Steht genügend kompetentes Eigenpersonal für die Überwachung und Abnahme von Arbeiten von Fremdpersonal zur Verfügung?
- Wird bei der Beurteilung des Personals sowie bei der Auswahl und Beförderung von Führungspersonal neben fachlichen Aspekten auch die Methodenkompetenz, Führungskompetenz, soziale Kompetenz sowie die sicherheitsgerichtete Einstellung berücksichtigt?
- Wird die Struktur, der Umfang und die Handhabung der Dokumentation von der Erstellung bis zur Archivierung und Vernichtung geregelt?
- Wird die Dokumentation von der Erstellung bis zur Archivierung und Vernichtung geregelt und werden die Dokumentationsanforderungen regelmäßig überprüft und angepasst?

13.3 Anhang G.3: Themenbereich Betrieb

- Werden die Anforderungen an das Führungs- und Kommunikationsverhalten auf der Warte auf ihre Wirksamkeit hin überprüft und angepasst?
- Werden die Regelungen für Mindestbesetzungen (Schichtgruppen, Warte, ...) und für den Fall des Unterschreitens der Mindestbesetzung regelmäßig auf ihre Durchführbarkeit überprüft?

- Werden geänderte Informationen, die für den Betrieb der Anlage relevant sind, der Schicht über ein formales System zur Kenntnisnahme weitergeleitet und von dieser bestätigt?
- Werden Schichtanweisungen regelmäßig auf Aktualität, Gültigkeit und ggfs. Überführung in das Betriebshandbuch überprüft?
- Existieren Vorkehrungen zur Sicherstellung, dass Anlagenzustände richtig in den Bestandsplänen abgebildet sind und Änderungen übernommen werden?
- Ist sichergestellt, dass auf der Warte ein sicherheitsgerichtetes Arbeiten in einer möglichst ruhigen Atmosphäre möglich ist?
- Werden Abweichungen und Auffälligkeiten aus Anlagenrundgängen durch den Schichtleiter in Hinblick auf ihre sicherheitstechnische Relevanz bewertet und entsprechende Maßnahmen veranlasst?
- Kann jeder Mitarbeiter Störmeldungen veranlassen oder selbst verfassen?
- Wird die Klärung einer Störmeldung einer Organisationseinheit zugewiesen und wird die Abarbeitung bis zu Beseitigung einer Störmeldung regelmäßig überprüft?
- Sind freigeschaltete Anlagenteile mit einer Kennzeichnung auf der Warte und vor Ort versehen und werden diese regelmäßig auf ihre Gültigkeit überprüft?
- Werden bei sicherheitstechnisch wichtigen Systemen und Komponenten der Umfang und die Inhalte der Prüfungen regelmäßig bewertet und an aktuelle Erkenntnisse angepasst?
- Werden geplante Änderungen an der Anlage hinsichtlich ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung bewertet und in einem festgelegten Verfahren durchgeführt?
- Wird die abschließende Bewertung von Anlagenänderungen den betroffenen Organisationseinheiten bzw. Personen kommuniziert?
- Wird bei Anlagenänderungen die Dokumentation zeitnah geändert und diese den betroffenen Organisationseinheiten bzw. Personen zur Verfügung gestellt?
- Gibt es bei Inbetriebsetzungsprogrammen nach jeder Phase Haltepunkte, wo eine sicherheitstechnische Bewertung über die geplanten und erreichten Arbeiten stattfindet, bevor mit den weiteren Arbeiten begonnen wird?

- Werden bei der Handhabung von Brennelementen und anderen Kernbauteilen Erkenntnisse, die sich bspw. aus Störfällen ergeben haben, in den schriftlichen Ablaufregelungen und Verfahrensanweisungen berücksichtigt?
- Wird das Abfallkonzept regelmäßig auf die Sicherstellung der Sammlung, Trennung, Konditionierung, den Transport und die Lagerung des radioaktiven Abfalls überprüft?
- Sind Nutzer, die nicht der Betriebsorganisation angehören (z. B. Forscher und Studenten) ausschließlich zum Betreten der Raumbereiche berechtigt, die für die unmittelbare Ausführung der zugelassenen Tätigkeiten betreten werden müssen?
- Werden Zugangsberechtigungen dokumentiert und ihre Einhaltung überwacht?
- Werden Entscheidungen von besonderer Bedeutung für den Fahrbetrieb nachvollziehbar dokumentiert?
- Werden Sonderfahrweisen (z. B. Anlagenversuche) nur innerhalb eines qualitätsgesichert geplanten – wobei die sicherheitstechnische Relevanz bewertet wird – und entsprechend den gültigen Regelungen freigegebenen Verfahrens (z. B. Schichtanweisung) durchgeführt?
- Werden die für den Betrieb der Anlage wichtigen Informationen (z. B. Betriebshandbuchänderungen, neue Schichtanweisungen), über ein formelles Kommunikationssystem an die Schichten übermittelt und die Kenntnisnahme dieser Informationen durch das Schichtpersonal nachvollziehbar bestätigt?
- Ist Art und Umfang der im Wartebereich für das Betreiben der Anlage bereitzuhaltenden Dokumente festgelegt? Werden diese regelmäßig überprüft?

13.4 Anhang G.4: Themenbereich Instandhaltung

- Wird das Instandhaltungsprogramm bezüglich Umfang und Inhalt anhand aktueller Erkenntnisse regelmäßig bewertet und angepasst?
- Wenn bei der Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen festgestellt wird, dass diese nicht gemäß der ursprünglichen Planung durchzuführen sind, werden alle betroffenen Arbeiten dann bis zur Klärung eingestellt?
- Sind die Arbeiten im Arbeitserlaubnisverfahren klar und detailliert beschrieben?
- Werden vor Beginn der Arbeiten die geplanten Tätigkeiten und die dazugehörigen Maßnahmen überprüft und freigegeben?

- Wird sichergestellt, dass die Aufsichtsführenden vor Ort über die nötigen Kenntnisse verfügen, um die ordnungsgemäße Ausführung der Arbeiten beurteilen zu können?
- Werden Erkenntnisse aus Instandhaltungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Bedeutung bei wiederkehrenden Prüfungen bewertet und berücksichtigt?
- Werden alle für die Revision geplanten Tätigkeiten zentral geplant?
- Wurden ggfs. Probleme bei früheren Revisionen analysiert und Verbesserungsmaßnahmen eingeleitet?
- Gibt es Mechanismen, die dafür sorgen, dass Erkenntnisse aus vergangenen Revisionen bei der aktuellen Revisionsplanung berücksichtigt werden?
- Wird sichergestellt, dass geplante Revisionstätigkeiten durch die Fachbereiche rechtzeitig an die Freischaltplaner übermittelt werden?
- Werden Abweichungen von Prüfergebnissen, die bei wiederkehrenden Prüfungen festgestellt werden, hinsichtlich ihrer sicherheitstechnischen Relevanz bewertet und ggf. Maßnahmen eingeleitet?
- Existiert ein umfassendes systematisches Alterungsmanagement?
- Wie werden im Rahmen des Alterungsmanagements relevante Einrichtungen und Alterungsmechanismen identifiziert und hinsichtlich ihrer Relevanz bewertet?
- Wie werden im Rahmen des Alterungsmanagements Akzeptanzkriterien sowie Art und Häufigkeit von Abhilfemaßnahmen festgelegt?
- Findet im Rahmen des Alterungsmanagements eine Priorisierung hinsichtlich der Dringlichkeit von Abhilfemaßnahmen statt?

13.5 Anhang G.5: Themenbereich Schutz der Anlage

- Findet eine Analyse der Auswirkungen technischer Änderungen auf das Brandschutzkonzept statt und werden gegebenenfalls entsprechende Korrekturen durchgeführt?
- Wird das Brandschutzkonzept von allen Mitarbeitern beachtet, so dass Brandschutzmaßnahmen nicht umgangen oder verändert werden und das Vorhandensein von nicht vorschriftgemäßen Brandlasten gemeldet wird?

- Wird das Brandschutzkonzept aufgrund von Erkenntnissen aus bspw. Anlagenrundgängen im Hinblick auf seine Wirksamkeit überprüft?
- Wird sichergestellt, dass durch eine erhöhte Anzahl automatischer Fehlalarme keine Desensibilisierung des Personals stattfindet?
- Wird regelmäßig anhand aktueller Erkenntnisse überprüft, ob Komponenten, Systeme und Daten, die einen Einfluss auf den sicheren Betrieb haben oder schützenswert sind, gegen unberechtigte Veränderung geschützt sind?
- Gibt es bei der Nutzung von Informationstechnologien Regeln zur Vertraulichkeit, Verbindlichkeit und Authentizität von Daten?
- Werden die Vorkehrungen, die einen unberechtigten Zugriff auf Informationen, Daten und leittechnische Einrichtungen verhindern, anhand aktueller Bedrohungsszenarien überprüft und ggfs. angepasst?
- Werden regelmäßig Notfallschutzübungen mit externen Organisationen durchgeführt und sind dabei auch klare Kommunikationswege definiert?
- Werden die Ergebnisse aus den Notfallschutzübungen bei der Verfolgung von Verbesserungsmaßnahmen berücksichtigt?
- Wird die Anlage regelmäßig auf Verbesserungen im Hinblick auf den Arbeitsschutz überprüft?

13.6 Anhang G.6: Themenbereich Materialwirtschaft

- Existieren Maßnahmen zur Überprüfung und Genehmigung von Beschaffungsunterlagen, insbesondere zum Abgleich der Spezifikationen von geforderter und bestellter Ware hinsichtlich Änderungen durch den Hersteller?
- Werden regelmäßige Audits bei Zulieferern durchgeführt, um sicherzustellen, dass u. a. die Spezifikationen bzw. Fertigungsschritte eingehalten werden?
- Gibt es Vorgehensweisen, bei denen zuständige Fachabteilungen in Kenntnis gesetzt werden, wenn Änderungen an Material, Hilfsstoffen oder deren Fertigung durch Zulieferer oder Lieferanten vorgenommen werden?
- Wird aufgrund von festgestellten Mängeln bei externen Audits eine interne Untersuchung durchgeführt, in der überprüft wird, ob diese Mängel auch bei bereits in der Anlage verbauten Komponenten vorhanden sind?

- Gibt es Maßnahmen vor der Verwendung einer Komponente, die sicherstellen, dass die Spezifikationen eingehalten sind?
- Wird die Alterung von Material und Hilfsstoffen bei der Lagerbestandsplanung dahingehend berücksichtigt, dass eine unzulässige Verwendung ausgeschlossen ist?
- Ist bei Abwicklung von Beschaffungen durch externe Einrichtungen gewährleistet, dass die speziellen kerntechnischen Anforderungen erfüllt werden?

13.7 Anhang G.7: Themenbereich Qualifikation und Schulung des Personals

- Werden Qualifikationsanforderungen an das Personal erfasst und laufend fortgeschrieben?
- Werden die erforderlichen Kapazitäten im Hinblick auf Anzahl Eigenpersonal und die Qualifikation des Eigenpersonals ermittelt, dokumentiert, regelmäßig überprüft und fortgeschrieben?
- Gibt es Maßnahmen, so dass die ausreichende Verfügbarkeit von fachkundigem Personal gewährleistet ist?
- Wird bei Schulungsprogrammen eine stets sicherheitsorientierte Grundeinstellung vermittelt?
- Wird ein Anlagensimulator genutzt?
- Werden die Schulungen von qualifiziertem und erfahrenem Personal mit entsprechenden Lehrkompetenzen ausgeführt, die mit der Routine und der Arbeitspraxis am Arbeitsplatz vertraut sind?
- Wird die Effektivität der Schulungsmaßnahmen systematisch überprüft? Wird dabei die Leistung der geschulten Mitarbeiter berücksichtigt? Werden nötigenfalls Verbesserungsmaßnahmen abgeleitet?
- Werden Schulungseinrichtungen und -methoden zeitnah dem aktuellen Stand angepasst?
- Wird die Kompetenz des Betriebspersonals durch Prüfungen sichergestellt?
- Wird die Fachkunde auf dem jeweils erforderlichen Stand gehalten, u. a. durch sofortige Unterrichtung über wesentliche Änderungen an der Anlage oder ihrer Betriebsweise und ggf. entsprechende Schulungen?

- Werden Änderungen in der Anlage in das Schulungsprogramm (bspw. Simulator) mit aufgenommen?
- Werden die Qualifikationen, die Kenntnisse und die Schulungen von Fremdpersonal entsprechend den Tätigkeiten an die Qualifikationen, die Kenntnisse und die Schulungen des Eigenpersonals angepasst?
- Stehen ausreichende Ressourcen für Qualifikationsmaßnahmen der Qualitätsmanagement-Abteilung bereit?
- Werden die Prozessbeteiligten im Hinblick auf die Prozessdokumentation und insbesondere auf die Schnittstellen zu anderen Prozessen geschult?
- Werden die Mitarbeiter und die Führungskräfte hinsichtlich der IT-Sicherheit regelmäßig geschult und auf aktuelle Bedrohungsmechanismen hingewiesen?
- Werden die IT-Mitarbeiter regelmäßig hinsichtlich neuer Erkenntnisse und Techniken geschult?
- Wird das Fremdpersonal entsprechend der IT-Richtlinien geschult und überprüft?
- Umfasst das Schulungsprogramm aller in der Anlage tätigen Personen die Themen Strahlenschutz (sofern im Kontrollbereich tätig), Brandschutz, Arbeitsschutz und Betriebskunde sowie ggf. Anlagensicherung?
- Umfasst das Schulungsprogramm des für den sicheren Betrieb verantwortlichen Personals die Grundlagen der Kerntechnik und die Auslegung der Anlage?
- Wird relevante interne und externe Betriebserfahrung in den Schulungen berücksichtigt?
- Werden bei der Einbindung von interner und externer Betriebserfahrung in das Schulungsprogramm auch positive Aspekte und Beispiele für Erfolge („Good Practices“) berücksichtigt?
- Werden Übungen von Notfallmaßnahmen durchgeführt?
- Wird auch externes Personal – entsprechend den ausgeführten Tätigkeiten – angemessen geschult?
- Werden die Schulungsmaßnahmen und ihre Ergebnisse personenbezogen dokumentiert?

13.8 Anhang G.8: Themenbereich Bewertung und Verbesserung

- Gibt es einen systematischen Informationsaustausch über interne und externe Betriebserfahrungen?
- Werden Erkenntnisse aus der Betriebserfahrung an zuständige Stellen rückgemeldet, ggfs. umgesetzt und diese dokumentiert?
- Werden Ursachenanalysen unter Einbeziehung aller Aspekte der Bereiche Mensch, Technik und Organisation sowie deren Zusammenwirken durchgeführt?
- Werden vertiefte Analysen von einer unabhängigen Organisationseinheit durchgeführt?
- Wird bei Informationen (z. B. Anlagenparameter), die als nicht mehr zutreffend identifiziert werden, sichergestellt, dass diese für alle wahrnehmbar korrigiert werden?
- Nimmt die Anlage an nationalen und internationalen Arbeitskreisen teil, um Informationen aus der Betriebserfahrung anderer Anlagen und zum aktuellen Stand von Wissenschaft und Forschung zu erhalten?
- Findet ein regelmäßiger Informationsaustausch mit Herstellern und Zulieferern zur Betriebserfahrung der hergestellten und gelieferten Produkte statt?
- Werden Meldepflichtige Ereignisse bzw. Betriebserfahrungen aus nationalen und internationalen Informationssystemen genutzt?
- Werden diese Informationen auf Übertragbarkeit auf die eigene Anlage bewertet und ggfs. umgesetzt?
- Wird die Umsetzung aller Verbesserungsmaßnahmen zeitnah verfolgt? Werden erkannte Verbesserungspotenziale aus der Sicherheitsüberprüfung bewertet und umgesetzt?
- Sind alle für die Abarbeitung von Verbesserungsmaßnahmen notwendigen Zuständigkeiten, Prioritäten und Termine festgelegt?
- Werden Verbesserungsvorschläge aus Prozessbewertungen in die Verfolgung von Verbesserungsmaßnahmen aufgenommen?
- Wird von der Anlagenleitung die Durchführung von Peer Reviews veranlasst?
- Sind interne Auditoren unabhängig, d. h. an dem zu auditierenden Prozess bzw. Bereich nicht beteiligt, und ist die Vorgehensweise der Auditerfassung geregelt?

- Werden alle Bereiche der Organisation und die zugehörigen Prozesse regelmäßig auditiert?
- Werden vorhergehende Abweichungen bei Audits entsprechend ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung klassifiziert und bei der Verfolgung von Verbesserungsmaßnahmen aufgenommen?
- Existieren Vorgaben für die Verteilung/Weiterleitung von Auditreports und Korrekturmaßnahmen?
- Werden die Prozessindikatoren regelmäßig auf Anwendbarkeit überprüft und ggfs. geändert?
- Werden die Indikatoren einer Trendanalyse unterzogen und diese bewertet?
- Werden von den Führungskräften regelmäßig Anlagenbegehungen durchgeführt und sowohl positive als auch negative Auffälligkeiten bewertet und kommuniziert?
- Existieren Vorkehrungen, dass nicht zweckentsprechende und nicht fristgerechte Korrekturmaßnahmen an die entsprechende Managementebene weitergeleitet werden?
- Werden bei der zentralen Stelle für die Verfolgung von Verbesserungsmaßnahmen alle Ergebnisse aus Audits und Reviews zusammengeführt?
- Werden alle Aspekte von qualitätsbeeinflussenden Aktivitäten in einem Übersichtsplan zusammengeführt?
- Wird eine Trendverfolgung über die termingerechte Abarbeitung von Verbesserungsmaßnahmen geführt?
- Werden nach der Durchführung von Verbesserungsmaßnahmen diese auf Wirksamkeit überprüft?
- Wird die abschließende Durchführung den entsprechenden Stellen kommuniziert und ggfs. in der Dokumentation geändert?

13.9 Anhang G.9: Themenbereich Sicherheitskultur und Betriebsklima

- Weiß der Pförtner von dem Besuch Bescheid?
- Wird die zu besuchende Person entsprechend informiert?

- Wurden Besprechungsräume reserviert?
- Sind ggfs. Unterlagen zur direkten Herausgabe vorbereitet worden?
- Handelt die Betriebsmannschaft auf dem Anlagengelände sicherheitsgerichtet (Tragen von Helmen, Einhalten von Geschwindigkeitsvorschriften mit Fahrzeugen, Beachtung von Absperrungen etc.)?
- Ist die Anlage grundsätzlich in einem sauberen Zustand und hinterlässt einen gepflegten Eindruck?
- Sind die Mitarbeiter motiviert bei ihrer Arbeit?
- Sind die Mitarbeiter mit ihren Aufgaben überlastet?
- Ist auf der Anlage grundsätzlich ein gutes Betriebsklima vorhanden?
- Sind Dokumente, die vom Betreiber vorgelegt werden, vollständig und in einem gepflegten Zustand (Revisionsdatum etc.)
- Erhalten der Forschungsreaktor und das dort tätige Personal Wertschätzung und Anerkennung in der einbettenden Organisation?

13.10 Anhang G.10: Themenbereich Wissensmanagement

- Existieren eine konkrete Zielsetzung und eine klare Strategie des Wissensmanagements?
- Wird das benötigte Wissen systematisch identifiziert?
- Wird das benötigte Wissen systematisch dokumentiert und fortlaufend aktualisiert?
- Wird das vorhandene Wissen systematisch identifiziert?
- Wird das vorhandene Wissen systematisch dokumentiert und fortlaufend aktualisiert?
- Wird das vorhandene Wissen regelmäßig mit dem benötigten Wissen verglichen?
- Sind die benötigten Kompetenzen für jede Position mit Bedeutung für die Sicherheit klar definiert?

