

**Vorstudie zur  
Beurteilung der  
Wirksamkeit von  
Schulungen und Kontrollen  
sicherheitstechnisch  
wichtiger Arbeiten  
durch Betreiber bei  
Nachbetrieb und  
Stilllegung**

**Vorstudie zur  
Beurteilung der  
Wirksamkeit von  
Schulungen und Kontrollen  
sicherheitstechnisch  
wichtiger Arbeiten  
durch Betreiber bei  
Nachbetrieb und  
Stilllegung**

Werner Faßmann  
Michael Paßens

März 2021

**Anmerkung:**

Das diesem Bericht zugrunde liegende Forschungsvorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) unter dem Förderkennzeichen 4718R01325 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 BMU übereinstimmen.

## **Deskriptoren**

„Balanced-Scorecard“-Ansatz, Beurteilung der Wirksamkeit, Kontrolle von Aufgaben/Tätigkeiten des Personals Nachbetrieb, Rückbau, Schulung, Stilllegung

## Kurzfassung

Eine Sichtung des deutschen und internationalen Regelwerkes zeigt, dass die Anforderungen an die Schulung des Fachwissens für sicherheitstechnische Aufgaben im Nachbetrieb und bei der Stilllegung von Kernkraftwerken sehr generisch sind. Dies gilt auch für die Kontrolle der Durchführung solcher Aufgaben. Rückbauaufgaben können eigene Schulungen und Kontrollen erfordern, um die korrekte Ausführung solcher Aufgaben wirksam zu unterstützen. Die vorliegende Studie empfiehlt: (1) Vorbereitung und Durchführung der Aufgaben sind von der ersten Planung bis zum Abschluss in Phasen zu gliedern. In jeder Phase ist schrittweise auch zu klären, welcher Bedarf an Schulungen und Kontrollen besteht, wie er gedeckt werden kann und zu welchem Zeitpunkt die Schulung bzw. Kontrolle implementiert werden muss, um ihre Wirkung entfalten zu können. Die Studie zeigt, wie eine „Balanced Scorecard“ genutzt werden kann, um Planung, Implementierung und Prüfung der Wirksamkeit von Schulungen bzw. Kontrollen zu unterstützen. Ein Beispiel veranschaulicht die Anwendung des „Balanced Scorecard“-Ansatzes auf eine Schulung im Rahmen des Rückbaus. (2) Schulungen sollen streng qualitätsgesichertes und nach „Human Factors“-Aspekten gestaltetes Lehrmaterial nutzen. Am Ort der Schulung sollen bestmögliche äußere Rahmenbedingungen bestehen (z. B. Beleuchtung). Lehrperson und Lernende sollen motiviert und erholt sein. Im Schulungsprozess sind Wiederholungen und Pausen vorzusehen. Die Lehrperson soll sich über die Vorkenntnisse der Teilnehmer informieren, den Lehrstoff systematisch aufbereiten, und die aktive Teilnahme der Lernenden an Diskussionen und praktischen Übungen stimulieren. Die vorliegende Studie sieht neben Vortrag und Diskussion, Übungen außerhalb der realen Aufgabenbearbeitung und Übungen im Kontext der realen Aufgabendurchführung auch die Möglichkeit eines selbstorganisierten Lernens (Selbststudium) vor. In solchen Fällen soll ein Tutor für Fragen und Erklärungen verfügbar sein. (3) Kontrollen sollen genau geplant sein. Personen für Kontrollaufgaben sollen eine Schulung oder Sensibilisierung durchlaufen, in der sie lernen, wie sie bei der Kontrolle vorzugehen und worauf sie bei der Kontrolle zu achten haben. Die äußeren Rahmenbedingungen (z. B. freie Sicht, Beleuchtung) haben die Ausführung der Kontrollaufgabe bestmöglich zu unterstützen.

## **Abstract**

A review of German and international rules and regulations reveals that requirements on training of safety-relevant decommissioning tasks are very generic. The same is true with respect to requirements on the control of the performance of such tasks. Decommissioning tasks can necessitate special trainings and control measures to support the correct performance of these tasks. The present study recommends: (1) From the first planning-steps to task-completion, preparation and performance of the task should be structured in phases. In each phase the need for training and control measures has to be identified progressively and it has to be determined how to meet this demand and within which time-frame training and control measures must be implemented to take effect. The present study shows how to use balanced scorecards as a means of planning, implementation, and evaluation of the effectiveness of training and control measures. An illustrative example shows how the balanced scorecard-approach can be used to evaluate a training measure related to a decommissioning task. (2) Training should be based on training material which underwent a process of strict quality assurance and which is designed in line with human factors aspects. Training locations should be provided with best possible external conditions (e. g. lighting). Trainer and trainees have to be motivated and fit for training. In the training process there should be sufficient time for repetitions and breaks. Trainers should inform themselves about trainees' prior knowledge, they should structure training contents in a systematic way, and stimulate trainees' active participation in discussions and exercises. In addition to classroom training, training in sessions, which are not integrated in real work processes, and training on the job the present study addresses self-organized learning (self-study). In such cases, a tutor should be available for questions and explanations. (3) Control tasks should be planned in a precise manner. Personnel in charge of control tasks should undergo a training or sensibilization showing them what they have to control and how they have to perform their control tasks. External conditions should support an effective performance of the control task in the best possible way (e. g. unobstructed field of view, lighting).

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Zielsetzung und Arbeitsprogramm</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Stand von Wissenschaft und Technik</b> .....	<b>5</b>
3.1	Nationale und internationale Anforderungen und Erfahrungen zu Schulung und Kontrolle .....	5
3.1.1	Erkenntnisse aus Vorgängerprojekten .....	5
3.1.2	Anforderungen des deutschen kerntechnischen Regelwerks .....	10
3.1.3	Das Schrifttum der IAEA zu Schulung und Kontrolle der Aufgabendurchführung.....	17
3.1.4	Das Regelwerk der U.S. NRC zu Schulung und Aufgabendurchführungskontrolle .....	21
3.1.5	Erkenntnisse aus der französischen Fachliteratur .....	25
3.2	Schulung und Kontrolle in meldepflichtigen Ereignissen aus deutschen Anlagen .....	32
3.2.1	Meldepflichtige Ereignisse aus Anlagen im Nachbetrieb oder Stilllegung.....	32
3.2.2	Erkenntnisse aus Anlagen im Leistungsbetrieb .....	43
3.3	Nutzbare Ansätze aus dem nicht-nuklearen Bereich .....	46
3.3.1	Projektmanagement .....	47
3.3.2	„Balanced Scorecard“-Ansatz .....	50
<b>4</b>	<b>Ermittlung und Beurteilung betreiberseitiger Schulung und Kontrolle sicherheitstechnisch wichtiger Arbeiten in Nachbetrieb und Stilllegung</b> .....	<b>57</b>
4.1	Weiterentwicklung des Bestandes an praxisgerechten und wirksamen Vorgehensweisen für Schulungen und Kontrollen .....	58
4.1.1	Schulung .....	58
4.1.2	Kontrollen der Aufgabendurchführung .....	72

4.2	Empfehlungen zur korrekten Einbindung der Schulungen und Kontrollen in die Phasen der Aufgabendurchführung.....	74
4.2.1	Ermittlung des Bedarfs für ein Projekt bzw. für genauere Festlegungen zu einer Aufgabe .....	75
4.2.2	Initiierung eines Projektes beziehungsweise einer Aufgabe .....	75
4.2.3	Entwicklung und Definition des Projekts beziehungsweise Definition der Aufgabe.....	77
4.2.4	Durchführung des Projektes bzw. der Aufgabe.....	78
4.2.5	Abschluss und Auswertung des Projektes beziehungsweise der Aufgabe .....	78
4.3	Exemplarische Anwendung des „Balanced Scorecard“-Ansatzes auf die Prüfung der Wirksamkeit von Schulungen beziehungsweise Kontrollen .....	79
<b>5</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>85</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>87</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>91</b>
	<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>93</b>

# 1 Einleitung

In dieser Vorstudie sind Vorgehensweisen zu ermitteln, mit denen Betreiber die Durchführung sicherheitstechnisch bedeutsamer Aufgaben im Nachbetrieb und bei der Stilllegung von Kernkraftwerken schulen und kontrollieren können. Der Begriff des Nachbetriebs steht für die Phase zwischen dem endgültigen Ende des Leistungsbetriebes und der Erteilung der ersten Stilllegungsgenehmigung. Die Stilllegungsphase beginnt mit der Erteilung dieser Genehmigung. Restbetrieb und Rückbau sowie eventuell der sichere Einschluss der Anlage sind Teil der Stilllegungsphase /BMU 17/. Speziell für diese Phasen enthalten vorliegende Methoden, Leitfäden und Regelwerksanforderungen nur recht allgemein gehaltene Vorgaben an die Schulung von Fachwissen und die Kontrolle der Aufgabendurchführung. Deshalb besteht ein entsprechender Bedarf an konkreteren Vorgehensweisen für praktische Anwendungen. Diese Vorstudie soll zur Deckung dieses Bedarfs beitragen. Die Ergebnisse werden allen an der Thematik interessierten Institutionen (wie z. B. Aufsichtsbehörden, Gutachtern und Betreibern) zur Verfügung stehen.

Das nachfolgende Kapitel beschreibt Zielsetzung, Schwerpunkte und die beiden Arbeitspakete dieser Vorstudie. Kapitel 3 und Kapitel 4 dokumentieren die Ergebnisse zu den beiden Arbeitspaketen. Das fünfte Kapitel enthält eine Zusammenfassung der Resultate dieser Vorstudie.





## 2 Zielsetzung und Arbeitsprogramm

Ziel der Vorstudie ist die Ermittlung praxisgerechter und wirksamer Vorgehensweisen, mit denen Betreiber von Kernkraftwerken sicherheitstechnisch bedeutsame Aufgaben, die im Nachbetrieb, bei der Stilllegung und im Rückbau der Anlagen anstehen, schulen und die korrekte Durchführung dieser Aufgaben kontrollieren können.

Dazu sind die Erkenntnisse aus den Schulungen und den Kontrollen der Aufgabendurchführung zusammenzuführen und fortzuentwickeln, die aus den nachfolgenden Quellen gewonnen werden können: einschlägige Regelwerke, Betriebserfahrungen, wichtige Erkenntnisse aus den Kernenergiesektoren im Ausland und aus dem nicht-nuklearen Bereich sowie Resultate vorangegangener Projekte zum Integrierten Managementsystem (IMS) sowie zur Organisation und Sicherheitskultur /GRS 15a/, /GRS 15/, /GRS 16/. In die Betrachtung sind ausdrücklich auch Aufgaben einzubeziehen, bei denen Eigen- und Fremdpersonal zusammenarbeiten.

Die Vorstudie konzentriert sich auf die folgenden Teilbereiche der Schulung und Kontrolle:

- Bei der Schulung sind die Vermittlung und Aneignung des Fachwissens zu betrachten. Die Vorstudie erweitert dadurch die Erkenntnisse aus Projekten, die Lehren und Lernen vor allem unter dem Aspekt abhandeln, das Verständnis für die Sicherheitskultur und ein Handeln im Einklang mit ihr zu fördern /GRS 15a/, /GRS 15/, /GRS 16/.
- Für den Aufgabenbereich der Kontrolle sind Vorgehensweisen zu ermitteln, mit denen Personen, die für Kontrollaufgaben vorgesehen sind, die Erfüllung sicherheitstechnischer Aufgaben durch Eigen- und (oder) Fremdpersonal wirksam und während der Aufgabenerfüllung einschließlich Vor- und Nachbereitung überwachen können. Vorangegangene Projekte haben sich auf die Kontrollen konzentriert, die mit Unternehmensleitung beziehungsweise Führungsaufgaben verbunden sind /GRS 15a/, /GRS 15/, /GRS 16/.

Das Arbeitsprogramm umfasst (1) die Aufarbeitung des einschlägigen Standes von Wissenschaft und Technik sowie (2) die Ermittlung und Beurteilung von Vorgehensweisen, mit denen Betreiber sicherheitstechnisch wichtige Arbeiten in den Phasen des Nachbetriebs, der Stilllegung und des Rückbaus schulen und die Aufgabendurchführung

kontrollieren können. Die zugehörigen Arbeitsschritte sind in Kapitel 3 beziehungsweise Kapitel 4 dieses Berichts beschrieben.

### **3 Stand von Wissenschaft und Technik**

Im Kapitel 3 wird der wissenschaftlich-technische Erkenntnisstand aufgearbeitet. Das vorliegende Kapitel gliederte sich wie folgt:

- Es werden nationale und internationale Anforderungen und Erfahrungen zu Schulung und Kontrolle ausgewertet.
- Es werden die Meldepflichtige Ereignisse aus deutschen Anlagen in denen Schulungen und Aufgabendurchführungskontrolle eine Rolle spielen ausgewertet.
- Es wird ein Überblick über Ansätze gegeben, die im nicht-nuklearen Bereich entwickelt worden sind, um Planung, Durchführung, Kontrolle und Evaluation der Bearbeitung komplexerer Aufgaben zu unterstützen. Betrachtet werden Projektmanagement und Projektorganisation im nicht-nuklearen Regelwerk (z. B. ISO-Normen) sowie der „Balanced Scorecard“ (BSC) Ansatz.

#### **3.1 Nationale und internationale Anforderungen und Erfahrungen zu Schulung und Kontrolle**

Die Darstellung ist nach den Quellen gegliedert, in denen Anforderungen und Erfahrungen recherchiert worden sind.

##### **3.1.1 Erkenntnisse aus Vorgängerprojekten**

Dem Arbeitsprogramm entsprechend sind Erkenntnisse aus Projekten zur Prüfung der Wirksamkeit integrierter Managementsysteme /GRS 15a/, zur Erfassung und Beurteilung der Sicherheitskultur /GRS 15/ und zur Förderung der Sicherheitskultur /GRS 16/ zusammenzufassen, soweit sich diese Erkenntnisse auf Schulung und Kontrolle beziehen. Ein gemeinsames Fazit wird im Anschluss an die Präsentation der Erkenntnisse aus diesen drei Quellen gezogen.

Schulung und Kontrolle der Aufgabendurchführung werden in der Methode für die Beurteilung der Wirksamkeit eines Managementsystems unterschiedlich breit und systematisch behandelt /GRS 15a/. Zum besseren Verständnis ist ein Überblick über die Hauptmerkmale der Methode zu geben: Die Methode unterscheidet neun Aufgabenfelder („Themenblöcke“), für die das Unternehmen im Managementsystem geeignete Prozesse

vorzusehen hat. Pro Themenblock stellt die Methode einen Indikatorsatz und einen Fragenkatalog bereit. Der Indikatorsatz ist für die Beurteilung vorgesehen, inwieweit die Prozesse, die zu einem Themenblock gehören, wirksam sind. Bei der konkreten Festlegung der Prozesse haben die Unternehmen Gestaltungsspielräume. Deshalb sind die Indikatoren für den Themenblock definiert und gelten folglich für jeden Prozess, mit dem das Unternehmen den Themenblock berücksichtigt. Der Fragenkatalog unterstützt die Beschaffung der Informationen, die der Anwender für die Ermittlung der Indikатораusspragungen benötigt. Jede Frage ist mit „ja“, „nein“ oder „keine Angabe“ zu beantworten. Pro Themenblock ist ein Gesamturteil abzugeben. Der Beurteiler kann das Managementsystem eines Unternehmens in Bezug auf den jeweils betrachteten Themenblock als „herausragend“, als „wirksam“ oder als „defizitär“ einstufen. Die Eintragung dieser Beurteilungsergebnisse in ein Schaubild ermöglicht einen schnellen Überblick über den Stand des Managementsystems insgesamt.

„Qualifikation und Schulung“ ist ein Themenblock, für den Bereich der Kontrolle ist dagegen kein eigener Themenblock vorgesehen (/GRS 15a/, S. 20). Tab. 3.1 führt den Fragenkatalog zu Qualifikation und Schulung im Wortlaut auf (/GRS 15a/, Anhang E.7). Die Fragen zur Schulung zielen auf die Klärung von Aspekten ab, die sich teils auf Schulungen im Allgemeinen, teils auf Schulungen im Bereich der Informationstechnologie (IT) beziehen. Gegenstände der allgemeinen Fragen sind das Vorhandensein von Know-how-Transferprozessen, die Vermittlung sicherheitsrelevanter Grundhaltungen, die Prüfung der Wirksamkeit von Schulungsprogrammen, die Berücksichtigung von Anlagenänderungen in den Schulungsprogrammen und die Anpassung der Schulungen des Fremdpersonals an diejenige des Eigenpersonals. Schulungen im IT-Bereich betreffen Aspekte der Aktualisierung des Kenntnisstandes der IT-Mitarbeiter beziehungsweise der Vermittlung und Prüfung der Kenntnisse über die IT-Richtlinien des Unternehmens bei Fremdpersonal. Zu sonstigen Bereichen des Fachwissens sind keine Fragen vorgesehen. Schulungsbezogene Indikatoren sind (1) die Anzahl meldepflichtiger Ereignisse mit Fehlhandlungen oder Unzulänglichkeiten, die auf die Schulung beziehungsweise die Organisation der Schulung zurückzuführen sind, (2) der Aufwand in Stunden für die Schulung des Fachkundepersonals und (3) die Quote der Mitarbeiter, die an Schulungen zur Sicherheitskultur teilnehmen (/GRS 15a/, S. 105).

**Tab. 3.1** Fragenkatalog der Methode zu Qualifikation und Schulung /GRS 15a/

Nr.	Frage
1	Werden Qualifikationsanforderungen an das Personal erfasst und laufend fortgeschrieben?
2	Werden die erforderlichen Kapazitäten im Hinblick auf Anzahl Eigenpersonal und die Qualifikation des Eigenpersonals ermittelt, dokumentiert, regelmäßig überprüft und fortgeschrieben?
3	Gibt es Maßnahmen, so dass die ausreichende Verfügbarkeit von fachkundigem Personal gewährleistet ist?
4	Gibt es Prozesse, die gewährleisten, dass ein Know-how Transfer zwischen den Mitarbeitern erfolgen kann?
5	Wird bei Schulungsprogrammen eine stets sicherheitsorientierte Grundeinstellung vermittelt?
6	Werden Schulungsprogramme auf ihre Wirksamkeit hin überprüft und ggfs. verbessert?
7	Werden Änderungen in der Anlage in das Schulungsprogramm (bspw. Simulator) mit aufgenommen?
8	Werden die Qualifikationen, die Kenntnisse und die Schulungen von Fremdpersonal entsprechend den Tätigkeiten an die Qualifikationen, die Kenntnisse und die Schulungen des Eigenpersonals angepasst?
9	Stehen ausreichende Ressourcen für Qualifikationsmaßnahmen der Qualitätsmanagement-Abteilung bereit?
10	Werden die Prozessbeteiligten im Hinblick auf die Prozessdokumentation und insbesondere auf die Schnittstellen zu anderen Prozessen geschult?
11	Werden die Mitarbeiter und die Führungskräfte hinsichtlich der IT-Sicherheit regelmäßig geschult und auf aktuelle Bedrohungsmechanismen hingewiesen?
12	Werden die IT-Mitarbeiter regelmäßig hinsichtlich neuer Erkenntnisse und Techniken geschult?
13	Wird das Fremdpersonal entsprechend der IT-Richtlinien geschult und überprüft?

Die Methode geht generell nicht näher auf die Kontrolle der Aufgabendurchführung ein, nur im Themenblock „Instandhaltung“ ist Information zu der Frage zu sammeln, ob die Aufsichtsführenden vor Ort die Kenntnisse haben, um die ordnungsgemäße Ausführung der Arbeiten beurteilen zu können (/GRS 15a/, S. 115). Diese Frage bezieht sich auf eine Voraussetzung für die Wahrnehmung der Kontrollfunktion durch Aufsichtführende vor Ort.

Schulung und Kontrolle der Aufgabendurchführung werden in der Methode für die Erfassung der Sicherheitskultur durch Aufsichtsbehörden (MESKA) /GRS 15/ teils direkt, teils indirekt berücksichtigt. Die Methode fordert (/GRS 15/, S. 28-29): „Führungskräfte aller Ebenen der Unternehmenshierarchie sollen in ihren jeweiligen Zuständigkeitsbereichen ...“

- a) „... Kompetenz, Handeln und Leistung der Geführten unvoreingenommen beurteilen und geeignete Weiterentwicklungsmöglichkeiten eröffnen.“
- b) „... durch das eigene zuverlässige, auf Sicherheit gerichtete Handeln Vorbild der Geführten sein.“
- c) „... zuverlässiges, auf Sicherheit gerichtetes Handeln der Geführten auch vor Ort wirksam überwachen und, falls erforderlich, unterstützend oder berichtigend eingreifen.“
- d) „... Erkenntnisse aus Äußerungen der Geführten (Fragen, Bedenken, Berichte, Vorschläge usw.), Betriebserfahrung, eigenen Beobachtungen und anderen Quellen zeitnah für Vorkehrungen nutzen, die Sicherheit und Zuverlässigkeit erhöhen.“

Man beachte, dass mit Ausnahme der Unternehmensleitung jede Führungskraft einer anderen unterstellt und damit Geführter im Sinne der Forderungen ist (/GRS 15/, S. 18).

Die in a) genannten Weiterentwicklungsmöglichkeiten der Qualifikation können neben der Veranlassung oder Durchführung von Schulungen durch die Führungskraft auch die Betrauung mit Aufgaben sein, deren Bearbeitung darauf abzielt, Können und Erfahrung des Ausführenden zu entwickeln (Lernen durch Tun, Training on the Job). Das vorbildliche Verhalten b) fällt unter Schulung, weil Führungskräfte dadurch zeigen und lehren, welches Handeln sie von den Geführten erwarten. Forderung c) bezieht sich auf die Kontrolle der Aufgabendurchführung, ohne näher auf die Arten der Kontrolle z. B. nach dem Vier-Augen-Prinzip einzugehen. Die in d) genannten Vorkehrungen können auch aus Schulungen und (oder) Kontrollen der Aufgabendurchführung bestehen. Sieht man von Punkt c) ab, spricht die Methode MESKA Schulungen und Kontrollen also nicht explizit an, sondern subsumiert sie unter übergreifende Vorkehrungen der Personalentwicklung, der Vorbildfunktion und der lernenden Organisation.

Die Forderungen a) bis d) sind Teil eines Gesamtsystems aus insgesamt siebzehn Forderungen, wie Führungskräfte zur Sicherheitskultur beitragen. Dieses System deckt die wesentlichen Aspekte der Sicherheitskultur ab (/GRS 15/, S. 13 ff.). Zu jeder Forderung

werden beispielhaft konkrete Aktionen und Vorkehrungen auch in Bezug auf Schulung und Kontrolle aufgezählt, auf die der Anwender von MESKA achten sollte, wenn er die Erfüllung beziehungsweise Nicht-Erfüllung einer Forderung beurteilt. (/GRS 15/, S. 56 ff.).