- Sind die Aktivitäten des Wissensmanagements in die Organisationsprozesse eingebettet (z. B. Dokumentation von Entscheidungsgrundlagen bzw. Hintergrundwissen)?
- Gibt es Prozesse, die gewährleisten, dass ein Know-how Transfer zwischen den Mitarbeitern erfolgen kann?
- Werden Aktivitäten des Wissensmanagements in der gesamten Organisation anerkannt und unterstützt? Werden die Aktivitäten insbesondere auf der Führungsebene gefördert und vorangetrieben? Gehen Führungskräfte mit gutem Beispiel voran?
- Sind dauerhaft angemessene Ressourcen für das Wissensmanagement verfügbar?
- Wird das Wissensmanagement durch geeignete dedizierte Mittel der Informationstechnologie unterstützt (Wissensmanagementsystem)? Geschieht dies in einheitlicher Weise?
- Werden die Kompetenzen der Mitarbeiter systematisch erfasst und dokumentiert?
- Wird das Risiko des Wissensverlustes systematisch gemanagt?
- Sind Verfahren zur Weitergabe der speziellen Kenntnisse, Fertigkeiten und Erfahrungen, die während der Berufszeit langjähriger Mitarbeiter erlangt wurden, eingeführt?
- Wurde eine Vorgehensweise zur Identifizierung, Extrahierung und Speicherung von implizitem Wissen von erfahrenen Mitarbeitern etabliert? Wird diese regelmäßig auf ihre Wirksamkeit überprüft und ggf. angepasst?
- Werden Möglichkeiten zur internen und externen Vernetzung und zum Austausch von Mitarbeitern angeboten?
- Wird das in anderen Prozessen erzeugte Wissen (insbesondere „Erfahrungsrückfluss“ und „Sicherheitsanalysen und -überprüfungen“) dem Wissensmanagement zugeführt?
- Werden alle sicherheitsrelevanten Themengebiete und Informationen im Wissensmanagementsystem vollständig erfasst?
- Ist die Einspeisung von Informationen ins Wissensmanagementsystem verbindlich gemacht?
- Ist die Oberfläche des WMS konsistent und benutzerfreundlich gestaltet?

- Welche Suchtechnologien sind implementiert (Suche anhand vorgegebener Stichworte, Volltextsuche, semantische Suche)? Inwieweit sind auch Zeichnungen und Bilder diesen Suchtechnologien zugänglich?
- Sind Mechanismen für Benutzer-Feedback implementiert?

14 Anhang H: Auswertung und Bewertung internationaler und nationaler Regelwerksanforderungen an Managementsysteme relevant für verschiedene Betriebszustände von Forschungsreaktoren

14.1 Anhang H.1: Internationale Regelwerke

14.1.1 IAEA

Der IAEA GS-G-3.5 „The Management System for Nuclear Installations“ /IAE 09/ listet die grundlegenden Anforderungen an Managementsysteme für kerntechnische Anlagen auf, wobei er sich u. a. auf andere Veröffentlichungen der IAEA bezieht (z. B. GS-R-3, GS-G-3.1).

Das Managementsystem soll nach den Zielen der Organisation ausgerichtet sein und zum Erreichen dieser Ziele beitragen. Das wichtigste Ziel des Managementsystems soll das Erzielen und Verbessern der Sicherheit der Anlage sein. Dies soll erreicht werden durch

- die kohärente Zusammenführung aller Anforderungen an die Leitung der Organisation,
- die Beschreibung der geplanten und systematischen Handlungen, die erforderlich sind, um angemessenes Vertrauen zu schaffen, dass alle diese Anforderungen erfüllt werden und
- die Gewährleistung, dass Gesundheits-, Umwelt-, Sicherheits-, Qualitäts- und wirtschaftliche Anforderungen nicht getrennt von den Sicherheitsanforderungen betrachtet werden, um mögliche negative Auswirkungen auf die Sicherheit auszuschließen.

Die Sicherheit soll im Rahmen des Managementsystems Vorrang vor allen anderen Anforderungen haben. Das Managementsystem muss alle gesetzlichen und behördlichen Anforderungen, Anforderungen aus Veröffentlichungen der IAEA und aus anderen einschlägigen Normen sowie förmliche Vereinbarungen mit interessierten Parteien („Stakeholder“) identifizieren und integrieren. Die Organisation muss in der Lage sein, die wirksame Erfüllung aller für das Managementsystem geltenden Anforderungen nachzuweisen.

Spezifischere Anforderungen an das Managementsystem sind:

- Die Festlegung der Personen, die für die einzelnen Prozesse im Managementsystem direkt zuständig sind („process owners“), sowie deren Rolle innerhalb der Organisationsstruktur, sodass es klare Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten gibt.
- Die Etablierung eines strukturierten Berichtswesens, das die Weitergabe von Informationen über die Sicherheitsleistung, die Effizienz bei der Wahrnehmung von Verantwortung und die Erreichung der Sicherheitsziele ermöglicht und sicherstellt. Dies soll klare Verantwortlichkeiten dazu beinhalten, durch wen, wann, wie und wem berichtet wird.
- Das Managementsystem soll genutzt werden, um eine starke Sicherheitskultur zu fördern und zu unterstützen. Dies soll erfolgen durch:
 - Das Sicherstellen eines gemeinsamen Verständnisses innerhalb der Organisation für die Schlüsselaspekte einer Sicherheitskultur.
 - Bereitstellung der Mittel, mit denen die Organisation Einzelpersonen und Teams bei der sicheren und erfolgreichen Ausführung ihrer Aufgaben unterstützt, wobei die Interaktion zwischen Menschen, Technologie und Organisation berücksichtigt wird.
 - Förderung einer lernenden und hinterfragenden Grundhaltung auf allen Ebenen der Organisation.
 - Bereitstellung der Mittel, mit denen die Organisation kontinuierlich versucht, ihre Sicherheitskultur zu entwickeln und zu verbessern.
- Die Umsetzung der im Managementsystem festgelegten Anforderungen soll für jedes Produkt und jeden Prozess entsprechend ihrer Bedeutung für die Sicherheit, ihrer Komplexität, der verbundenen Risiken und der möglichen Konsequenzen eines Versagens erfolgen.
- Die Dokumentation des Managementsystems soll Folgendes enthalten:
 - Die Grundsatzserklärungen der Organisation.
 - Eine Beschreibung des Managementsystems.
 - Eine Beschreibung der Struktur der Organisation.

- Eine Beschreibung der funktionalen Zuständigkeiten, Verantwortlichkeiten, Befugnisse und Interaktionen derjenigen, die die Arbeit leiten, durchführen und bewerten.
- Eine Beschreibung der Prozesse und unterstützenden Informationen (z. B. Verfahren und Anweisungen), die erklären, wie die Arbeit vorzubereiten, auszuführen, zu überprüfen, aufzuzeichnen, zu bewerten und zu verbessern ist.
- Die Dokumentation des Managementsystems muss so entwickelt werden, dass sie für diejenigen, die sie benutzen, verständlich ist. Die Dokumente müssen lesbar, leicht identifizierbar und am Ort der Verwendung verfügbar sein.
- Die Dokumentation des Managementsystems muss die Merkmale der Organisation und ihrer Tätigkeiten sowie die Komplexität der Prozesse und ihrer Wechselwirkungen widerspiegeln.

Des Weiteren gibt die IAEA in SRS 75 „Implementation of a Management System for Operating Organizations of Research Reactors“ /IAE 13/ Empfehlungen dafür, wie die in /IAE 09/ für kerntechnische Anlagen im Allgemeinen definierten Anforderungen auf ein integriertes Managementsystem auf Forschungsreaktoren angewendet werden können.

Kapitel 2 des SRS 75 befasst sich mit der grundsätzlichen Anforderung zur Einrichtung eines Managementsystems in kerntechnischen Einrichtungen. Hierzu wird auf die entsprechenden Anforderungen und Leitfäden der Safety Standards (z. B. aus GS-R-3, GS-G-3.1, GS-G-3.5, SSG-22) verwiesen. Darin enthaltene Anforderungen und Leitfäden werden aufgegriffen und durch weitere Ausführungen zu einzelnen Aspekten ergänzt. Hierzu zählen auch grundsätzliche Aspekte wie zum Beispiel:

- Die Verantwortung der Geschäftsführung (senior management): Die Geschäftsführung ist für die Einrichtung des Managementsystems und die Erstellung eines Plans zu Einrichtung, Umsetzung, Bewertung und kontinuierlichen Verbesserung des Managementsystems verantwortlich. Dieser Plan soll allen Mitarbeitern kommuniziert werden.
- Sicherheitskultur: Das Managementsystem soll alle Aspekte der Sicherheitskultur erfassen. Zudem wird auf den Beitrag aller Mitarbeiter und anderer Personen zur Sicherheitskultur durch ihre Tätigkeiten verwiesen.
- Die Anwendung eines abgestuften Ansatzes („Graded Approach“) im Rahmen des Managementsystems: Zur Ergänzung der entsprechenden Anforderungen und

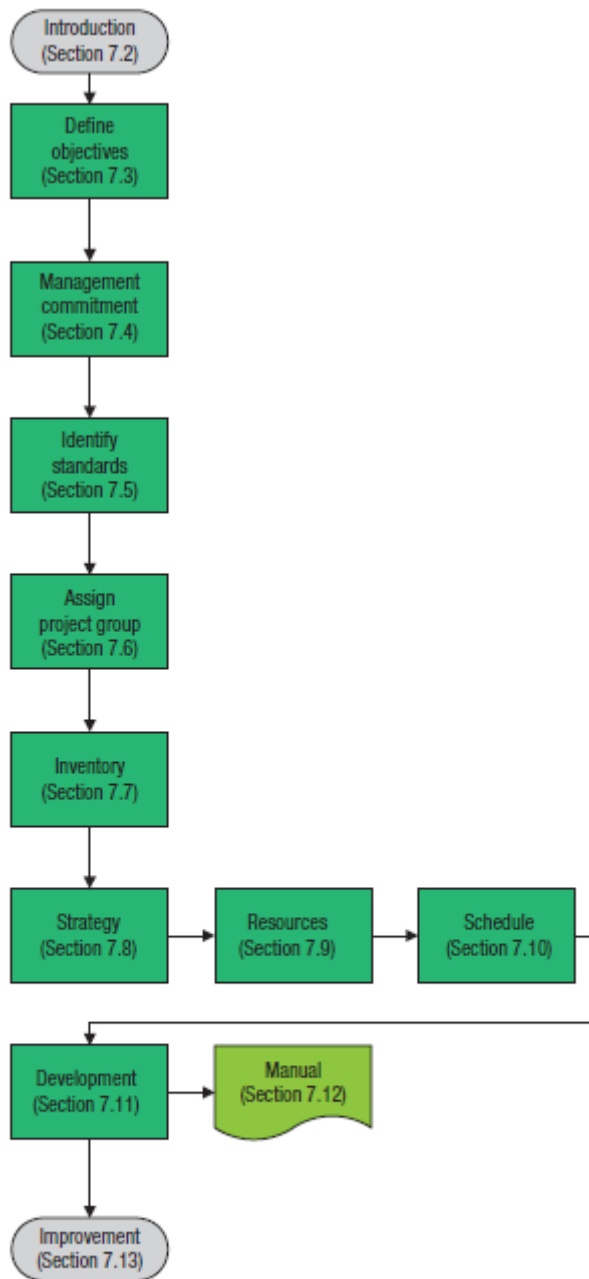
Leitfäden der Safety Standards wird u. a. ausgeführt, dass die Anwendung des abgestuften Ansatzes auf der Sicherheitsrelevanz bestimmter Prozesse und Tätigkeiten oder auf einer Risikominimierung basieren kann. Es wird empfohlen, so früh wie möglich einen abgestuften Ansatz zu entwickeln und anzuwenden.

- Dokumentation des Managementsystems: Zur Ergänzung der Anforderungen und Leitfäden der o. g. Safety Standards wird u. a. ausgeführt, dass es von Vorteil ist, wenn der Inhalt von Managementsystemdokumenten in Absprache mit Führungskräften und Mitarbeitern, die sie für ihre Arbeit verwenden, und anderen in der Betriebsorganisation, die davon betroffen sein könnten, festgelegt wird. Diese Personen sollten idealerweise auch bei späteren Überarbeitungen mitwirken.
- Verantwortung des Managements: In Ergänzung zu den Anforderungen aus den Safety Standards soll zum Beispiel regelmäßig eine Auswahl von Arbeitsabläufen und damit zusammenhängenden Informationen geprüft werden, um sicherzustellen, dass mit diesen das erwartete Ergebnis erzielt wird und um Bereiche zu ermitteln, die verbessert werden müssen. Zudem werden drei Beispiele (Planung und Dokumentation, Administration des Managementsystems, Organisationsstruktur) für Managementprozesse gegeben. Diese werden als Fließdiagramme dargestellt und stellen eine ergänzende Hilfestellung für die Umsetzung der aktuellen Anforderungen und Leitfäden der o. g. Safety Standards dar.
- Management von Ressourcen: Hierzu werden Beispielprozesse für die Einstellung, Auswahl und Ernennung von Personal, für die Leistung, Bewertung und Ausbildung von Personal und für die Beschäftigung von Zeitarbeitskräften oder Fremdvergabe von Arbeiten gegeben.
- Prozessimplementierung: Neben generischen Prozessen werden diverse Forschungsreaktor-spezifische Prozesse eingeführt und beispielhaft als Fließdiagramme dargestellt. Die Beispielprozesse stellen eine ergänzende Hilfestellung für die Umsetzung der aktuellen Anforderungen und Leitfäden der o. g. Safety Standards dar. Folgende Forschungsreaktor-spezifische Prozesse werden behandelt:
 - Projektmanagement,
 - Angebotsqualifizierung,
 - Erstellung von technischen Berichten,
 - Numerische Berechnungen,

- Ein- und ausgehende Korrespondenz,
 - Archivierung,
 - Softwareverwaltung,
 - Verwaltung und Wartung von Geräten und Anlagen,
 - Betrieb von Anlagen und Laboren,
 - Abfallwirtschaft,
 - Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltaspekte des Betriebs,
 - Potenziell unsichere Situationen,
 - Unfall und/oder Notfall,
 - Reaktorsicherheitsausschuss (RSC),
 - Genehmigung, Arbeitssicherheitsbeurteilung.
- Analyse, Bewertung und Verbesserung des Managementsystems: Es wird auf die Kontrolle und Analyse der Effektivität des Managementsystems und auf eine Selbstbewertung eingegangen, wobei nur auf die einschlägigen Referenzen der o. g. Safety Standards verwiesen wird. Zudem wird die unabhängige Bewertung des Managementsystems behandelt. Eine Möglichkeit, die Anforderungen der Safety Standards zu erfüllen, ist die Durchführung von internen Audits durch den Betreiber selbst oder durch eine externe Stelle. Hierfür wird ein Beispielprozess gegeben.
 - Einführung eines Managementsystems: Hierzu werden detaillierte Prozessbeschreibungen gegeben.

Der große Mehrwert des SRS 75 liegt in der Darstellung von Beispielprozessen. Diese geben eine Hilfestellung bei der Einführung eines Managementsystems bei einem Forschungsreaktor (siehe beispielhaft Abb. 3.1 und Abb. 3.2). Auch die Prozessbeschreibung der Einführung an sich bietet eine Ergänzung zu den Anforderungen und Leitfäden der Safety Standards. Zunächst werden die wesentlichen grundsätzlichen Aspekte für eine erfolgreiche Einführung aufgelistet, wie zum Beispiel die Verantwortung der Geschäftsführung, die Planung von ausreichenden Ressourcen und Schulungen für die Belegschaft. Ein übergeordneter Prozessablauf wird gegeben. Anschließend werden einzelne Aspekte aufgegriffen und mit Beispielprozessen hinterlegt:

- Einflussfaktoren für die Implementierung,
- Definieren der Zielsetzung(en),
- Verpflichtung der Geschäftsführung,
- Identifikation der Anforderungen und Standards,
- Beauftragung eines Projektteams,
- Gap-Analyse,
- Strategie zur Einführung des Managementsystems,
- Ressourcen,
- Zeitplan und Meilensteine,
- Phasen der Einführung,
- Handbuch des Managementsystems,
- Verbesserung des Managementsystems.



7.2 – 7.4 Senior management
 7.5 Senior management and/or ad hoc group
 7.6 – 7.13 Project group

Abb. 14.1 Fließdiagramm für den Implementierungsprozess eines Managementsystems nach IAE 13/

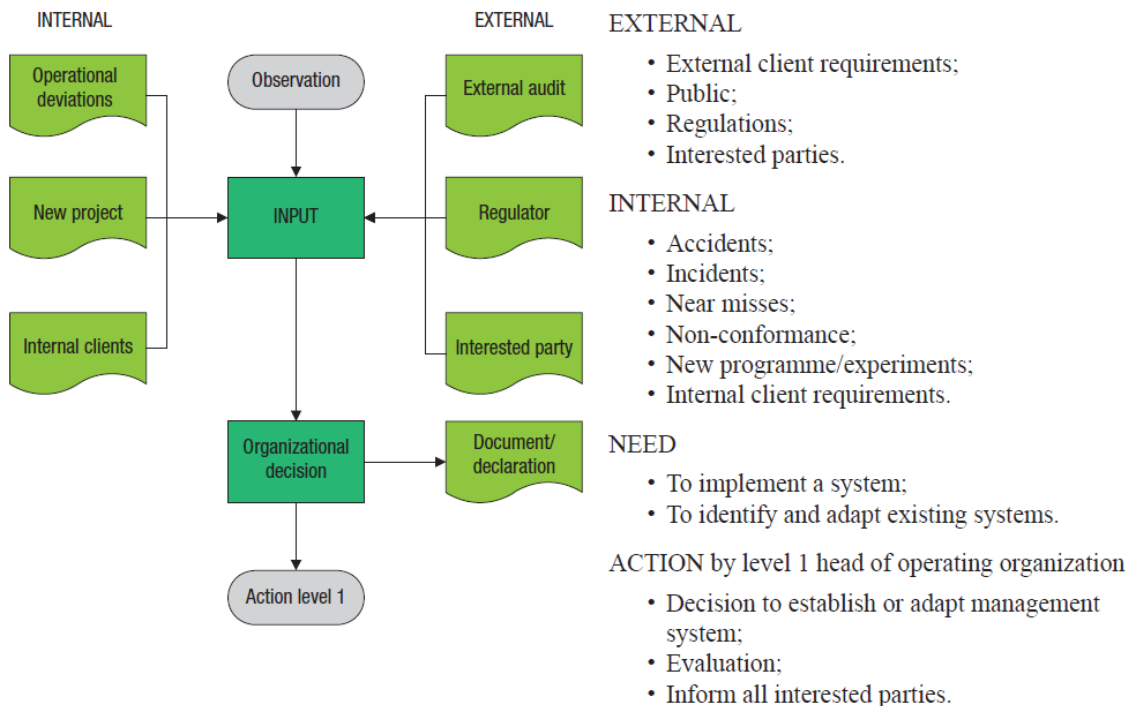


Abb. 14.2 Inputs für die Einführung eines Managementsystems nach /IAE 13/

IAEA SSG-10 „Ageing Management for Research Reactors“ /IAE 23a/ fordert vom Anlagentreiber die Implementierung eines systematischen Programms für das Management der Alterung von Strukturen, Systemen und Komponenten der Anlage (Alterungsmanagement) in das Managementsystem. Für Forschungsreaktoren kann das Alterungsmanagement aufgrund einer verstärkten Alterung beispielsweise von Komponenten und Experimentierinrichtungen von besonderer Bedeutung sein. Das Managementsystem soll dabei sicherstellen, dass alle sicherheitsrelevanten Komponenten, Systeme, Strukturen, Dienstleistungen und Prozesse der Anlage durch das Alterungsmanagement abgedeckt werden und dass das Alterungsmanagement die geltenden gesetzlichen und betrieblichen Vorschriften, Standards und Prozeduren erfüllt. Die Einbindung des Alterungsmanagements in das Managementsystem soll idealerweise bereits im Rahmen der Planung und Errichtung der Anlage erfolgen und es soll dabei ein abgestufter Ansatz („Graded Approach“) in Bezug auf die relative Bedeutung der durchzuführenden Aktivitäten und Prozesse für die Sicherheit der Anlage angewendet werden.

Die Betreiberorganisation soll bei der Implementierung des Managementsystems sicherstellen, dass das Alterungsmanagement der Einhaltung der Betriebsgrenzen und -bedingungen der Anlage dient, mit dem Sicherheitsbericht (Safety Analysis Report)

übereinstimmt und in Form von Prozeduren beschrieben ist, die die relevanten geltenden Regelwerke erfüllen. Das Alterungsmanagement soll zudem die Planung und Priorisierung von Arbeiten sowie eine klare Zuweisung von Verantwortlichkeiten und eine effektive Kommunikation beinhalten und sicherstellen, dass sowohl Personal mit angemessenen Fähigkeiten als auch die erforderlichen Ersatzteile, Spezialwerkzeuge und Ausrüstungen in ausreichender Menge verfügbar sind. Good Practices, Lessons Learned und Betriebserfahrungen von Herstellern, Zulieferern, Vertragspartnern und anderen Betreiberorganisationen sollen als Informationsquelle identifiziert und zur Optimierung genutzt werden. Dasselbe gilt für Weiterentwicklungen des Standes von W&T. Inspektionen und Tests an Strukturen, Systemen und Komponenten sowie deren Ergebnisse sollen angemessen dokumentiert und zeitnah weiterverfolgt werden.

Eine wesentliche Besonderheit von Forschungsreaktoren im Kontext des Alterungsmanagements ist die durch den Experimentierbetrieb bedingte Beanspruchung und Alterung von Komponenten und Materialien (z. B. Beanspruchungen durch hohe Temperaturgradienten, Verschlechterung mechanischer Eigenschaften von Experimentiereinrichtungen aufgrund von strahleninduzierter Versprödung oder aufgrund von Schwingungen durch Strömungseffekte). Diese sind im Rahmen des Alterungsmanagements zu berücksichtigen und können entsprechende Umbau- bzw. Reparaturarbeiten erfordern. Zum anderen kann sich, abhängig von den sich im Laufe von Jahren und Jahrzehnten verändernden Forschungsschwerpunkten und -bedarfen, die Notwendigkeit des Umbaus oder Tausches von Experimentiereinrichtungen ergeben. Daraus kann folgen, dass Sicherheitsdokumente (z. B. Sicherheitsberichte, Betriebsbedingungen und -grenzen, Prozeduren, Notfallpläne) teilweise obsolet werden bzw. einer Aktualisierung bedürfen und daher entsprechend anzupassen sind. Dies muss ein Alterungsmanagement ebenfalls berücksichtigen und eine regelmäßige Überprüfung derartiger Dokumente auf ihre Aktualität sicherstellen.

Der SSG-84 „The Operating Organization and the Recruitment, Training and Qualification of Personnel for Research Reactors“ /IAE 23b/ verweist bezüglich der grundlegenden Anforderungen an das Management für Forschungsreaktoren zu weiten Teilen auf andere IAEA-Guides. Zusätzlich werden eigene Anforderungen formuliert.

In Kapitel 2 des SSG-84 werden Anforderungen an die Betriebsorganisation von Forschungsreaktoren festgelegt. Dies umfasst u. a. Folgendes:

- Grundsätzlich sind zur Sicherstellung, dass Aktivitäten mit sicherheitstechnischer Bedeutung nur von autorisiertem und befähigtem Personal ausgeführt werden, entsprechende Prozesse vorzusehen. Aktivitäten wie die Durchführung von Tests und Experimenten sind im Voraus im Rahmen eines Arbeitserlaubnissystems zu beantragen und zu genehmigen. Falls Personen bestimmte Aktivitäten unregelmäßig ausüben, sind vor deren Ausübungen Auffrischungsschulungen durchzuführen.
- Reparaturen und Änderungen (einschließlich organisatorischer Änderungen) am Forschungsreaktor sollten in Übereinstimmung mit den Anforderungen 77 (Implementieren eines effektiven Programms für Wartung, Instandhaltung und periodische Tests) und 83 (Implementieren eines Programms zum Management von Nutzung und Änderungen des Forschungsreaktors) des SSR-3 „Safety of Research Reactors“ /IAE 16a/ sorgfältig geplant werden. Die Betreiberorganisation sollte ein Verfahren einrichten, das sicherstellt, dass jede Änderung am Forschungsreaktor vor ihrer Durchführung auf der Grundlage ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung eingestuft wird. Dieses Verfahren sollte auch die Einhaltung der Betriebsgrenzen und -bedingungen sowie der geltenden Vorschriften und Normen gewährleisten.

In Kapitel 3 des SSG-84 werden spezifische Verantwortlichkeiten des Managements in Bezug auf die Personalanwerbung und -schulung (Recruitment and Training) formuliert. Dies umfasst u. a.:

- Bei der Besetzung von Posten innerhalb der Betriebsorganisation ist neben der Kompetenz und Qualifikation auch Wert auf eine ausreichende Anzahl und angemessene Erfahrung des Personals zu legen. Das Ziel soll es sein, dass sicherheitsrelevante Tätigkeiten ohne unangemessene Eile oder Druck ausgeführt werden können.
- Die Betreiberorganisation ist verpflichtet, Mindestanforderungen an Ausbildung und Erfahrung zu definieren, die von den Bewerbern für bestimmte Bedienpositionen am Forschungsreaktor erfüllt werden müssen. Bei der Rekrutierung von Betriebspersonal ist auch eine Zuverlässigkeitsüberprüfung (diese kann durch nationale Vorschriften als Einstellungsvoraussetzung für neues Betriebspersonal verlangt werden) durchzuführen.
- Bei der Einstellungspolitik für das Betriebspersonal von Forschungsreaktoren sollte die Notwendigkeit der Kontinuität des organisatorischen Fachwissens berücksichtigt werden, wenn neues Betriebspersonal erfahrenes Personal ersetzt.

- Der unvorhergesehene Verlust von Schlüsselpersonal und die Möglichkeiten, die Auswirkungen auf den Betrieb des Forschungsreaktors möglichst gering zu halten, sollten ebenfalls berücksichtigt werden. In kleinen Betrieben kann der Verlust einer Schlüsselperson die Abschaltung des Forschungsreaktors erforderlich machen, bis die Ausbildung eines Ersatzes abgeschlossen werden kann. Diese Situation sollte durch eine wirksame strategische Planung, eine Nachfolgeplanung und die Erstellung eines Personalplans so weit wie möglich vermieden werden.
- Im Allgemeinen sollten durch eine effektive Dokumentation die Auswirkungen des Verlusts von Schlüsselpersonal minimiert werden. Die personellen Ressourcen des Forschungsreaktors sollten regelmäßig und bei jeder organisatorischen Änderung oder bei einer Änderung des Auftrags des Forschungsreaktors bewertet und aktualisiert werden.
- Die Betreiberorganisation sollte die erforderlichen Vorkehrungen treffen, um die Sicherheit des Personals und den sicheren Betrieb des Forschungsreaktors in Situationen zu gewährleisten, in denen eine große Anzahl von Mitarbeitern nicht zur Verfügung stehen könnte, z. B. während einer Epidemie oder einer Pandemie, die Gebiete betrifft, in denen das Personal lebt. Solche Vorkehrungen sollten Folgendes umfassen:
 - Vorhalten einer Mindestzahl von qualifiziertem Personal am Standort, um den sicheren Betrieb des Forschungsreaktors zu gewährleisten,
 - Sicherstellen, dass eine Mindestzahl von qualifiziertem Ersatzpersonal in der Nähe des Standorts verfügbar bleibt,
 - Pläne zur Anpassung der Kommunikations- und Transportmittel für das Personal, Organisation der Lieferung von Lebensmitteln und Wasser an den Standort und Bereitstellung von Betten und der notwendigen Hygiene am Standort,
 - Festlegung zusätzlicher Maßnahmen zur Verhinderung der Ausbreitung einer Infektion am Standort gemäß nationalen und internationalen Leitlinien (z. B. Absage von Sitzungen, Anpassung von Eingangskontrollen, Einhaltung eines angemessenen räumlichen Abstands zwischen den Personen, Tragen einer Maske),
 - Ermöglichung von Fernarbeit für nicht unbedingt am Standort erforderliches Personal und Aufrechterhaltung eines regelmäßigen Kontakts mit dem Personal, das sich außerhalb des Standortes aufhält, per Telefon oder Videokonferenz.

- Es werden Anforderungen an die Qualifikation von Bewerbern für bestimmte Positionen, abhängig von ihren Aufgaben und Verantwortlichkeiten, gestellt, z. B. für die folgenden Positionen:
 - Reaktormanager,
 - Reaktoraufseher,
 - Schichtleiter,
 - leitender Reaktoroperator,
 - Wartungspersonal,
 - Strahlenschutzpersonal,
 - zusätzliches Hilfspersonal.
- Neben einer angemessenen Ausbildung und, insbesondere für Positionen in höheren Hierarchieebenen, nachweislicher mehrjähriger Erfahrung im Nuklearbereich wird besondere Betonung auf die Vermittlung anlagenspezifischer Kenntnisse in Form eines strukturierten und jeder der einzelnen Tätigkeiten angemessenen Schulungsprogramms gelegt.
- Das Personalauswahlverfahren eines Forschungsreaktors sollte die folgenden Schritte umfassen:
 - Festlegung der Kriterien für die Annahme oder Ablehnung von Bewerbungen und für die Einstufung akzeptabler Kandidaten (z. B. hinsichtlich der Einstiegskompetenz und der Kommunikationsfähigkeiten),
 - Einholung von Informationen über die Kandidaten (z. B. durch Bewerbungsunterlagen und Referenzen),
 - Vorstellungsgespräche mit den Bewerbern,
 - objektive Prüfung der Bewerber,
 - Bewertung der Bewerber anhand festgelegter Kriterien, um zu einer Entscheidung zu gelangen,
 - Sicherstellen der medizinischen und psychologischen Eignung für die Stelle und gegebenenfalls Sicherheitsüberprüfung.

Im Kapitel 4 des SSG-84 wird näher auf das betriebsinterne Programm für Schulungen und Weiterbildungen des Personals eingegangen:

- Das Schulungsprogramm sollte so gestaltet sein, dass die erforderlichen Kompetenzen sowohl dem Betriebspersonal der Anlage als auch dem Personal von Auftragnehmern vermittelt und erhalten werden. Die Grundprinzipien der Sicherheitskultur sollten dem gesamten Personal vermittelt werden, und es sollten auch regelmäßig Auffrischungsschulungen zu allgemeinen Themen durchgeführt werden.
- Bei der Entwicklung eines Schulungsprogramms sollte ein Schulungsplan erstellt werden, der den langfristigen Bedürfnissen und Zielen des Forschungsreaktors entspricht, und es sollten Lernziele zusammengestellt werden, die die erwartete Leistung der zu schulenden Personen angeben. Es sollte Schulungsmaterial entwickelt werden, das die Lernziele unterstützt, und anschließend sollten Schulungsmethoden und -tätigkeiten festgelegt werden. Schulungen sollten eine Prüfung der zu Schulenden beinhalten.
- Obwohl einige der Kompetenzanforderungen für alle Positionen gleich sind, sollte die Betreiberorganisation für jede Position ein eigenes Schulungs- und Weiterbildungsprogramm entwerfen, entwickeln und durchführen. Jedes Programm sollte sicherstellen, dass die zu Schulenden das Wissen, die Fähigkeiten und die Einstellungen entwickeln und aufrechterhalten, die erforderlich sind, um die Aufgaben der jeweiligen Position unter allen Bedingungen zu erfüllen.
- Ein Schulungsprogramm für Reaktoroperatoren (einschließlich leitender Reaktoroperatoren, Schichtleiter und weiterer Führungspositionen) in einem Forschungsreaktor sollte in der Regel die folgenden Punkte umfassen (die mit einem Sternchen (*) gekennzeichneten Punkte sollten praktische Übungen, Labor- und/oder Werkstattschulungen und/oder Schulungen am Arbeitsplatz umfassen):
 - Auffrischkurse (Auffrischkurse in Bereichen wie Mathematik, Physik und Chemie können notwendig sein, um sicherzustellen, dass alle zu Schulenden über die technischen Kenntnisse verfügen, um das Schulungsprogramm erfolgreich zu absolvieren),
 - Bei Bedarf ergänzende Hintergrundkurse (z. B. zur Sicherheitskultur, *Computersoftware, *Interpretation technischer Zeichnungen, *Erste Hilfe, *Brandschutz, Grundlagen der Elektrizität),

- Reaktortheorie und verwandte Themen, die die Grundlage für das Verständnis der Reaktortheorie und -technologie bilden (z. B. *Grundlagen der Kernphysik, nukleare Sicherheit, *Grundsätze und Verfahren des Strahlenschutzes, Werkstofftechnik, Verhalten von Reaktorstrukturen, Wärmeübertragung, Thermodynamik und Strömungsmechanik),
- Reaktortechnik (dies sollte alle Themen umfassen, die notwendig sind für das anlagenspezifische Verständnis des Aufbaus und des Betriebs des Forschungsreaktors, der Funktionen der verschiedenen Systeme und für die Prüfung dieser Systeme),
- Anlagenspezifische Systeme (dies sollte eine detaillierte Beschreibung aller Systeme des Forschungsreaktors und der zugehörigen Hilfseinrichtungen sowie deren Funktionen und Betriebsweisen beinhalten),
- Reaktorbetrieb und Reaktorsicherheit (dies sollte die spezifischen Reaktoreigenschaften und die erforderlichen Kenntnisse für den sicheren Betrieb des Reaktors beinhalten),
- Administrative Anforderungen (dies betrifft zusätzliche administrative Maßnahmen zur Gewährleistung des sicheren Betriebs des Forschungsreaktors),
- Regulatorische Anforderungen.

Ein Beispiel für ein Schulungsprogramm für Forschungsreaktoren ist in Anhang II des SSG-84 enthalten.

- Jedes neue Projekt zur Nutzung des Forschungsreaktors sollte den mit dem Projekt verbundenen Schulungsbedarf berücksichtigen. Diese Informationen sollten in den entsprechenden Schulungsprogrammen für das Betriebspersonal berücksichtigt und zur Entwicklung einer angemessenen Schulung für Experimentatoren und andere Benutzer verwendet werden. Experimentatoren und andere Nutzer sollten erst nach erfolgreichem Abschluss ihrer spezifischen Schulung mit Arbeiten im Forschungsreaktor betraut werden. Darüber hinaus sollte ein Projekt nicht durchgeführt werden dürfen, bevor das Betriebspersonal alle für das Projekt erforderlichen zusätzlichen Schulungen zufriedenstellend abgeschlossen hat.
- Zumindest sollte jeder Experimentator oder sonstige Benutzer, dem Zugang zum Forschungsreaktor gewährt wurde, eine Unterweisung zu Strahlenschutz, Brandschutz, nicht strahlenbezogener Sicherheit und Notfallmaßnahmen erhalten, die den

Verantwortlichkeiten dieses Benutzers und den Bedingungen für den Zugang zum Forschungsreaktor (d. h. begleitet oder unbegleitet) angemessen ist.

Kapitel 5 des SSG-84 beschäftigt sich mit Aspekten der Zulassung von Personen zur Durchführung von (insbesondere sicherheitsrelevanten) Tätigkeiten:

- Die Betreiberorganisation sollte Prozesse und Verfahren einrichten, nach denen Personen, die Änderungen des Betriebsstatus des Reaktors kontrollieren oder überwachen oder andere Aufgaben mit direktem Einfluss auf die Sicherheit wahrnehmen, eine Zulassung erhalten, bevor sie diese Aufgaben wahrnehmen dürfen. Diese Zulassung kann auf unterschiedliche Weise erteilt werden. Beispielsweise kann die Betreiberorganisation der Aufsichtsbehörde vorschlagen, für welche Tätigkeiten die Zulassung erteilt werden soll. Alternativ kann die Aufsichtsbehörde die zuzulassenden Tätigkeiten eingrenzen und entsprechende Genehmigungen erteilen.
- Der Betreiber sollte sicherstellen, dass nur Personen, die über eine spezielle Berechtigung verfügen, Reaktorsteuerungen bedienen dürfen, die die Reaktivität des Kerns direkt beeinflussen. Personen, die an einem Ausbildungsprogramm teilnehmen, das zu einer solchen Berechtigung führt, oder Studenten in einem formalen Schulungsprogramm können jedoch - unter der Aufsicht einer befugten Person - solche Steuerungen bedienen. Darüber hinaus können entsprechend qualifizierte Personen mit Erlaubnis der befugten Person an den Steuerungen vorab genehmigte, begrenzte Handlungen durchführen, die die Reaktivität des Kerns beeinflussen könnten (z. B. ein Forscher, der eine Probe mit Hilfe einer pneumatischen Förderanlage in den Reaktor einbringt).
- Die Notwendigkeit einer erneuten Zulassung sollte insbesondere dann in Erwägung gezogen werden, wenn eine befugte Person über einen längeren Zeitraum abwesend war und sich Änderungen im Forschungsreaktor, in den Verfahren oder in anderen Bereichen ergeben haben. Diese erneute Zulassung kann in einem abgestuften Verfahren mit Nachschulungen, Neubewertungen der Kompetenz und Prüfungen erfolgen, die der Dauer der Abwesenheit, der Komplexität des Forschungsreaktors und den Änderungen an der Anlage und ihrem Betrieb während der Abwesenheit der Person entsprechen.

Schließlich wird in Kapitel 6 des SSG-84 auf den Nachweis über die Einstellung, Schulung und Qualifizierung des Personals eines Forschungsreaktors eingegangen:

- Für jeden Mitarbeiter eines Forschungsreaktors sollte der Betreiber Aufzeichnungen über folgende Punkte führen:
 - Ausbildung,
 - Erfahrung,
 - Schulungen und Nachschulungen,
 - Qualifizierung und Neuqualifizierung,
 - Ergebnisse von Prüfungen und Tests,
 - Zulassung und Wiedenzulassung,
 - Beschäftigungshistorie,
 - Leistungshistorie,
 - medizinische Aufzeichnungen.

Es sollte auch eine Liste der Anforderungen für die Position jeder einzelnen Person geführt werden. Die genannten Aufzeichnungen sollten in Übereinstimmung mit dem Managementsystem für den Forschungsreaktor gesammelt und archiviert werden

- Der Hauptzweck der im ersten Punkt aufgeführten Aufzeichnungen (die der Aufsichtsbehörde erforderlichenfalls zur Verfügung gestellt werden können) soll es sein, Folgendes zu gewährleisten:
 - Dokumentation der Qualifikationen und Kompetenzen aller Personen, deren Aufgaben einen Einfluss auf die Sicherheit haben,
 - Dokumentation der Berechtigungen von Einzelpersonen,
 - Dokumentation von historischen Informationen für die Überprüfung des Schulungsprogramms und für die Durchführung von Korrekturmaßnahmen, falls erforderlich,
 - Dokumentation, die zur Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen erforderlich ist.

Diese Aufzeichnungen können auch als unabhängige Informationsquelle für die berufliche Entwicklung genutzt werden.

14.1.2 WENRA

Im Jahr 2020 veröffentlichte die WENRA Sicherheitsrichtlinien für in Betrieb befindliche Forschungsreaktoren /WEN 20/. Unter anderem enthält das Dokument ein Kapitel „Experimentiereinrichtungen und Experimente“ (Issue X). Bei der Anwendung der Sicherheitsrichtlinien für bestehende Forschungsreaktoren ist der Graded Approach sorgfältig zu berücksichtigen, wie in Annex A beschrieben ist.

Angesichts der verschiedenen Regulierungssysteme und der Vielzahl von Arten von Forschungsreaktoren, die in den WENRA-Ländern in Betrieb sind, werden in den Sicherheitsrichtlinien keine rechtlichen und technischen Details beschrieben. Grundsätzlich hat der Genehmigungsinhaber eine schriftliche Sicherheitspolitik zu erstellen, worunter die dokumentierte Verpflichtung des Genehmigungsinhabers zu einer hohen nuklearen Sicherheitsleistung, die durch klare Sicherheitsziele und -vorgaben und die Bereitstellung der zur Erreichung dieser Ziele erforderlichen Ressourcen unterstützt wird, verstanden wird. Die Sicherheitspolitik wird als separates Sicherheitsmanagementdokument oder als sichtbarer Teil einer integrierten Organisationspolitik bzw. eines integrierten Managementsystems herausgegeben.