Der Themenkomplex Schulung ist im Prozess zur Förderung der Sicherheitskultur aus einem weiteren Vorgängerprojekt als eigener Förderungsschwerpunkt berücksichtigt worden (/GRS 16/. Sicherheitskultur umfasst die Gesamtheit der Eigenschaften und Verhaltensweisen innerhalb eines Unternehmens und beim Einzelnen, die dazu dienen, dass die nukleare Sicherheit als eine übergeordnete Priorität die Aufmerksamkeit erhält, die sie aufgrund ihrer Bedeutung erfordert (/BMU 12/, Begriffsbestimmungen). Der Einzelne muss die sicherheitskulturell relevanten Eigenschaften und Verhaltensweisen des Betreiberunternehmens vermittelt bekommen und für sein Handeln verinnerlichen. Der Förderungsprozess sieht als einen Förderungsschwerpunkt „Lehren und Lernen“ vor. Lehren und Lernen zielen im Förderungsprozess primär auf die Vermittlung sicherheitskulturell relevanter Eigenschaften und Verhaltensweisen ab (/GRS 16/, S. 74 ff.). Die Beschreibung des Vorgehens bei der Förderung nennt aber Faktoren, die Lehren und Lernen generell fördern und deshalb über die Vermittlung der Sicherheitskultur hinaus Gültigkeit haben (/GRS 16/, S. 76-77). Diese Punkte sind nachfolgend wiedergegeben beziehungsweise zusammengefasst:

- Lehren und Lernen hängen von der Motivation und den Emotionen der Beteiligten ab: (1) Lehr- beziehungsweise Lerninhalte müssen zu Selbstbild und Motiven der Person passen. (2) Spaß, Erfolgserlebnisse und die Erfahrung des Kompetenzzuwachses fördern das Lernen. (3) Beurteilen die Lernenden die Lehrperson positiv, so fördert dies das Lernen. Analoges gilt auch für die Beurteilung der Lernenden durch die Lehrpersonen. (4) Die Lernenden haben Nutzen und Notwendigkeit des Lernens einzusehen. (5) Lernerfolg besteht auch in der erfolgreichen praktischen Anwendung des Gelernten. Der Übergang vom Lernen zur praktischen Anwendung ist so zu gestalten, dass Unsicherheiten, Ängste und Stress eine möglichst geringe Rolle spielen.
- Bei der Interaktion mit den Lernenden sollte die Lehrperson (1) an Vorwissen und Erfahrungen der Lernenden anknüpfen, (2) Praxisbeispiele zur besseren Vermittlung abstrakten Wissens einsetzen, (3) zutreffende Rückmeldungen zum Lernfortschritt geben und diesen Fortschritt anerkennen sowie (4) Gelerntes mit konsistenten Folgen in Bezug auf Rückmeldung und Anerkennung wiederholen und einüben lassen.



- Es sind geeignete menschliche, technische und organisatorische Rahmenbedingungen zu schaffen. Man denke unter anderem an die Berufung qualifizierter Lehrpersonen, die Bereitstellung geeigneter Lehrmittel und Lernmaterialien sowie ausreichend lange Zeitspannen für Unterricht, Einübung und Nachbereitung.

Unter die Schulung fällt auch das vorbildliche Verhalten der Führungskräfte, denn es zeigt den Untergebenen, welches Verhalten korrekt ist (/GRS 16/, S. 63).

Kontrollschritte sind Teil des Lehrens und Lernens, denn nur sie erbringen die Informationen, durch die Lehrerfolg, Lernfortschritt und Erreichung des Lehrziels durch die Lehrenden, aber auch durch die Lernenden selbst überprüfbar sind. Die Beschreibung des Förderungsschwerpunktes „Lehren und Lernen“ geht auf diesen Kontrollaspekt aber nicht weiter ein.

Der Prozess zur Förderung der Sicherheitskultur sieht als weiteren Förderungsschwerpunkt die Ausgestaltung des Systems aus Menschen, Technik und Organisation vor (/GRS 16/, S. 71). In den Strukturen und Prozessen der Organisation sind auch Kontrollen vorzusehen (z. B. /KTA 17/, 4.2.3 (11)). Die Ausführungen zum Förderungsschwerpunkt gehen darauf aber nicht näher ein.

Fasst man die Resultate der betrachteten Vorgängerprojekte zusammen, so gilt: (1) Es bleibt offen, wie Schulungen des Fachwissens und Kontrollen der Aufgabendurchführung konkret auszugestalten und auf ihre Wirkung zu überprüfen sind. (2) Die Liste lernförderlicher Faktoren gilt nicht nur für Vermittlung und Erwerb sicherheitskulturell wichtiger Kenntnisse und Verhaltensweisen, sondern auch für die Schulung des Fachwissens. Somit sind in den übrigen Quellen, deren Recherche die vorliegende Untersuchung vorsieht, konkretere Vorgehensweisen für Schulungen des Fachwissens und Kontrollen der Aufgabendurchführung sowie Faktoren für die erfolgreiche Durchführung der Vorgehensweisen und Ansätze für die Wirksamkeitsprüfung zu recherchieren.

### **3.1.2 Anforderungen des deutschen kerntechnischen Regelwerks**

Zur Schulung des Kernkraftwerkspersonals stellt das deutsche kerntechnische Regelwerk Anforderungen an Ziele, Prozesse, Programme, Inhalte und Methoden, Zeitaufwand, Mittel und Aktualisierung der Schulung sowie an die Qualifikation der Schulenden und an unternehmensinterne Beurteilungen des Schulungserfolgs.

Im Einzelnen:

- Schulungsziele haben Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Einstellung zu sicherheitsgerechtem Handeln und Sozialkompetenz zu sein /BMU 12/, /KTA 17/. Methodenkompetenz bedeutet, in der Lage zu sein, zielorientiert und sachgerecht Informationen zu sammeln, Wissen zu nutzen, Probleme zu lösen und Entscheidungen zu treffen (/DEH 17/, S. 18). Das Schulungsziel der Einstellung zum sicherheitsgerechten Handeln wird mit Blick auf die Tätigkeit der Schulungsteilnehmer präzisiert: „Das Schulungsprogramm und die durchzuführenden Maßnahmen sind so zu gestalten, dass ... jedem Stelleninhaber die Relevanz und Wichtigkeit seiner Tätigkeit bezüglich des sicheren Betriebs vermittelt wird“ (/KTA 17/, 5.9 (8)). Bei Führungskräften ist die Führungskompetenz zu entwickeln (/KTA 17/, 5.9 (3)). Speziell für den Notfallschutz sind dem Personal der Anlage und der zugezogenen externen Organisationen das Wissen und die Kenntnisse zur Bewältigung ihrer Aufgaben unter Notfallbedingungen zu vermitteln (/KTA 17/, 5.8 (10)). Für die Schulung des Fremdpersonals gilt als Zielsetzung: „Die Qualifikation, die Kenntnisse und die Schulung des Fremdpersonals sind entsprechend den arbeitsspezifischen Anforderungen des für vergleichbare Tätigkeiten eingesetzten Eigenpersonals anzupassen“ (/KTA 17/, 5.9 (15)).
- Im Integrierten Managementsystem ist ein Prozess für Qualifikation und Schulung vorzusehen und zu regeln /BMU 12/. „Die Abwicklung des Schulungsprogramms ist auf die betrieblichen Anforderungen abzustimmen“ (/KTA 17/, 5.9 (5)).
- „Zum Aufbau und Erhalt der geforderten Qualifikation und Kenntnisse sind Schulungsprogramme (Schulungen, Training, Selbststudium etc.) zu entwickeln und durchzuführen, die auf die spezifischen Bedürfnisse der Organisation und des Einzelnen zugeschnitten sind“ (/KTA 17/, 5.9 (5)). Für den Notfallschutz ist zur Erreichung des oben genannten Schulungsziels ein Notfall-Schulungsprogramm zu erstellen (/KTA 17/, 5.8 (10)). Das Betreiberunternehmen hat für die Schulung des verantwortlichen Schichtpersonals (Schichtleiter, Schichtleitervertreter, Reaktorfahrer) ein Dreijahresprogramm zu erstellen und den Genehmigungs- oder Aufsichtsbehörden vorzulegen /BMU 13/.
- Anforderungen allgemeiner Art an Schulungsinhalte ergeben sich aus den oben genannten Schulungszielen. Ferner gilt: „Betriebserfahrungen aus der eigenen Anlage und relevante Erfahrungen aus anderen Anlagen sind im Schulungsprogramm zu

berücksichtigen. Dabei sind Ursachen für Vorkommnisse und durchgeführte Korrekturmaßnahmen zu vermitteln“ (/KTA 17/, 5.9 (9)). Alle in der Anlage tätigen Personen sind auf den Gebieten Arbeitsschutz, Betriebskunde, Brandschutz und, soweit sie im Kontrollbereich arbeiten, Strahlenschutz zu schulen (/KTA 17/, 5.9 (10)). Mögliche Fehler bei Vorsorgemaßnahmen und Auswirkungen dieser Fehler sind bei der Schulung des Personals zu berücksichtigen /BMU 12/. Wesentlich detailliertere Anforderungen an Inhalte und Methoden der Schulung enthalten die einschlägigen Richtlinien des Handbuchs Reaktorsicherheit und Strahlenschutz (/BAS 21/, Abschnitt 3). Die Richtlinien beziehen sich auf das verantwortliche Schichtpersonal (Schichtleiter, Schichtleitervertreter, Reaktorfahrer) und das verantwortliche Personal (Leiter der Anlage, Hauptbereitschaftshabende, Fach- und Teilbereichsleiter, Ausbildungsleiter, Leiter der Qualitätssicherungsüberwachung und kerntechnische Sicherheitsbeauftragte). Das verantwortliche Schichtpersonal hat breit gefächerte theoretische Schulungen zu durchlaufen, in der die Lerninhalte aus der Grundlagenausbildung, technische und regulatorische Änderungen sowie Betriebserfahrungen zu behandeln sind (zu den teils sehr detaillierten Anforderungen siehe: /BMU 13/, /BMU 12b/. Zur praktischen Schulung des verantwortlichen Schichtpersonals werden unter anderem gefordert: (1) das Durchsprechen von angenommenen und aufgetretenen Betriebsstörungen (anomaler Betrieb), Störfällen und sonstigen sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignissen und (2) Kurse an einem geeigneten Simulator (Details zu diesen und weiteren praktischen Schulungen siehe: /BMU 13/). Als Schulungsmethoden fordert die Richtlinie: Vorträge und Seminare mit anschließender Fachdiskussion aller Beteiligten, praktische Wiederholung am Arbeitsplatz, Kurse an anlagenspezifischen Simulatoren, Durchführung von Tätigkeiten nach bestehenden Notfallanweisungen (soweit möglich) und Selbststudium bei Tätigkeiten (wie z. B. der Vorbereitung einer Revision), die sich zur Erhaltung der Fachkunde besonders eignen (Näheres dazu siehe: /BMU 13/). Das verantwortliche Personal hat Schulungen zu durchlaufen, um die für den Aufgabenbereich jeweils erforderlichen Kenntnisse laut Richtlinie für den Fachkundenachweis von Kernkraftwerkspersonal zu erhalten, zu vertiefen und zu aktualisieren (im Einzelnen: /BMU 13/, /BMU 12c/). Weitere Schulungen des verantwortlichen Personals haben sich auf die Ausübung der jeweiligen Tätigkeit und die Wahrnehmung der zugehörigen Verantwortung zu beziehen /BMU 13/. Die einschlägigen Schulungsmethoden sind externe und interne Lehrveranstaltungen, Kurse an anlagenspezifischen Simulatoren, Fachgespräche mit Behörden, Gutachtern und Herstellern, die Weiterbildung zu Vorkehrungen für unvorhergesehene Ereignisabläufe, sonstige Maßnahmen zum Fachkundeerhalt, die eigene Lehrtätigkeit und

schließlich die Mitarbeit in regelsetzenden Gremien und anderen Fachausschüssen /BMU 13/. Für Kernkraftwerke ohne Berechtigung zum Leistungsbetrieb entfallen die Anforderungen zu Schulungen an anlagenspezifischen Simulatoren (Näheres siehe: /BMU 13b/). Das Erlöschen der Betriebsgenehmigung führt zum Übergang vom Leistungsbetrieb in den Nachbetrieb.

- Das Regelwerk legt für das verantwortliche Schichtpersonal und das verantwortliche Personal Zeitaufwände in Schulungsstunden fest /BMU 13/. Diese Aufwände sind für Anlagen im Nachbetrieb angepasst worden (Näheres siehe: /BMU 13b/).
- Schulungseinrichtungen und Schulungsmethoden sind zeitnah auf den aktuellen Stand zu bringen (/KTA 17/, 5.9.(7)). Dies gilt insbesondere für anlagenspezifische Simulatoren und Schulungsunterlagen im Zuge von Anlagenänderungen (/KTA 17/, S. 11). Bei Anlagenänderungen ist ein eventueller Bedarf an Schulungen zu ermitteln, der während und nach der Änderung erforderlich ist (/KTA 17/, S. 11). Ähnliches gilt für Änderungen der Organisation (/KTA 17/, S. 11).
- Als Mittel sind für die Schulung des Betriebspersonals adäquate Einrichtungen einschließlich eines repräsentativen Anlagensimulators zu nutzen (/KTA 17/, 5.9 (7)). Das Regelwerk sieht speziell für umfangreichere Instandhaltungsarbeiten an schwer zugänglichen Stellen des Kontrollbereichs oder an Stellen mit hoher Ortsdosisleistung die Möglichkeit einer Schulung an 3D-Raum- und Systemdarstellungen, Fotografien, Fotodokumentation (mit Vergleichsmaßstab), Montageanleitungen in Form audiovisueller Aufzeichnungen sowie Explosionszeichnungen oder Modellen vor (/KTA 17a/, S. 7) vor.
- Für die Qualifikation der Schulenden gilt die Anforderung: „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 17/, 5.9 (14)).
- Das Regelwerk enthält Anforderungen an die unternehmensinterne Beurteilung des Schulungsbedarfs und des Schulungserfolgs. Die Ermittlung des individuellen Schulungsbedarfs eines Mitarbeiters obliegt der jeweiligen Führungskraft. Das Schulungsprogramm und die daraus resultierenden Maßnahmen (Schulungen, Training, Selbststudium etc.) sind bzgl. ihrer Wirksamkeit und Qualität zu bewerten; ggf. sind Verbesserungsmaßnahmen einzuleiten. Weitere Anforderungen betreffen die Schulung des verantwortlichen Schichtpersonals während und nach Abschluss des Dreijahresprogramms, das für diese Schulungen zu erstellen ist: „Der Erfolg der

Maßnahmen zum Fachkunderhalt ist durch gleichmäßig über die gesamte Laufzeit des Programms verteilte Lernzielkontrollen (teilnehmerbezogen) zu überprüfen. Nach Abschluss eines Dreijahresprogramms ist der Erfolg der Gesamtmaßnahme zum Fachkunderhalt für jeden Teilnehmer durch den Ausbildungsleiter, den Teilbereichsleiter Schichtbetrieb oder den Fachbereichsleiter Betrieb zusammenfassend zu beurteilen, insbesondere hinsichtlich etwaiger erforderlicher zusätzlicher Maßnahmen zum Fachkunderhalt“ /BMU 13/.

In der vorliegenden Studie sind neben der Schulung auch Kontrollen der Aufgabendurchführung zu betrachten. Die diesbezügliche Recherche des deutschen Regelwerks hat die folgenden Resultate erbracht:

- Kontrolle und Überwachung sind keine bedeutungsgleichen, austauschbaren Begriffe, denn das deutsche kerntechnische Regelwerk versteht Überwachung als „Sammelbegriff für alle Arten einer kontrollierten Erfassung von physikalischen Größen einschließlich eines Vergleichs mit vorgegebenen Werten“ /BMU 12/. Die vorliegende Studie nutzt mit Bezug auf die Aufgabendurchführung daher konsequent den Begriff der Kontrolle. Die Ausnahme bilden Zitate, in denen die Formulierung „Überwachung der Aufgabendurchführung“ vorkommt.
- Die Festlegungen der Aufbauorganisation haben auch die zuverlässige Erfüllung „aller kraftwerksüblichen Aufgaben einschließlich der Kontroll- und Überwachungsaufgaben“ wirksam zu unterstützen (/KTA 17/, 4.1.3 (1)). Man denke z. B. an die Festlegungen zu Einsatz, Aufgaben und Befugnissen eines Aufsichtsführenden vor Ort.
- Weitere Anforderungen der Regel /KTA 17/ betreffen bestimmte Aufgaben: Werden Aufgaben extern vergeben, ist „sicherzustellen“, dass die Organisationseinheit, die für die Aufgabe verantwortlich ist, „die vergebenen Arbeiten mit der entsprechenden fachlichen Kompetenz beurteilen und kontrollieren kann“ (/KTA 17/, 4.2.3 (11)). „Bei Freischalt- und Normalisierungsmaßnahmen ist die Planung einer unabhängigen Kontrolle zu unterziehen“ (/KTA 17/, 5.2.5 (3)). Änderungen der Anlage und des Betriebs haben nach einem festgelegten Verfahren zu erfolgen und Kontrollen einzuschließen (/KTA 17/, 5.3 (1) und (2)). „Die Behandlung und Zwischenlagerung radioaktiven Abfalls sind in Abstimmung mit den Anforderungen für eine sichere Zwischenlagerung und Endlagerung (Annahmespezifikation) durchzuführen und zu kontrollieren“ (/KTA 17/, 5.12 (3)). Für Projekte gilt: Die Projektleitung hat mittels eines

Projektplans die detaillierten Anforderungen, die inhaltliche Bearbeitung, den zeitlichen Ablauf sowie Kontroll- und Überwachungsmaßnahmen festzulegen (/KTA 17/, 5.15 (5)).

- Weitere Anforderungen des Regelwerks beziehen sich auf Vorsorgemaßnahmen. Letztere sind Maßnahmen oder Einrichtungen, „bei deren Vorhandensein der Eintritt eines Ereignisses als so unwahrscheinlich nachgewiesen ist, dass er nicht mehr unterstellt zu werden braucht.“ /BMU 12/. Das Regelwerk fordert im Einzelnen: Es sind eindeutige organisatorische Vorgaben hinsichtlich Zuständigkeit und Verantwortung für die Durchführung und Kontrolle der Vorsorgemaßnahmen zu treffen. Das mit der Durchführung und der Kontrolle von Vorsorgemaßnahmen betraute Personal ist entsprechend der sicherheitstechnischen Bedeutung der Vorsorgemaßnahmen besonders zu qualifizieren. Es müssen eindeutige Ablaufprozeduren sowie Arbeitsanweisungen für die Durchführung und die Kontrolle der Vorsorgemaßnahmen vorhanden sein. Art und Anzahl der Kontrollen sind entsprechend den Vorgaben an die Zuverlässigkeit der jeweiligen Vorsorgemaßnahme festzulegen. Für die Kontrollen sind eindeutige, mess- und quantifizierbare Kriterien festzulegen. Es muss ausreichend Zeit für die Durchführung der Kontrollen der Vorsorgemaßnahmen zur Verfügung stehen. Die Durchführung und Kontrolle der Vorsorgemaßnahmen darf durch die Umgebungsbedingungen nicht beeinträchtigt sein. Die Randbedingungen, unter denen die mit der Durchführung der Vorsorgemaßnahmen betrauten Personen handeln, sind so zu gestalten, dass die Voraussetzungen für ein möglichst fehlerfreies Verhalten vorliegen /BMU 12/. Unter den zuletzt genannten Punkt fallen auch die Kontrollen des Personals. Nähere Anforderungen an die Grundsätze ergonomischer Gestaltung sind unter 3.1 (13) der Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke zu finden /BMU 12/. „Mögliche Fehler und deren Auswirkungen sind bei der Schulung des Personals zu berücksichtigen“ /BMU 12/. Diese Anforderung bezieht sich auch auf Fehler und Kontrollen.
- Die Reaktor-Sicherheitskommission geht in ihrer Stellungnahme „Aspekte der Qualitätssicherung bei wiederkehrenden Prüfungen und Instandhaltungsmaßnahmen sowie beim Einsatz von Fremdpersonal“ (06.02.2019) auf das Vier-Augen-Prinzip und Vorkehrungen gegen Täuschungen ein.
- Die Reaktor-Sicherheitskommission geht in der Stellungnahme „Bewertung der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Vermeidung der Wiederholung von Ereignissen“ (22./23.10.2019) auf die Wirksamkeitsevaluation bzw. Wirksamkeitskontrollen von

Maßnahmen ein. In dieser wurde insbesondere auf die Berücksichtigung der Unterscheidung von formativer und summativer Evaluation hingewiesen, d. h. die Evaluation während der Entwicklung, Pilotierung und Durchführung einer Maßnahme und der Evaluation zur Messung der Wirkung nach Abschluss der Maßnahme. Die Gestaltung und der Umfang der Evaluation einer Abhilfemaßnahme soll sich an der sicherheitstechnischen Relevanz orientieren. Des Weiteren soll, zur Vermeidung des Bestätigungsfehlers (Confirmation Bias), eine eindeutige Trennung zwischen dem/den Zuständigen für die Durchführung der festgelegten Maßnahme und dem/den Zuständigen für die Wirksamkeitsevaluation der Maßnahme vorgenommen werden.

- Im Stilllegungsleitfaden wird gefordert, dass Personal in allen Phasen und zeitlichen Abschnitten des Stilllegungsverfahrens bis zur Entlassung aus der atomrechtlichen Überwachung in ausreichender Zahl vorhanden ist und die erforderliche Qualifikation und Kenntnis aufweist /BMU 16/. In dieser wird auch auf Anpassungen an die Fachkunde eingegangen. So werden Anpassungen an die Fachkunde für Kernkraftwerke ohne Berechtigung zum Leistungsbetrieb vom Anlagenzustand und insbesondere davon bestimmt, in welchen Mengen sich noch Kernbrennstoffe in der Anlage befinden. Für den Fachkunderhalt sind auch Erkenntnisse aus der Betriebserfahrung beim Rückbau vergleichbarer Anlagen zu vermitteln. Des Weiteren sollen auch folgende Themen verstärkt vermittelt werden: Abbauspezifische Kenntnisse bzgl. Methoden des Abbaus, Dekontaminationsverfahren, Brandschutz, Verhinderung der Ausbreitung/Verschleppung radioaktiver Stoffe und die Behandlung der Stoffe (Stoffverwertung, Konditionierung radioaktiver Abfälle, Grenzwerte und Verfahren zur Freimessung) /BMU 16/.
- In den ESK Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen /ESK 15/ wird darauf hingewiesen, dass vorbereitend auf den Stilllegungsbetrieb die Qualifizierung des Personals für die Stilllegung sicher zu stellen ist. Anpassungen an den Kompetenzerhalt und -aufbau sind daher erforderlich. Fremdpersonal muss ebenfalls für Tätigkeiten mit der Stilllegung einer kerntechnischen Anlage qualifiziert sein. Des Weiteren ist eine hohe Motivation des Personals sicherzustellen. Die Durchführungen von Tätigkeiten müssen überprüft werden und Verbesserungsmöglichkeiten ermittelt werden (insbesondere bei solchen Maßnahmen des Stilllegungsbetriebs, welche im Verlauf des Abbaus wiederholt durchzuführen sind) /ESK 15/.