Im Kapitel „Leadership and Management for Safety“ (Issue C) werden spezifische Anforderungen an Genehmigungsinhaber hinsichtlich der Führung und des Sicherheitsmanagements formuliert:

Sicherheitsmanagement

- Der Genehmigungsinhaber hat ein integriertes Managementsystem (es wird auf IAEA SSR-3 /IAE 16a/ verwiesen) einzurichten, umzusetzen, zu bewerten und ständig zu verbessern. Das Hauptziel des integrierten Managementsystems ist es, die nukleare Sicherheit sicherzustellen und ständig zu verbessern. Andere Anforderungen (z. B. Gesundheits-, Umwelt-, Sicherheits-, Qualitäts- und wirtschaftliche Anforderungen) an den Genehmigungsinhaber und sein Managementsystem sind im Einklang mit der nuklearen Sicherheit zu betrachten, um dazu beizutragen, mögliche negativen Auswirkungen der genannten Aspekte auf die nukleare Sicherheit auszuschließen.
- Der Genehmigungsinhaber soll sicherstellen, dass die Geschäftsleitung auf allen Ebenen ihr Engagement für die Einführung, Umsetzung, Bewertung und ständige Verbesserung des Managementsystems unter Beweis stellt.

- Die menschlichen und organisatorischen Faktoren, die die Sicherheit beeinflussen, sollen im Managementsystem in einem integrierten Ansatz berücksichtigt werden.
- Im Managementsystem soll festgelegt sein, wann, wie und von wem Entscheidungen innerhalb der Organisation zu treffen sind, wobei sicherzustellen ist, dass die Sicherheit bei der Entscheidungsfindung berücksichtigt und nicht beeinträchtigt wird.
- Im Managementsystem sollen Vorkehrungen getroffen werden, um Betriebserfahrungen zu sammeln, zu verarbeiten und zu dokumentieren. Interne und externe Erfahrungen sollen zur Verbesserung der Sicherheit genutzt werden.
- Die möglichen Auswirkungen von Änderungen am Managementsystem auf die Sicherheit sind vor ihrer Umsetzung zu analysieren. Änderungen mit potenziellen Auswirkungen auf die Sicherheit sind zu begründen, zu planen, durchzuführen und entsprechend zu bewerten.
- Das gesamte Standortpersonal ist in den einschlägigen Aspekten des Managementsystems zu schulen, um dessen Anwendung zu gewährleisten und seine Beteiligung an der ständigen Verbesserung des Managementsystems zu fördern.
- Der Genehmigungsinhaber soll die notwendigen Ressourcen für die Einführung, Umsetzung, Bewertung und ständige Verbesserung des Managementsystems bestimmen und bereitstellen
- Die Anwendung der Anforderungen an das Managementsystem ist so abzustufen, dass angemessene Ressourcen eingesetzt werden, und zwar unter Berücksichtigung von:
 - Bedeutung und Komplexität der einzelnen Tätigkeiten und ihrer Ergebnisse,
 - den Gefahren und dem Ausmaß der potenziellen Auswirkungen, die mit jeder Tätigkeit und ihren Ergebnissen verbunden sind,
 - den möglichen Folgen, wenn eine Tätigkeit nicht ordnungsgemäß ausgeführt oder ihr Ziel nicht erreicht wird.
- Die Dokumentation des Managementsystems soll mindestens Folgendes enthalten:
 - die Grundsatzserklärungen des Genehmigungsinhabers,
 - eine Beschreibung des Managementsystems,
 - eine Beschreibung des organisatorischen Aufbaus des Genehmigungsinhabers,

- eine Beschreibung der funktionalen Zuständigkeiten, der Verantwortlichkeiten, der Autoritätsebenen und des Zusammenwirkens derjenigen, die die Arbeiten leiten, durchführen und beurteilen,
 - eine Beschreibung des Zusammenwirkens mit relevanten externen Organisationen und interessierten Kreisen,
 - eine Beschreibung der Prozesse und unterstützenden Informationen, die erklären, wie Arbeiten vorbereitet, überprüft, durchgeführt, aufgezeichnet, bewertet und verbessert werden sollen.
- Die Dokumentation des Managementsystems soll für diejenigen, die es benutzen, verständlich sein. Die Dokumente sollen auf dem neuesten Stand, lesbar, leicht identifizierbar und am Ort der Verwendung verfügbar sein.
 - Die Dokumentation soll kontrolliert werden. Änderungen an Dokumenten sind zu überprüfen und zu protokollieren und bedürfen der gleichen Genehmigungsstufe wie die Dokumente selbst. Es ist sicherzustellen, dass die Benutzer der Dokumente die geeigneten und korrekten Dokumente kennen und verwenden.
 - Aufzeichnungen sollen in der Managementsystemdokumentation festgelegt und kontrolliert werden. Alle Aufzeichnungen sollen für die Dauer der festgelegten Aufbewahrungszeiten lesbar, vollständig, identifizierbar und leicht auffindbar sein.
 - Die Prozesse¹⁶, die erforderlich sind, um die Ziele zu erreichen, die Mittel zur Erfüllung aller Anforderungen bereitzustellen und die Produkte der Organisation des Genehmigungsinhabers zu liefern, sollen ermittelt werden, ihre Entwicklung soll geplant werden und sie sollen eingeführt, bewertet und kontinuierlich verbessert werden. Die Abfolge und das Zusammenwirken der Prozesse sind festzulegen.
 - Die Methoden, die erforderlich sind, um die Wirksamkeit sowohl der Durchführung als auch der Kontrolle der Prozesse zu gewährleisten, sollen so festgelegt und umgesetzt werden, dass die Ziele der Organisation ohne Beeinträchtigung der Sicherheit erreicht werden.

¹⁶ Die WENRA weist darauf hin, dass dies nicht als eine vollständige Prozessorientierung des Managementsystems verstanden werden soll. Auch funktionell oder organisatorisch orientierte Routinen und Verfahren könnten für bestimmte Tätigkeiten zusammen mit Querschnittsprozessen für andere Tätigkeiten verwendet werden.

- Vorkehrungen für die Qualifikation, Auswahl, Bewertung, Beschaffung und Überwachung der Lieferung von sicherheitsrelevanten Produkten und Dienstleistungen sollen auf der Grundlage festgelegter Kriterien getroffen werden.
- Die Beschaffungsanforderungen sind zu entwickeln und in den Beschaffungsunterlagen festzulegen. Der Nachweis, dass Produkte und Dienstleistungen diese Anforderungen erfüllen, ist dem Genehmigungsinhaber vor ihrer Verwendung vorzulegen.
- Die Kontrolle von Prozessen oder von Arbeiten innerhalb eines Prozesses, die an externe Organisationen vergeben werden, ist im Managementsystem festzulegen. Der Genehmigungsinhaber behält die Gesamtverantwortung für die Sicherheit, wenn er Produkte kauft oder Dienstleistungen in Auftrag gibt. Es ist sicherzustellen, dass innerhalb der Organisation des Genehmigungsinhabers ein ausreichendes Verständnis und Wissen über ein zu beschaffendes Produkt oder eine Dienstleistung vorhanden ist.

Sicherheitskultur

- Das Führungspersonal soll auf allen Ebenen der Organisation des Genehmigungsinhaber die Einstellung und Verhaltensweisen, die zu einer dauerhaften und starken Sicherheitskultur führen, konsequent vorleben, unterstützen und fördern. Dazu gehört auch, dass sie durch ihr Handeln einer Selbstgefälligkeit entgegenwirken, eine offene Meldekultur sowie eine hinterfragende und lernende Haltung fördern und bereit sind, sicherheitsgefährdende Handlungen oder Bedingungen in Frage zu stellen.
- Das Managementsystem soll Bestimmungen zur systematischen Entwicklung, Unterstützung und Förderung der gewünschten und erwarteten Einstellungen und Verhaltensweisen enthalten, die zu einer starken Sicherheitskultur führen.
- Der Genehmigungsinhaber soll sicherstellen, dass Lieferanten, Auftragnehmer, Studenten, Wissenschaftler und andere, deren Tätigkeiten Einfluss auf die Sicherheit des Forschungsreaktors haben können, die beiden obigen Punkte einhalten, und zwar in einer Weise, die gewährleistet, dass die daraus resultierenden Schnittstellen mit dem Forschungsreaktor die Normen und Erwartungen erfüllen.

Der Genehmigungsinhaber soll sicherstellen, dass die Tätigkeiten und Verfahren des Forschungsreaktors durch ein dokumentiertes Managementsystem kontrolliert werden, das alle Tätigkeiten, einschließlich der einschlägigen Tätigkeiten von Lieferanten und

Auftragnehmern, die den sicheren Betrieb des Forschungsreaktors beeinträchtigen können, abdeckt.

14.2 Anhang H.2 Nationale Regelwerke

14.2.1 Deutschland

Die Verpflichtung der Einrichtung eines Managementsystems, das der nuklearen Sicherheit gebührenden Vorrang einräumt, ist für Genehmigungsinhaber einer kerntechnischen Anlage in Deutschland in § 7c des Atomgesetzes (AtG) verankert. Die Bestimmung des AtG wird im untergesetzlichen Regelwerk weiter konkretisiert. Zu nennen sind hierzu insbesondere die „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke (SiAnf)“ /BMU 15a/ und die Regel 1402 des Kerntechnischen Ausschusses (KTA) „Integriertes Managementsystem zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken (KTA 1402)“ /KTA 17/. Hier werden weitere Anforderungen und Hinweise zur Einrichtung eines integrierten, prozessbasierten Managementsystems gegeben. Zum Alterungsmanagement, dem in der internationalen Forschungsreaktor-Gemeinschaft zunehmende Aufmerksamkeit zukommt, werden in der Regel 1403 des Kerntechnischen Ausschusses „Alterungsmanagement in Kernkraftwerken (KTA 1403)“ /KTA 22/ umfassende Anforderungen formuliert. Das Alterungsmanagement ist als Teil des IMS umzusetzen. Sowohl die SiAnf als auch KTA 1402 und KTA 1403 wurden für in Deutschland betriebene Kernkraftwerke entwickelt. Sinngemäß kommen diese Regelungen unter Anwendung eines abgestuften Ansatzes auch bei Forschungsreaktoren in Deutschland zur Anwendung. Hierzu sei auf den Leitfaden zur Anwendung des kerntechnischen Regelwerks für Kernkraftwerke auf Forschungsreaktoren /BMU 23/ verwiesen, auf den in Kapitel 15.2.1 eingegangen wird.

Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke /BMU 15a/

In den SiAnf werden Grundsätze aufgestellt, nach denen ein integriertes, prozessorientiertes Managementsystem (IMS) für Kernkraftwerke zu entwickeln, einzuführen und kontinuierlich zu verbessern ist. Die nicht delegierbare Verantwortung hierfür trägt die Organisationsleitung. Das IMS soll durch die Integration bzw. Vernetzung personeller, technischer und organisatorischer Faktoren einen wesentlichen Beitrag zur Aufrechterhaltung und kontinuierlichen Verbesserung einer hohen Sicherheitskultur leisten. Im IMS sollen die Anforderungen an Kernkraftwerke integriert werden, die u. a. die Sicherheit, den Umweltschutz, den Arbeitsschutz, die Qualität und finanzielle Aspekte betreffen. Die Abgrenzungen und Schnittstellen zwischen den einzelnen Aspekten sowie deren

Zusammenwirken und Wechselwirkungen sollen stets unter der Maßgabe festgelegt und geregelt werden, dass das grundlegende Sicherheitsziel nicht durch andere Organisationsziele beeinträchtigt wird. Das Managementsystem muss in der Lage sein, frühzeitig Hinweise auf eine mögliche Beeinträchtigung der Sicherheit zu geben. Für eine kontinuierliche Verbesserung soll sichergestellt sein, dass der interne und externe Erfahrungsrückfluss, Änderungen des Standes von Wissenschaft und Technik und der international bewährten Sicherheitspraxis einschließlich der hierzu behördlich veranlassten Informationen auf systematische Weise in einem Prozess des Managementsystems erfasst, ausgewertet und dokumentiert werden.

Dem IMS werden in den SiAnf die folgenden vorrangigen Zielsetzungen zugeordnet:

- Die Gewährleistung der Sicherheit,
- die stetige Verbesserung der Sicherheit und
- die Förderung der Sicherheitskultur.

Alle für den Betrieb der Anlage relevanten Tätigkeiten in der Organisation und in der Anlage sollen identifiziert und systematisch in Prozessen organisiert werden. Hierbei sollen auch die Tätigkeiten externen Personals (unter Beachtung von Personalkapazität, -kompetenz und -qualifikation) sowie das Verhältnis zu externen Organisationen berücksichtigt und geregelt werden. Die SiAnf fordern, dass mindestens für folgende Prozesse Regelungen zu treffen sind:

- Betrieb der Anlage,
- Planung, Durchführung und Auswertung der Instandhaltung,
- Änderung der Anlage und des Betriebs,
- Inbetriebsetzung nach Änderungen,
- Organisationsänderung,
- Anlagenüberwachung (physikalische Überwachung, chemische und radiochemische Überwachung, radiologische Überwachung),
- Festlegung und Umsetzung von Schutzanforderungen (Brandschutz, Anlagensicherung, IT-Sicherheit),
- Planung und Implementierung des Notfallschutzes,

- Qualifikation und Schulung des Personals,
- Planung und Durchführung der Materialwirtschaft,
- Handhabung von Brennelementen (BE) und anderen Kernbauteilen,
- Umgang mit radioaktiven Abfällen,
- Durchführung des Erfahrungsrückflusses,
- Planung und Durchführung der internen und externen Kommunikation,
- Abwicklung und Durchführung von Projekten,
- Durchführung von Sicherheitsanalysen und -überprüfungen,
- Durchführung der Dokumentation.

Regel 1402 des KTA „Integriertes Managementsystem zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken“ (KTA 1402) /KTA 17/

Die Anforderungen der SiAnf werden im untergesetzlichen Regelwerk durch die KTA 1402 konkretisiert bzw. detaillierter beschrieben.

Als grundlegende Anforderung muss im integrierten Managementsystem der sichere Betrieb der jeweiligen Anlage die höchste Priorität haben. Das IMS soll als Instrument dienen, mit dem die Organisation auf allen Führungsebenen seiner Verantwortung für den sicheren Betrieb eines Kernkraftwerks nachkommt. Die vorrangigen Zielsetzungen des IMS sollen dementsprechend identisch mit den in den SiAnf formulierten Zielsetzungen sein:

- die Gewährleistung der Sicherheit,
- die stetige Verbesserung der Sicherheit und
- die Förderung und die Verbesserung der Sicherheitskultur.

Alle für den Betrieb der Anlage relevanten Tätigkeiten in der Organisation oder in der Anlage sind zu identifizieren. Die Tätigkeiten, die unmittelbaren oder mittelbaren Einfluss auf den sicheren Betrieb haben, sind in Prozessen zu beschreiben. Dabei ist Folgendes zu berücksichtigen:

- Die mit diesen Tätigkeiten verbundenen Gefährdungen und Risiken sowie

- die sicherheitsrelevanten internen und externen Anforderungen.

Die interessierten Parteien sollen identifiziert werden und es soll eine angemessene Strategie im Hinblick auf eine effektive Kommunikation und Information zu sicherheitsrelevanten Belangen festgelegt werden. Als Hinweis wird angefügt, dass die konkrete Ausgestaltung der Prozesse stark von den Gegebenheiten der Organisation eines Kernkraftwerks abhängt. In Bezug auf Forschungsreaktoren kann dies als Hinweis darauf verstanden werden, dass individuelle Rahmenbedingungen und Herausforderungen eine entsprechend angepasste und ggf. auch anpassungsfähige Prozesslandschaft erfordern.

Betont wird der **integrierte Ansatz des IMS**. Schnittstellen sowohl zwischen den einzelnen Prozessen als auch mit externen Organisationen (z. B. Hersteller, Lieferanten, sonstige Auftragnehmer, Betreiberorganisationen) sind zu regeln und die aus den verschiedenen Organisationsperspektiven resultierenden Anforderungen sind durch das Managementsystem zu berücksichtigen. Dadurch soll sichergestellt werden, dass bei konkurrierenden Anforderungen und Zielen der nuklearen Sicherheit und dem Strahlenschutz ein ihrer Bedeutung entsprechender Stellenwert eingeräumt wird. Auch soll die Betreiberorganisation sicherstellen, dass die für extern vergebene Aufgaben verantwortlichen Organisationseinheiten die vergebenen Arbeiten mit der entsprechenden fachlichen Kompetenz beurteilen und kontrollieren können. Die Betreiberorganisation soll Anforderungen, die sich aus den gesetzlichen und untergesetzlichen Regelwerken (z. B. zum Umwelt-, Arbeits- und Gesundheitsschutz) ergeben, ermitteln und in das IMS integrieren. Hierbei sollen insbesondere auch Anforderungen aus den Bereichen Qualitätssicherung, Umgang mit Risiken, Anlagensicherung, sicherheitsorientierte Führung und MTO-Aspekte (Mensch-Technik-Organisation) berücksichtigt werden.

Für jeden Prozess ist ein **Prozessbetreuer** zu benennen, der die Ergebnisse und die Einhaltung der Prozessvorgaben überwacht, die Entwicklung von Verbesserungsvorschlägen übernimmt und die Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen unterstützt. Über die Ergebnisse seiner Überwachung und Verbesserungsvorschläge hat er den Managementsystembeauftragten zu informieren.

Der **Managementsystembeauftragte** soll die Anlagenleitung bei der Entwicklung, Einführung, Messung und kontinuierlichen Verbesserung des Managementsystems unterstützen. Dies erfolgt durch die folgenden Tätigkeiten:

- Vorbereitung und Mitwirkung bei der Durchführung des jährlichen Managementreviews und dessen Dokumentation. Dazu sind die Ergebnisse aus der Überwachung und Messung der Prozesse auszuwerten, die die folgenden Ziele haben:
 - das Erfüllen der Prozessziele festzustellen,
 - die Prozessleistung zu bewerten,
 - die Einhaltung der Prozessvorgaben zu überwachen und
 - Möglichkeiten für Verbesserungen zu erkennen.
- Mitwirkung bei der Planung und Koordination der oben aufgeführten Überwachungsmaßnahmen,
- Regelmäßige Kommunikation über Wirksamkeit und Verbesserungspotenziale der Prozesse mit den Prozessbetreuern,
- Ermittlung von Verbesserungspotenzialen des Managementsystems und deren Kommunikation an die Anlagenleitung,
- Verfolgung der Umsetzung der festgelegten Maßnahmen zur Erfüllung der Anlagenziele und Verbesserung des Managementsystems, einschließlich der Koordination der Lösung von Konflikten, und regelmäßige Kommunikation an die Anlagenleitung,
- Mitwirkung beim organisationsinternen Erfahrungsrückfluss zum Managementsystem und
- Verfolgung des Standes von Wissenschaft und Technik zur Gestaltung von Managementsystemen in Kernkraftwerken.

Themenbereiche, die grundsätzlich im IMS enthalten sein sollen, sind die Folgenden:

- Dokumentation des IMS,
- Verantwortung der Leitung (Organisationsleitung, Anlagenleitung, Managementsystembeauftragter, Prozessbetreuer),
- Anforderungen an den sicheren Betrieb (Fahren der Anlage, Instandhaltung, Anlagenüberwachung, Notfallschutz, Qualifikation und Schulung des Personals, Handhabung von Brennelementen und anderen Kernbauteilen, Umgang mit radioaktiven Abfällen, Erfahrungsrückfluss, Kommunikation, Abwicklung und Durchführung von Projekten, Sicherheitsanalysen und Überprüfungen, Dokumentation),

- Überwachung, Analyse, Bewertung und Verbesserung,
- Verfolgung von Verbesserungsmaßnahmen.

An dieser Stelle wird im Detail nur auf Anforderungen an technische und/oder organisatorische Änderungen sowie an Qualifikation und Schulung des Personals eingegangen.