Aus dieser Übersicht lässt sich das folgende Fazit ziehen: Regelwerksanforderungen an die Schulung beziehen sich auf die Einrichtung eines Schulungsprozesses, Ziele, Inhalte, Teilnehmer, Arten, Mittel, Einrichtungen, Zeitaufwände, die Erstellung von Schulungsprogrammen, die Qualifikation der Schulenden, die Ermittlung des Schulungsbedarfs, die Beurteilung des Schulungserfolgs sowie eine systematische Evaluierung und Aktualisierung der Schulung. Einen deutlichen Schwerpunkt bilden Ziele und Inhalte der Schulung des verantwortlichen Schichtpersonals und des verantwortlichen Personals, wobei nicht nur die Fachkompetenz, sondern auch Führungs- und Sozialkompetenz abzudecken sind. Die Liste der Schulungsmethoden ist umfassend und reicht von Unterricht, Vorträgen und Seminaren über Übungen an Simulatoren und am Arbeitsplatz bis hin zu Selbststudium und Mitwirkung in Gremien. Sieht man von der Fachkunde ab, sind die Anforderungen meist recht allgemeiner Art. Das deutsche kerntechnische Regelwerk fordert Kontrollen in der Aufbau-, Ablauf- und Projektorganisation und für Aufgaben in den Bereichen der Qualitätssicherung bei Fremdleistungen, der Freischaltung, der Behandlung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle sowie der Vorsorgemaßnahmen gegen Ereignisse vorzusehen. Die Regelwerksanforderungen lassen offen, um welche Art der Kontrolle (wie z. B. Überprüfung von Unterlagen oder Überwachung nach dem Vier-Augen-Prinzip) es sich handelt. Das Regelwerk deckt Kontrollen also umfassend und generisch ab.

### **3.1.3 Das Schrifttum der IAEA zu Schulung und Kontrolle der Aufgabendurchführung**

Das Regelwerk der IAEA ist wie eine Pyramide aufgebaut. An der Spitze stehen die grundlegenden „Safety Fundamentals“ IAEA Safety Standards SF-1. Sie weisen dem Betreiber die Verantwortung für das Vorhandensein und den Erhalt der erforderlichen Kompetenzen wie auch für ein angemessenes Training der Mitarbeiter zu (/IAE 06/, S. 6). Auf Kontrollen der Aufgabendurchführung gehen die „Safety Fundamentals“ nicht ein.

Die nächsttiefere Stufe der Regelwerkspyramide sind die General Safety Requirements (GSR, bes. Part 2 und Part 6). Im GSR Part 2 „Leadership and Management for Safety“ /IAE 16/ werden folgende Aspekte zu Schulungen dargelegt:

- Eine Aufgabe der Unternehmensleitung besteht darin, Anforderungen an die Kompetenz der Mitarbeiter aller Ebenen festzulegen und für die Durchführung des erforderlichen Trainings oder anderer Maßregeln zu sorgen, mit denen die Mitarbeiter die



erforderliche Kompetenz erwerben können. Die Wirksamkeit der Kompetenzvermittlung ist zu überprüfen (/IAE 16/, S. 12, Eintrag 4.23, siehe auch:/IAE 08/, S. 41, Eintrag 4.2).

- Das Unternehmen muss Mitarbeiter haben, die zum Eigenpersonal gehören und auf folgenden Gebieten kompetent sind: (1) Führung, (2) Pflege und Erhalt der Sicherheitskultur und (3) Kenntnisse, um die sicherheitsrelevanten menschlichen, technischen und organisatorischen Faktoren der Anlage beziehungsweise der Arbeit zu verstehen (/IAE 16/, S. 12, Eintrag 4.24). Diese Kompetenzen dürfen also nicht auf externe Dienstleister ausgelagert werden, sie müssen im Haus vorhanden sein.
- Ein Training soll den Mitarbeitern die relevanten Vorgaben des Managementsystems vermitteln (/IAE 16/, S. 12, Eintrag 4.26).
- Kontrollen der Aufgabendurchführung durch Aufsichtführende werden nicht angesprochen.

Ein eigener Teil der General Safety Requirements bezieht sich auf die administrativen und technischen Aktivitäten, die darauf abzielen, dass die Anlage teilweise oder ganz aus der atomrechtlichen Aufsicht entlassen wird (/IAE 18/ Eintrag "Decommissioning"). Es wird gefordert, dass Personen, die Aufgaben in diesem Bereich ausführen, dafür qualifiziert und trainiert sein müssen (/IAE 14/, S. 11, Eintrag 4.4). Diese allgemeine Anforderung wird in weiteren Teil des Regelwerks der IAEA für sicherheitsrelevante Aufgaben präzisiert, die einer völligen oder partiellen Entlassung des Unternehmens aus der atomrechtlichen Aufsicht vorausgehen müssen:

- In Abhängigkeit von der Aufgabenkomplexität sind der Bedarf an Training und an Kontrollen der Aufgabendurchführung zu bestimmen (/IAE 18a/, S. 20, Eintrag 4.2).
- Der Betreiber soll in allen Unternehmen, die an einschlägigen sicherheitsrelevanten Aufgaben mitwirken, für ein angemessenes Training des Personals und eine ebensolche Kontrolle der Aufgabendurchführung durch das Personal sorgen (/IAE 18a/ S. 22, Eintrag 4.10).
- Für das Training soll der Betreiber ein umfassendes Programm entwickeln und umsetzen. Dieses Programm hat den sicherheitsrelevanten Besonderheiten der anstehenden Aufgaben Rechnung zu tragen und alles Eigen- und Fremdpersonal mit solchen Aufgaben einzuschließen. Optionen für Trainingsmethoden sind mündliche

Einweisungen, praktische Übungen, Unterricht, Kurse und, im Bedarfsfall, ein spezielles Training unter Nutzung von Nachbauten, Modellen oder Simulatoren. Selten anstehende Aufgaben können ein Training zur Wiederauffrischung erfordern (/IAE 18/, S.23, Einträge 4.14 und 4.15).

- Allem Eigen- und Fremdpersonal sollen Grundkenntnisse zu Strahlenschutz und Sicherheit vermittelt werden, wenn es diese Kenntnisse nicht nachweisen kann. Weitere Trainingsinhalte sollen aufgabenabhängig festgelegt werden. Die Liste der vorgesehenen Themen reicht von der Auslegung der Anlage bis zur Bewältigung von Ereignissen (Näheres dazu siehe: /IAE 18a/, S. 23-24, Eintrag 4.16).
- Der Trainingsbedarf soll bestimmt, dokumentiert und den Fremdfirmen bekannt gegeben werden. Fremdpersonal hat vor Aufnahme zugewiesener Arbeiten zu zeigen, dass es für diese Aufgaben angemessen trainiert ist (/IAE 18a/, S. 24, Eintrag 4.17).
- Es soll Einweisungen in die Aufgaben geben. Je komplexer die Aufgabe ist, desto regelmäßiger sollen die Einweisungen erfolgen. Diese Einweisungen haben die doppelte Funktion, (1) Wissen zu vermitteln beziehungsweise wiederaufzufrischen und (2) dem Aufsichtführenden die Gelegenheit zu geben, den Wissenstand der Ausführenden in Bezug auf Zweck und Rahmenbedingungen der anstehenden Aufgabe und im Hinblick auf einschlägige Regeln und Richtlinien zu kontrollieren (/IAE 18a/, S. 26, Eintrag 4.26).
- Erfahrungen aus den durchgeführten Aufgaben sollen auch mit dem Ziel ausgewertet werden, bestmögliche Gelegenheiten für das Lernen zu bestimmen (/IAE 18a/, S. 26, Eintrag 4.26). Aus diesen Erfahrungen können sich Hinweise zu Zeitpunkten und Rahmenbedingungen ergeben, die für das Lernen besonders günstig sind. Auf diese Erkenntnisse kann und soll die Einplanung des Trainings zukünftiger Aufgaben zurückgreifen.

Den General Safety Requirements sind die Safety Guides der IAEA untergeordnet. Die Anforderungen an Managementsystem und Sicherheitskultur gehen nur sehr allgemein auf das Training und die Kontrolle der Aufgabendurchführung ein:

- Training und Qualifizierung sollen einem systematischen Ansatz folgen (/IAE 09/, S. 101, Eintrag (e), S. 107, Eintrag (g)).
- Führungskompetenz ist systematisch zu entwickeln (/IAE 09/, S. 101, Eintrag (d)). Ausdrücklich genannt wird die Schulung der Fähigkeit, Veränderungen zu managen.

Führungskräfte sollen ihre Untergebenen so weit wie möglich vor Stress mit negativen Folgen bewahren. Das Regelwerk sieht die Option vor, Führungskräfte eine Schulung zur Erkennung und Prävention von Stress durchlaufen zu lassen, um sie auf diesen Teil ihrer Aufgabe vorzubereiten (/IAE 09/, S. 105, Eintrag (g)).

- Für die Aufgabendurchführungskontrolle sind vor allem die Anforderungen an Aufsichtführende („supervisor“) einschlägig: Sie sollen sich Zeit nehmen, Personal an seinem Arbeitsplatz zu beobachten, zu betreuen und darin zu bestärken, sich so zu verhalten, wie es vom Personal erwartet wird. Zu den Aufgaben der Aufsichtführenden gehört es auch, mit ihren Arbeitsgruppen häufig sicherheitsrelevante Themen zu besprechen und gute, sicherheitsbezogene Praktiken zu fördern (/IAE 09/, S. 101, Eintrag (e), S. 101, Eintrag (c), S. 104, Eintrag (e)). Aufsichtführende und weitere Führungskräfte sollen vor Ort häufige Kontrollen durchführen, um dafür zu sorgen, dass Prozeduren wie vorgesehen genutzt und eingehalten werden (/IAE 09/, S. 103, Eintrag (d)).

Mit den Dokumenten der TECDOC-Serie vermittelt die IAEA Erkenntnisse, die nicht zu den Anforderungen und Empfehlungen ihres Regelwerks zählen. Eine Sichtung zeigt, dass die Nummer 1394 dieser Serie (/IAE 04/) Informationen zu Training und Schulung von Aufgaben enthält, deren Abschluss die Voraussetzung für eine teilweise oder völlige Entlassung aus der atomrechtlichen Aufsicht bildet. Es folgt eine Zusammenfassung dieser Informationen, soweit sie über den Inhalt der eben behandelten Anforderungen des Special Safety Guide SSG-47 hinausgehen.

Erfahrungen aus der Praxis belegen, wie wichtig es ist, den Trainingsbedarf zu ermitteln sowie klare Ziele und Pläne für ein Trainingsprogramm zu formulieren. Dabei sind Organisationsänderungen zu berücksichtigen, die sich auf den Bedarf an Training und (oder) die Abwicklung des Trainings auswirken (/IAE 04/, S. 5).

Zur systematischen Planung eines Trainingsprogramms gehören folgende Punkte:

- Dem Personal sollen die Besonderheiten der Arbeitsumgebung und die Sicherheitsvorkehrungen vermittelt werden. Zudem sind regelmäßige Wiederholungen dieser vorzusehen (/IAE 04/, S. 5).
- Training an Modellen und Nachbauten hat sich als wichtig erwiesen. (/IAE 04/, S. 22).

- Einweisungen in die Aufgabe unterstützen sicheres Handeln während der Aufgabendurchführung. Bei komplexeren Aufgaben bewähren sich auch Einweisungen vor dem Eintritt in wichtige Teilaufgaben (/IAE 04/, S. 35)
- Zur Unterstützung sicheren Arbeitens sind fortlaufende Kontrollen vorzusehen und durchzuführen (/IAE 04/, S. 27). Das gilt vor allem für Fremdpersonal mit kurzzeitigeren Aufgaben (/IAE 04/, S. 47). Eine Mischform aus Kontrolle und Training besteht darin, dass dafür ausgebildete Personen mit dem Personal am Arbeitsplatz sicherheitskonforme und sicherheitswidrige Handlungsweisen durchsprechen.
- Ein Training im Bereich des Strahlenschutzes soll zumindest folgende Punkte umfassen: (1) Sicherheitsvorgaben und Arbeitserlaubnisverfahren, (2) Informationen zu Dosimetrie, (3) Plan und Vorgehen im Fall von Gefahren, (4) Vorgehen zum Melden von Sachverhalten, die mit Sicherheit und (oder) Qualität unvereinbar sind, und (5) Gebrauch von Überwachungsinstrumenten.

#### **3.1.4 Das Regelwerk der U.S. NRC zu Schulung und Aufgabendurchführungskontrolle**

Als Quellen dienen das „Human Factors Engineering Program Review Model (NUREG-0711), /NRC 12/ und Anleitungen für Aufsichtsbeamte („Inspection Procedures“ und „Inspection Manual“,/NRC 21/). Das Dokument NUREG-0711 stellt grundlegende Anforderungen dar. Die Anleitungen für die Aufsichtspraxis gehen von diesen Anforderungen aus und unterstützen die Aufsichtsbeamten der U.S. NRC (im Folgenden auch „Inspektoren“) bei der konkreten Beurteilung, inwieweit die realen Gegebenheiten und Praktiken in einem Betreiberunternehmen den Anforderungen entsprechen. „Training“ dient nachfolgend als Synonym für „Schulung“, um die Auffindung einschlägiger Anforderungen in den genutzten Quellen zu erleichtern.

Der Leitfaden NUREG -0711 berücksichtigt das Training als integralen Teil des Prozesses, den das Design eines Systems aus Menschen, Technik und Organisation zu durchlaufen hat (/NRC 12/, Kapitel 10). Im Designprozess ist das Training in enger, wechselseitiger Abstimmung mit den übrigen Designmerkmalen zu entwickeln. Zu letzteren zählen insbesondere der Automatisierungsgrad der technischen beziehungsweise sicherheitstechnischen Abläufe, die Prozeduren und die personelle Besetzung (z. B. der Warte). Aus ihnen leiten sich die Personalaufgaben und damit auch der Trainingsbedarf ab. Erfahrungen aus dem Training können in das Design einfließen und zu Änderungen z. B. der Prozeduren oder der Benutzungsoberflächen führen.

Die U.S. NRC hat auch Anforderungen an das Training ihrer Inspektoren und die Durchführung trainingsbezogener Aufsichtstätigkeiten formuliert (u. a. „Inspection Procedures“ IP 71111.11, IP 71114 A6, IP 82401, IP 83523, P 86750, IP 88010, IP 95003, „Inspection Manual Chapters (IMC)“ 0609, 1245, 1246, 1248). Dieser Teil der Anforderungen bleibt nachfolgend außer Betracht, weil das vorliegende Projekt sich auf Eigen- und Fremdpersonal in Betreiberunternehmen bezieht.

Es folgt eine Übersicht über die Anforderungen an das Training des Eigen- und Fremdpersonals. Die Darstellung geht von den grundlegenden Anforderungen aus dem Dokument NUREG-0711 (/NRC 12/, Kapitel 10) aus und ergänzt sie um eventuell vorhandene, detailliertere Anforderungen, beziehungsweise Informationen aus den Anleitungen für die Inspektoren:

- Das Training hat dem Personal die Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten zu vermitteln, die es braucht, um seine Aufgaben und Verantwortlichkeiten wahrzunehmen.
- Die Entwicklung des Trainingsprogramms hat einem systematischen Ansatz zu folgen. Er umfasst als wesentliche Schritte (1) eine Analyse der beruflichen Tätigkeiten und Aufgaben, (2) die Festlegung der Lernziele in Form der Leistungen, die von den Trainierten nach Abschluss des Trainings erwartet werden, (3) die von den Lernzielen ausgehende Erstellung und Implementierung eines Trainingsprogramms, (4) die Beurteilung des Trainingserfolgs bei den Trainierten sowie (5) die Beurteilung und Weiterentwicklung des Trainingsprogramms auf der Grundlage der Leistungen der Trainierten bei der Ausübung ihrer beruflichen Tätigkeit im Unternehmen. Zum Trainingsprogramm gehören auch periodische Wiederholungen. Die „Inspection Procedure 41500“ bezeichnet diesen systematischen Ansatz auch als „Systems Approach to Training (SAT)“.
- Das Trainingsprogramm hat einzubeziehen beziehungsweise zu berücksichtigen: (1) alle Stelleninhaber, deren Handlungen sich auf die Sicherheit der Anlage auswirken können, (2) alle Systemfunktionen und Systeme, (3) alle Mensch-Maschine-Schnittstellen innerhalb und außerhalb der Warte sowie (4) alle Anlagenzustände.
- Anforderungen an die Organisation des Trainings sind die folgenden: (1) Es sind die Beiträge der Unternehmen, Dienstleister und Einrichtungen zu bestimmen und zu beschreiben, die an der Entwicklung und Implementierung des Trainingsprogramms mitwirken. (2) Der Betreiber hat auch die Qualifikationen der Unternehmen, Dienstleister und Einrichtungen und der Personen zu definieren, die an der Entwicklung

und Durchführung des Trainings beteiligt sind. (3) Betreiberseitig sind auch Mittel (z. B. anlagenspezifische Simulatoren) und weitere Ressourcen für das Training festzulegen.

- Trainingsziele sind insbesondere anhand der Informationen und Erkenntnisse aus dem Designprozess zu definieren. Einschlägige Informations- und Erkenntnisquellen sind z. B. der Sicherheitsbericht, Systembeschreibungen, Prozeduren, die Auswertung der Betriebserfahrung, die Aufgabenverteilung zwischen Technik und Personal, Aufgabenanalysen, Merkmale des Designs der Mensch-Maschine-Schnittstellen und der Arbeitsmittel, Zuverlässigkeitsanalysen und die Resultate aus der Verifikation und der Validierung des Systems oder der Anlage, die Gegenstand des Designprozesses sind. Designprozesse können Iterationen und entsprechende Anpassungen der Trainingszieldefinitionen einschließen.
- Trainingsziele sollen die folgenden Themenfelder berücksichtigen: Anlagen- und Systemverhalten, Aufbau und Nutzung der Mensch-Maschine-Schnittstellen und der Prozeduren sowie die Zusammenarbeit im Unternehmen.
- Zu den Wissensinhalten im technischen Bereich hat die U.S. NRC Zusammenstellungen für die Operateure von Druck- und Siedewasserreaktoren veröffentlicht („Knowledge and Abilities Catalogue for Nuclear Power Plant Operators“, NUREG-1122 beziehungsweise NUREG 1123, /NRC 20/, /NRC 20a/). Sie entsprechen vergleichbaren Aufstellungen des deutschen kerntechnischen Regelwerks.
- Anforderungen an das Trainingsprogramm beziehen sich auf die Trainingsmethoden (z. B. Vortrag, Übung am Simulator, Ausbildung im Zuge der Bearbeitung realer Aufgaben: „Training on the Job“), die zu behandelnden Anlagenzustände und Szenarien sowie auf den Zeitplan für das Training. Faktenwissen soll im Kontext realer Aufgaben vermittelt werden, um die Anwendung zu unterstützen. Das Training soll von dem Stand des Wissens und Könnens ausgehen, den die zu Trainierenden erreicht haben. Es soll auch Methodenkompetenz vermitteln, die Trainingsteilnehmer also befähigen, Informationen zu sammeln, Wissen zu nutzen, Informationen und Wissen zu interpretieren, um z. B. Fehler und Fehlfunktionen zu erkennen, und um korrekte Entscheidungen zu treffen.
- Zur Beurteilung des Trainings sind Methoden und Kriterien zu entwickeln. Auch soll es Festlegungen zum Vorgehen bei der Verbesserung und Aktualisierung des Trainings geben. Die „Inspection Procedure 41500“ präzisiert, dass das Training des

Personals auch unter dem Gesichtspunkt zu beurteilen ist, inwieweit das Training mit den realen Leistungsanforderungen in Einklang steht.

- Regelmäßige Wiederholungen des Trainings sind vorzusehen. Bei Anlagenänderungen hat der Betreiber den Bedarf für Änderungen zu beurteilen und zu decken.
- Die „Inspection Procedure 41501“ fordert sowohl für Personal mit Fachkundenachweis als auch für Personal ohne diesen Nachweis: (1) Es sind Aufgabenbeschreibungen zu erstellen, die den Besonderheiten der Aufgabenstellungen für unterschiedliche Positionen (z. B. Schichtleiter oder Reaktorfahrer) beziehungsweise Berufsgruppen (z. B. Mitarbeiter für die Maschinen- oder Elektrotechnik) Rechnung tragen. (2) Training und Wiederholungsschulung gehen von einer Aufgabenanalyse aus, die den Spezifika der Tätigkeit Rechnung trägt. (3) Training und Erfahrung bieten die Gewähr, Aufgaben korrekt zu erfüllen.
- Weitere Trainingsinhalte sind für Personal ohne Fachkundenachweis der Brandschutz, der Notfallschutz, die Sicherung und der Strahlenschutz („Inspection Procedure 41501“).

„Inspection Procedure 36801“ und „Inspection Procedure 36701“ gehen auch auf Qualifikation und Training des Eigen- und Fremdpersonals in endgültig abgeschalteten Anlagen ein:

- Das Training muss den Vorgaben in verschiedenen Dokumenten entsprechen. Zu letzteren zählen Lastenhefte, Organisationshandbuch, Vorschriften für die Qualitätssicherung, einschlägige Anforderungen von Seiten der Aufsicht (z. B. zur Messung der Umgebungs-dosis) und Unterlagen, die der U.S. NRC vor dem Rückbau vorzulegen sind (z. B. der Post-Shutdown Decommissioning Activities Report - PSDAR –, der das Vorgehen und den Zeitplan beschreibt).
- Der Betreiber muss beim Training einen systematischen Ansatz verfolgen (siehe oben: Systems Approach to Training – SAT). Diese Anforderung gilt insbesondere für Personal, das für die Handhabung von Kernbrennstoff und radioaktivem Abfall zertifiziert ist, beziehungsweise sicherheitsrelevante Systeme überwacht und in Stand hält. Trainingsinhalte sind unter anderem normale und abnormale Abläufe, Unfälle, Ereignisse sowie die Überwachung und Beeinflussung der Faktoren, die sich nachteilig auf die sichere Lagerung radioaktiven Materials auswirken können.

Weitere Themen des Trainings sind Sicherheitsbeurteilungen, Strahlenschutz, Abwasserüberwachung, Design- und sonstige Änderungen. Man denke bei Letzteren z. B. an Umorganisationen im Unternehmen.

- Mitarbeiter müssen weiterhin das allgemeine Training („General Employee Training – GET) zum Thema der Sicherheit von Personal und Anlage durchlaufen. Man denke zum Beispiel an das Verhalten bei Bränden oder Anforderungen des Strahlenschutzes.
- Die „Inspection Procedure 36701“ bezieht sich auf Qualifikation und Training der Personen, die Sicherheitsbeurteilungen und Reviews durchführen. Deren Qualifikation und Training hat mit den einschlägigen Vorgaben der Aufsicht in Einklang zu stehen und auf dem aktuellen Stand des Rückbaus zu sein.

Regelwerk und zugehörige Anleitungen für die Aufsichtspraxis („Inspection Procedures“) gehen auf die Kontrolle der Durchführung sicherheitsrelevanter Aufgaben, die dem Eigen- und Fremdpersonal obliegen, nicht weiter ein: Aufsichtsbeamte haben zwar zu überprüfen, inwieweit die Organisationseinheiten, die in einem Betreiberunternehmen sicherheitstechnisch wichtige Aufgaben erfüllen, effektiv arbeiten und kooperieren (Inspection Procedure 93802: Operational Safety Team INSpection (OSTI)). Es bleibt aber offen, welche Faktoren (wie z. B. das Vier-Augen-Prinzip) Aufsichtsbeamte berücksichtigen sollen, wenn sie die Effektivität der Aufgabenerfüllung und Kooperation zu beurteilen haben.

### **3.1.5 Erkenntnisse aus der französischen Fachliteratur**

Recherche und Auswertung französischer Fachliteratur haben sich auf Publikationen von Forschern konzentriert, die eng mit Organisationen im Kernenergiesektor, insbesondere dem Institut de Radioprotection et Sûreté Nucléaire (IRSN) und Électricité de France (EdF), zusammenarbeiten.

Im vorliegenden Projekt hat die Auswertung französischer Veröffentlichungen zu den Themen der Kooperation in Arbeitsgruppen einschließlich der Vermittlung aufgabenbezogenen Wissens an das Team, des Aufbaus von Kompetenz in der praktischen Arbeit (Learning by Doing, Training on the Job) und der wechselseitigen Kontrolle der Arbeiten im Team berücksichtigt.



An erster Stelle ist der Cours-d'action-Ansatz betrachtet worden, weil der Entwickler Jaques Theureau in engem Austausch mit dem IRSN gestanden hat. „Cours d'action“ kann als Ablauf oder Verlauf des Handelns übersetzt werden. Der Cours-d'action-Ansatz sieht ein detailliertes Modell für den Prozess vor, wie sich das Verständnis für Aufgaben auf Seiten der Ausführenden entwickelt und verändert. Dieses Modell dient als Leitfaden für die Beschreibung und Analyse von Aufgaben. Aus dem Modell lassen sich Empfehlungen ableiten, wie die Durchführung der betrachteten Aufgaben unterstützt werden kann. In der umfangreichen Literatur zum Cours-d'action-Ansatz bietet eine Buchpublikation aus dem Jahr 2006 eine besonders übersichtliche und immer noch aktuelle Darstellung (/THE 06//THE 06/, Kapitel 6). Sie bildet die Grundlage der nachfolgenden Ausführungen.

Die Bearbeitung einer Aufgabe wird im Cours-d'action-Ansatz als Prozess betrachtet, in dem es wesentlich darauf ankommt, wie das Individuum beziehungsweise Team die Aufgabe versteht und wie sich dieses Verständnis im Zuge der Aufgabebearbeitung entwickelt. Der Cours-d'action-Ansatz unterscheidet sich in dieser grundsätzlichen Sichtweise nicht von anderen Modellen der Bearbeitung von Aufgaben.

Anwender des Cours-d'action-Ansatzes stehen vor der Herausforderung, geeignete Informationen über das Aufgabenverständnis und die Faktoren zu gewinnen, von denen die Herausbildung und Veränderung des Aufgabenverständnisses auf Seiten des oder der Ausführenden abhängen. Zur Bewältigung dieser Herausforderungen sieht der Cours-d'action-Ansatz vor,

- für die Beobachtung, Befragung, Analyse und Beschreibung des Handlungsablaufs ein Modell mit sechs generischen Teilprozessen zu nutzen, in denen vielfältige Erkenntnisse aus der empirischen Forschung zum Handeln des Menschen und aus Anwendungen des Cours-d'action-Ansatzes berücksichtigt sind.
- das konkrete Handeln und seine Dynamik so genau wie möglich zu beobachten und die Handelnden während oder nach der Aufgabendurchführung möglichst genau erläutern zu lassen, was für ihr Handeln als Beweggrund, Information, Ziel usw. wichtig war. Dabei dient das generische Modell als Leitfaden, auf welche Punkte ein Untersuchungsteam bei den Beobachtungen und Befragungen achten soll. Details zum konkreten Vorgehen bei der Beobachtung und Befragung können in der vorliegenden Darstellung außer Acht bleiben, da es nachfolgend wesentlich darum geht, anhand der Teilprozesse herauszuarbeiten, worauf Schulungen und Kontrollen der Aufgabendurchführung eingehen beziehungsweise achten sollten.

Es folgt eine Übersicht über die sechs kognitiven Teilprozesse, auf die der Cours-d'action-Ansatz die Bearbeitung einer Aufgabe zurückführt. Man beachte: Die Bezeichnungen einzelner Teilprozesse können vertraut klingen, werden im Cours-d'action-Ansatz aber deutlich umfassender verstanden. Ein erheblicher Teil der Terminologie dieses Ansatzes stammt aus der Semiotik und ist außerhalb dieser Fachwissenschaft und ihrer Nachbardisziplinen wenig bekannt. Die nachfolgende Darstellung der Teilprozesse nutzt deshalb alltagssprachliche Umschreibungen und Beispiele, um die Bedeutung dieser Fachtermini im Rahmen des Cours-d'action-Ansatzes zu verdeutlichen. Diese Beispiele beziehen sich meist auf Schulungen und Kontrollen der Aufgabendurchführung. Diese Beispiele gehen nicht auf die zitierte Publikation, sondern auf Überlegungen im Rahmen des vorliegenden Projekts zurück, wie der Cours-d'action-Ansatz auf Schulungen und Kontrollen übertragbar ist. Die sechs Teilprozesse weisen untereinander enge Wechselwirkungsbeziehungen auf, weshalb die nachfolgende Aufzählung in Listenform nicht so missverstanden werden darf, dass die Teilprozesse in der Reihenfolge durchlaufen werden, in der sie in der Liste aufgeführt sind.

**Engagement** (/THE 06//THE 06/, S. 289-290):

Mit Engagement ist gemeint, dass aus Sicht einer Person, die sich in einer gegebenen Situation befindet, ein Handlungsbedarf besteht und dieser Bedarf sie auch dazu bewegt, aktiv zu werden. Man denke zum Beispiel an Betriebsgeräusche, die sich ungewohnt anhören und einem Rundgänger auffallen und ihn veranlassen, die betreffende Maschine einer ersten Sichtprüfung zu unterziehen und die Ergebnisse zu melden. Aus der Sicht der Person kann dieser Handlungsbedarf völlig unspezifisch sein („da stimmt doch etwas nicht“), er kann aber auch durch Wechselwirkung mit den übrigen fünf Teilprozessen des Aufgabenerfüllungsprozesses mehr oder weniger konkret sein („klingt so, als ob sich das Gestänge gelockert hat“). Ein Thema für die Schulung ist die Sensibilisierung des Personals für Veränderungen in einer Situation, die nicht unbeachtet bleiben dürfen, sondern geklärt werden müssen. In Bezug auf Kontrollen ist es unter anderem wichtig, den Bedarf an genauen Kontrollen einzusehen und entsprechend zu handeln, auch wenn der Kontrolleur aus Erfahrung weiß, dass der Kontrollierte sorgfältig arbeitet und aus Sicht des Kontrolleurs eigentlich gar keiner Kontrolle bedarf. Das Engagement bezieht sich nicht nur auf den ersten Anstoß zum Handeln. Vielmehr hat es während der gesamten Aufgabendurchführung aufrechterhalten zu werden, denn es können immer wieder Veränderungen eintreten, die zu erkennen und im weiteren Handeln zum Beispiel durch Änderung des Vorgehens oder Abbruch der Arbeiten zu berücksichtigen sind.

**System der Vorwegnahmen** („Structure d’anticipation“, /THE 06//THE 06/, S. 289-292):

In der Handlungssituation entwickelt der Handelnde aufgrund des bisherigen Ereignis- und Handlungsablaufs Erwartungen beziehungsweise Vorwegnahmen, wie sich die Situation weiter entwickeln wird und wie er auf diese Entwicklungen reagieren kann oder muss. Dieser Teilprozess überschneidet sich mit dem Bewusstsein, welche Situation vorliegt („Situation awareness“), wobei sich der Handelnde über die Art und die Merkmale der Situation mehr oder minder klar ist, sich aber auch täuschen kann. Im Vergleich zur „Situation awareness“ stellt der Cours-d’action-Ansatz deutlicher heraus, dass zu diesem Bild der Situation im Bewusstsein auch die bisherige Auseinandersetzung mit der Situation sowie ihre weitere Entwicklung und ihre, aus Sicht der Handelnden mögliche Beeinflussbarkeit durch das Handeln gehören. Dieses System an Erwartungen und Vorwegnahmen bedarf der kritischen Reflexion. Es kann diese durch eine Vielfalt von Ideen und Einfällen vorantreiben, aber auch hindern, indem bestimmte Möglichkeiten gar nicht zu Bewusstsein kommen oder außer Acht gelassen werden. Schulungen können diesen Teilprozess auf verschiedene Weisen unterstützen: Beispiele sind Fall- oder auch Vorbesprechungen, in denen die vielfältigen denkbaren Entwicklungen einer Situation umfassend vorgestellt und die Eingriffsmöglichkeiten in die Situation genau erläutert werden. Kontrolleure könnten sich auf Grund ihrer Erfahrung oder entsprechender Schulungen mehr oder minder klar und umfassend die Möglichkeiten vergegenwärtigen, welche Fehler in der zu kontrollierenden Aufgabe denkbar sind.

**Rückgriff auf Bekanntes und Gewohntes** („Référentiel“, /THE 06//THE 06/, S. 292-293):

Situation und Handlungsablauf regen Kenntnisse und Erfahrungen an, weil Situation und Handlungsablauf bekannt sind oder bisherigen Erfahrungen zu entsprechen scheinen. Als Quelle dienen das Gedächtnis des Handelnden selbst, aber auch Personen und (oder) sonstige Informationsträger, von denen der Handelnde weiß oder annimmt, dass sie ihm zweckdienliche Informationen zur Verfügung stellen können. Es liegt auf der Hand, dass es wesentlich von der Schulung, der Wiederholungsschulung und der praktischen Anwendung abhängt, wie schnell, komplett und zutreffend der Abruf dieses Wissens erfolgt. Schulungsrelevant sind aber auch fehlerförderliche Gewohnheiten, die sich herausbilden können. Man denke zum Beispiel an eine Alarmanlage, die immer wieder falsche Alarme ausgegeben hat. Das Personal könnte in solchen Situationen dazu neigen, den Alarm systematisch zu ignorieren, weil die Alarmanlage aus seiner Sicht defekt ist. Als Folge könnte ein korrekt ausgelöster Alarm fälschlich unbeachtet bleiben.

Bei einer Kontrollaufgabe könnte sich der Kontrolleur zum Beispiel ins Gedächtnis rufen, welche Fehler er bei der zu kontrollierenden Aufgabe in der Vergangenheit schon beobachtet hat oder aus Betriebserfahrungen kennt.

**Fokus auf wahrnehmbare, aus Sicht des Handelnden wesentliche Merkmale der Situation** („Representamen“, /THE 06//THE 06/, S. 293-295):

Eine Situation zeichnet sich in der Regel durch vielfältige, beobachtbare und mehr oder weniger stark vernetzte Merkmale aus. Man denke z. B. an die Symptome, die der behandelnde Arzt mit Hilfe seiner Sinnesorgane an einem Patienten feststellen kann. Art, Gewichtung und Verknüpfung dieser äußeren Symptome bilden den Ausgangspunkt für die weitere Untersuchung der Ursachen für diese Symptome. Unter dem „Representamen“ ist aber nur der äußere Befund, also die direkt beobachtbaren Anzeichen zu verstehen, auf die der Handelnde achtet, nicht aber die Diagnose der zugrundeliegenden Ursachen, die er auf der Grundlage der Befunde stellt. Das Representamen umfasst auch die vom Handelnden in der gegebenen Situation erkannten Möglichkeiten für Eingriffe in die Situation. Man denke z. B. an Stellteile, mit denen Systemzustände veränderbar sind. Stellteile gehören insofern zum Representamen, weil ihr Aufbau und ihre Gestaltung ihre Funktion mehr oder minder klar zum Ausdruck bringt. Man denke zum Beispiel an einen Regler, dessen Skala anzeigt, in welcher Richtung er bewegt werden muss, um einen Druck zu erhöhen und zu senken. Schulungen haben zu vermitteln, worauf in einer gegebenen Situation zu achten ist. Bei einer Kontrolle hängt die Wirksamkeit wesentlich davon ab, dass sie auf die aussagekräftigen, empirisch feststellbaren Merkmale fokussiert ist.

**Zusammenführung der Erkenntnisse und Erfahrungen aus der Auseinandersetzung mit der gegebenen Situation zu einem Handlungsplan** („Unité de cours d'expérience“, /THE 06/, S. 295-297):

Die bislang beschriebenen Teilprozesse schließen mehr oder minder umfassende und konkrete Erkenntnisse ein, wie auf die Situation reagiert werden kann oder muss. Diese Ideen sind zu einem Handlungsplan fortzuentwickeln. Im einfachsten Fall wird auf eine erinnerte Routine oder Prozedur zurückgegriffen, die für die gegebene Situation vorgesehen und eintrainiert worden ist. In anderen Fällen müssen die verschiedenen Ideen und Erkenntnisse genutzt werden, um unter den Handlungsoptionen eine geeignete auszuwählen oder den Plan für ein geeignetes Vorgehen zu entwickeln. Das Vorgehen zur systematischen Handlungsplanung beziehungsweise Auswahl unter Optionen kann in Schulungen einbezogen und für anstehende Kontrollen genutzt werden. Das deutsche kerntechnische Regelwerk zielt mit der Anforderung nach Entwicklung der Methodenkompetenz in diese Richtung.

**Interpretation der gegebenen Situation aus Sicht des Handelnden** („Interprétant“, /THE 06//THE 06/, S. 297-298):

Diese Interpretation kann mehr oder minder genau und zutreffend sein, was ihre Art, Ursachen, weitere Entwicklung und Beeinflussbarkeit betreffen. Es liegt auf der Hand, dass Schulungen die Kompetenz zur korrekten Diagnose und Beherrschung anstehender Situationen beziehungsweise denkbarer Ereignisabläufe zu entwickeln und zu erhalten haben. Das gilt auch für die Ausbildung von Kontrolleuren, die z. B. erkennen können müssen, inwieweit der beobachtete Ablauf einer Arbeit den Sollvorgaben entspricht oder das Eingreifen von Seiten des Kontrolleurs erfordert. Handelnde können schrittweise zur Interpretation der Situation kommen. In solchen Fällen wirkt dieser Stand der Interpretation auf die übrigen Teilprozesse zurück, indem zum Beispiel bestimmte, bisher vernachlässigte Informationen herangezogen oder Weiterentwicklungen des Ereignisablaufs für möglich gehalten werden, die bislang außer Acht geblieben waren.

Der Cours-d'action-Ansatz zeichnet sich durch das Bestreben aus, möglichst viele filigrane und auch scheinbar nebensächliche Details über die kognitiven Prozesse zu gewinnen, die während der Aufgabebearbeitung „in den Köpfen“ der Handelnden ablaufen. In der praktischen Durchführung kann dies mit einem hohen Aufwand und mit der Unsicherheit verbunden sein, inwieweit nicht beobachtbare kognitive und motivationale Prozesse erfassbar sind.

Im vorliegenden Projekt dient dieser Ansatz als Ideengeber für Merkmale, die in einer Schulung, in die Arbeitsvorbereitung oder in die Einweisung in eine Aufgabe durch Aufsichtführende vor Ort zu berücksichtigen beziehungsweise in einer Kontrollaufgabe zu beachten sind. Merkmale sind insbesondere:

- Merkmale der Situation, auf die vor und während der Aufgabebearbeitung beziehungsweise bei der Kontrolle der Aufgabendurchführung besonders zu achten und adäquat zu reagieren ist.
- die Art der Reaktion (wie z. B. die Unterbrechung oder der Abbruch der Arbeiten im Fall von Hindernissen oder Zweifeln an der Durchführbarkeit der Aufgabe),
- absehbare Entwicklungen der Situation,
- das genaue Ziel und Vorgehen, wobei Unklarheiten zu beseitigen sind,
- bei Routineaufgaben eventuell erforderliche Abweichungen vom gewohnten Verlauf, die bei der anstehenden Durchführung beachtet werden müssen (z. B. eine Kontrolle zusätzlicher Anzeigen).

Die Konkretisierung dieser Merkmale erfolgt im Zuge der Darstellung von Schulungen und Kontrollen der Durchführung von Aufgaben nach endgültiger Stilllegung eines Kernkraftwerkes (siehe Kapitel 4).

Neben Publikationen zum Cours-d'action-Ansatz sind Arbeiten von Jaques Leplat und Janine Rogalski ausgewertet worden, die im Bereich der französischen Kerntechnik beziehungsweise anderer Risikotechnologien gearbeitet haben. Dieser Teil der Auswertung hat keine Erkenntnisse zu Schulung und Aufgabendurchführungskontrolle erbracht, die über den im Projekt erreichten Stand einschließlich der Resultate aus dem Cours-d'action-Ansatz hinausgehen.

### **3.2 Schulung und Kontrolle in meldepflichtigen Ereignissen aus deutschen Anlagen**

Dem Arbeitsprogramm entsprechend ist die deutsche Betriebserfahrung auf Hinweise ausgewertet worden, inwieweit in Nachbetrieb und Stilllegung Mängel bei Personalschulungen und Aufgabendurchführungskontrollen vorgelegen haben, welche Vorkehrungen gegen eine Wiederholung der betreffenden Ereignisse getroffen worden sind und wie deren Wirksamkeit einzuschätzen ist. Darüber hinaus sind meldepflichtige Ereignisse aus dem Leistungsbetrieb wegen eventueller, schulungs- und kontrollbezogener Erkenntnisse berücksichtigt worden, die auf Anlagen in Nachbetrieb, Stilllegung und Rückbau übertragbar sind.

Aus der Datenbank für deutsche meldepflichtige Ereignisse (VERA) sind einschlägige meldepflichtige Ereignisse (ME) zusammengestellt worden, die in den Zeitraum nach dem Inkrafttreten der KTA 1402 (Fassung 2012-11, BAnz. vom 23.01.2013) bis zum Stichtag 22. September 2020 fallen. Zum einen sind Ereignisse aus Anlagen in Nachbetrieb und Stilllegung berücksichtigt worden. Zum anderen wurden relevante Ereignisse aus Anlagen im Leistungsbetrieb betrachtet, wenn diese Ereignisse auch Anlagen in Nachbetrieb und Stilllegung betreffen können.

#### **3.2.1 Meldepflichtige Ereignisse aus Anlagen im Nachbetrieb oder Stilllegung**

Insgesamt gibt es 211 meldepflichtige Ereignisse für den Zeitraum vom 23.01.2013 bis zum Stichtag 22. September 2020 in den untersuchten Anlagen in Nachbetrieb oder Stilllegung. Die Ereignisse sind auf Hinweise gesichtet worden, die auf Mängel bei der Personalschulung und der Kontrolle hindeuten. Es werden nicht nur Ereignisse ermittelt, in denen mangelnde Schulungen oder Kontrollen zum Ereignis geführt oder beigetragen haben, sondern auch solche, gegen deren Wiederholung der Betreiber Vorkehrungen in Form von Schulungen (Trainings, Sensibilisierungen) oder zusätzlichen Kontrollen eingeführt hat. Unter Kontrolle ist die Kontrolle vor Beginn, während des Ablaufs und nach dem Abschluss der Arbeiten zu verstehen (siehe auch Abschnitt 4.1.2).

Insgesamt liegen dreizehn Ereignisse mit Schulungen als Ursachen, Mitursache oder Vorkehrung gegen Wiederholung vor. Drei Ereignisse enthalten Informationen zum Bereich der Aufgabendurchführungskontrolle. Vier Ereignisse sind sowohl für Schulungen als auch für Kontrollen relevant.

### **3.2.1.1 Vorstellung der identifizierten Ereignisse mit einer besonderen Relevanz für Schulungen oder Kontrollen**

Die identifizierten Ereignisse werden an dieser Stelle näher dargestellt und analysiert. Dazu wird das Ereignis zunächst kurz beschrieben (soweit für das Verständnis notwendig), die Ursache erläutert und die Aspekte und Relevanz für Schulungen und/oder Kontrollen herausgearbeitet. Zu einigen Ereignissen liegen nur vorläufige Meldungen vor.

#### **Ereignis 1**

- **Beschreibung:** Es wurden Laufgeräusche an einem Zuluftventilator im Notstromdieselgebäude festgestellt. Nach Demontage des Zuluftventilators stellte sich heraus, dass das Sicherungsblech der Spannmutter nicht ordnungsgemäß mit der Sicherungsnut verbunden war. Dadurch hatte sich eine Spannhülse von der Welle gelöst und der Innenring des Lagers hat die Welle beschädigt.
- **Ursache:** Bei der Instandhaltung wurde die Sicherung durch Fixierung des Bleches in einer Sicherungsnut nicht ordnungsgemäß durchgeführt. Daher konnte sich das Blech während des Betriebes lösen.
- **Schulungsrelevanz:** Die Mitarbeiter, welche die oben genannten Instandhaltungen durchführen, wurden zur Vorkehrung gegen Wiederholungen des Ereignisses belehrt, die Schraubensicherung vor dem Verschluss einer Komponente zu überprüfen.

#### **Ereignis 2**

- **Beschreibung:** Im Rahmen einer wiederkehrenden Prüfung (WKP) wurde ein Notstromdiesel zwar erfolgreich gestartet, jedoch wurde dieser bereits kurz nach dem Start vom Aggregatschutz aufgrund eines zu geringen Schmieröldruckes wieder abgeschaltet.
- **Ursache:** Die Ursache für den niedrigen Schmieröldruck ist auf eine Leckage an einem Flansch zurückzuführen, welche wiederum auf einen Bruch einer M10-Sechskantschraube zurückgeführt werden kann. Nach der Untersuchung dieser Schraube stellte sich heraus, dass der Bruch der Schraube auf ein unzureichendes Anziehen der Schraubenverbindung zurückzuführen war.
- **Schulungsrelevanz:** Es fand eine Sensibilisierung der Mitarbeiter und Monteure statt. Dabei wurde auf den spannungsfreien Ein- und Ausbau von Rohrleitungen und das Verwenden von Anzugsmomenten für Arbeiten an Notstromdieseln eingegangen.