Im Rahmen von **Änderungen der Anlage und des Betriebs** sowie von **Organisationsänderungen** soll das IMS die notwendigen Instrumente in Form von Prozessen und Kontrollmechanismen enthalten, die den sicheren Betrieb bzw. eine (weiterhin) widerspruchsfreie, sicherheitsgerichtete Aufbau- und Ablauforganisation garantieren. Zu diesem Zweck sind Änderungen im Vorfeld auf ihre Sicherheitsrelevanz und mögliche negative Rückwirkungen sowohl auf die Sicherheit als auch die Sicherung der Anlage zu überprüfen. Dabei sind auch Aspekte wie die Erfüllung der gesetzlichen und behördlichen Anforderungen, Qualitätsmerkmale, der Arbeits- und Gesundheitsschutz des Personals sowie Schulungsbedarf zu berücksichtigen. Begleitende Maßnahmen wie Kommunikation und Schulungen sowie eine Überwachung des sicheren Betriebs nach Umsetzung und Implementierung von Änderungen sind umzusetzen. Dies ist, ebenso wie die Durchführung und Implementierung der Änderungen selbst, sorgfältig zu planen und zu dokumentieren.

Die **Qualifikation und Schulung des Personals** sollen der Ermittlung, Erlangung und Erhaltung der erforderlichen Qualifikationen und Kenntnisse für die verantwortlichen Personen und für die sonst tätigen Personen dienen. In Bezug auf konkrete inhaltliche Anforderungen wird auf die Fachkunderichtlinien verwiesen. Grundlegende Anforderungen der KTA 1402 hierzu sind:

- Die Festlegung und Dokumentation der Qualifikationsanforderungen und erforderlichen Kenntnisse für alle verantwortlichen Personen und alle Stellen oder Gruppen gleichartiger Stellen des sonst tätigen Personals.
- Die Berücksichtigung nicht ausschließlich fachlicher Kompetenzen, sondern auch der Methodenkompetenz, Führungskompetenz, sozialen Kompetenz sowie der sicherheitsgerichteten Einstellung bei der Besetzung von Stellen, bei der Beurteilung des Personals sowie bei der Auswahl und Beförderung von Führungspersonal.
- Die Festlegung und der Nachweis der Qualifikation des Personals für die Wahrnehmung der jeweiligen Aufgaben.

- Die Entwicklung und Durchführung von Schulungsprogrammen (Schulungen, Training, Selbststudium etc.), die auf die spezifischen Bedürfnisse der Organisation und des Einzelnen zugeschnitten sind, zum Aufbau und Erhalt der geforderten Qualifikationen und Kenntnisse. Das Schulungsprogramm hat Schulungen der fachlichen Qualifikation, der Methodenkompetenz und der sozialen Kompetenz zu beinhalten. Dem Führungspersonal ist zusätzlich Führungskompetenz zu vermitteln.
- Die Abstimmung der Abwicklung des Schulungsprogramms auf die betrieblichen Anforderungen.
- Die Einführung von Verfahren, die ermöglichen, dass die speziellen Kenntnisse, Fertigkeiten und Erfahrungen, die während der Berufszeit langjähriger Mitarbeiter erlangt wurden, weitergegeben werden.
- Die Nutzung adäquater Einrichtungen inklusive repräsentativem Anlagensimulator für die Schulung des Betriebspersonals.
- Die zeitnahe Anpassung der Schulungseinrichtungen und -methoden an den aktuellen Stand.
- Die Gestaltung des Schulungsprogramms und der durchzuführenden Maßnahmen, sodass u. a. jedem Stelleninhaber die Relevanz und Wichtigkeit seiner Tätigkeit bezüglich des sicheren Betriebs vermittelt wird. Es soll beim Personal eine Einstellung fördern, die gewährleistet, dass Sicherheitsbelangen die gebührende Aufmerksamkeit zukommt.
- Die Aufnahme von Betriebserfahrungen aus der eigenen Anlage und relevanten Erfahrungen aus anderen Anlagen im Schulungsprogramm. Dabei sind Ursachen für Vorkommnisse und durchgeführte Korrekturmaßnahmen zu vermitteln.
- Die Verantwortung der jeweiligen Führungskraft für die Ermittlung des individuellen Schulungsbedarfs ihrer Mitarbeiter.
- Die allgemeine Schulung aller in der Anlage tätigen Personen in
 - Strahlenschutz (sofern im Kontrollbereich tätig),
 - Brandschutz,
 - Arbeitsschutz und
 - Betriebskunde.

- Die personenbezogene Dokumentation der durchgeführten Maßnahmen.
- Die Bewertung des Schulungsprogramms und der daraus resultierenden Maßnahmen (Schulungen, Training, Selbststudium etc.) bzgl. ihrer Wirksamkeit und Qualität und ggf. die Einleitung von Verbesserungsmaßnahmen.
- Die Ausführung der Schulungen durch qualifiziertes und erfahrenes Personal mit entsprechenden Lehrkompetenzen, welches mit der Routine und der Arbeitspraxis am Arbeitsplatz vertraut sein soll.
- Die Anpassung der Qualifikation, der Kenntnisse und der Schulung des Fremdpersonals entsprechend den arbeitsspezifischen Anforderungen des für vergleichbare Tätigkeiten eingesetzten Eigenpersonals.

**Regel 1403 des KTA „Alterungsmanagement in Kernkraftwerken“ (KTA 1403)
/KTA 22/**

In der KTA 1403 werden Anforderungen an technische und organisatorische Maßnahmen zur rechtzeitigen Erkennung der für die Sicherheit eines Kernkraftwerkes relevanten Alterungsphänomene und zum Erhalt des anforderungsgerechten Qualitätszustandes festgelegt.

Der Betreiber soll ein systematisches und wissensbasiertes Alterungsmanagement einrichten, welches zu organisieren, zu dokumentieren, auszuwerten und fortzuschreiben ist. Als umzusetzende Anforderungen werden die folgenden genannt:

- Der Betrachtungsumfang ist festzulegen und zu dokumentieren. Einzubeziehen sind
 - Alterung von Hilfs- oder Betriebsstoffen der jeweiligen technischen Einrichtungen sowie
 - alterungsrelevante Einflüsse auf die Daten aus Informations- und Betriebsführungssystemen einschließlich der Dokumentation.
- Durch das Alterungsmanagement ist die Identifizierung der sicherheitstechnisch bedeutsamen Schädigungsmechanismen sicherzustellen.
- Die Ursachen und/oder Folgen dieser Schädigungsmechanismen sind durch geeignete Maßnahmen zu beherrschen.

- Die Weiterentwicklung des Standes von Wissenschaft und Technik ist insbesondere bezüglich veröffentlichter nationaler und internationaler alterungsrelevanter Erkenntnisse zu verfolgen und auszuwerten.
- Die durchgeführten Maßnahmen zum Alterungsmanagement und die erzielten Ergebnisse sind zu dokumentieren und zu bewerten. In periodischen Abständen sind hierüber Berichte zu erstellen. Auf der Grundlage der durchgeführten Auswertungen ist das Alterungsmanagement fortlaufend zu optimieren. Unzulässige Abweichungen vom Qualitätszustand sind zu beseitigen.
- Das Alterungsmanagement ist prozessorientiert umzusetzen und organisatorisch in den betrieblichen Ablauf einzubinden. Es ist Teil eines integrierten Managementsystems. Die beteiligten Prozesse (z. B. Wartung, Instandhaltung), die miteinander verknüpften Tätigkeiten sowie ihre Wechselwirkungen untereinander sind zu identifizieren, zu leiten und zu lenken. Diese Vorgehensweise ist nach den Grundsätzen eines PDCA-Prozesses (Plan - Do - Check - Act) zu gestalten.
- Das Alterungsmanagement ist auf Grundlage einer strukturierten Wissensbasis durchzuführen. Diese muss insbesondere ausreichende Informationen zum jeweiligen Auslegungskonzept, zu alterungsrelevanten Anforderungen aus dem Regelwerk, zur Auslegung und Herstellung sowie Betriebsgeschichte der technischen Einrichtungen, zu möglichen Schädigungsmechanismen sowie in Bezug auf die wirksamen Schädigungsmechanismen die vorgesehenen und möglichen Überwachungs-, Prüf- und Abhilfemaßnahmen einschließlich der Bewertung der Ergebnisse enthalten.
- Werden an sicherheitstechnisch nicht wichtigen technischen Einrichtungen Alterungseffekte erkannt, die auf gleichartige im Alterungsmanagement berücksichtigte technische Einrichtungen übertragbar sind, sollen diese Erkenntnisse u. a. im Rahmen des internen Erfahrungsrückflusses in das Alterungsmanagement einfließen.

Weiter wird neben Alterungseffekten an baulichen Strukturen und technischen Einrichtungen auch auf das **Alterungsmanagement von nichttechnischen Aspekten** eingegangen:

- Aufgrund der bedeutenden Rolle für die Sicherheit einer kerntechnischen Anlage, die dem Personal zukommt, sollen entsprechende Regelungen für Qualifikation, Kompetenz- und Know-how-Erhalt des Personals getroffen werden.

- In das Alterungsmanagement in Kernkraftwerken ist außerdem die Dokumentation einzubeziehen, die im Rahmen der Planung, der Errichtung, der Inbetriebsetzung, des Betriebes und der Stilllegung eines Kernkraftwerks erstellt und archiviert wird, mit dem Zweck
 - das Vorliegen oder die Erfüllung rechtlicher Voraussetzungen aufzuzeigen,
 - den Soll-Zustand der Anlage und wesentliche Vorgänge bei Errichtung und Betrieb der Anlage zu beschreiben,
 - eine Bewertung des Ist-Zustands der Anlage zu ermöglichen,
 - die für einen sicheren Betrieb der Anlage erforderlichen Informationen darzustellen und
 - den Erfahrungsrückfluss zu ermöglichen.
- Um die Aktualität der Dokumentation (sowohl elektronisch als auch in gedruckter Form) sicherzustellen, sind organisatorische Regelungen für die Erstellung und Änderung von Dokumenten erforderlich.
- Um auch die Verfügbarkeit der Dokumentation sicherzustellen, ist diese an einem in Bezug auf Nutzung und Lagerung sinnvollen Ort bereitzustellen. Außerdem sollen Datenträger verwendet werden, die einen ausreichend schnellen und effizienten Zugriff auf die Inhalte der Dokumente ermöglichen.
- Die Lesbarkeit der Dokumentation ist sicherzustellen, so dass ihr Inhalt einem Nutzer in geeigneter Weise zugänglich ist. Von Bedeutung sind hierbei der physische Zustand der Dokumentation, wie auch die Verfügbarkeit technischer Einrichtungen zur geeigneten Reproduktion der Inhalte von Dokumenten.
- Bei der Übertragung von Dokumenten auf andere Datenträger ist sicherzustellen, dass die Inhalte der Dokumente unverfälscht bleiben.
- Die Verfügbarkeit und Lesbarkeit der Dokumentation soll durch geeignete Verfahren (z. B. stichprobenartige Sichtprüfung, Prüfung der Lesbarkeit von Datenträgern) überprüft werden.
- Im Falle einer Feststellung von Mängeln der Dokumentation sind diese entsprechend der Bedeutung der Dokumente für den sicheren Anlagenbetrieb in angemessener Zeit zu beseitigen.

- Für das Alterungsmanagement in Kernkraftwerken sind diejenigen Datenverarbeitungssysteme zu betrachten, die auf den Zustand sicherheitstechnisch wichtiger Systeme Einfluss nehmen oder deren Zustand dokumentieren.
- Datenverarbeitungssysteme, die unmittelbar zur Prozessüberwachung und -steuerung eingesetzt werden, gehören nicht zum Betrachtungsumfang.
- Abhängig von den Anforderungen an die Dokumentation von Daten in Kernkraftwerken müssen die von Datenverarbeitungssystemen gespeicherten Daten über lange Zeiträume verfügbar bleiben. Hierfür sind organisatorische Regelungen und Verfahren erforderlich, um relevante Datenbestände zu sichern, die dabei erzeugten Datenträger geeignet zu behandeln und zu lagern, sowie die Lesbarkeit der relevanten Datenträger sicherzustellen.
- Die Integrität der in Datenverarbeitungssystemen gespeicherten Daten ist sicherzustellen. Hierfür sind organisatorische Regelungen zur Pflege der Datenbestände erforderlich.

14.2.2 Niederlande

Im Februar 2023 veröffentlichte die Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) eine neue Version der „Guidelines on the Safe Design and Operation of Nuclear Reactors“ /ANV 23/. Diese enthalten generische Anforderungen an kerntechnische Einrichtungen, wie z. B. die Durchführung einer Periodischen Sicherheitsüberprüfung mindestens alle 10 Jahre. Dieses soll u. a. Organisation, menschliche Faktoren, Managementsystem und Sicherheitskultur abdecken, wobei für Anlagen mit mehreren Reaktorblöcken auch mögliche Interaktionen mit Bezug zum Managementsystem zu berücksichtigen sind. Detaillierte Anforderungen an das Managementsystem kerntechnischer Anlagen sind allerdings nicht zu finden.

In Annex 7 werden zusätzliche spezifische Anforderungen an Forschungsreaktoren formuliert. Die Anforderungen des Annex 7 beziehen sich zu einem Großteil auf Aspekte wie die technische Auslegung von Reaktorkern und Brennstoff, die Reaktorkühlung, den Einschluss radioaktiver Stoffe, menschliche Faktoren und ergonomische Überlegungen, Strahlenschutz, längere Anlagenstillstände und die Bildung von Sicherheitskomitees. Einige der genannten Aspekte stehen thematisch im Zusammenhang mit Managementsystemen. So wird die Berücksichtigung menschlicher und ergonomischer Faktoren bei der Festlegung von Regelungen für das Bedienen von Experimentiereinrichtungen

empfohlen, um der vergleichsweise leichteren Zugänglichkeit Rechnung zu tragen und Beeinträchtigungen des sicheren Reaktorbetriebs durch Experimentiertätigkeiten auszuschließen. Für die Bildung von Beratungsgruppen oder Sicherheitskomitees wird auf deren notwendige Unabhängigkeit und die Dokumentation ihrer Zusammensetzung, Kompetenzen und Aufgaben hingewiesen. Daneben wird eine Liste von Themenfeldern gegeben, zu denen die Betreiberorganisation sich beraten lassen soll:

- Vorschläge für Änderungen der Betriebsbedingungen,
- Vorschläge für neue Ausrüstung, Systeme oder Verfahren, die sich auf die nukleare Sicherheit auswirken können,
- Vorschläge für Änderungen an sicherheitsrelevanten Elementen,
- Vorschläge für neue Experimente, die für die nukleare Sicherheit von besonderer Bedeutung sind,
- Auslegung von Kernbrennstoffelementen und Reaktivitätsregelungselementen,
- Ereignisse, die der Aufsichtsbehörde gemeldet werden müssen,
- regelmäßige Überprüfung der Betriebsleistung und Sicherheitsleistung der Anlage.

Direkte Anforderungen an das Managementsystem sind dort aber nicht enthalten.

Für Experimentiereinrichtungen, die ein besonderes Merkmal von Forschungsreaktoren darstellen, wird in einigen detaillierten Anforderungen des Annex 7 im Wesentlichen gefordert, dass diese zum einen keine Rückwirkungen auf den sicheren Betrieb des Reaktors (z. B. durch nicht akzeptable Reaktivitätsänderungen, eine Reduktion der Kapazität der Kühlsysteme oder nicht akzeptable Strahlenbelastungen von Personen) haben sollen. Weiter wird für Experimentiereinrichtungen, bei denen gravierende Rückwirkungen auf die Sicherheit nicht ausgeschlossen werden können, gefordert, dass diese nach denselben Standards, die für den Forschungsreaktor gelten, ausgelegt, mit Sicherheitseinrichtungen versehen und überwacht werden sollen.

Für Modifikationen an Forschungsreaktoren wird eine grundlegende Vorgehensweise formuliert, die in drei Phasen (1. Pre-Implementation phase, 2. Implementation phase 3. Post-implementation phase) eingeteilt wird. Modifikationen an Experimentiereinrichtungen sollen nach den gleichwertigen Standards, Anforderungen und Prozeduren durchgeführt werden, wie für den Forschungsreaktor selbst. Mögliche Auswirkungen einer Modifikation auf die Sicherheit der Anlage sollen im Vorfeld erörtert und angemessene

Abhilfemaßnahmen identifiziert und umgesetzt werden. Bei gravierenden potenziellen Auswirkungen auf die Sicherheit sind auch hier dieselben Standards anzuwenden, die für den Forschungsreaktor gelten. Auch die entsprechende Sicherheitsdokumentation ist zu aktualisieren. Des Weiteren wird auf die Anforderungen des IAEA SSG-24 "Safety in the Utilization and Modification of Research Reactors" /IAE 22a/ verwiesen.

14.2.3 Großbritannien

Die britische Aufsichtsorganisation für nukleare Sicherheit und Sicherung, das Office for Nuclear Regulation (ONR) hat im Jahr 2014 eine aktualisierte Version der „Safety Assessment Principles (SAPs) for Nuclear Facilities“ /ONR 14/ veröffentlicht, in die Erkenntnisse aus der Aufarbeitung des Reaktorunfalls in Fukushima im Jahr 2011 eingeflossen sind. Die Anforderungen in /ONR 14/ sind keinen spezifischen Anlagentypen oder Betriebszuständen zugeordnet. In den generellen Ausführungen zum Anwendungsbereich wird in diesem Zusammenhang erklärt, dass die Anforderungen als Referenzmenge zu sehen sind, aus der Inspektoren diejenigen Anforderungen auswählen sollen, die für die jeweilige Anlage und Situation (dies beinhaltet den Zeitpunkt im Lebenszyklus der Anlage) relevant sind.

Die im Kapitel „**Leadership and Management for Safety**“ festgelegten Anforderungen an die Führung und das Management für die Sicherheit beinhalten Aspekte, die die gesamte Lebensdauer kerntechnischer Anlagen betreffen, und legen grundsätzliche Prinzipien fest, die die Basis für eine effektive Gewährleistung der nuklearen Sicherheit darstellen sollen. Dies soll auch die Entwicklung und den Erhalt einer positiven Sicherheitskultur beinhalten. Einleitend wird darauf hingewiesen, dass Inspektoren die Anforderungen in angemessener Weise anwenden und dabei den radiologischen Gefahren sowie dem Umfang und der Komplexität der Organisation des Lizenzinhabers Rechnung tragen sollen.

Anstelle einer konkreten Beschreibung von Systemen, Prozessen und Prozeduren zur Erreichung von Sicherheit legt ONR Wert darauf, Charakteristiken einer positiven Sicherheitskultur zu beschreiben, die auf vier wesentlichen, miteinander zusammenhängenden und sich teilweise überschneidenden Prinzipien basieren:

- **Leadership** (Führung),
- **Capable Organisation** (eine kompetente und leistungsfähige Organisation),
- **Decision Making** (Entscheidungsfindung),

- **Learning** (Lernen).

Diese vier Prinzipien finden eine breite Anwendbarkeit und sollen sowohl die zentralen gesetzlichen Vorgaben und internationalen Standards für ein effektives Sicherheitsmanagement als auch Erkenntnisse aus Untersuchungen branchenübergreifender schwerwiegender Unfälle (z. B. Absturz des Spaceshuttles Columbia, Reaktorunfall in Fukushima) sowie Forschungsergebnisse im Bereich resilienterer und hochzuverlässiger Organisationen widerspiegeln. An jedes der genannten vier Prinzipien werden jeweils einige konkretere Anforderungen formuliert. Von diesen Anforderungen und solchen zu anderen Themenbereichen wird im Folgenden auf diejenigen eingegangen, die einen direkten Bezug zum Managementsystem haben.

Leadership

Personen mit Führungsverantwortung innerhalb der Organisation tragen eine Schlüsselrolle für die Erreichung und den Erhalt eines hohen Sicherheitsniveaus, einer positiven Sicherheitskultur und einer allgemein hohen Zuverlässigkeit der Organisation als Ganzes. Um die Erreichung dieser Ziele zu fördern, soll u. a. durch Führungskräfte sichergestellt werden, dass das Management der Sicherheit partizipativ ist und aktiv das Wissen und die Erfahrung aller Mitarbeitenden einbezieht.