### **Ereignis 3**

- Beschreibung: Während einer WKP in der UNS-Schaltanlage wurde unbeabsichtigt ein in der Nähe befindlicher NOT-AUS-Taster für die Einspeisung des Transformators für eine UNS-Notstromanlage betätigt. Daraufhin ist die Notstromschaltanlage spannungslos geschaltet und der Start des UNS-Notstromaggregates zur Versorgung der Schaltanlage angeregt worden.
- Ursache: Der NOT-AUS-Taster befindet sich in einem relativ schmalen Gang und hat keinen Kragen als Schutz gegen Fehlbetätigungen. In dem Gang sind Prüftätigkeiten mit Prüfgeräten notwendig. Hierbei kam es zu einer ungewollten Betätigung des NOT-AUS-Tasters.
- Schulungsrelevanz: Es kam zu einer Unterweisung des E-Fachpersonals. Zudem sollen ergänzende Einweisungen bei künftigen Tätigkeiten in vergleichbaren Schaltanlagen erfolgen.

### **Ereignis 4**

- Beschreibung: Es wurde an einer Überlaufleitung des Abwassersammelbehälters ein Bruch festgestellt.
- Ursache: Die Rohrleitungen bestehen aus polymeren Werkstoffen und können durch Stahlwerkstoffe bei mechanischer Einwirkung beschädigt werden. In unmittelbarer Nähe zu der beschädigten Rohrleitung fanden Gerüstbauarbeiten statt. Bei diesen Gerüstbauarbeiten kam es durch mechanische Einwirkungen zu einer Beschädigung der Rohrleitung.
- Schulungsrelevanz: Bei Gerüstbauarbeiten in der Nähe von Komponenten aus polymeren Werkstoffen gibt es nun eine besondere Einweisung.

### **Ereignis 5**

- Beschreibung: Bei einer WKP der CO<sub>2</sub>-Niederdrucklöschanlagen wurde festgestellt, dass zwei der zu prüfenden Flutzeitsteuerventile nicht öffneten und somit die zugehörigen Bereichsventile ebenfalls nicht öffneten.
- Ursache: Die Flutzeitsteuerventile sind elektrisch vorgesteuerte Ventile. Diese werden zeitlich verzögert über Baugruppen eines Steuerschranks angeregt. Zunächst wurde von einem Defekt der Baugruppe ausgegangen. Es wurde jedoch festgestellt,

dass die Verzögerungszeit auf den betroffenen Baugruppen nicht eingestellt war. Es erfolgte auch keine Funktionsprüfung.

- Schulungsrelevanz: Im Rahmen der Vorkehrungen gegen eine Ereigniswiederholung wurde umgehend eine Schulung durchgeführt und eine jährliche Wiederholungsschulung des Personals, welches für diese Tätigkeit in Frage kommt, eingeführt.

### **Ereignis 6**

- Beschreibung: Nach Wartungsarbeiten (Batteriewechsel) an einer unterbrechungslosen Stromversorgung (USV 1) wurde diese wieder auf die gesicherte Gleichspannungsschiene geschaltet. Eine weitere unterbrechungslose Stromversorgung (USV 2), die während der Wartungsarbeiten der USV 1 die Schiene versorgt hat, wurde danach abgeschaltet. Als Folge kam es zur Spannungslosigkeit der gesicherten Gleichspannungsschiene, da USV 1 keine Ausgangsspannung lieferte.
- Ursache: Während des Batteriewechsels an USV 1 ist eine interne Sicherung entfernt worden. Nach Abschluss der Arbeiten wurde diese nicht wiedereingesetzt. Üblicherweise schaltete ein Mitarbeiter der Anlage die USV frei. Für die Freischaltung ist es nicht nötig, die Sicherung zu ziehen. Die Wartung selbst (Batteriewechsel) wird durch einen Mitarbeiter des Herstellers durchgeführt. Für die Wartung ist es notwendig die Sicherung zwischenzeitlich zu ziehen. Im vorliegenden Ereignis hat dies ein Mitarbeiter der Anlage getan (üblicherweise ist dies Aufgabe des Hersteller-Mitarbeiters). Der Mitarbeiter des Herstellers führte die Wartungsarbeiten durch und hinterließ die Anlage, wie er sie vorgefunden hatte, d. h. mit ausgebauter Sicherung. Der Anlagenmitarbeiter, welcher die Freischaltung vorgenommen hatte, schaltete die USV 1 dann wieder zu.
- Schulungsrelevanz: Es wurden Personalschulungen zur Vorgehensweise bei Frei- und Zuschaltvorgängen durchgeführt.

### **Ereignis 7**

- Beschreibung: Während einer WKP fiel bei Ansprechen des Rauchmelders eine Brandschutztür nicht ins Schloss.
- Ursache war ein auf dem Fliesenboden verlegter Vinylbodenbelag. Nach dem Verlegen des Vinylbodenbelags konnte die Funktionsfähigkeit der Tür zunächst nachgewiesen werden. Im Schwenkbereich der Tür hatte sich der Bodenbelag danach

leicht erhöht, so dass die Tür dort verklemmte. Der Vinylboden war an der Stelle nicht fachgerecht verklebt.

- Schulungsrelevanz: Die Ausführungsvorgaben für das Verkleben von Vinylbodenbelägen wurden geschult.

### **Ereignis 8**

- Beschreibung: Bei der WKP eines Notstromsignals wurde aufgrund eines fehlerhaften manuellen Schaltvorganges die Spannungsversorgung einer Notstromschiene unterbrochen. Nach kurzer Zeit konnte diese manuell durch Einschalten des Schalters wiederhergestellt werden.
- Ursache: Der Ausführende schloss versehentlich einen Schalter. Der Fehler wurde vom Elektriker erkannt und dem Ausführenden mitgeteilt. Der Ausführende wollte daraufhin den Schalter wieder öffnen, betätigte dabei aber fälschlicherweise einen anderen, dritten Schalter.
- Schulungsrelevanz: Als Resultat wurden Schulungen des Betriebspersonals durchgeführt. Bei der Korrektur des Fehlers wurde die 3-Wege-Kommunikation nicht eingehalten.
- Kontrollrelevanz: Positiv ist das schnelle Erkennen der Fehlbedienung durch den Elektriker.

### **Ereignis 9**

- Beschreibung: Beim Schließen eines Schwenkrahmens im Schrank der Brandmeldeunterzentrale verhakte sich ein Kabelkanal mit einer Lasche am Schrank. Dadurch konnte der Schwenkrahmen nicht korrekt verschlossen werden. Bei der Maßnahme dies zu beheben, kam es versehentlich zu einer leitenden Verbindung zwischen einer 28-V-Sammelschiene und einer Baugruppe, die nur mit 5 V versorgt werden darf. Diese erhielt also eine zu hohe Spannung. Die Unterzentrale war daraufhin ohne Meldefunktion.
- Ursache: Beim Schließen des Schaltschranks durch einen Mitarbeiter verklemmte sich der Schwenkrahmen. Der Mitarbeiter versuchte dann, diese Verklemmung mit seiner zweiten Hand zu lösen. Der Mitarbeiter hatte ein Messkabel in der Hand, mit dem er versehentlich einen Kontakt zwischen der 28-V-Sammelschiene und dem 5-V-Bauteil herstellte.

- Schulungsrelevanz: Der Mitarbeiter wurde in der korrekten Arbeitsweise in solchen Situationen unterwiesen.

### **Ereignis 10 & 11**

- Beschreibung: Bei mehreren Begehungen mit einem Gutachter wurden Brandschutztüren in blockierter Offenstellung vorgefunden, die durch unterschiedliche Gegenstände (Keile, Overall, Schlauch) verursacht wurden. Mitarbeiter waren während der Feststellung nicht direkt vor Ort anwesend.
- Ursache: Ursächlich war das Fehlverhalten des Personals. Es gab keinen technischen Defekt an den Türen.
- Schulungsrelevanz: Sensibilisierung des Personals durch Schulungen zur Bedeutung des Brandschutzes und durch Wiederkehrendes Ansprechen in Regelbesprechungen durch Führungskräfte. Schulungsthemen und die Teilnahme sollen dokumentiert werden. Zusätzlich wurden Schulungsunterlagen zur Veranschaulichung erstellt. Zudem wurde das gesamte Kraftwerkspersonal in der Sicherheitsfunktion von Brandschutztüren unterwiesen. Die zusätzliche Schulungsunterlage wurde ebenfalls allen Fremdfirmen übersandt.
- Kontrollrelevanz: Durch Begehungen konnte das Fehlverhalten erkannt werden. Bei Anlagenbegehungen durch Vorgesetzte und bei Anlagenrundgängen im Allgemeinen soll besonders auf die Möglichkeit geachtet werden, dass Türen, die geschlossen sein sollen, offenstehen oder offengehalten werden.

### **Ereignis 12**

- Beschreibung: Im Rahmen einer Wiederkehrenden Prüfung sollte die Versorgung durch das 220-kV-Hauptnetz auf das 110-kV-Reservenetz umgeschaltet werden. Dabei kam es zu einer Fehlhandlung, wodurch die 6-kV-Eigenbedarfschaltanlage vom Reservenetzanschluss getrennt und damit spannungslos wurde.
- Ursache: Durch eine unbeabsichtigte Fehlbetätigung (Verwechslung) bei einem Schaltvorgang wurde der Einspeiseschalter des 110-kV-Reservenetzes auf die 6-kV-Schiene geöffnet.
- Schulungsrelevanz: Das Ereignis wurde mit den Mitarbeitern besprochen. Hier wurde insbesondere auf die Thematik eingegangen, dass die Kontrolle des eigenen Handelns eine wichtige Barriere gegen Fehler ist.

### **Ereignis 13**

- **Beschreibung:** Es kam zu einem dauerhaften Ansprechen einer Störmeldung, welche vom Verantwortlichen als Beeinträchtigung eingestuft wurde. Die Störmeldung wurde für den aktuellen Betriebszustand als nicht relevant bewertet. Daher wurde entschieden, die Meldung temporär zu unterdrücken, indem eine Kabelverbindung getrennt wurde. Anstatt der beabsichtigten Unterdrückung einer Einzelmeldung kam es dadurch jedoch zu einer Unterdrückung aller Störmeldungen.
- **Ursache:** Die Trennung des Kabels erfolgte aufgrund eines falschen Kenntnisstandes, relevante Anlagendokumente wurden nicht genutzt.
- **Schulungsrelevanz:** Die Anlage hat Personalschulungen zur Nutzung der Anlagenunterlagen und zur Überprüfung der Auswirkungen von durchgeführten Maßnahmen auf die Anlage vorgenommen.

### **Ereignis 14**

- **Beschreibung:** Bei der Beladung eines CASTORS ist es zur Verwechslung eines Brennelements (BE) gekommen. Für die Beladung war ein Brennelement vorgesehen, dessen Bezeichnung die Zifferngruppe XXY enthielt. Stattdessen wurde ein Brennelement mit der Zifferngruppe XYX an der korrespondierenden Stelle der Bezeichnung in den Castor geladen.
- **Ursache:** Die Daten gemäß Beladekonfiguration werden in die Eingabedatei des verwendeten Programmsystems manuell übernommen. Bei der manuellen Übertragung erfolgte der Verwechslungsfehler. Bei der nachfolgenden unabhängigen Überprüfung durch eine zweite Person wurde dieser Fehler nicht bemerkt. Nach Abschluss der Beladung erfolgte eine nochmalige Kontrolle auf Richtigkeit, doch auch hier wurde die Abweichung nicht erkannt.
- **Schulungsrelevanz:** Zukünftig erfolgt vor dem Beginn der Arbeiten für alle Beteiligten eine Arbeitsvorbereitung („Pre-Job-briefing“) als auch eine Schulung, bei der auch Ereignisse bei zuvor durchgeführten Behälterabfertigungen behandelt werden.
- **Kontrollrelevanz:** Im Ereignis hat die Kontrolle an zwei Stellen nicht funktioniert. Dies könnte insbesondere bei der zweiten Kontrolle (Beladekontrolle) durch eine Erwartungshaltung des Kontrolleurs begünstigt worden sein, die abgelesene BE-Nummer auf dem Beladeplan vorzufinden. In Zukunft wird der Schrittfolgeplan durch zwei Personen mit Hilfe der Drei-Wege-Kommunikation gegen die Beladekonfiguration

geprüft. Vor den Arbeiten wird der Schrittfolgeplan gegen die testierte Beladekonfiguration und den testierten Beladeplan mit einem Gutachter überprüft. Bei der Beladekontrolle sollen die abgelesenen BE-Nummern zunächst in ein Blankoformular eingetragen werden, welches dann mit dem testierten Beladeplan verglichen wird. Die Verwendung eines Blankoformulars soll helfen eine Erwartungshaltung beim AbleSEN der BE-Nummern zu vermeiden.

#### **Ereignis 15** (vorläufige Meldung zum Stichtag)

- **Beschreibung:** Beim manuellen Quittieren von Störmeldungen an Personenendmonitoren am Kontrollbereichsausgang kam es zu einer unbeabsichtigten Abschaltung von wenigen der insgesamt vorhandenen Detektorflächen des jeweiligen Personenendmonitors. Nach Ablauf der maximalen Betriebsdauer gingen diese erneut in Störung beziehungsweise wurden bereits zuvor aufgrund von Instandhaltungsmaßnahmen außer Betrieb genommen.
- **Ursache:** Das Quittieren von Störungsmeldungen erfolgte mittels einer Kompakttastatur. Da die Tasten für „Menü verlassen“ und „Detektor abschalten“ benachbart sind, kam es versehentlich zu einem Abschaltbefehl. Anschließend ist es nicht direkt erkennbar, ob ein Detektor abgeschaltet ist.
- **Schulungsrelevanz:** Es erfolgte eine Unterweisung des Betriebspersonals, um es für die Möglichkeit einer Fehlbedienung ausreichend zu sensibilisieren.

#### **Ereignis 16** (vorläufige Meldung zum Stichtag)

- **Beschreibung:** Im Rahmen einer Prüfung von Melder-Primärleitungen wurde festgestellt, dass nach dem Auslösen von einem Melder („Melder A“) in der Brandmeldezentrale in der Warte das Auslösen von einem anderen Melder („Melder B“) angezeigt wurde.
- **Ursache:** Die fehlerhafte Anzeige konnte auf die spezifischen Eigenschaften einer bestimmten Baugruppe zurückgeführt werden.
- **Schulungsrelevanz:** Beteiligtes Personal wurde in Hinsicht auf die spezifischen Eigenschaften der Baugruppe unterwiesen.

### **Ereignis 17** (vorläufige Meldung zum Stichtag)

- Beschreibung: Beim Rückbau von Rohrleitungen wurde eine noch nicht zum Abbau freigegebene Rohrleitung angesägt. Das System, zu dem die Rohrleitung gehört, ist bereits außer Betrieb genommen. Beim Ansägen der Rohrleitung wurden ungewöhnliche Leckagemengen festgestellt und der Vorgang wurde nicht fortgesetzt.
- Ursache: Das Personal nahm fehlerhaft an, dass die Leitung bereits zum Abbau freigegeben war. Diese Leitung war für den Abbau nicht eindeutig gekennzeichnet (in der vorläufigen Meldung ist die Ursachenklärung noch nicht abgeschlossen).
- Schulungsrelevanz: Es ist zum jetzigen Zeitpunkt zu erwarten, dass es zumindest Schulungsmaßnahmen zu HF-Tools geben wird.

### **Ereignis 18**

- Beschreibung: Bei einer wiederkehrenden Prüfung an Sprühwasserlöschanlagen wurde das Prüfziel nicht erreicht. Dies konnte auf fehlerhaft geschlossene Armaturen der Feuerlöschwasserversorgung zurückgeführt werden.
- Ursache: Ursächlich für die fehlerhafte Armaturenstellung waren ein Fehler bei zwei unabhängigen, örtlich und zeitlich getrennt durchgeführten Lecksuchen im Werkwasser- und Feuerlöschwassersystem. Bei diesen wurden Armaturen geschlossen und nach Abschluss nicht wieder geöffnet. Als eine Schwachstelle wurden Kontrollen identifiziert.
- Kontrollrelevanz: Bei der Leckageortung waren keine wirksamen Kontrollmechanismen und Kontrollschritte vorhanden, mit denen die falsche Stellung der Armaturen erkannt werden könnte. Auch trug die nicht hinreichende Wahrnehmung der Kontroll- und Führungsfunktion durch Vorgesetzte dazu bei, dass Abweichungen von Vorgaben bei der Durchführung der Maßnahmen nicht erkannt oder geduldet und nicht abgestellt wurden.

### **Ereignis 19**

- Beschreibung: Bei einer wiederkehrenden Prüfung konnte festgestellt werden, dass in verschiedenen Räumen, die durch eine Rauchmeldeanlage überwacht werden, eine Detektion des Brandes nicht erfolgt wäre.
- Ursache: Ursächlich wird eine Beschädigung (Leckage an einer Ansaugstelle) sowie die Verschmutzung im Rahmen von Rückbautätigkeiten angenommen.

- Kontrollrelevanz: Das System soll verstärkt überprüft und kontrolliert werden. Dies gilt insbesondere, wenn eine Beeinflussung durch Rückbautätigkeiten möglich ist.

### **Ereignis 20** (vorläufige Meldung zum Stichtag)

- Beschreibung: Es wurde festgestellt, dass im Betriebshandbuch (BHB) Textstellen fehlerhaft waren.
- Ursache: Bei BHB-Änderungen werden zwei Dokumente erstellt, wobei ein Dokument zur Erstellung der Papierversion dient und ein zweites Dokument (sogenannte Originalseiten) der Prüfung der in das BHB einzuordnenden Unterlage dient. Das Fehlen der Textstelle wurde zwar erkannt und eine Korrektur veranlasst. Die korrigierte Version wurde jedoch durch ein Versehen im Büro falsch abgelegt und deshalb so im zweiten Dokument (Originalseiten) nicht verwendet.
- Kontrollrelevanz: Im übertragenden Sinne können auch in Schulungsunterlagen fehlende und fehlerhafte Textstellen entstehen, insbesondere, weil das Betriebshandbuch in Schulungen verwendet wird.

#### **3.2.1.2 Ergebnisse aus der Auswertung der identifizierten Ereignisse**

Aus den Ereignissen ergeben sich Hinweise auf Mängel bei der Schulung und bei der Kontrolle in der Regel nur aus den Vorkehrungen gegen Wiederholung. Im Einzelnen:

In den meisten Ereignissen mit schulungsbezogenen Aspekten handelte es sich um Sensibilisierungs-Maßnahmen und (oder) spezielle Unterweisungen. Diese beziehen sich auf spezifische Bauteile, Komponenten und Tätigkeiten, bei denen es zu Mängeln kam:

- Unterweisung, dass Schraubensicherungen vor dem Verschluss einer Komponente zu kontrollieren sind.
- Sensibilisierung, dass auf den spannungsfreien Ein- und Ausbau von Rohrleitungen zu achten ist.
- Sensibilisierung, dass Anzugsmomente bei Arbeiten am Notstromdiesel zu verwenden sind.
- Schulung in den spezifischen Eigenschaften der verwendeten Flutzeitsteuerventile.
- Einweisung, worauf bei Arbeiten in bestimmten Schaltanlagen zu achten ist.



- Besondere Einweisung bei Gerüstbauarbeiten in der Nähe von Komponenten aus polymeren Werkstoffen.
- Schulung in den Ausführungsvorgaben für das Verkleben von Vinylbodenbelägen.
- Schulungen und Arbeitsvorbereitungen zum Beladevorgang von Castoren.
- Sensibilisierung für mögliche Fehlbedienungen bei Personendosimetern.

Des Weiteren wurden Schulungen zu Human Factors (HF)-Themen durchgeführt, in denen Mängel beobachtet wurden:

- Schulungen des Betriebspersonals in der 3-Wege-Kommunikation,
- Unterweisungen zur Thematik der Selbstüberwachung,
- Unterweisung zur Nutzung von HF-Werkzeugen.

Zudem gab es allgemeinere Schulungen:

- Schulungen zum Einsatz von Unterlagen,
- Schulungen zur Überprüfung der Auswirkungen von durchgeführten Maßnahmen auf die Anlage,
- Schulungen zur Vorgehensweise bei Frei- und Zuschaltvorgängen,
- Schulungen zum Brandschutz und zur Sicherheitsfunktion von Brandschutztüren.

Außerdem wurden für die Schulungen zum Brandschutz zusätzliche Schulungsunterlagen („Lernfall zur besseren Veranschaulichung“) erstellt. Diese Unterlage wurde auch den Fremdfirmen übermittelt. Die Teilnahmen an den Schulungen zum Brandschutz sollen dokumentiert werden.

In den meisten Ereignissen mit kontrollbezogenen Aspekten handelte es sich um Ergebniskontrollen bei Änderungen- und Rückbautätigkeiten. Als Vorkehrung gegen eine Wiederholung der Ereignisse sollen Systeme, die im Rahmen von Rückbautätigkeiten möglicherweise beeinträchtigt werden können, oder Systeme, die im Rahmen von Tätigkeiten verändert wurden, verstärkt kontrolliert und überprüft werden. Hier sind auch Kontrollen von Brandschutztüren zu nennen, da es zu nicht korrekter Handhabung (Blockade in unzulässiger Offenstellung mit Keilen) bei Tätigkeiten kommen kann.

Eine hinreichende Kontrolle von Seiten der Führungskräfte soll allgemein darauf hinwirken, dass Abweichungen von Vorgaben bei der Durchführung von Maßnahmen erkannt und abgestellt werden können.

Eine Kontrolle von Schulungsunterlagen auf fehlende und fehlerhafte Textstellen ist in die Qualitätssicherung (QS) einzubeziehen.

### **3.2.2 Erkenntnisse aus Anlagen im Leistungsbetrieb**

Zur Abrundung der Erkenntnisse zu den oben beschriebenen meldepflichtigen Ereignissen in Anlagen in Nachbetrieb und Stilllegung wurden meldepflichtige Ereignisse bei Anlagen im Leistungsbetrieb durchgesehen, da Erkenntnisse aus diesen ebenfalls Rückschlüsse auf Anlagen in Nachbetrieb und Stilllegung liefern können.