Die von der Organisationsführung ausgeübte Aufsicht über die Sicherheitsleistung soll dem dauerhaften Erhalt und der Verbesserung der Sicherheit über alle Phasen der Lebensdauer einer Anlage dienen. Es sollen verschiedene Informationsquellen (z. B. Feedback aus unabhängigen Überprüfungen) genutzt werden, um zuverlässig sicherzustellen, dass die Organisationspolitik (insbesondere in Bezug auf Sicherheit und Qualität), ihre Strategien, Pläne, Zielsetzungen, Standards, Systeme und Prozeduren in Form eines effektiven Managementsystems implementiert werden. Das Managementsystem soll der Sicherheit gebührend Rechnung tragen und die Sicherheit bei der Entwicklung und Umsetzung neuer Regelungen für das Management der Organisation ausdrücklich berücksichtigen. Zur Minimierung des Potenzials für Konflikte zwischen den Zielen und Verantwortlichkeiten der Organisation soll ein integriertes Managementsystem eingeführt werden. Ein solches integriertes Managementsystem soll folgende Vorgaben erfüllen:

1. Es soll auf nationalen oder internationalen Standards beruhen,

2. es soll auf die Ziele der Organisation abgestimmt sein und zu deren Erreichung beitragen,
3. es soll regelmäßig überprüft werden, um kontinuierliche Verbesserungen zu erzielen, und
4. es soll eine positive Sicherheitskultur fördern.

Capable Organisation

Der übergeordnete Zweck dieses Prinzips soll es sein, die Organisation zur Herstellung und Aufrechterhaltung der Sicherheit bei der Ausübung ihrer Aktivitäten zu befähigen.

Als wesentliche Voraussetzung dafür wird eine auf angemessenen Gestaltungsprinzipien basierende Organisationsstruktur genannt. Die Organisationsstruktur sowie die darin vorgesehenen Rollen und Verantwortlichkeiten sollen eine effektive Koordination und Zusammenarbeit sowohl intern als auch mit Fremdpersonal sicherstellen. Für sicherheitsrelevanten Tätigkeiten auf allen Ebenen sollen die Rollen und Verantwortlichkeiten sowie Leistungsstandards klar sein und Konflikte mit anderen Unternehmenszielen vermeiden. Personen mit Verantwortung sollen angemessene Autoritäten und Befugnisse sowie der Zugang zu den notwendigen Ressourcen zugewiesen werden.

Zudem soll die Organisation jederzeit über angemessene personelle Ressourcen verfügen. Diese sollen die Resilienz und Fähigkeit der Organisation zu gewährleisten, die nötig ist, um jederzeit für Sicherheit sorgen, führen und verwalten zu können. Dies soll durch die Festlegung und Einhaltung von quantitativen Mindestanforderungen an die Personalstärke aller Organisationsteile sichergestellt werden. Diese Anforderungen sollen durch robuste Prozesse regelmäßig überprüft werden, die ihrerseits auditierbar sein sollen. Organisationsänderungen, z. B. Änderungen der Struktur, Personalstärke, Ressourcen oder Kompetenzen, sollen systematisch bewertet werden, um Auswirkungen auf die Fähigkeit der Organisation, Sicherheit herzustellen, auszuschließen.

Darüber hinaus soll der Erhalt von Kompetenzen und Wissen (z. B. über die technische Auslegung und den Betrieb der Anlage und ihrer Einrichtungen, über zu verwendende Ausrüstung sowie über die ablaufenden Prozesse) in der Organisation gewährleistet werden, um eine zuverlässige Basis für deren sicheren Betrieb und ihre Überwachung zu liefern. Organisationales Wissen mit Sicherheitsrelevanz soll systematisch, angemessen und zuverlässig erfasst und innerhalb der Organisation an all jene weitergegeben werden, die Entscheidungen mit Sicherheitsrelevanz treffen. Wichtige Dokumente (z. B.

Dokumente, die bei einem Zwischenfall hilfreich sind, Dokumente, die relevant für mögliche künftige Änderungen oder die Stilllegung sind oder Dokumente, die zur Verbesserung der Sicherheit beitragen können) sollen sicher gelagert und zugleich gut zugänglich und lesbar sein. Für den langfristigen Wissenserhalt und -transfer innerhalb der Organisation sollen außerdem Vorkehrungen wie Nachfolgeplanungen (insbesondere dort, wo wichtige Fachexpertise auf eine oder wenige Personen begrenzt ist), Planungen für unerwartete Personalabgänge und ein Prozess für die Wissensweitergabe von erfahrenem Personal an andere getroffen werden. Der Erhalt und die Nutzung von Wissen sollen sicherstellen, dass Sicherheitsanforderungen verstanden und Risiken kontrolliert werden, inklusive derer, die im Zusammenhang mit Aktivitäten durch Fremdpersonal entlang der gesamten Lieferkette stehen. Es wird darauf hingewiesen, dass die Einbindung von Fremdpersonal in keiner Weise die Fähigkeit, die Sicherheit zu gewährleisten und zu managen, beeinträchtigen darf.

Decision Making

Dieses Prinzip ist darauf konzentriert, dass Entscheidungen mit Auswirkungen auf die Sicherheit stets gut informiert, rational, objektiv, transparent und umsichtig erfolgen sollen.

Grundsätzlich soll bei allen Entscheidungsprozessen zugrunde gelegt werden und klar erkennbar sein, dass der Sicherheit eine hohe Priorität beigemessen wird. Zu diesem Zweck sollen entsprechende Prozesse sicherstellen, dass alle für eine Entscheidung relevanten Informationen und Meinungen gesammelt und berücksichtigt werden. Sicherheitsrelevante Entscheidungen auf allen Ebenen sollen die Möglichkeit von Irrtümern, Unsicherheiten und Unvorhergesehenem einbeziehen. Wenn Entscheidungen angesichts von Unsicherheit oder Unvorhergesehenem getroffen werden, sollten sie angemessen und nachweislich konservativ sein. Als zu berücksichtigende Faktoren bei Entscheidungen mit Bedeutung für die Sicherheit werden die folgenden genannt:

- die Qualität und Vollständigkeit der Informationen,
- die Bedeutsamkeit von Unsicherheiten,
- das Hinterfragen von Annahmen,
- die Untersuchung aller relevanten Szenarien, die die Sicherheit gefährden könnten,
- die Bandbreite der Optionen zur Minimierung des Risikos auf kurze und lange Sicht und

- die anzuwendenden Kriterien und Standards.

Die für die Entscheidungsfindung vorgesehenen Prozesse sollen dabei sicherstellen, dass Konflikte zwischen der Sicherheit und anderen, z. B. unternehmerischen, Organisationszielen erkannt und angemessen aufgelöst werden. Derartige oder andere Konflikte sollen nicht zur Folge haben, dass sicherheitsrelevante Entscheidungen unnötig verzögert werden. Das Personal soll dazu befähigt werden, rechtzeitige Entscheidungen im Interesse der Sicherheit zu treffen. Insbesondere soll ein aktives Hinterfragen Teil von Entscheidungsprozessen sein, inklusive höherer Hierarchieebenen und des obersten Managements. Die Organisation soll eine hinterfragende Haltung und das Äußern abweichender Ansichten sowohl beim Eigen- als auch beim Fremdpersonal ermutigen. Ein aktives Hinterfragen soll folgende Merkmale erfüllen:

- Es soll routinemäßig als Ergebnis einer hinterfragenden Haltung in der Kultur der Mitarbeiter und Auftragnehmer auftreten.
- Es soll geplant und transparent in allen wichtigen Entscheidungsprozessen stattfinden, die sich auf die Sicherheit auswirken können.
- Es soll nicht ausschließlich in Form von unabhängigen Sicherheitsbewertungen oder Peer Reviews auftreten.
- Beim aktiven Hinterfragen soll davon ausgegangen werden, dass Fehler aufgrund unzureichender Konzeption oder Umsetzung möglich sind, und proaktiv nach Möglichkeiten gesucht werden, wie etwas schiefgehen könnte.
- Das aktive Hinterfragen soll sowohl auf technische und systembezogene Entscheidungen als auch auf Managemententscheidungen angewendet werden.
- Ein aktives Hinterfragen soll bei operativen Entscheidungen in normalen Situationen, bei Störungen und bei Unfällen zum Einsatz kommen.

Zur langfristigen Überwachung der Sicherheitsleistung und zur Unterstützung von Entscheidungen zur möglichen Korrektur negativer Trends sollen Indikatoren genutzt werden. Die gewählten Indikatoren sollen aus einer angemessen breiten und diversen Informationsbasis gespeist werden. Dabei soll sich jedoch nicht vollständig auf vereinfachende quantitative Werte verlassen werden, sondern angemessene qualitative Informationen zu deren Überprüfung hinzugezogen werden.

Learning

Das Lernen aus internen und externen Quellen soll Erkenntnisse liefern, die eine kontinuierliche Verbesserung von Führung, organisationaler Kompetenz und Leistungsfähigkeit, Managementsystem, sicherheitsbezogener Entscheidungsfindung und Sicherheitsleistung ermöglichen.

Es sollen effektive Prozesse vorgesehen werden, um Informationen auszuwählen und zu analysieren, und um Erkenntnisse daraus zu ziehen. Dafür soll auf eine weite Bandbreite an Informationsquellen zugegriffen werden. Es wird darauf hingewiesen, dass ein Nichtauftreten von gravierenden Zwischen- oder Unfällen nicht notwendigerweise den Rückschluss zulasse, dass Risiken angemessen kontrolliert werden. Selbstzufriedenheit soll vermieden und stattdessen kontinuierlich das bisherige Verständnis und bisherige Praktiken hinterfragt und überprüft werden. Als mögliche Informationsquellen für das organisationale Lernen werden die folgenden aufgelistet:

- Feedback der Mitarbeiter (z. B. hinsichtlich Stärken, Schwächen, Abweichungen und Fehlern bei Sicherheitsprozessen und -verfahren).
- Überwachung, Überprüfung und Auditierung der Umsetzung und Wirksamkeit der Unternehmensführung, Sicherheitsstrategien, Richtlinien, Plänen, Zielen, Standards, Prozessen und Verfahren. Dies kann in Form von Selbstbewertungen oder von der Organisation in Auftrag gegebenen externe Bewertungen erfolgen, idealerweise wird eine Kombination daraus gewählt.
- Rückmeldungen von Regulierungsbehörden zu Sicherheitsleistungen und -problemen im Zusammenhang mit Inspektionen von Standorten, Anlagen, Einrichtungen und Ausrüstungen.
- Überprüfungen anhand internationaler Standards und Praktiken sowie Benchmarking der Sicherheitsleistung, des Sicherheitsmanagements und der Lernmethoden und -prozesse mit denen anderer Organisationen innerhalb und außerhalb der Kernindustrie.
- Überwachung von Anlagen, Systemen und Prozessen und Auswertung von Sicherheitsdaten, z. B. Zuverlässigkeitsdaten und allgemeine Rückmeldungen zu Betriebserfahrungen.
- Prüfung und Validierung von Sicherheitsverfahren unter normalen und anomalen Betriebsbedingungen.

- Untersuchungen von Zwischenfällen und Unfällen, insbesondere zur Ermittlung der unmittelbaren und zugrunde liegenden Ursachen, einschließlich organisatorischer, sicherheitsmanagementbezogener und kultureller Faktoren. Dies kann sowohl bei der Organisation selbst als auch bei anderen Organisationen aufgetretene Ereignisse beinhalten.

Zusätzlich zu den behandelten vier Prinzipien werden die Ausführungen in /ONR 14/ zu Besonderheiten beim Übergang vom Betrieb zu Stilllegung und Rückbau kurz beschrieben.

Decommissioning Organisation

Insbesondere der Übergang vom Betrieb zur Stilllegung kann wesentliche Änderungen der Organisation und einen Wandel der Tätigkeiten des Personals (weg von gut bekannten Routinetätigkeiten und hin zu neuen und ggf. häufiger wechselnden Tätigkeiten) nach sich ziehen. Darüber hinaus ist mit einer verstärkten Einbindung von Fremdfirmen zu rechnen. Wenn derartige Veränderungen nicht angemessen verstanden und verwaltet werden, kann sich dies negativ auf die Fähigkeit der Organisation, die Anlage sicher und effektiv stillzulegen, auswirken und ein Klima der Unsicherheit schaffen. Um dies zu vermeiden, sind den menschlichen und organisatorischen Faktoren, die für die sichere Durchführung der Stilllegung wichtig sind, in Übereinstimmung mit guten Stilllegungspraktiken der Nuklearindustrie zu berücksichtigen. Das Managementsystem soll regelmäßig überprüft und, falls notwendig, vor und während der Stilllegung den sich ergebenden Veränderungen von Risiken und Gefährdungen entsprechend angepasst werden.

14.2.4 Schweiz

Richtlinie ENSI-G07 „Organisation von Kernanlagen“

Die im November 2023 vom Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) veröffentlichte aktualisierte Richtlinie ENSI-G07 „Organisation von Kernanlagen“ /ENS 23b/ macht Vorgaben zur Organisation von Kernanlagen über die gesamte Lebensdauer bis zum Abschluss der Stilllegung. Eine Unterscheidung der Anforderungen zwischen Leistungs- und Forschungsreaktoren oder anderen Anlagentypen wird in der Richtlinie nicht vorgenommen. Ihre Anforderungen gelten für die verschiedenen Kernanlagen abgestuft nach dem „Graded Approach“ im Sinne des IAEA Safety Standard GSR Part 2 /IAE 16/.

Laut des zugehörigen Erläuterungsberichts des ENSI für die externe Anhörung /ENS 22/ betreffen hauptsächlich Unterschiede der aktualisierten Richtlinie zur Vorgängerversion von 2013 die Berücksichtigung des Sicherheitskonzepts der organisationalen Resilienz sowie die Verankerung des Prinzips der Verantwortung in den Themenbereichen Führung, Sicherheitskultur und organisationale Resilienz.

Grundlegende Anforderungen

Als übergeordnete Anforderung stellt das ENSI in Abschnitt 4 in /ENS 23b/ den spezifischeren Anforderungen folgendes voran:

„Die Organisation einer Kernanlage ist während sämtlichen Lebensabschnitten an die sich ändernden Rahmenbedingungen sicherheitsgerichtet anzupassen. Dabei sind insbesondere die sich verändernden Anforderungen an personelle und fachliche Ressourcen und die Sicherstellung des Wissenstransfers zu berücksichtigen“.

Verantwortung

In Abschnitt 4.1 von /ENS 23b/ formuliert das ENSI spezifische Anforderungen an den bereits einleitend hervorgehobenen Begriff der Verantwortung. Der Bewilligungsinhaber und der Inhaber/die Inhaberin der Stelle für den technischen Betrieb sind für die Sicherheit bei allen Aktivitäten verantwortlich. Sie müssen außerdem sicherstellen, dass alle Personen in einer Kernanlage, abhängig von ihrer hierarchischen Stellung und ihrer Funktion sowie ihrem Wissen, Verantwortung für die Sicherheit wahrnehmen können. Die Wahrnehmung von Verantwortung soll durch geeignete organisatorische Maßnahmen ermöglicht und gefördert werden, die regelmäßig während der Planung, Vorbereitung und Durchführung sowie nach Abschluss von Tätigkeiten zu beurteilen und ggf. zu korrigieren sind. Dabei sind externe Rahmenbedingungen, insbesondere aus Umwelt, Politik, Gesellschaft und Wirtschaft im organisatorischen Handeln so zu berücksichtigen, dass stets die Verantwortung für die Sicherheit wahrgenommen werden kann. Es zeigt sich hierin die Forderung nach einer ganzheitlichen Betrachtung und Ausrichtung der Organisation (vgl. Kapitel 3.2.1) mit dem Ziel, die Wahrnehmung von Verantwortung im Sinne der Sicherheit strukturell zu stärken. Der Begriff der Verantwortung zieht sich als roter Faden noch durch weitere Abschnitte in /ENS 23b/, in denen Anforderungen an die Führung, die Sicherheitskultur, das Managementsystem oder Ressourcen formuliert werden. Darin zeigt sich exemplarisch die Verzahnung verschiedener sicherheits-

relevanter Aspekte miteinander, der durch eine ganzheitliche Betrachtung Rechnung zu tragen ist.

Organisationale Resilienz

Mit Verweis auf den Reaktorunfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi im Jahre 2011 und auf die aktuellen Herausforderungen in der Umwelt von Kernanlagen (z. B. die Entwicklungen der Energie-, Lieferanten- und Arbeitsmärkte, der Know-how-Verlust in der Kerntechnik und steigende Sicherheitsanforderungen) weist das ENSI darauf hin, dass trotz einer möglichst umfassenden und sorgfältigen Vorbereitung auf unterschiedliche mögliche Szenarien mit Wandel umgegangen und mit dem Unerwarteten gerechnet werden müsse. Es sei nicht möglich, alle Eventualitäten bis ins letzte Detail zu regeln. Die organisationale Resilienz wird entsprechend als das Vermögen beschrieben, mit Unbestimmtheit, Ungewissheit und Unerwartetem umzugehen. Die Organisation müsse adaptiv, also fähig sein, durch (proaktive) Anpassung an sich verändernde Bedingungen sicher weiter zu funktionieren. Für die Entwicklung einer organisationalen Resilienz formuliert das ENSI in /ENS 23b/ wesentliche und zu fördernde Fähigkeiten:

- Die Fähigkeit, das alltägliche Geschehen in der Anlage, der Organisation und ihrer Umwelt kontinuierlich zu **beobachten** und zu **beurteilen**,
- die Fähigkeit, angemessen auf erwartete und unerwartete Veränderungen, Störungen und Möglichkeiten zu **reagieren**,
- die Fähigkeit, aus eigenen und externen Betriebserfahrungen zu lernen und
- die Fähigkeit, mögliche interne und externe zukünftige Entwicklungen, welche die Sicherheit beeinflussen können, zu antizipieren.

In /ENS 23c/ wird ebenso wie in /ENS 21/ mit Bezug zu diesen vier Fähigkeiten auf die Ausführungen von Erik Hollnagel in /HOL 18/ zu dem Konzept von „Safety-II“ (siehe Kapitel 3.2.2) verwiesen. In /ENS 21/ wird ausgeführt, dass es bei Resilienz nicht lediglich um die Fähigkeit, sich von Gefahren und Belastungen zu erholen, gehe, sondern vielmehr um die Fähigkeit, die erforderliche Leistung unter einer Vielfalt unterschiedlicher Bedingungen zu erbringen und angemessen sowohl auf Störungen als auch auf Opportunitäten zu reagieren.

Weiterhin wird in /ENS 23c/ ausgeführt, dass das Streben nach organisationaler Resilienz einen ganzheitlichen, koordinierten Ansatz, welcher Vorkehrungen in der Organi-

sation auf unterschiedlichen Ebenen (strategische sowie operative Ebene) integriert, erfordere. Dies bedeute, dass zahlreiche in der Richtlinie behandelte Elemente der Organisation zur Resilienz beitragen, beziehungsweise auf diese ausgerichtet sein müssten. Dies gelte insbesondere in den Bereichen Verantwortung, Führung, Entscheidungsfindung, Managementsystem, kontinuierliche Verbesserung, Sicherstellung von ausreichenden und geeigneten Ressourcen, Wissensmanagement, Infrastruktur und Arbeitsmittel.

Anforderungen an das Managementsystem

Besonders relevant für dieses Vorhaben und somit hervorzuheben sind von den in Abschnitt 4.6 von /ENS 23b/ formulierten Anforderungen an das Managementsystem von Kernanlagen die folgenden:

„a. Ein Managementsystem muss entwickelt, angewandt und kontinuierlich verbessert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass alle erforderlichen Aspekte integriert betrachtet werden. Das Managementsystem hat sich an den Sicherheitszielen der Organisation zu orientieren“.

Hieraus ergibt sich grundlegend, dass bei der Entwicklung, Anwendung und kontinuierlichen Verbesserung des Managementsystems eine systematische und koordinierte Vorgehensweise erforderlich ist, um so die Betrachtung aller erforderlichen Aspekte integriert, d. h. umfassend und miteinander abgestimmt, zu ermöglichen und sicherzustellen (integriertes Managementsystem). In /ENS 23c/ wird erläutert, dass ein solches Managementsystem Sicherheits- und Qualitätsanforderungen sowie Anforderungen insbesondere bezüglich Gesundheit und Umwelt beinhalte. Zudem ist für das effektive Sicherstellen einer kontinuierlichen Verbesserung eine kontinuierliche Selbstüberprüfung und -bewertung durch die Organisation von zentraler Bedeutung. Ebenso müssen neu eingeführte Verbesserungen auf ihre korrekte Implementierung und ihre Wirksamkeit untersucht werden, wie es die Aufgabe eines Veränderungsmanagements/Change Managements ist.

„b. Für alle Zustände und Abläufe der Anlage und des Betriebs mit Bedeutung für die Sicherheit im jeweiligen Lebensabschnitt einer Kernanlage sind im Managementsystem die Aufgaben, Zuständigkeiten, Befugnisse, Informations- und Kommunikationswege klar, kohärent und verbindlich festzulegen“.

Um diese Anforderung zu erfüllen, ergibt sich die Notwendigkeit einer systematischen Vorgehensweise zur Ermittlung der Notwendigkeit und zur Umsetzung von Veränderungen zwischen verschiedenen Zuständen und Abläufen der Anlage. Änderungen von Zuständen und Abläufen in der Anlage können sich auf verschiedene Weise zeigen, z. B.:

- Planmäßige oder außerplanmäßige Anlagenstillstände,
- Unfall- oder Notfallsituationen,
- Änderungen an Experimentiereinrichtungen und der zugehörigen Abläufe bei der Durchführung von Experimenten,
- Übergang der Anlage vom Normalbetrieb in die Stilllegung.

„d. Die Festlegungen bezüglich der Zustände und Abläufe der Anlage im Managementsystem haben neben der Gewährleistung der Sicherheit der Anlage sicherzustellen, dass der soziotechnische Systemansatz berücksichtigt sowie die Entwicklung der organisationalen Resilienz ermöglicht werden.“

Der in dieser Anforderung erwähnte soziotechnische Systemansatz berücksichtigt, wie das ENSI in /ENS 23c/ ausführt, dass eine Vielzahl von sich wechselseitig beeinflussenden Faktoren aus dem menschlichen, technischen und organisatorischen Bereich bei der Beschreibung der Zustände, der Abläufe sowie des Betriebs einer Kernanlage im Managementsystem gemeinsam betrachtet werden müssen (MTO-Systemansatz). Dies stimmt auch mit der weiter oben geforderten integrierten Betrachtung aller erforderlichen Aspekte überein. In /ENS 23c/ erläutert das ENSI zur Förderung der organisationalen Resilienz im Kontext des Managementsystems, dass dies beispielsweise bedeuten könne, dass bei der Prozessbeschreibung auf eine angemessene Präskriptivität (d. h. eine angemessene Verwendung vorschreibender oder empfehlender sprachlicher Ausdrücke) geachtet wird oder bei der Beschreibung der Abläufe ausreichende Freiheitsgrade für das Personal gewährleistet werden.

„f. Der Aufwand bei Zuständen und Abläufen der Anlage sowie bei Tätigkeiten ist entsprechend einem abgestuften Ansatz (graded approach) gemäß der Bedeutung und Komplexität, dem Gefährdungspotenzial oder dem Risiko sowie der möglichen Konsequenzen bei fehlerhafter Ausführung oder bei Versagen festzulegen“.

In der Erläuterung zu dieser Anforderung in /ENS 23c/ verweist das ENSI darauf, dass sie auf Anforderung 4.15 des IAEA Safety Standard GSR Part 2 /IAE 16/ basiere. Als

Erläuterung des Verständnisses des ENSI von einem abgestuften Ansatz (Graded Approach) wird in /ENS 23c/ ausgeführt, dass der sicherheitsbezogene Aufwand eines Sachverhalts den folgenden vier Aspekten entsprechend erfolgen sollte:

1. Systematische Planung, Vorbereitung, Durchführung und Kontrolle der Arbeiten.
2. Vermeidung und Erkennung von Fehlern.
3. Umgang mit Konflikten bei der Umsetzung von Vorgaben des Managementsystems.
4. Lernen aus Erfahrungen.

Mit dem abgestuften Ansatz werde hervorgehoben, dass die Ressourcen entsprechend dem Risiko eines Sachverhalts optimal für die Sicherheit eingesetzt werden sollen.

„g. Es ist sicherzustellen, dass durch die Festlegungen im Managementsystem die Anpassungsfähigkeit der und die Verantwortungsübernahme durch die Organisation berücksichtigt und erhalten werden“.

Das ENSI erläutert in /ENS 23c/ mit Bezug auf den Erhalt der bereits weiter oben diskutierten Wahrnehmung von Verantwortung und der Anpassungsfähigkeit der Organisation, dass das Managementsystem sich nicht nur an der Minimierung von Defiziten oder Beinahe-Ereignissen orientieren sollte, sondern auch an der Maximierung von Stärken sowie Positivem und Erfolgen (vgl. Kapitel 3.2.2).

Änderungsmanagement

In Abschnitt 4.9 von /ENS 23b/ formuliert das ENSI Anforderungen an das Änderungsmanagement. Sowohl für technische als auch für organisatorische Änderungen sind vorgängig zur Ausführung von Änderungen die Auswirkungen mit Bedeutung für die Sicherheit angemessen zu analysieren. Die Dokumentation soll einem systematisch strukturierten Konzept folgen und mit Planung und Realisation einer technischen Änderung jederzeit aufeinander abgestimmt sein und der tatsächlichen Ausführung vor Ort entsprechen. Darüber hinaus ist die Betriebserfahrung zu einer technischen Änderung nach erfolgter Inbetriebsetzung zu erfassen und auszuwerten, um neue Erkenntnisse zu nutzen und bei Bedarf Verbesserungen vorzunehmen. Bei organisatorischen Änderungen soll gewährleistet werden, dass in Bezug auf die Mitarbeitenden insbesondere die folgenden drei Aspekte berücksichtigt werden (vgl. Kapitel 3.2.3):

1. Angemessenheit von Ausmaß und Geschwindigkeit der Veränderung.

2. Motivation der betroffenen Mitarbeitenden, die Änderung mitzutragen.
3. Unterstützung der betroffenen Mitarbeitenden bei der Gewöhnung an die neue Situation.

In /ENS 23c/ wird erläutert, dass dies der Tatsache Rechnung tragen soll, dass organisatorische Änderungen Auswirkungen auf die betroffenen Mitarbeitenden haben und damit auf deren Möglichkeit und Fähigkeit, weiterhin sicherheitsgerichtete Arbeit zu leisten und Verantwortung zu tragen. Beispielsweise könnten zu häufig oder zu schnell erfolgende Änderungen den Erfolg und die Nachhaltigkeit von organisatorischen Änderungen negativ beeinflussen. Die betroffenen Mitarbeitenden müssten, z. B. durch eine angemessene Einbindung bei der Ausgestaltung der neuen Organisation und durch die Schaffung des Verständnisses für die Änderung durch eine offene und transparente Vermittlung der Gründe der Änderung, motiviert werden, die Änderung mitzutragen. Nach erfolgter Änderung müssen sie angemessen unterstützt werden, damit sie sich an die veränderte Situation gewöhnen können und ggf. weiterer Anpassungsbedarf erkannt werden kann (vgl. Kapitel 3.2.3).

Der Unfall von Fukushima Daiichi aus systemischer Perspektive

Im Jahr 2021 veröffentlichte das ENSI einen umfassenden Bericht, untergliedert in drei Teile, in dem der Reaktorunfall von Fukushima vertieft analysiert und daraus Schlussfolgerungen für eine Verbesserung der Sicherheit der kerntechnischen Anlagen in der Schweiz sowie der Aufsichtspraxis des ENSI abgeleitet wurden. Im dritten Berichtsteil „Fukushima Daiichi: Menschliche und organisatorische Faktoren Teil 3“ /ENS 21/ wird auf zwei in der Literatur vielfach unterschiedene „Aufsichtsstile“ eingegangen. Eine „compliance“-orientierte Aufsicht fokussiert auf vorgegebene Vorschriften und prüft deren strikte Einhaltung durch die Beaufsichtigten. Bei der „performance“-orientierten Aufsicht beurteilt die Aufsichtsbehörde die Leistung der Beaufsichtigten hinsichtlich vordefinierter Kriterien, wobei die Art und Methode der Zielerreichung in der Verantwortung der Beaufsichtigten belassen wird. Insbesondere für die Beaufsichtigung von menschlichen und organisatorischen Faktoren wird eine ausschließlich „compliance“-orientierte Aufsicht als ungeeignet und für die Verantwortungsübernahme der beaufsichtigten Organisationen hinderlich beurteilt. Das ENSI sieht eine auf dem systemischen Ansatz basierende Aufsichtsstrategie als geeignet, der Komplexität und Kontextabhängigkeit dieser Systeme gerecht zu werden und deren Verantwortungsübernahme zu stärken bzw. nicht zu behindern. Als zentrales Instrument zur Anwendung eines systemischen Ansatzes und dessen Überwachung wird ein wirksames Managementsystem, welches die

Wechselwirkung zwischen den Systemteilen Mensch, Technik und Organisation berücksichtigt, genannt.

15 Anhang I: Auswertung und Bewertung internationaler und nationaler Regelwerksanforderungen an Managementsysteme relevant für verschiedene Betriebszustände von Forschungsreaktoren

15.1 Anhang I.1: Internationale Regelwerke

15.1.1 IAEA

Die IAEA hat in verschiedenen Safety Guides grundlegende Definitionen des Graded Approach und Vorgehensweisen für dessen Anwendung formuliert. Von Interesse für dieses Vorhaben sind der SSR-3 „Safety of Research Reactors“ /IAE 16a/, der SSG-22 „Use of a Graded Approach in the Application of the Safety Requirements for Research Reactors“ /IAE 12/ und das IAEA TECDOC-1740 “Use of a Graded Approach in the Application of the Management System Requirements for Facilities and Activities” /IAE 14a/.

SSR-3 „Safety of Research Reactors“

Im SSR-3 /IAE 16a/ erläutert die IAEA zunächst die Gründe, die für die Anwendung eines Graded Approach sprechen: aufgrund der vielfältigen Nutzungszwecke für Forschungsreaktoren (z. B. Forschung, Ausbildung & Training, Radioisotopenproduktion, Neutronenradiografie, Materialprüfung) sind unterschiedliche konstruktive Merkmale und Betriebsweisen erforderlich. Zusätzlich erfordert die Notwendigkeit für Flexibilität eine andere Herangehensweise für das Erreichen von Sicherheit und das Sicherheitsmanagement. Während das von Forschungsreaktoren ausgehende Gefährdungspotenzial für die Öffentlichkeit geringer ausfällt als bei Leistungsreaktoren, können sie jedoch aufgrund des relativ leichten Zugangs zu Strahlung oder radioaktivem Material eine größere potenzielle Gefährdung für Betriebspersonal, Forscher und andere Nutzer darstellen.

Als relevant für die Entscheidung über die Anwendung bestimmter Anforderungen können laut SSR-3 /IAE 16a/ die folgenden Aspekte betrachtet werden:

- die Reaktorleistung,
- der potenzielle Quellterm,
- die Menge und Anreicherung von spaltbarem Material,

- abgebrannte Brennelemente, Hochdrucksysteme, Heizsysteme und die Lagerung von brennbaren Stoffen, die die Sicherheit des Reaktors beeinträchtigen können,
- die Art der Brennelemente,
- Art und Masse des Moderators, des Reflektors und des Kühlmittels,
- die Menge der einleitbaren Reaktivität und ihre Einleitgeschwindigkeit, die Reaktivitätskontrolle sowie die inhärenten und zusätzlichen Sicherheitsvorkehrungen (einschließlich derjenigen zur Verhinderung einer unbeabsichtigten Kritikalität),
- die Qualität der Containment-Struktur oder anderer Vorkehrungen zum Reaktivitätseinschluss,
- die Nutzung des Reaktors (Experimentiereinrichtungen, Tests und reaktorphysikalische Experimente),
- die Standortbewertung, einschließlich der mit dem Standort verbundenen externen Gefahren und der Nähe zu Bevölkerungsgruppen und
- die Leichtigkeit oder Schwierigkeit einer Änderung der Gesamtkonfiguration.

Weiter wird in Requirement 12 des SSR-3 /IAE 16a/ gefordert, dass die Nutzung des Graded Approach bei der Anwendung von Sicherheitsanforderungen auf Forschungsreaktoren auf eine dem Gefährdungspotenzial der Anlage angemessene Weise erfolgen soll und sowohl Sicherheitsanalysen als auch regulatorische Anforderungen berücksichtigen soll. Der Graded Approach soll jedoch nicht als Mittel für eine Nichterfüllung von Anforderungen (engl. „waiving“) gesehen werden und die Sicherheit nicht gefährden. Das Abstufen einer Anforderung soll begründet und durch Sicherheitsanalysen oder ingenieurstechnische Beurteilung gestützt sein.

SSG-22 „Use of a Graded Approach in the Application of the Safety Requirements for Research Reactors“

Im SSG-22 /IAE 12/ stellt die IAEA-Empfehlungen für die Anwendung des Graded Approach dar. Diese Empfehlungen sollen in allen Phasen der Lebensdauer eines Forschungsreaktors (Auswahl des Standorts und Standortbewertung, Planung, Bau, Inbetriebnahme, Betrieb und Stilllegung) anwendbar sein und richten sich an Aufsichtsbehörden, Betreiberorganisationen und andere Organisationen, die an der Planung, dem Bau und dem Betrieb von Forschungsreaktoren beteiligt sind. Auch hier

betont die IAEA, dass der Graded Approach nicht für die Nichterfüllung von Anforderungen genutzt werden soll.

Die IAEA rät von der Anwendung eines quantitativen Rangfolgeverfahrens zur Einstufung von Sicherheitsanforderungen ab. Die Anwendung des Graded Approach soll den angemessenen Aufwand und die geeignete Art und Weise der Erfüllung einer Anforderung in Übereinstimmung mit den Eigenschaften des spezifischen Forschungsreaktors bestimmen. Für die konkrete Anwendung des Graded Approach wird ein aus zwei Schritten bestehendes Verfahren beschrieben. Im ersten Schritt soll die Anlage in Bezug auf das von ihr ausgehende Gefährdungspotenzial kategorisiert werden, im zweiten Schritt sollen Aktivitäten und/oder Strukturen, Systeme und Komponenten mit sicherheitstechnischer Bedeutung individuell analysiert und abgestuft werden. Zur Konkretisierung dieser zwei Schritte wird folgendes ausgeführt:

Schritt 1: Kategorisierung der Anlage in Bezug auf das von ihr ausgehende Gefährdungspotenzial

Die Kategorisierung soll auf qualitative Weise erfolgen und sich am radiologischen Gefährdungspotenzial der Anlage orientieren. Als Kategorien werden die folgenden drei vorgeschlagen:

1. Anlagen mit radiologischem Gefährdungspotenzial außerhalb des Standortes.
2. Anlagen, die nur am Standort ein radiologisches Gefährdungspotenzial aufweisen.
3. Anlagen ohne ein über die Forschungsreaktorhalle und die zugehörigen Strahlrohre oder die angeschlossenen Versuchsanlagenbereiche hinausgehendes radiologisches Gefährdungspotenzial.

Anschließend wird auf die im SSR-3 /IAE 16a/ (s. o.) aufgelisteten, typischerweise bei der Kategorisierung zu beachtenden, individuellen Charakteristiken oder Attribute von Anlagen verwiesen.

Schritt 2: Analyse und Abstufung

Im zweiten Schritt soll der Detailgrad, mit dem einzelne Anforderungen auf Elemente des Managementsystems und/oder Strukturen, Systeme und Komponenten anzuwenden sind, festgelegt werden. Dies soll in Übereinstimmung mit der Sicherheitsrelevanz der jeweiligen Aktivität und/oder Strukturen, Systeme und Komponenten und dem im Falle

eines Versagens von diesen ausgehenden Gefährdungspotenzial erfolgen. Grundsätzlich ist bei einer höheren sicherheitstechnischen Bedeutung mit einem höheren Detailgrad der technischen und/oder organisatorischen Maßnahmen zur Erfüllung einer Anforderung zu rechnen. Der zu bestimmende Detailgrad für die Anwendung von Anforderungen kann z. B. folgende Aspekte umfassen:

- Detailtiefe und/oder Umfang von durchzuführenden Analysen,
- Häufigkeit von Tätigkeiten wie Prüfungen und vorbeugende Instandhaltung,
- Erforderliche Genehmigungsstufe für bestimmte Aktivitäten,
- Grad der Beaufsichtigung von Tätigkeiten.

Mit Bezug auf die durchzuführende Analyse zu Bestimmung der Sicherheitsrelevanz einzelner Elemente des Managementsystems wird Ziffer 4.15 des GSR Part 2 „Leadership and Management for Safety“ /IAE 16/ zitiert. Demnach sind beim Grading bei der Entwicklung und Anwendung des Managementsystems insbesondere die folgenden Aspekte zu berücksichtigen.

- Die sicherheitstechnische Bedeutung und Komplexität der Organisation, des Betriebs der Einrichtung oder der Durchführung einer Tätigkeit,
- Die Gefahren und das Ausmaß der potenziellen Auswirkungen (Risiken), die mit den Sicherheits-, Gesundheits-, Umwelt-, Gefahrenabwehr-, Qualitäts- und wirtschaftlichen Aspekten jeder Einrichtung oder Tätigkeit verbunden sind,
- Die möglichen Folgen für die Sicherheit, wenn ein Versagen oder ein unvorhergesehenes Ereignis eintritt oder wenn eine Tätigkeit unzureichend geplant oder unsachgemäß ausgeführt wird.

Weiter wird auf die in den Ziffern 2.37 bis 2.40 des GS-G-3.1 „Application of the Management System for Facilities and Activities“ /IAE 06/ enthaltenen Empfehlungen zur Analyse und Bewertung von Elementen des Managementsystems zur Unterstützung der Anwendung des Graded Approach verwiesen.

Auf der Grundlage der grundlegenden Kategorisierung der Anlage in Schritt 1 und der Analyse in Schritt 2 sollen der angemessene Aufwand für die Erfüllung einer Anforderung und die Art und Weise, wie die Anforderung erfüllt wird, bestimmt werden. Expertenmeinungen (eines einzelnen Experten oder ggf. einer multidisziplinären Gruppe) können in den Entscheidungsprozess einfließen.

Für den Fall von Änderungen an der Reaktoranlage oder Experimentiereinrichtungen sowie die Einführung neuer Experimente soll zur sicherheitstechnischen Bewertung eine weitere Kategorisierung vorgenommen werden, insbesondere wenn die Änderung oder das Experiment beim ursprünglichen Design der Anlage nicht antizipiert wurde. Für die Kategorisierung von Änderungen entsprechend ihres Gefährdungspotenzials wird mit Verweis auf den SSG-24 „Safety in the Utilization and Modification of Research Reactors“ /IAE 22a/ ein System aus vier Kategorien genannt:

1. Änderungen, die erhebliche Auswirkungen auf die Sicherheit (major safety significance) haben könnten,
2. Änderungen, die deutliche Auswirkungen auf die Sicherheit (significant effect on safety) haben könnten,
3. Änderungen mit offensichtlich geringen Auswirkungen auf die Sicherheit (minor effects on safety),
4. Änderungen, die keine Auswirkungen auf die Sicherheit (no effect on safety) haben.