Im untersuchten Zeitraum gab es insgesamt 281 meldepflichtige Ereignisse. Aus diesen wurden in 24 meldepflichtigen Ereignissen Aspekte zu Schulungen und Kontrollen identifiziert, die auch Rückschlüsse auf Anlagen in Nachbetrieb und Stilllegung liefern können. Die Ergebnisse aus diesen unterscheiden sich allerdings nicht in wesentlichen Aspekten von den bereits oben beschriebenen Ergebnissen. Zur Illustration werden drei typische Beispiele für Ereignisse von Anlagen im Leistungsbetrieb angeführt:

#### **Ereignis 1**

- **Beschreibung:** Im Rahmen einer Freischaltung des Nebenkühlwassersystems, zur Entleerung und Reinigung der Pumpenkammer, sprach eine Meldung an, die einen Anstieg des Wasserstandes im Sumpf der Pumpenkammer signalisiert. Die Meldung wurde zunächst fälschlich verifiziert und erst bei einer späteren Nachkontrolle wurde der Wasseranstieg in der Pumpenkammer festgestellt.
- **Ursache:** Zum einen wurde die Entleerung vor Ort nicht durchgehend beobachtet. Nach Ansprechen der Sumpfmeldung, kam es zu einer Verwechslung der Pumpenkammer, so dass der Wasseranstieg nicht rechtzeitig erkannt wurde. Ein weiterer Faktor war die nicht durchgehende Anwendung der Drei-Wege-Kommunikation.
- **Schulungsrelevanz:** Das Ereignis wurde in die Schichtschulung aufgenommen. Insbesondere wird in dieser die Bedeutung von HF-Werkzeugen betont. Ergänzend wurde eine Schulung zu Fehlererkennung und Fehlervermeidung durchgeführt.

- Kontrollrelevanz: Das Schichtpersonal wurde dahingehend sensibilisiert, dass Entleerungsvorgänge durchgängig vor Ort zu kontrollieren sind.

## **Ereignis 2**

- Beschreibung: Im Rahmen einer Demontage eines Zylinders eines Dieselmotors wurde bemerkt, dass das Zulaufrohr nicht mit dem erforderlichen Drehmoment angezogen war. Dies wurde daraufhin bei weiteren Zulaufrohren zu Zylindern beobachtet.
- Ursache: Ursächlich ist eine nicht ordnungsgemäße Montage bei teilweise parallel durchgeführten Wartungsarbeiten.
- Schulungsrelevanz: Die Mitarbeiter wurden für die Tätigkeiten während der Inbetriebsetzung eines Dieselmotors sensibilisiert.

## **Ereignis 3**

- Beschreibung: Bei Arbeiten am Doppelgreifer der Brennelement-Lademaschine kam es zu einem unbeabsichtigten Absacken der Zentrierglocke.
- Ursache: Ursächlich war das Auslassen eines Arbeitsschrittes. Begünstigend wirkte eine nicht ausreichende Darstellung aller Arbeitsschritte.
- Schulungsrelevanz: Das Personal wurde in den Arbeiten geschult.

### **3.2.2.1 Ergebnisse aus der Auswertung der identifizierten Ereignisse**

Die aus allen 24 meldepflichtigen Ereignissen aus Anlagen im Leistungsbetrieb zu Schulungen und Kontrollen gewonnenen Erkenntnisse werden im Folgenden zusammengefasst dargestellt. Wie zuvor wurden die Erkenntnisse wieder Kategorien zugeordnet.

In den meisten Ereignissen mit Aspekten zu Schulungen handelte es sich um Sensibilisierungs-Maßnahmen und (oder) spezielle Unterweisungen. Diese beziehen sich auf spezifische Bauteile, Komponenten und Tätigkeiten, bei denen es zu Mängeln kam:

- Sensibilisierung zum Umgang mit Schutzklötzchen als Barriere gegen Fehlbetätigung.

- In Schulungen des Fach- und Werkstattpersonals sowie insbesondere der Bereitschaftshabenden wurde auf Achtsamkeit in Bezug auf die zu verwendenden qualifizierten Baugruppen bei sicherheitstechnisch wichtigen Leittechnik-Funktionen hingewiesen.
- Einsatz falscher Plombierungsschrauben am Sekundärdeckel eines CASTOR-TLB.
- Personalschulungen zur Inbetriebnahme der Lüftungsanlage für den Spülluftbetrieb des Reaktorsicherheitsbehälters.
- Information des Betriebspersonals hinsichtlich der aufgetretenen Fehlhandlung die zum Absacken der Zentrierglocke der BE-Lademaschine in das BE-Becken führte.
- Unterweisung zum richtigen Einbau von Dichtungen.
- Schulungen und Unterweisungen zu der Verwendung von Kronenmuttern bei Membranarmaturen.
- Unterweisung zur korrekten Montage von Messfühlern.
- Sensibilisierung zu einer aktualisierten Montageanweisung zu Steckverbindungen von induktiven Stellungsfühlern.
- Sensibilisierung bezüglich des Anziehens von Sicherungsschraubkappen bei Freischaltungen und Einschubrevisionen.

Des Weiteren wurden Schulungen zu HF-Themen durchgeführt, in denen Mängel beobachtet wurden:

- Sensibilisierung des Wartenpersonals in Bezug auf Techniken zur Vermeidung von Fehlern bei Schalthandlungen.
- Sensibilisierung für die Anwendung von HF-Werkzeugen.

Zudem gab es allgemeinere Schulungen:

- Unterweisung zu Brandschutztüren,
- Schulung zu Fehlererkennung und Fehlervermeidung.

Änderungen & Erweiterungen im Schulungsprogramm:

- Das Ereignis „Überflutung der Pumpenkammer einer Notnebenkühlwasserpumpe bei Freischaltung des Vorlaufstranges“ wurde in die Schulungsunterlagen aufgenommen.
- Das Ereignis „Kurzfristige Unverfügbarkeit eines Notstromdiesels durch fehlerhafte Freischaltung aufgrund eines Fehlers in der Freischaltliste“ wurde in Schulungsunterlagen aufgenommen.
- Nach einem Ereignis aufgrund einer Verwechslung von parallelen, aber zu getrennten Strängen gehörenden Armaturen (trotz zweier Monteure vor Ort) wurde die Einbindung relevanter Partnerfirmen in interne Schulungen als eine Maßnahme beschlossen sowie eine Erweiterung der Belehrungen von Aufsichtführenden vor Ort.
- Die Ereignisablaufkette, die zu einem Verdrahtungsfehler aufgrund der Verwendung von abweichenden Farbcodes geführt hat, wird nun bei Schulungsveranstaltungen behandelt.

In den Ereignissen mit Aspekten zu Kontrollen handelte es sich um Kontrollen nach durchgeführten Tätigkeiten. So wurden sowohl zusätzliche Kontrollen nach Tätigkeiten an Notstromdieseln als auch zusätzliche Kontrollen von Freischaltlisten für Schaltheandlungen (an Notstromdieseln) innerhalb der Schaltanlage durch den Schicht-E-Meister genannt.

Grundsätzlich unterscheiden sich die Ursachen und Abhilfen nicht fundamental von den bereits aus Anlagen in Nachbetrieb und Stilllegung bekannten Ursachen und Abhilfen. Im Detail ergeben sich jedoch einzelne zusätzliche Schulungen, wie zum Beispiel die Schulung zur Fehlererkennung und Fehlervermeidung.

### **3.3 Nutzbare Ansätze aus dem nicht-nuklearen Bereich**

In der vorliegenden Studie werden die beiden Ansätze des Projektmanagements und der „Balanced Scorecard“ betrachtet. Diese Auswahl hat folgenden Grund:

- Das Projektmanagement unterstützt die Bewältigung komplexerer Aufgabstellungen von der Planung bis zur Abnahme des Endergebnisses und die Auswertung gewonnener Erfahrungen für weitere Projekte beziehungsweise Tätigkeiten des Unternehmens. Komplexere Aufgaben stehen auch im Rückbau an. Man denke z. B.

an die Zerlegung radioaktiv kontaminierter und aktivierter Großkomponenten wie Reaktordruckbehälter. Die Durchführung solcher Aufgaben kann spezielle Schulungen und Kontrollen erfordern. Da das Projektmanagement darauf abzielt, die Bearbeitung komplexerer Aufgaben systematisch zu planen und zu steuern, sollte es auch die Schritte einschließen, die Arten und die Zeitpunkte benötigter, aufgabenspezifischer Schulungen und Kontrollen zu bestimmen, einzuplanen, zu realisieren und zu bewerten.

- Das Instrument der „Balanced Scorecard“ ermöglicht es, die Effektivität und Effizienz des Vorgehens zur Erreichung eines Zieles anhand von Indikatoren systematisch zu erfassen und zu beurteilen. Das Vorgehen zur Zielerreichung kann Schulungen und Kontrollen umfassen.

Man beachte, dass es in der vorliegenden Untersuchung nicht darum geht, die Handhabung der Instrumente des Projektmanagements beziehungsweise der „Balanced Scorecard“ zu schulen und zu kontrollieren. Es geht ausschließlich um die Anwendungsmöglichkeiten, die darin bestehen, mit diesen beiden Ansätzen erforderliche Schulungen und Kontrollen als Teilaufgaben sicherheitsrelevanter Arbeitsvorhaben, die nach dem endgültigen Ende des Leistungsbetriebs einer Anlage anstehen, zu ermitteln, zu realisieren und zu beurteilen.

Es folgt ein Überblick über das Projektmanagement und die „Balanced Scorecard“. In Kapitel 4 wird eine beispielhafte Anwendung präsentiert.

### **3.3.1 Projektmanagement**

Die vorliegende Übersicht nutzt die nachfolgenden Begriffsbestimmungen aus der Organisationswissenschaft:

- „Projekt“ steht für eine Aufgabe, die ein eigenes Management haben sollte, weil die Aufgabe zeitlich befristet und im Vergleich zu den Routineaufgaben des Unternehmens neuartig, komplex und mit höheren und (oder) andersartigen Risiken behaftet ist (/GAB 21/, Eintrag „Projekt“).
- „Projektorganisation“ bezeichnet das System der Zuständigkeiten für Projekte in einem Unternehmen (/GAB 21/, Eintrag „Projektorganisation“). Die Projektorganisation ist also weder mit der Aufgabe, ein einzelnes Projekt zu organisieren, noch mit den

organisatorischen Strukturen und Abläufen innerhalb eines Projektes zu verwechseln.

- Unter „Projektmanagement“ versteht man die Definition, die Steuerung und den Abschluss eines Projektes, wobei die drei Anforderungen zu erfüllen sind, (1) die Projektziele wie geplant zu erreichen, (2) Risiken zu begrenzen und (3) Chancen zu nutzen (/GAB 21/, Eintrag „Projektmanagement“). Gemeint sind Risiken und Chancen, deren Begrenzung beziehungsweise Realisierung nicht ausdrücklich als Projektziele formuliert sind. Man denke z. B. an die Chance, Eigenpersonal nach endgültiger Stilllegung eines Kernkraftwerkes durch längerfristigen Einsatz im Management anstehender Projekte weiter zu beschäftigen und dadurch Risiken zu begrenzen, dass Mitarbeiter mit Erfahrungen, die für den Rückbau wichtig sind, das Unternehmen verlassen.

Aus der Begriffsbestimmung geht hervor, dass das Projektmanagement eine Gliederung in Phasen aufweist. Anzahl und Bezeichnung der Phasen unterscheiden sich von Autor zu Autor. Die vorliegende Studie nutzt naheliegenderweise die Strukturierung aus dem Regelwerk der IAEA für Projekte im Kernenergiesektor (/IAE 20/, S. 3 f). Dieser Strukturierung zufolge umfasst der Lebenszyklus eines Projekts fünf Phasen. Sie werden nachfolgend beschrieben und kommentiert. Bezüge zu Schulungen und Kontrollen werden in Kapitel 4 hergestellt.

### **3.3.1.1 Ermittlung des Bedarfs für ein Projekt**

In dieser Phase entscheidet das Unternehmen, dass eine Aufgabe als Projekt durchgeführt werden soll. Diese Beschreibung der Phase von Seiten der IAEA ist wie folgt zu ergänzen:

Das Unternehmen kann den Bedarf für ein Projekt umso leichter erkennen, je genauer es Zeitpunkt, Zeitdauer, Komplexität, Neuartigkeit, Risiken und Chancen einer anstehenden Aufgabe klärt, soweit diese zeitlichen und inhaltlichen Merkmale vorhersehbar und der Klärung zugänglich sind.

### **3.3.1.2 Initiierung eines Projektes**

Das Unternehmen entwickelt und bewertet verschiedene Alternativen zu Aufgabenstellung, Zeitplan und Ressourcen des zukünftigen Projekts. Im Fall einer Entscheidung für

eine der Alternativen wird zur Konkretisierung der finanziellen Ausstattung des Projekts in der Regel abgeschätzt, welchen Nutzen das Unternehmen zu welchem Zeitpunkt aus den Projektergebnissen voraussichtlich ziehen wird (/IAE 20/, S. 4).

Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der Begriff „Nutzen“ nicht einseitig als wirtschaftlicher Vorteil missverstanden werden sollte. „Nutzen“ ist eine breit definierte Kategorie, die auch die nachhaltige Aufrechterhaltung eines hohen Sicherheitsniveaus und längerfristige Effekte wie z. B. den Verbleib vieler qualifizierter Mitarbeiter im Unternehmen umfasst, wenn Letzteres dem Personal anbietet, auf Dauer im Projektmanagement zu arbeiten und es dafür zu qualifizieren.

### **3.3.1.3 Entwicklung und Definition des Projekts**

In dieser Phase erfolgt die weitere Planung des Projekts bis zu dem Punkt, zu dem die geplanten Arbeiten real aufgenommen werden können. In diese Phase fallen laut IAEA unter anderem die Klärung, welche Genehmigungen von Seiten der Behörden vorliegen müssen, Einholung erforderlicher Genehmigungen, Antizipation möglicher Risiken und ihrer Bewältigung, Beschaffung der Ressourcen, über die das Projekt längerfristig verfügen sollte und detailliertere Pläne für die Arbeiten (und auch für die Finanzierung des Projekts). Zu dieser Phasenbeschreibung ist anzumerken:

- Die IAEA führt die Festlegung der Binnenorganisation des Projekts nicht eigens auf. Dazu zählen Festlegungen zu Zuständigkeiten, Weisungsrechten, Berichtspflichten, Arbeitsabläufen, Kontrollen und Kontrollbefugnissen innerhalb des Projekts. Für den Bereich der Schulung sind unter anderem zu berücksichtigen: projektinterne Zuständigkeiten für die Schulung, die wechselseitige organisatorische Abstimmung zwischen Schulungen und Arbeitsabläufen (z. B. wenn, wie bei einem „Training on the Job“, Schulungen direkt in den realen Arbeitsabläufen stattfinden sollen) sowie die Einrichtung von Schnittstellen zu Organisationseinheiten für Ausbildungsaufgaben.
- Ferner sind die Ausführungen der IAEA um den Punkt zu ergänzen, dass das Projekt auf andere Projekte abzustimmen und mit den erforderlichen Schnittstellen zu diesen Projekten, zu den übrigen Teilen des Unternehmens und bei Bedarf, zu unternehmensexternen Beteiligten wie z. B. Fremdfirmen zu versehen ist.
- Die Antizipation der Risiken kann bereits in den vorangehenden Phasen der Bedarfsklärung und Initiierung eines Projekts beginnen.
- Bei den Regelwerksanforderungen sind ausdrücklich auch diejenigen zu berücksichtigen, die sich auf Schulung und Aufgabendurchführungskontrollen beziehen.



#### **3.3.1.4 Durchführung des Projektes**

Diese Phasenbezeichnung ist selbsterklärend. Nachfolgend wird nur auf zwei Punkte hingewiesen, die das Projektmanagement bei der Durchführung im Auge behalten sollte:

- In die Phase der Durchführung können auch Detailplanungen fallen, die den Rahmen der vorhergehenden Phase sprengen würden, beziehungsweise in der Durchführungsphase erfolgen können oder müssen.
- Während der Durchführungsphase können sich Pläne und Praktiken bewähren oder als verbesserungsbedürftig bis ungeeignet erweisen. Projektmanagement und (oder) Unternehmen sollten solche Erfahrungen systematisch sammeln, auswerten und für Verbesserungen nutzen.

#### **3.3.1.5 Abschluss und Auswertung des Projektes**

Auch diese Phasenbezeichnung ist selbsterklärend. Die vorliegende Studie ergänzt die Beschreibung von Seiten der IAEA um den folgenden Punkt: Zur Auswertung des Projekts gehört die abschließende, rückschauende Analyse der Erfahrungen aus dem Projekt für die Nutzung in anderen Projekten, im Unternehmen und darüber hinaus z. B. im nationalen und internationalen Erfahrungsaustausch.

Die aufgeführten fünf Phasen des Projektlebenszyklus gelten für jedes Projekt. Es sind keine Änderungen an der Strukturierung und (oder) Bezeichnung der Phasen vorzunehmen, wenn die Phasengliederung auf Projekte während der Stilllegung eines Kernkraftwerkes angewendet werden soll.

#### **3.3.2 „Balanced Scorecard“-Ansatz**

Man versteht unter der „Balanced Scorecard“ (auch „BSC“) einen Ansatz für die Erfassung, Dokumentation, Beurteilung und Steuerung von Aktivitäten, mit denen ein Unternehmen die Erfüllung seiner Mission und die Verwirklichung seiner Vision anstrebt. Der Begriff bezeichnet in einem engeren Sinne auch das Schaubild, das diesen Ansatz visualisiert. Im Deutschen heißt die „Balanced Scorecard“ auch „ausgewogener Berichtsbogen“, dieser Begriff ist aber wenig gebräuchlich.

Die beiden nachfolgenden Abschnitte stellen den grundlegenden Ansatz in seiner ursprünglichen, vom wirtschaftlichen Wertschöpfungsprozess geprägten Form vor und gehen dann auf Anwendungsmöglichkeiten in der vorliegenden Studie ein.

### **3.3.2.1 Das grundlegende Vorgehen**

Der „Balanced Scorecard“-Ansatz besteht darin, Mission und Vision des Unternehmens systematisch mit den folgenden Schritten zu konkretisieren:

- Das Unternehmen legt eine Strategie fest, wie es seine Mission erfüllen beziehungsweise seine Vision realisieren will.
- Diese Strategie wird präzisiert, wobei vier als „Perspektiven“ bezeichnete Bereiche gleichrangig berücksichtigt werden. Im Einzelnen sind dies die Finanz-, Kunden-, Prozess- und Mitarbeiterperspektive. Letztere wird auch als Lern- und Entwicklungsperspektive bezeichnet. Die Finanz- und die Kundenperspektive beziehen sich auf den finanziellen Erfolg beziehungsweise das Erscheinungsbild des Unternehmens beim Kunden, seine Zufriedenheit und seine Treue zum Unternehmen mit seinen Produkten und Dienstleistungen. Bei der Prozessperspektive geht es um die Effektivität und Effizienz der Prozesse und Aktivitäten, mit denen das Unternehmen seine Leistungen erbringt. Unter die Lern- und Entwicklungsperspektive fallen Engagement und Qualifikation der Mitarbeiter und weitere Faktoren, von denen Erfolg und Entwicklungschancen des Unternehmens abhängen. Die Bezeichnung „Lern- und Entwicklungsperspektive“ erfasst also genauer als „Mitarbeiterperspektive“, worauf Leistungs- und Zukunftsfähigkeit des Unternehmens beruhen. Im Weiteren wird daher nur noch der Begriff der Lern- und Entwicklungsperspektive verwendet.
- Für jede Perspektive werden strategische Ziele, Kennzahlen (synonym: „Indikatoren“), Zielgrößen und Aktionen zur Erreichung der Zielgrößen festgelegt. Mit den Zieldefinitionen erfolgt eine weitere Präzisierung der Unternehmensstrategie in Hinblick auf Finanzen, Kunden, Prozesse beziehungsweise Lernen und Entwicklung. Die Kennzahlen ermöglichen eine idealerweise quantitative Erfassung des Grades, mit dem das Ziel erreicht ist. Man unterscheidet bei den Kennzahlen Früh- und Spätindikatoren, je nachdem, inwieweit sie das Ergebnis der Aktionen zeitnah oder zeitverzögert anzeigen. Grundlage der Kennzahlen haben aussagekräftige, beobachtbare, zuverlässige und aktuelle Daten zu sein. In den Zielgrößen sind die Ausprägungen definiert, die sich für die Kennzahlen aus den Aktionen ergeben sollen.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit sollen pro Perspektive nur wenige Kennzahlen definiert werden. Praxisratgeber empfehlen z. B. vier bis fünf Kennzahlen /BUS 21/.

- Die Aufschlüsselung in Perspektiven und Ziele ist durch die Darstellung der Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Zielen zu erweitern. Diese Darstellung heißt „Strategy Map“ („Strategielandkarte“, /KAP 08/, S. 30 ff.). Sie beruht auf Überlegungen und (oder) Erfahrungen, wie die einzelnen Ziele zusammenhängen. Diese Abhängigkeiten werden wie folgt präsentiert und durch ein Schaubild visualisiert: (1) Die Perspektiven werden als Glieder einer Kausalkette dargestellt, die bei der „Lern- und Entwicklungsperspektive“ beginnt und über die „Prozessperspektive“ und die „Kundenperspektive“ zur „Finanzperspektive“ führt. Diese kausale Abhängigkeit ist plausibel, weil Mitarbeiter unter Einsatz der Ressourcen des Unternehmens die Prozesse im Unternehmen mehr oder minder effektiv und effizient „am Laufen halten“ und die Leistungen erbringen, auf die der Kunde reagiert und von dessen Nachfrage das finanzielle Ergebnis des Unternehmens abhängt. (2) Zu jeder Perspektive werden die zugehörigen Ziele aufgezählt. (3) Ziele zu einer einzelnen Perspektive können die Bedingung für die Erreichung eines oder mehrerer anderer Ziele sein. In der Regel wird nur eine Richtung der Abhängigkeit angegeben: „Wenn ein Ziel X erreicht (nicht erreicht) ist, dann ist das Ziel Y erreichbar (nicht erreichbar)“, Rückwirkungen eines Zieles Y auf ein Ziel X bleiben außer Betracht. Ein einzelnes Ziel X kann auf mehrere Ziele Y wirken, ein einzelnes Ziel Y von mehreren Zielen X abhängen. (4) Die Ziele Y können derselben oder einer in der o. g. Kausalkette nachfolgenden Perspektive angehören. Es können also z. B. direkte Abhängigkeiten eines finanzbezogenen Ziels von einem prozessbezogenen Ziel oder einem kundenbezogenen Ziel hergestellt und visualisiert werden. Abhängigkeiten zwischen Zielen können selbstklärend sein. In solchen Fällen darf eine Visualisierung der Abhängigkeiten (z. B. durch Pfeile zwischen den Zielen) unterbleiben. (5) Ziele zu derselben Perspektive können voneinander unabhängig sein, aber auch in einer „wenn-dann“-Beziehung stehen. (6) Es gilt für jedes Ziel zu Lernen und Entwicklung, Prozessen und Kunden, dass es entweder direkt oder indirekt, also über dazwischenliegende Ziele, mit einem Finanzziel verknüpft wird.