Alternativ wird ein System aus zwei Kategorien angeboten:

1. Änderungen oder Experimente, die der Aufsichtsbehörde zur Überprüfung und Genehmigung vorzulegen sind, z. B. Änderungen oder Experimente, die:
 - a. Änderungen der genehmigten Betriebsgrenzen und -bedingungen beinhalten,
 - b. Punkte betreffen, die für die Sicherheit von großer Bedeutung sind,
 - c. Gefahren mit sich bringen, die anders geartet sind oder mit größerer Wahrscheinlichkeit auftreten, als die zuvor berücksichtigten.
2. Änderungen oder Experimente, die eine lokale Überprüfung und Genehmigung mit Benachrichtigung der Aufsichtsbehörde zu deren Information erfordern.

15.1.2 WENRA

Die Notwendigkeit für den Graded Approach und die Herangehensweise für dessen Anwendung werden in Annex A von /WEN 20/ diskutiert. Hinsichtlich der Kriterien, anhand derer das Gefährdungspotenzial (in /WEN 20/ als „Risikoprofil“ bezeichnet) eines Forschungsreaktors einzuschätzen ist, wird auf den IAEA SSG-22 verwiesen. Ein vollständiger Verzicht auf einzelne oder mehrere Anforderungen der Safety Reference Levels („Waiving“) wird auch hier ausgeschlossen. Die abgestufte Erfüllung von Anforderungen

soll proportional zum Risikoprofil erfolgen und ein ausreichendes Sicherheitsniveau gewährleisten. Sie kann sowohl technisch/materiell als auch organisatorisch erfolgen und ist der zuständigen Aufsichtsbehörde begründet vorzuschlagen.

15.2 Anhang I.2: Nationale Regelwerke

15.2.1 Deutschland

Im Abschnitt „Anwendungsbereich“ der Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke /BMU 15a/ wird für andere kerntechnische Anlagen als Atomkraftwerke die Anwendung des radiologischen Sicherheitsziels, wonach der Ausschluss von frühen und großen Freisetzungen vorgesehen ist und das als Anknüpfungspunkt für die zielgerechte Umsetzung von vernünftigerweise durchführbaren Sicherheitsverbesserungen heranzuziehen ist, sowie des gestaffelten Sicherheitskonzepts im Rahmen eines abgestuften Ansatzes vorgeschrieben.

Das BMUV hat im Jahr 2023 einen Leitfaden zur Anwendung des kerntechnischen Regelwerks für Kernkraftwerke auf Forschungsreaktoren mittels eines abgestuften Ansatzes /BMU 23/ herausgegeben. Darin wird zum einen eine Vorgehensweise zur Ermittlung der Anwendbarkeit des bestehenden kerntechnischen Regelwerks auf Forschungsreaktoren beschrieben. Es werden drei Möglichkeiten der Anwendung des deutschen kerntechnischen Regelwerks (Bekanntmachungen des BMI/BMU und KTA-Regeln) auf Forschungsreaktoren in Betracht gezogen. Dazu werden drei Kategorien von Regeln eingeführt:

- Kategorie 1: Die Regel ist für Forschungsreaktoren einschlägig.
- Kategorie 2: Die Regel ist unter Beachtung des vorhandenen Gefährdungspotentials schutzzielorientiert angepasst beziehungsweise teilweise auf Forschungsreaktoren zu berücksichtigen.
- Kategorie 3: Die Regel ist für Forschungsreaktoren nicht einschlägig.

Nach dieser Vorgehensweise können Regeln der Kategorie 2, je nach Anlagentyp, an das Gefährdungspotenzial der Anlage angepasst werden. Eine Auflistung der Regeln des deutschen kerntechnischen Regelwerks mit Angabe der jeweiligen Kategorie (die Kategorie gilt für das jeweilige Dokument als Ganzes) ist ebenfalls im Leitfaden

enthalten. Die in Kapitel 3.1.1.2.1 behandelten SiAnf und die KTA 1402 werden beide der Kategorie 2 zugeordnet.

Außerdem wird in /BMU 23/ eine Herangehensweise für die Ermittlung des spezifischen Gefährdungspotenzials eines Forschungsreaktors, die der abgestuften Anwendung des Regelwerks vorausgehen muss, beschrieben. Das Gefährdungspotenzial eines Forschungsreaktors soll, ähnlich wie in /IAE 12/ und /ANV 23/, durch eine Analyse spezifischer sicherheitstechnisch relevanter Aspekte ermittelt werden. In /BMU 23/ werden als wesentliche Orientierungspunkte die folgenden Schutzziele aufgeführt:

1. Orientierung an der thermischen Reaktorleistung.
2. Orientierung am Schutzziel „Kühlung der Brennelemente“. Hier kann eine Einordnung in drei Arten der Wärmeabfuhr vorgenommen werden:
 - a) Passive Kühlung ohne Kühlwasser (Luftkühlung, Konvektion, etc.),
 - b) Passive Kühlung mit Kühlwasser oder
 - c) Aktive Kühlung mit Kühlwasser.
3. Orientierung am Schutzziel „Einschluss der radioaktiven Stoffe“. Die radiologischen Auswirkungen des hierfür zu betrachtenden Unfallszenarios sind abhängig von der Art des Forschungsreaktors (Reaktortyp, Reaktorgröße, beziehungsweise -leistung, Nutzung des Reaktors etc.) und des Quellterms. Hierbei können drei unterschiedliche Auswirkungen unterschieden werden:
 - d) radiologische Auswirkungen beschränkt auf das Reaktorgebäude,
 - e) radiologische Auswirkungen beschränkt auf das Betriebsgelände,
 - f) radiologische Auswirkungen über das Betriebsgelände hinaus.

Darüber hinaus können weitere Faktoren zur Einordnung herangezogen werden. Als Beispiele werden die folgenden, mit denen im SSR-3 /IAE 16a/ weitgehend übereinstimmenden, genannt:

- Menge und Anreicherungsgrad an spaltbarem Material,
- abgebrannte Brennelemente, Hochdrucksysteme, Hochtemperatursysteme und die Lagerung von brennbaren Materialien, die die Sicherheit des Forschungsreaktors beeinflussen können,

- Art der verwendeten Brennelemente,
- Art und Menge des verwendeten Moderators, Reflektors und Kühlmittels,
- Reaktivität, die dem Reaktor zugeführt werden kann, die Reaktivitätskontrolle, inhärente und zusätzliche Sicherheitsmerkmale,
- Auslegungsgrenzen von Barrieren und Rückhaltevorrichtungen zum Einschluss radioaktiver Stoffe,
- Bewertung des Standortes, einschließlich standortspezifischer Einwirkungen von außen und der Nähe zu Bevölkerung und die Umsetzbarkeit von Notfallplänen,
- Möglichkeiten zu einer Änderung der Konfiguration des Reaktors,
- Karenzzeiten bei der Störfallbeherrschung.

Abschließend wird angemerkt, dass die nach dem obigen Schema erfolgende Ermittlung des Gefährdungspotenzials eines Forschungsreaktors und die darauf basierend erfolgende Art und Weise der Abstufung der jeweiligen Anforderung zu dokumentieren und nachvollziehbar zu begründen sind. Hierbei ist die sicherheitstechnische Zielsetzung der betroffenen Anforderung zu erläutern und es ist darzulegen, wie dieses Ziel mit der vorgeschlagenen Abstufung erzielt wird.

15.2.2 Niederlande

Die ANVS gibt in /ANV 23/ an, dass die dort enthaltenen Anforderungen an Leistungsreaktoren unter Anwendung des Graded Approach auch auf Forschungsreaktoren angewendet werden können. Dieser wird als die verhältnismäßige Anwendung von Anforderungen entsprechend des potenziellen Risikos für die Umgebung beschrieben, die der Verhinderung einer unangemessenen Verwendung von Vermögenswerten/Ressourcen dient. Mit Hilfe des Graded Approach könne der Tatsache Rechnung getragen werden, dass Forschungsreaktoren sich in Bezug auf Auslegung und Nutzung sowohl von Leistungsreaktoren als auch untereinander stark unterscheiden können. Das Risiko, das von einem Forschungsreaktor ausgeht, sei für die Bevölkerung in der Regel geringer als in einem Leistungsreaktor. Der Graded Approach erlaube es daher, von den Anforderungen an Leistungsreaktoren abzuweichen, ohne grundlegende Sicherheitsgrundsätze zu verletzen. Für größere Forschungsreaktoren mit einer thermischen Leistung im höheren zweistelligen Megawatt-Bereich könne man ggf. zu der Erkenntnis gelangen, dass dieselben Anforderungen wie für Leistungsreaktoren anzuwenden sind.

Die ANVS bietet in Annex 6 von /ANV 23/ für die Anwendung der Anforderungen für Leistungsreaktoren auf andere Reaktortypen einen strukturierten Ansatz an, der sich aus drei Schritten zusammensetzt:

1. Kategorisierung des Reaktors entsprechend des spezifischen Gefährdungspotenzials.
2. Analyse spezifischer Faktoren, die nicht hinreichend durch Punkt 1 abgedeckt sind.
3. Entscheidung und Begründung für die angemessene Anwendung von Anforderungen für Leistungsreaktoren auf einen spezifischen Forschungsreaktor oder für die Nichterfüllung einzelner Anforderungen.

Im dritten Punkt wird die begründete Nichterfüllung (engl. „waiving“) einzelner Anforderungen in die Anwendung des Graded Approach einbezogen. Dies stellt einen Unterschied zu dem von der IAEA in /IAE 12/ und /IAE 16a/ (siehe Kapitel 15.1.1) beschriebenen Grundsatz dar, dass die Anwendung des Graded Approach explizit keine Nichterfüllung von Anforderungen bedeuten soll.

Der erste Schritt, die Kategorisierung des Forschungsreaktors, soll nach /ANV 23/ in zwei verschiedene Arten von Kategorien erfolgen: die Kühl-Kategorie und die Risiko-Kategorie. Für jede dieser beiden Arten werden drei Unterkategorien definiert:

Kühl-Kategorien

1. Nach dem Abschalten aus dem Vollastbetrieb sind keine Kühlsysteme zur Ableitung der Restwärme aus dem Reaktorkern an eine ultimative Wärmesenke erforderlich. Im ungünstigsten Fall kommt es zu keinem Hüllenversagen oder Schmelzen von Brennelementen.
2. Nach der Abschaltung aus dem Vollastbetrieb muss die Zuverlässigkeit der passiven Kühlsysteme zur Abfuhr der Restwärme aus dem Reaktorkern zu einer ultimativen Wärmesenke gewährleistet sein. Im ungünstigsten Fall sind ein Hüllenversagen und ein Schmelzen des Brennelements zu berücksichtigen.
3. Nach der Abschaltung aus dem Vollastbetrieb muss die Zuverlässigkeit der aktiven Kühlsysteme gewährleistet sein, um die Restwärme aus dem Reaktorkern zu einer ultimativen Wärmesenke abzuführen. Im ungünstigsten Fall sind ein Hüllenversagen und ein Schmelzen des Brennelements zu berücksichtigen.

Risiko-Kategorien

1. Die radiologischen Auswirkungen sind auf überwachte oder kontrollierte Bereiche beschränkt. Im schlimmsten Fall treten keine oder nur geringe radiologische Auswirkungen außerhalb des Standortes auf.
2. Anlagen mit radiologischen Auswirkungen ausschließlich am Standort. Im schlimmsten Fall treten keine oder nur geringe radiologische Auswirkungen außerhalb des Standortes auf.
3. Anlagen mit radiologischen Auswirkungen außerhalb des Betriebsgeländes und alternative Reaktoren mit dem Potenzial für schwere Kernschäden. Das Worst-Case-Szenario mit den höchstmöglichen Freisetzungen aus einem angenommenen beschädigten Kern, die zu den höchsten Dosen führen, ist bei der Einstufung zu berücksichtigen. Für eine ungeschützte Anlage ist als ungünstigster Fall ein glaubwürdiger Unfall anzunehmen. Weder Unfallabläufe noch Einschluss- oder Rückhaltefunktionen werden angerechnet.

Der zweite Schritt dient dazu, spezifische Risikopotenziale zu identifizieren, die einer angemessenen Anwendung oder einer Nichterfüllung der für eine bestimmte Kühl- oder Risikokategorie vorgeschlagenen Anforderungen entgegenstehen könnten. Dazu sollen die folgenden Aspekte analysiert und auf Vollständigkeit überprüft werden (diese Auflistung ähnelt den in /IAE 16a/ und /IAE 12/ genannten, siehe Kapitel 15.1.1):

- die Reaktorleistung,
- der Quellterm,
- die Menge und die Anreicherung des spaltbaren Materials,
- abgebrannte Brennelemente, Hochdrucksysteme, Heizsysteme und die Lagerung von brennbaren Stoffen, die die Sicherheit des Reaktors beeinträchtigen können,
- die Art der Brennelemente,
- Art und Masse des Moderators, des Reflektors und des Kühlmittels,
- die Menge der einleitbaren Reaktivität und ihre Einleitgeschwindigkeit, die Reaktivitätskontrolle sowie die inhärenten und zusätzlichen Sicherheitsvorkehrungen,
- die Qualität des Sicherheitsbehälters oder anderer Vorkehrungen zum Reaktivitätseinschluss,

- die Nutzung des Reaktors (Experimentiereinrichtungen, Tests und reaktorphysikalische Experimente),
- der Standort und
- die Nähe zu Bevölkerungsgruppen.

Der dritte Schritt besteht, basierend auf den Ergebnissen der ersten beiden Schritte, in der begründeten Entscheidung für die angemessene Anwendung oder Nichterfüllung von Anforderungen. Der Antragssteller bzw. Genehmigungsinhaber soll die Art und Weise, in der die Anwendung des Graded Approach erfolgt ist, dokumentieren und der Regulierungsbehörde eine nachvollziehbare Begründung vorlegen.

15.2.3 Großbritannien

In den Safety Assessment Principles des ONR /ONR 14/ wird der Begriff des „Graded Approach“ in Anforderung 698 (Basic safety levels) erwähnt:

*“It is ONR’s policy that a new facility or activity should at least meet the BSLs [Anm.: Basic safety levels]. However, even if the BSLs are met, the risks may not be ALARP [Anm.: As low as reasonably possible]; in such cases the designer/dutyholder must reduce the risks further. Deciding when the level of risk is ALARP needs to be justified by the designer/dutyholder on a case-by-case basis, applying the legal test of gross disproportion. A **graded approach** should be used so that the higher the risk (or hazard), the greater the degree of disproportion applied, and the more robust the argument needed to justify not implementing additional safety measures.”*

Der Begriff „Graded Approach“ wird hier verwendet, um den Zusammenhang zwischen der Höhe des Risikos bzw. der Gefährdung, die von einer Anlage oder Aktivität ausgeht, und den durch den Betreiber umzusetzenden Sicherheitsmaßnahmen zu beschreiben. Diese Verwendung steht im grundsätzlichen Einklang mit anderen Veröffentlichungen nationaler und internationaler Organisationen. Weitere Hinweise oder Beispiele zur praktischen Umsetzung des Graded Approach sind in /ONR 14/ jedoch nicht enthalten.

15.2.4 Schweiz

Richtlinie ENSI-G07 „Organisation von Kernanlagen“

Die im November 2023 durch das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) veröffentlichte aktualisierte Richtlinie ENSI-G07 „Organisation von Kernanlagen“ /ENS 23b/ macht Vorgaben zur Organisation von Kernanlagen über die gesamte Lebensdauer bis zum Abschluss der Stilllegung. Ihre Anforderungen gelten für die verschiedenen Kernanlagen abgestuft nach dem „Graded Approach“ im Sinne des IAEA Safety Standard GSR Part 2 /IAE 16/. Auf eine über diesen Verweis auf die Empfehlungen der IAEA hinausgehende Beschreibung zur Vorgehensweise bei der Anwendung des Graded Approach verzichtet das ENSI an dieser Stelle.

Bericht „Integrierte Aufsicht“

Das ENSI veröffentlichte im März 2023 das Dokument „Integrierte Aufsicht, ENSI-Bericht zur Aufsichtspraxis“ /ENS 23a/, in dem die Grundannahmen der Aufsichtsstrategie des ENSI dargelegt werden. In diesem Dokument wird auch auf das Verständnis und die Anwendung des „Graded Approach“ eingegangen. Die Ausführungen des ENSI beziehen sich explizit auf die Tätigkeit als Aufsichtsbehörde und es besteht somit für einige Punkte, die in /ENS 23a/ diskutiert werden, keine direkte Übertragbarkeit auf das Managementsystem von Forschungsreaktoren. Daher wird an dieser Stelle nur auf diejenigen Aspekte eingegangen, die qualitative Erkenntnisse für die grundsätzliche Anwendung des „Graded Approach“ liefern können.

Der „Graded Approach“ stellt nach Ansicht des ENSI eine Umsetzung des sowohl in der Schweizer Bundesverfassung als auch im Schweizer Kernenergiegesetz verankerten Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit dar. Dieser besagt, dass jedes staatliche Handeln zugleich geeignet und erforderlich sein muss, um ein angestrebtes Ziel zu erreichen. Die aus einer staatlichen Maßnahme resultierende Belastung des Privaten muss in einem angemessenen Verhältnis zur Zielerreichung stehen. Auf den Kernenergiebereich übertragen bedeutet dies, dass mit steigender Sicherheitsrelevanz auch weitergehende Maßnahmen gerechtfertigt und erforderlich sind. Die Sicherheitsrelevanz ist wiederum abhängig von verschiedenen Aspekten. Daher sind Priorität, Tiefe und Umfang der Bearbeitung fachtechnischer Fragen aufgrund einer umfassenden Beurteilung festzulegen. Diese Beurteilung kann beispielsweise folgende Aspekte beinhalten:

- die sicherheitstechnische Klassierung von Komponenten und Systemen,
- den Stand der Nachrüstungstechnik,
- die mittels probabilistischer Sicherheitsanalysen ermittelte Risikorelevanz,
- Erkenntnisse aus Störfällen in der eigenen Anlage und in fremden Anlagen sowie
- Erkenntnisse aus Studien und sicherheitstechnischen Überprüfungen (z. B. PSÜ, WANO, OSART, IRRS).

Die gesetzlichen Bestimmungen der Schweiz definieren einerseits als Ziel der Tätigkeit des ENSI den Schutz von Mensch und Umwelt vor den Gefahren der friedlichen Nutzung der Kernenergie. Hieraus leitet das ENSI die sicherheitstechnische Relevanz als wesentlichen Aspekt ab, welcher im Rahmen der Verhältnismäßigkeitsprüfung zu beachten ist. Andererseits ist gesetzlich vorgeschrieben, dass das ENSI nach betriebswirtschaftlichen Grundsätzen geführt wird. Zwischen diesen beiden Aspekten findet immer eine Abwägung statt, wobei der Sicherheit Vorrang gegenüber finanziellen Aspekten einzuräumen ist. Beispielsweise sind interne Aufgaben, die dem Funktionieren und der Weiterentwicklung der Organisation dienen, jedoch nur eine indirekte Auswirkung auf die Sicherheit haben, so durchzuführen, dass die Kernaufgaben jederzeit mit den erforderlichen Ressourcen wahrgenommen werden können.

Diese Abwägung ist auch für Betreiberorganisationen von kerntechnischen Anlagen von wesentlicher Bedeutung. Im Gegensatz zu Leistungsreaktoren, deren finanzieller Spielraum hauptsächlich durch die Gewinne aus dem Verkauf der erzeugten Elektrizität bestimmt wird, sind Forschungsreaktoren stärker von öffentlichen Geldern abhängig (je nach Anlage direkt durch das Land oder aus dem Etat der Hochschule/Forschungseinrichtung, der der Forschungsreaktor untersteht) und haben einen stärker eingegrenzten finanziellen Spielraum.

**Gesellschaft für Anlagen-
und Reaktorsicherheit
(GRS) gGmbH**

Schwertnergasse 1
50667 Köln

Telefon +49 221 2068-0

Telefax +49 221 2068-888

Boltzmannstraße 14

85748 Garching b. München

Telefon +49 89 32004-0

Telefax +49 89 32004-300

Kurfürstendamm 200

10719 Berlin

Telefon +49 30 88589-0

Telefax +49 30 88589-111

Theodor-Heuss-Straße 4

38122 Braunschweig

Telefon +49 531 8012-0

Telefax +49 531 8012-200

www.grs.de