Der „Balanced Scorecard“-Ansatz ermöglicht also eine explizite, übersichtliche Darstellung, welche Ziele und Zielverknüpfungen die Unternehmensstrategie einschließt und wie Erfolg oder Misserfolg bei einem Ziel auf weitere Ziele und auf die Gesamtstrategie und ihr Ergebnis wirken. Ist und Soll der zugeordneten Kennzahlen unterstützen die Beurteilung, inwieweit ein Ziel erreicht ist beziehungsweise die Aktionen zur Erreichung des

betreffenden Ziels das erwartete Ergebnis haben. Die fortlaufende Erfassung und Beurteilung der Kennzahlen unterstützt Einschätzungen, wie sich die Unternehmensleistung zeitlich entwickelt.

Fremdleistungen können in „Balanced Scorecards“ einbezogen werden. Letztere bieten flexible Möglichkeiten wie z. B. die Erstellung einer eigenen „Balanced Scorecard“ für die Fremdfirma oder die Berücksichtigung der Fremdleistungen als Beitrag zu den Prozessen im Unternehmen.

„Balanced Scorecards“ können und sollen nicht nur für das Gesamtunternehmen, sondern auch für wichtige Organisationseinheiten, Prozesse und Teams innerhalb des Unternehmens erarbeitet und genutzt werden (z. B. /KAP 08/, S. 65 ff.). Solche speziellen „Balanced Scorecards“ erfordern es, Ziele, Kennzahlen, Zielgrößen und Aktionen für die betreffende Organisationseinheit, den betreffenden Prozess beziehungsweise das betreffende Team zu definieren. Es kann also ein ganzes System von „Balanced Scorecards“ resultieren, die miteinander in Einklang stehen müssen. Es ist möglich, dass die direkten Abnehmer der Leistung einer Organisationseinheit, eines Prozesses oder eines Teams andere Organisationseinheiten, Prozesse oder Teams des Unternehmens sind. Man spricht dann auch von (unternehmens-)internen Märkten (/GAB 21/, Eintrag „Interne Märkte“). In solchen Fällen lassen sich die unternehmensinternen Abnehmer als „interne Kunden“ verstehen und in der „Kundenperspektive“ der „Balanced Scorecard“ berücksichtigen, die sich auf die liefernde Organisationseinheit den liefernden Prozess oder das liefernde Team bezieht. „Balanced Scorecards“ können auch für Projekte erstellt und genutzt werden, denn Projekte dienen dazu, in einem Unternehmen bestimmte Aufgaben abzuwickeln, die mit der Aufgabebearbeitung zu erreichenden Ziele zu erfüllen sowie die zugehörigen Arbeiten zu verfolgen, zu steuern und zu beurteilen.

Man könnte solche kleinteiligen, auf einzelne Aufgaben, Teams oder Auftragnehmer beschränkte Anwendungen des „Balanced Scorecard“-Ansatzes für überdimensioniert halten. Diesem Einwand ist einerseits zu entgegnen, dass jede systematische Planung Ziele, Aktionen (einschließlich der Bereitstellung erforderlicher Ressourcen), Sollvorgaben für die Ausprägungen angestrebter und Beurteilungen tatsächlich erreichter Ergebnisse zu formulieren beziehungsweise vorzusehen hat. Der „Balanced Scorecard“-Ansatz weist also wichtige Gemeinsamkeiten mit und fließende Übergänge zu anderen Planungsinstrumenten auf. Andererseits kann es die Sicherheitsrelevanz einer Aufgabe beziehungsweise der Tätigkeiten eines Teams, einer Organisationseinheit des Unternehmens oder einer Fremdfirma erfordern, diese Aufgaben und Tätigkeiten unter

Anwendung eines „Balanced Scorecard“-Ansatzes genau zu analysieren, zu planen, zu verfolgen und zu beurteilen.

Eine „Balanced Scorecard“ ist nicht nur ein Arbeitsmittel für Strategieentwickler, Topmanagement und Controller. Sie ermöglicht es auch, den Mitarbeitern in einem Unternehmen zu verdeutlichen, wie ihre Arbeit mit anderen Arbeiten zusammenhängt und zur Erfüllung von Zielen und Aufgaben ihres Teams, ihres Projekts, ihres Prozesses, ihrer Organisationseinheit und des Unternehmens beiträgt.

Es gilt auch für „Balanced Scorecards“, dass sie immer wieder kritisch überprüft und weiterentwickelt werden müssen, um Erfahrungen aus dem Einsatz der „Balanced Scorecards“, weiteren Erkenntnissen z. B. der Wissenschaft sowie Anforderungen des Gesetzgebers an Unternehmen und Unternehmenstätigkeit Rechnung zu tragen. „Balanced Scorecards“ sind also in den Prozess des Lernens und der fortlaufenden Weiterentwicklung eines Unternehmens einzubeziehen.

### **3.3.2.2 Anwendungsmöglichkeiten im Rahmen der vorliegenden Studie**

In der vorliegenden Studie geht es um Schulungen und Aufgabendurchführungskontrollen bei sicherheitstechnisch wichtigen Aufgaben nach endgültiger Stilllegung und während des Rückbaus von Kernkraftwerken. Nachfolgend wird deshalb erläutert, inwieweit kerntechnische Sicherheit, Schulung und Kontrolle in „Balanced Scorecards“ berücksichtigt werden können.

Der grundlegende Ansatz sieht eine klare Ausrichtung der „Balanced Scorecard“ auf den finanziellen Bereich des Unternehmens vor. Damit scheint eine Anwendung auf nicht-finanzielle Ziele wie eine hohe Sicherheit auf den ersten Blick nicht gut möglich zu sein. Die Autoren des „Balanced Scorecard“-Ansatzes sehen aber Weiterentwicklungen vor, um nicht-monetäre Ziele zu berücksichtigen:

- „Balanced Scorecards“ können die Perspektive der „Finanzen“ durch diejenige der „Mission“ einer Organisation ersetzen. Diese Möglichkeit sehen die Entwickler des „Balanced Scorecard“-Ansatzes in erster Linie für gemeinnützige Einrichtungen und solche des öffentlichen Dienstes vor (z. B. /KAP 01/, S. 135, /KAP 08/, S. 7 f., S. 397 ff.). Übertrüge man diesen Ansatz auf Unternehmen mit Kernkraftwerken und ersetzte man „Mission“ durch „Unternehmenspolitik“ im Sinne des kerntechnischen

Regelwerks (/KTA 17/, Abschnitt 4.1.2), wäre die Sicherheit von Kernkraftwerken angemessen repräsentiert, ohne von der „Finanzperspektive“ dominiert zu werden.

- Die „Prozessperspektive“ kann einen Prozess für die Erfüllung regulatorischer Anforderungen und sozialer Aufgaben umfassen (/KAP 08/, S. 163 ff.). Die betreffende beispielhafte „Balanced Scorecard“ (/KAP 08/, S. 164) ordnet dem Prozess „Sicherheit und Gesundheit“, „Beschäftigung“ und „Allgemeinheit“ („community“) zu und hält an der „Finanzperspektive“ als Bezeichnung für den Bereich an Zielen fest, deren Erreichung die Erfüllung der anderen und damit auch der sicherheitsbezogenen Ziele unterstützt.

Beide Erweiterungen könnten kombiniert werden, worauf die Entwickler des „Balanced Scorecard“-Ansatzes aber nicht eingehen. Sie berücksichtigen auch nicht die Möglichkeit, die Ziele einer hohen Sicherheit, einer starken Sicherheitskultur und eines wirksamen Integrierten Managementsystems in die „Lern- und Entwicklungsperspektive“ einzubeziehen und unter der „Prozessperspektive eine entsprechende Förderung vorzusehen.

Der „Balanced Scorecard“-Ansatz deckt Schulungen und Kontrollen zumindest implizit ab:

- Schulung dient dazu, die Mitarbeiterqualifikation zu entwickeln und zu erhalten. Somit kann die angemessene Schulung ein Ziel der „Lern- und Entwicklungsperspektive“ des gesamten Unternehmens beziehungsweise der Organisationseinheiten, Prozesse, Projekte und Teams sein, für die das Unternehmen „Balanced Scorecards“ erstellt. Die Schulung kann auch als Prozess definiert, der Prozessperspektive zugeordnet und mit dem Ziel versehen werden, Eigen- und Fremdpersonal (als unternehmensinternen Kunden) die erforderliche Qualifikation zu verschaffen.
- Kontrollen der Aufgabendurchführung fallen unter die Qualitätssicherung (inklusive der Erfüllung von Sicherheitsanforderungen. Sie kann der „Prozessperspektive“ zugeordnet werden.
- Ein Prozess „Umsetzung regulatorischer Anforderungen“ würde einschlägige Regeln und Richtlinien erfassen.

Eine „Balanced Scorecard“ bietet also mehrere, auch miteinander kombinierbare Optionen, um Schulungen und Aufgabendurchführungskontrollen explizit zu erfassen. Die vorliegende Studie kommt darauf in Kapitel 4 zurück.



#### **4 Ermittlung und Beurteilung betreiberseitiger Schulung und Kontrolle sicherheitstechnisch wichtiger Arbeiten in Nachbetrieb und Stilllegung**

Die vorliegende Studie sieht drei Schritte vor, um betreiberseitige Schulung und Kontrolle sicherheitstechnisch wichtiger Arbeiten in Nachbetrieb und Stilllegung zu bestimmen und zu beurteilen:

- In einem ersten Arbeitsschritt werden systematisch praxismgerechte und wirksame Vorgehensweisen des Betreibers zur Schulung und zur Kontrolle der Durchführung sicherheitstechnisch bedeutsamer Aufgaben ermittelt, die im Nachbetrieb und bei der Stilllegung anstehen. Diese Vorgehensweisen erweitern und präzisieren den Erkenntnisstand aus Kapitel 3 des vorliegenden Berichts. Als Quelle dienen aktuelle arbeitspsychologische und berufspädagogische Hand- und Lehrbücher, die den konsolidierten, fachwissenschaftlichen Erkenntnisstand wiedergeben. Es werden wesentliche Erfolgs- beziehungsweise Misserfolgskfaktoren bestimmt, von denen nach Auskunft der genutzten Quellen die Wirksamkeit der Vorgehensweisen abhängt.
- Im zweiten Arbeitsschritt wird geklärt, wie Schulung und Kontrollen korrekt in den Gesamtprozess der Aufgabebearbeitung einzubinden sind, um ihre erwartete Wirkung erzielen zu können. Als Referenz dient ein Phasenmodell des Projektmanagements mit den beiden Merkpunkten, dass Schulungen und Kontrollen (1) aufgabenspezifisch zu gestalten und (2) die einzelnen Schritte der Planung und Durchführung von Schulungen beziehungsweise Kontrollen in bestimmten Phasen der Projektierung und Bearbeitung einer Aufgabe stattzufinden haben, um wirksam zu sein.
- Der dritte Arbeitsschritt dient dazu, am Beispiel einer Schulung oder Kontrolle herauszuarbeiten, wie ein „Balanced-Scorecard“-Ansatz nutzbar ist, um den Beitrag der Schulung beziehungsweise Kontrolle zur korrekten Aufgabenerfüllung zu erfassen, zu präsentieren und mittels Kennzahlen oder sonstigen, dem Beurteiler zugänglichen Informationen zu bewerten.

Der weitere Aufbau des vorliegenden Kapitels entspricht diesen Arbeitsschritten.



#### **4.1 Weiterentwicklung des Bestandes an praxisgerechten und wirksamen Vorgehensweisen für Schulungen und Kontrollen**

Der Zielsetzung dieser Studie entsprechend werden Schulungen und Kontrollen von Seiten des Betreibers betrachtet,

- die dazu dienen, Fachwissen für sicherheitsrelevante Aufgaben bei der Stilllegung eines Kernkraftwerks zu vermitteln.
- die darin bestehen, dass dafür vorgesehene Personen die korrekte Bearbeitung dieser sicherheitsrelevanten Aufgaben durch Eigen- und (oder) Fremdpersonal verfolgen und beurteilen.

Die nachfolgende Dokumentation der Ergebnisse dieses Arbeitsschrittes ist nach Vorgehensweisen für diese Schulungen beziehungsweise Kontrollen der Aufgabendurchführung gegliedert. Es wird jeweils erläutert, wie diese Vorgehensweisen die Erfüllung der betrachteten Aufgaben in der Phase der Stilllegung eines Kernkraftwerkes praktisch unterstützen können und von welchen Faktoren ihre Wirksamkeit abhängt.

##### **4.1.1 Schulung**

Schulungen lassen sich abdeckend in die folgenden Gruppen einteilen: medienbasiertes Lernen, Vortrags- und Diskussionsveranstaltungen, Übungen einer Aufgabe ohne Einbettung in den realen Vollzug der betreffenden Aufgabe und Lernen im Kontext der realen Aufgabendurchführung. Während Letzteres dem „Training on the Job“ entspricht, sind unter den Übungen ohne Einbindung in den realen Aufgabenvollzug solche Schulungen zu verstehen, die in eigens dafür vorgesehenen Übungseinrichtungen stattfinden können, in jedem Fall aber keine Eingriffe in die reale Anlage umfassen.

Während es im medienbasierten Lernen und bei Vorträgen mit Diskussion in erster Linie darum geht, Daten, Fakten und eine genaue gedankliche Vorstellung vom Ablauf einer Aufgabe und den dabei einzuhaltenden Vorgaben zu vermitteln, dienen die praxisnahen Übungen und das „Training on the Job“ wesentlich auch dazu, die mit der Durchführung verbundene Erfassung, Diagnose und Beurteilung vorliegender Informationen, Handhabung von Geräten, Werkzeugen, Ersatzteilen usw., Bewegungsabläufe und Kommunikationsvorgänge in der realitätsnahen oder realen Situation einzuüben.

Die zugehörigen Vorgehensweisen können und sollen soweit nötig miteinander verknüpft sein, indem z. B. medienbasiertes Lernen und (oder) Vortrags- und Diskussionsveranstaltungen das grundlegende Wissen vermitteln, das dann praktisch angewendet und verfestigt wird, wobei die beiden Möglichkeiten bestehen, dass der Lernende das praktische „Knowhow“ unter Anleitung in realen Arbeitsprozessen oder in Übungsszenarien und an Übungsobjekten erwirbt, die möglichst realitätsnah, aber unabhängig vom realen Arbeitsprozess sind.

#### **4.1.1.1 Medienbasiertes Lernen**

Unter einem medienbasierten Lernen versteht die vorliegende Studie den Wissenserwerb, den der Lernende durch Verwendung analoger oder digitaler Medien, also nicht durch Kommunikation mit einer Lehrperson vollzieht. Es besteht eine Überschneidung zum Selbststudium, das laut Regelwerk eine Möglichkeit für den Fachkundeerwerb bildet. Selbststudium lässt die Art des genutzten Mediums für die Präsentation und Aneignung von Kenntnissen offen. Die vorliegende Studie konzentriert sich demgegenüber auf Lehrmaterialien und Lernformen, die unter den Begriff des Lehrfilms (und vergleichbarer Medien), des programmierten Unterrichts und des elektronischen Lernens fallen.

- Der Begriff des Lehrfilms ist selbsterklärend. Tonbildschauen („slide shows“) sehen die Präsentation statischer statt bewegter Bilder vor. Mischformen sind möglich. Erklärvideos unterscheiden sich nicht grundsätzlich von Lehrfilmen oder Tonbildschauen.
- Programmierter Unterricht oder programmiertes Lernen basiert auf einem Lernprogramm, das der Lernende selbständig Schritt für Schritt bearbeitet, um sich in ein Wissensgebiet einzuarbeiten. Das Lernprogramm sieht in der Regel Kontrollfragen vor, von deren Beantwortung es abhängt, ob der Lernende Teile des Stoffes wiederholen muss oder überspringen darf. Das Lernprogramm kann papier- oder softwarebasiert sein, im letzteren Fall spricht man auch von einem „Computer-Based-Training“ (CBT, vgl. nächster Punkt).
- Beim elektronisch unterstützten Lernen (auch „E-Learning“) dienen elektronische oder digitale Medien dazu, Lerninhalte zu präsentieren. Synonyme sind u. a. Telelernen, computergestütztes Lernen oder „Computer-Based-Training“ (CBT). E-Learning zeichnet sich gegenüber Lehrfilmen, Tonbildschauen und programmierten Lernen durch eine größere Vielfalt an Lehr- und Lernangeboten aus. Wichtige derartige Angebote sind „Learning Communities“ und Simulationen. Unter einer „Learning

Community“ versteht man eine Personengruppe, die an vergleichbaren Aufgaben arbeitet und eine gemeinsame Wissensbasis nutzt, in die Gruppenmitglieder Inhalte einbringen und aus der sie Inhalte zur Weiterentwicklung des eigenen Wissensentnehmen können. Simulationen unterstützen den Erwerb von Wissen über funktionale und (oder) strukturelle Merkmale realer Objekte oder Prozesse durch Modelle, die der Lernende in Augenschein nehmen und beobachten kann. Bei entsprechender Auslegung kann der Lernende mit der Simulation interagieren, um zu sehen und zu verstehen, wie sich Veränderungen bestimmter Modelleigenschaften oder Modellparameter auswirken.

Medienbasiertes Lernen kann in Verbindung mit Schulungen zum Einsatz kommen, in denen eine oder mehrere Personen lehren. Solche Mischformen heißen auch „Integriertes Lernen“ oder „Blended Learning“.

Verbreitete Anwendungen für Lernprogramme bzw. Lehrfilme sind die Unterweisungen von Mitarbeitern zu Arbeits-, Brand- und Gesundheitsschutz in vielen Unternehmen bzw. die Unterweisung zu Arbeitssicherheit und Strahlenschutz, die Kernkraftwerke für Besucher und Fremdpersonal nutzen.

Der einschlägige fachwissenschaftliche Erkenntnisstand zeigt, dass ein erfolgreiches medienbasiertes Lernen auf folgenden Faktoren beruht:

- Die lernende Person muss zu einem selbständigen Lernen kompetent und motiviert sein. Zur Kompetenz zählt die Beherrschung der eingesetzten technischen Mittel durch den Lernenden, aber auch sein Vorwissen, das ihn befähigen muss, die dargebotenen Inhalte korrekt zu verstehen. Unter diesen Voraussetzungen kann selbständiges Lernen auch das selbständige Arbeiten und Lösen von Problemen fördern (z. B. /AN 11/). Die Motivation hängt davon ab, inwieweit der Lernende dazu bereit ist, Wissen ohne den sozialen Kontext zu erwerben, der beim Lernen in einer Gruppe beziehungsweise in direktem Kontakt mit einer Lehrperson vorliegt. Medienbasiertes Lernen mit interaktivem Lernmaterial kann aber auch den positiven Anreiz bieten, dass der Nutzer unbeobachtet von anderen Personen Inhalte wiederholen kann, ohne sich wegen dieser Wiederholungen oder seines langsamen Lernfortschrittes bloßgestellt zu fühlen.
- Präsentationsmedien und präsentierte Inhalte haben benutzerfreundlich und ergonomisch gestaltet zu sein. Benutzungsoberflächen für den Lernenden sollen sich durch Merkmale auszeichnen, die selbsterklärend oder leicht zu verstehen sind.

Text, Bild und Ton dargebotener Inhalte müssen gut lesbar, erkennbar bzw. hörbar sein. Umgebungsbedingungen wie vor allem Beleuchtung und Schallpegel müssen ergonomisch so gestaltet sein, dass sie die korrekte Nutzung der Medien und die Aneignung der präsentierten Inhalte so gut wie möglich unterstützen.

- Ungenaue, veraltete, missverständliche und (oder) fehlerhafte Informationen dürfen den zu lernenden Inhalt nicht verfälschen, sie müssen also einen strengen Prozess der Qualitätssicherung und der Aktualisierung durchlaufen haben. Das gilt insbesondere für die Wissensbasis, die eine „Learning Community“ über die Beiträge ihrer Mitglieder schafft, weil sich Fehler beim Eintrag von Inhalten in dem Umfang weiterverbreiten können, wie andere Personen diese Inhalte nutzen, ohne die Fehlerhaftigkeit erkannt zu haben. Daraus ergeben sich erhebliche Einschränkungen für den Einsatz eines medienbasierten Lernens für Aufgaben, die sich fortlaufend ändern, wenn diese Änderungen in den Medien nicht so schnell berücksichtigt werden können, dass das aktualisierte Medium rechtzeitig für eine gründliche Schulung vor der realen Aufgabendurchführung bereitsteht.
- Lerninhalte können der Vertraulichkeit unterliegen. Sie kann es erfordern, die Medien nur an Orten und unter Bedingungen zu nutzen, die diese Vertraulichkeit ermöglichen. Es kann erforderlich sein, die Nutzung der Medien auf entsprechend gesicherte Räumlichkeiten des Unternehmens zu beschränken und Zugriffsrechte zu vergeben. Bei Nutzung computerbasierter Lernmedien ist es möglich, den Verlauf der Lernsituation aufzuzeichnen. Der Lernende muss darauf vertrauen können, dass solche Aufzeichnungen nur zu den Zwecken erfolgen, die er vorab mitgeteilt bekommen und akzeptiert hat. Die Aufzeichnung darf auch zu keinen Hemmnissen der Nutzung des Lernmediums führen, weil der Lernende fürchtet, sich bloßzustellen, wenn er z. B. viele Fehler macht und das Programm letztere dokumentiert.
- Zum Lehrstoff sollen neben Daten und Fakten möglichst auch Lernschritte gehören, in denen der Lernende Methodenkompetenz erwirbt, festigt oder stärkt. Unter Methodenkompetenz versteht man die Fähigkeit, Wissen zu identifizieren, zu bewerten und zu verknüpfen, um Probleme zu lösen, Prioritäten zu setzen und Entscheidungen zu treffen (/DRE 17/, S. 18). Medienkompetenz ist eine Voraussetzung für die Bearbeitung komplexerer Aufgaben.
- Empirische Erkenntnisse zeigen, dass Lernende auch bei Wertschätzung eines selbständigen medienbasierten Lernens mehr Engagement in Schulungen zeigen, die einen direkten sozialen Kontakt mit Lehrperson und anderen „Schülern“ vorsehen.

Man kann diesem Faktum Rechnung tragen, indem ein gemeinsamer Ort und Zeitraum des Lernens festgelegt werden und am Lernort eine Lehrperson zur Verfügung steht, die das medienbasierte Lernangebot erläutern und ergänzen kann. Für diese Lehrperson sollen die Forderungen an Qualifikation und Lehrverhalten gelten, die an Lehrpersonen in den nachfolgend beschriebenen Arten der Schulung gestellt werden.

Unternehmensinterne oder auch unternehmensübergreifende „Learning Communities“ können für Rückbauaufgaben als gutes Mittel für Wissensaustausch und Wissenserwerb erscheinen, um die vielfältigen Einsichten und Erfahrungen aus Rückbauaufgaben zu erfassen und zu verbreiten. Einrichtung und Förderung von „Learning Communities“ müssten aber wegen der Möglichkeiten, Information bei der Dokumentation ungenau oder falsch zu präsentieren und weiterzuverbreiten bzw. an sich korrekte Information nicht adäquat zu nutzen, stets mit einer strengen Qualitätssicherung einhergehen. Betreiber könnten das Konzept der „Learning Community“ wie folgt anpassen, um diese Qualitätssicherungsprobleme zu meistern: Eigen- und Fremdpersonal könnten motiviert werden, ihre Erkenntnisse und Erfahrungen bei Rückbauaufgaben einer zentralen Stelle zuzuleiten, die diese Beiträge qualitätssichert, in eine Wissensbasis einpflegt und die Nutzer dieser Wissensbasis berät, welche Inhalte der Wissensbasis sie wie nutzen können. Dieser Ansatz würde die Konzepte der „Learning Community“, des Vorschlagswesens und des Wissensmanagements im Rahmen einer lernenden Organisation verknüpfen.

Es sei noch auf folgende Punkte hingewiesen, die für die Erstellung von Lernmaterialien und ihre Verwendung wichtig sind: (1) Der Ablauf von sich wiederholenden Rückbauaufgaben könnte ganz oder in Teilen mit Hilfe geeigneter Medien (z. B. Filme) aufgezeichnet und die resultierende Aufzeichnung für Schulungszwecke genutzt werden. Für solche Fälle ist sehr genau zu dokumentieren, unter welchen sicherheitstechnischen Voraussetzungen und Vorkehrungen die betreffende Aufgabe durchzuführen ist. Sonst könnte sich in die spätere Schulung der Fehler einschleichen, das Vorgehen bei der aufgezeichneten Aufgabe auf die zu schulende Tätigkeit zu übertragen, ohne deren Besonderheiten angemessen zu beachten. Diese Forderung ist auf alle Lernmaterialien zu generalisieren, die als Module in andere Medien für Lernen und Lehren eingehen sollen. Ersteller und Anbieter eines Mediums haben stets kritisch zu prüfen, ob der Inhalt eines wiederverwendeten Moduls vollständig mit den Lehrinhalten in Einklang steht, die das Medium vermitteln soll. (2) Die Entwicklung eines programmierten Unterrichts erfordert es, den

Lernstoff präzise einzugrenzen und zu strukturieren: Lernziel(e), Teilziele, Lernschritte, Rückmeldungen zum Lernfortschritt und Wiederholungen sind genau zu ermitteln und der Lernprozess so aufzubauen, dass sie folgerichtig aufeinander aufbauen. Diese Forderung gilt nicht nur für die Vorbereitung von Lernmaterialien, sondern für die Entwicklung einer Schulung insgesamt. (3) Aus dem Cours-d'action-Ansatz ergeben sich Leitfragen, die Lernende, Entwickler von Lernmaterialien und Lehrpersonen bei der Auseinandersetzung mit Lernstoff stellen beziehungsweise beantworten sollen. Diese Leitfragen unterstützen die Sensibilisierung der genannten Personenkreise für die Neuartigkeit, Komplexität und (oder) Risiken einer Aufgabe. Für die vorliegende Studie ergibt sich die Relevanz dieser Fragen daraus, dass sich im Rückbau in Abhängigkeit vom Fortschritt der Arbeiten Art und Rahmenbedingungen der Aufgaben und sicherheitstechnischen Anforderungen immer wieder ändern. Tab. 4.1 führt diese Leitfragen auf, Lehrende und Lernende sollen sich anhand dieser Fragen auch sensibilisieren, wenn die Schulung als Vortrags- und Diskussionsveranstaltung, eigenständige Übung oder Lernen während des realen Aufgabenvollzugs („Training in the Job“) organisiert ist. Die Leitfragen können sich auch auf Teile innerhalb einer Aufgabe beziehen. Es ist möglich diese Fragen aus der Perspektive des Safety I oder Safety II zu stellen und zu beantworten.

**Tab. 4.1** Leitfragen für die Identifikation von Schulungsinhalten

<b>Leitfragen zu einer anstehenden Aufgabe oder Teilaufgabe</b>	<b>Bezug auf Phasen des Cours-d'action-Ansatzes</b>
Worauf ist zu achten, bevor eine betrachtete Aufgabe aufgenommen werden darf?	Engagement
In welche Richtungen könnte sich der Ist-Zustand in Abhängigkeit von welchen Faktoren entwickeln?	Structure d'anticipation
Welche Soll-Vorgaben, Prozeduren, Praktiken und Erfahrungen gibt es für die Bearbeitung der Aufgabe (Teilaufgabe)? Kennt das Personal aus früheren vergleichbaren Aufgaben Vorgehensweisen, die auf die anstehende Aufgabe nicht angewendet werden dürfen, weil die Anwendungsvoraussetzungen für Vorgehensweisen aus den früheren Aufgaben in der gegebenen Anwendungssituation nicht mehr erfüllt sind? Die gleichen Fragen sind auch für Teile der anstehenden Aufgabe zu beantworten.	Référentiel
Welche Merkmale der Situation sind handlungsrelevant, welche können vernachlässigt werden, weil sie sich auf den Arbeitsablauf und die Sicherheit nicht auswirken?	Representamen

Leitfragen zu einer anstehenden Aufgabe oder Teilaufgabe	Bezug auf Phasen des Cours-d'action-Ansatzes
Unter welchen Bedingungen darf die Aufgabe (Teilaufgabe) begonnen und wie vorgesehen durchgeführt werden? Unter welchen Bedingungen haben die Arbeiten unterbrochen zu werden?	Unité de cours d'expérience
<p>Wie zutreffend ist das Verständnis der Ausführenden zu Ziel und Sicherheitsrelevanz ihres Auftrags und zur Verbindlichkeit des Vorgehens?</p> <p>Könnten sie z. B. Aktionen für zulässig halten, die es tatsächlich nicht sind?</p> <p>Könnten sie überzeugt sein, dass Abweichungen von der vorgegebenen Bearbeitungsreihenfolge erlaubt sind?</p> <p>Könnten sie glauben, dass bestimmte Aktionen ausgelassen werden dürfen (z. B. eine zusätzliche Kontrolle von Anzeigen)?</p>	Interprétant

#### 4.1.1.2 Vortrags- und Diskussionsveranstaltungen

Unter dieser Bezeichnung fasst die vorliegende Studie alle Veranstaltungen zusammen, in denen Lehren und Lernen wesentlich auf Vortrag und Diskussion beruhen. Solche Veranstaltungen sind wesentlicher Teil der Kurse und Seminare, die laut kerntechnischem Regelwerk zum Erwerb und Erhalt der Fachkunde dienen.

Solche Lehr- und Lernformate dienen der Vermittlung eines Wissens, dessen praktische Anwendung allenfalls mit Anschauungsmaterial, Vorführungen, Besichtigungen und (oder) beispielhaften Übungen illustriert werden kann, soweit solche Vorführungen, Besichtigungen oder Übungen im Zeitrahmen der Veranstaltung, unter den räumlichen Gegebenheiten des Veranstaltungsortes und mit seiner technischen Ausstattung realisierbar sind. Als Anschauungsmaterial kommen Filme, Fotos, reale und (oder) virtuelle Modelle, Pläne, Zeichnungen und weitere Unterlagen beziehungsweise Beschreibungen infrage.

Ziel solcher Vortrags- und Diskussionsveranstaltungen ist es, die Kenntnisse über Ziel, Ablauf und Rahmenbedingungen der Aufgabenbearbeitung zu vermitteln, die ausführende Personen haben müssen, um zu verstehen, wie vorzugehen und welche sicherheitsbezogenen (und sonstigen) Anforderungen einzuhalten sind. Zur Kenntnis des Vorgehens zählt auch das Wissen, welche Mittel und Dinge zu nutzen und wie sie zu gebrauchen sind, wenn dies erläuterungsbedürftig sein sollte (man denke z. B. an den Einsatz bisher nicht verwendeter Werkzeuge, Geräte oder Maschinen). Ist Teamarbeit

vorgesehen, muss vermittelt werden, wie die Teilaufgaben der Teammitglieder zusammenhängen und wie sie zu kooperieren und kommunizieren haben. Da sich Rahmenbedingungen der Aufgabenerfüllung im realen Einsatzfall von denjenigen unterscheiden können, die vorgesehen und gelehrt worden sind, hat den ausführenden Personen auch vermittelt zu werden, wie sie sich in solchen Situationen zu verhalten haben.

Vermittlung und Aneignung solcher Kenntnisse zu Ziel, Inhalt und Rahmenbedingungen einer Aufgabe sind in folgenden Fällen besonders wichtig:

- Anlagen im Rückbau ändern sich fortlaufend und erfordern entsprechende Anpassungen der Sicherheitsvorkehrungen und des sicherheitsgerechten Handelns. Solche Anpassungen können auch darin bestehen, dass Ausführende aus den Reihen des Eigen- und (oder) Fremdpersonals rechtzeitig lernen, in welchen Punkten sich Arbeitsverfahren ändern, die sie aus früheren Anwendungen kennen, beim erreichten Stand des Rückbaus aber in geänderter Form durchführen müssen. Ebenso können sich Sicherheitsvorkehrungen ändern, die bei anstehenden Arbeiten einzuhalten sind.
- Sicherheitstechnisch bedeutsame Aufgaben können Spezialkenntnisse von Fremdfirmen erfordern. Dessen Personal muss bei Einsätzen auf der Anlage rechtzeitig lernen, wie es sich auf der Anlage und bei der Durchführung seiner Aufgaben sicherheitsgerecht zu verhalten hat. Eigenpersonal muss für die Zusammenarbeit mit dem Fremdpersonal in der anstehenden Aufgabe soweit geschult sein, dass es seine Teilaufgaben versteht und insbesondere auch erkennen und einschreiten kann, wenn Handlungen des Fremdpersonals von Sicherheitsanforderungen abweichen. Der Betreiber hat aus den Vortrags- und Diskussionsveranstaltungen mit den betreffenden Fremdfirmen (und mit Hilfe einschlägiger Informationen aus weiteren Quellen) zu erkennen, inwieweit Eigenpersonal der Schulung für die Zusammenarbeit mit Fremdpersonal und für die Kontrolle der Fremdleistungen bedarf. Ggf. ergibt sich auch der Bedarf, eine entsprechende Schulung zu entwickeln.
- Vortrag und Diskussion sind schließlich auch eine Form, das Lernen aus Betriebserfahrungen und vergleichbaren Quellen zu unterstützen. Solche Veranstaltungen können anlagenintern, unternehmensintern und unternehmensübergreifend sein. Man denke z. B. an die anlageninterne Vermittlung von Kenntnissen zu Strahlenschutzvorkehrungen vor einer neuen Phase oder einem wichtigen Schritt des Rückbaus und die Weitergabe von Wissen und Erfahrungen zum Rückbau aus einer Anlage an andere Anlagen desselben Unternehmens oder an weitere Betreiber.



Erfolgs- beziehungsweise Misserfolgskriterien lassen sich mit Hilfe der Erkenntnisse bestimmen, die für den Erfolg oder Misserfolg des Schulunterrichts oder akademischer Lehrveranstaltungen vorliegen. Diese Übertragung ist möglich, weil Vortrags- und Diskussionsveranstaltungen deutliche Ähnlichkeiten mit dem Schulunterricht aufweisen und weil empirische Studien keine Belege erbracht haben, dass ältere Personen mit geringerem Erfolg lernen als Jugendliche und junge Erwachsene. Es hat sich vielmehr gezeigt, dass Unterschiede innerhalb einer Altersgruppe höher sind als Unterschiede zwischen Altersgruppen, dass die Veränderung der Lernfähigkeit nicht in erster Linie vom Alter, sondern von vielfältigen Faktoren in Lebenswelt und Lebenslauf der Person abhängt und dass Jüngere zwar schneller, dafür aber weniger gründlich lernen als Ältere, Lerngeschwindigkeit und Lerngenauigkeit einander also ausgleichen (/DRE 17/, S. 158-159).

Diesen übertragbaren empirischen Erkenntnissen zufolge (/HEL 08/, S. 145 ff., /TER 17/, S. 52) hängen Erfolg oder Misserfolg einer Vortrags- und Diskussionsveranstaltung wesentlich von den nachstehenden Faktoren ab:

- Die Person des Lehrenden hat fachlich und didaktisch kompetent zu sein. Sie hat sich gut vorzubereiten. Dazu gehört auch, sich über den Kenntnisstand der Teilnehmer zu informieren. Lehrinhalte sind systematisch zu strukturieren und zu präsentieren (man vergleiche dazu die Ausführungen zum programmierten Unterricht). In der Veranstaltung soll sie die Lernenden zu interessiertem Zuhören, Verständnisfragen, Kommentaren, Rückmeldungen und vielfältigen Diskussionsbeiträgen anregen. Der Lehrende soll darauf achten, inwieweit es ihm gelingt, die aktive Beteiligung der Veranstaltungsteilnehmer zu gewinnen. Positive Anzeichen dafür sind die Vielzahl, die Vielfalt und die Qualität der Wortmeldungen, deren ausgewogene Verteilung im Kollektiv der Lernenden und das beobachtbare Verhalten letzterer, das Interesse und Aufmerksamkeit signalisiert. Die Lehrperson soll auf diese Anzeichen reagieren z. B. durch zusätzliche Erläuterungen am besten in anderen Worten und mit weiteren Mitteln (z. B. eine spontan angefertigte Handskizze), durch Straffung der Vortragsteile, von denen sich herausstellt, dass sie den Lernenden wohlbekannt sind, oder die Aufforderung, der Lehrperson Fragen zu stellen oder Antworten auf Fragen von Seiten der Lehrperson zu beantworten. Wiederholungen und im Rahmen der Veranstaltung mögliche Übungen oder Arbeiten in kleinen Gruppen sollen die Konsolidierung des Gelernten unterstützen. Die Leitfragen in Tab. 4.1 sollen genutzt werden, die Diskussion mit und unter den Lernenden zu stimulieren.

- Der Umgang des Lehrenden mit den Lernenden soll also partnerschaftlich, auf die konkrete Situation abgestimmt, von selbstkritischer Reflexion des eigenen Vorgehens geprägt und durch das Ziel bestmöglicher Wissensvermittlung bestimmt sein. Das Lernen in Interaktion mit einer Lehrperson und anderen Lernenden bietet auch die Gelegenheit, Sozialkompetenz aufzubauen und zu festigen. Man versteht darunter die Fähigkeit zu Kooperation und Kommunikation zwischen Personen. Die Lehrperson kann insbesondere ein gutes Beispiel geben, indem sie die Lernenden respektvoll behandelt, auf Fragen und Kommentare sachlich reagiert sowie Veranstaltungsteilnehmer in die Schranken weist, deren Verhalten mit einem konstruktiven Ablauf der Veranstaltung in Konflikt steht.
- Die Lernenden sollen einerseits motiviert und dem Lernangebot gegenüber positiv eingestellt sein. Andererseits haben sie intellektuelle Voraussetzungen zu erfüllen. Sie bestehen nicht nur im fachlichen Vorwissen, dessen Vorhandensein die Veranstaltung voraussetzt. Es ist auch vorab zu klären, inwieweit die Lernenden über die Sprachkenntnisse verfügen, um mit der Lehrperson in einen konstruktiven Austausch treten zu können. Dabei ist nicht nur an die Muttersprache, sondern auch an das Bildungsniveau und die Möglichkeit zu denken, dass Lehrpersonen von auswärts kommen und den evtl. ausgeprägten Dialekt im Kollektiv der Lernenden schwer verstehen könnten. Fragen, Kommentare und weitere Diskussionsbeiträge der Lernenden sollen nach entsprechender Stimulation von Seiten der Lehrperson die Aspekte abdecken, die in Tab. 4.1 beschrieben sind.
- Die Rahmenbedingungen der Veranstaltung haben der Wissensvermittlung förderlich zu sein. Dazu gehören die Klarheit und Verständlichkeit der Lehrinhalte und Lernziele, das ergonomische Layout der Lehrmittel, der Möblierung und der erforderlichen technischen Ausstattung, bestmögliche Umgebungsbedingungen in Bezug auf Licht, Geräuschpegel und Raumklima, eine Teilnehmerzahl und Sitzordnung, die eine direkte Kommunikation der Lernenden untereinander und mit der Lehrperson unterstützt sowie Erholungspausen.
- Lernen erfolgt umso effektiver, je ausgeruhter, aufnahmebereiter und stressfrei der Lernende ist. Eine Schulung sollte daher Zeiträume nutzen, in denen die Teilnehmer erholt und nicht z. B. am Ende ihres Arbeitstages hin wenig aufnahmefähig sind. Zudem soll für die Teilnahme an der Schulung Arbeitszeit zur Verfügung stehen und eine Entlastung von anderen Aufgaben erfolgen, um Zeitdruck und Unruhe zu vermeiden, weil die Person sich sorgt, wie sie zugleich ihre Arbeit erledigen und die Schulung absolvieren soll.

#### **4.1.1.3      Übungen ohne Einbettung in den realen Vollzug der betreffenden Aufgabe**

Diese Schulungsform besteht darin, die Bearbeitung einer Aufgabe zu üben, ohne die Übung in den Prozess der realen Bearbeitung der zu übenden Aufgaben einzubeziehen. Es lassen sich zwei Möglichkeiten unterscheiden: (1) Die Bearbeitung der Aufgabe wird an einem eigens dafür bereitgestellten Nachbau des Arbeitsplatzes und der Anlagenteile geübt, an oder mit denen im realen Arbeitsprozess die eingeübten Aktionen zu vollziehen sind. Ein bekanntes Beispiel sind Simulatoren, daneben sieht das Regelwerk aber auch die Möglichkeit vor, Instandhaltungsaufgaben an Nachbauten oder Modellen zu üben (siehe Kapitel 3). Das können auch Duplikate der realen Einrichtungen sein wie z. B. elektronische Einrichtungen, die in einem Übungsraum stehen, um an ihnen Instandhaltungen, Reparaturen, Demontagen und Remontagen zu erlernen. Bei Stilllegung können hier insbesondere reale Mock-ups verwendet werden und/oder auch Virtual Reality (VR) Anwendungen zum Einsatz kommen, um anstehende Aufgaben möglichst realitätsnah zu schulen. (2) Die Schulung findet am realen Arbeitsort und vor den realen Anlagenteilen statt. Das Vorgehen wird aber nur beschrieben und besprochen, ohne Eingriffe vorzunehmen, die den Istzustand der Anlage oder eines Anlagenteils unzulässig ändern könnten. Der Unterschied zu einem „Training on the Job“ besteht darin, dass diese Schulung nicht in den Prozess der realen Aufgabenbearbeitung integriert, sondern davon getrennt und als eigenständige Schulungsveranstaltung organisiert ist. Ein einfaches Beispiel bildet eine Feuerwehrübung an einem unterstellten Brandort in der Anlage: die Feuerwehr rückt dorthin aus und bereitet die Löschung vor, unterlässt aber jede Beaufschlagung des Ortes mit Löschwasser.

Lernziel ist es, nicht nur abstraktes Wissen und eine gedankliche Vorstellung des Arbeitsablaufs zu vermitteln, sondern das Vorgehen zu veranschaulichen und seine reale Ausführung soweit einüben zu lassen, wie es mit den Einrichtungen geht, die für die Übung zur Verfügung stehen. Je mehr es auf das Einüben des Bewegungsablaufs auf Seiten des Lernenden ankommt, desto geeigneter sind die unter (1) genannten Übungseinrichtungen, an die der Lernende selbst Hand anlegen kann. Die Variante einer Demonstration vor Ort ohne Eingriffe ist praktikabel, wenn Eingriffe wie z. B. das Umlegen eines Schalters oder das Auf- und Zudrehen eines Handrades keine besonderen Anforderungen an die Motorik stellen.

Der Erfolg dieser Art der Schulung hängt von den folgenden Faktoren ab:

- Für die Person des Lehrenden gelten die Forderungen, die unter „Vortrags- und Diskussionsveranstaltungen“ formuliert sind. Der Grund dafür besteht darin, dass die Übungen einen erheblichen Anteil an Erläuterungen der Lehrperson(en) und an Diskussionen mit den Lernenden einschließen. Zur fachlichen Kompetenz muss die korrekte Beherrschung des physischen Handlungsvollzugs und die strikte Einhaltung aller zugehörigen sicherheitsbezogenen und weiteren regulatorischen Anforderungen gehören. Die Lehrperson hat Vorbild für die Einhaltung des Arbeitsverfahrens und der Anforderungen zu sein. Abweichungen könnten den Lernenden signalisieren, dass sie auch im realen Arbeitsprozess erlaubt sind. Die Lehrperson hat darauf zu achten und dafür zu sorgen, dass alle Lernenden mit gleicher Häufigkeit und Zeitdauer die konkret auszuführenden Handlungen physisch vollziehen.
- Für die Lernenden gilt ebenfalls das, was unter „Vortrags- und Diskussionsveranstaltungen“ gesagt wurde. Sie sollten darüber hinaus motiviert sein, die zu übenden Handlungen in Person möglichst oft aktiv auszuführen.
- Rahmenbedingungen haben bestmögliche Voraussetzungen für das Lernen zu bieten: Lehrperson(n) und Lernende sollten ausgeruht und entsprechend aufnahmefähig sein. Am Ort der Schulung haben ergonomisch bestmögliche Bedingungen in Bezug auf Beleuchtung, Geräuschpegel, Raumklima und Abmessungen zu bestehen. Bei Demonstrationen vor Ort ohne Eingriffe können diesbezüglich besondere Vorkehrungen erforderlich sein: zusätzliche Beleuchtung, Kommunikationseinrichtungen zur Übertragung von Sprache ohne Störung durch Geräuschpegel, passende Kleidung und (oder) evtl. erforderliche Schutzausrüstung.
- Bei Übungen an nachgebauten Arbeitsplätzen oder Modellen („Mock-Up“) soll die größtmögliche Übereinstimmung zum realen Arbeitsplatz oder Anlagenteil bestehen, für den die Aufgabendurchführung geübt wird. Die Übungen sollten die Lernenden in einem fortgeschrittenen Stadium auch an die Geschwindigkeit gewöhnen, die im realen Vollzug der Aufgabe vorgegeben ist, um z. B. die Aufenthaltsdauer in der Nähe radioaktiver Komponenten zu minimieren. Gleiches gilt für Rahmenbedingungen wie die Aufgabenbearbeitung bei angelegter Schutzausrüstung.
- Zum Zeitablauf der Übungen gibt es nur spärliche konkrete Empfehlungen: Die Länge der Übungen sollte so gewählt sein, dass die Teilnehmer nicht ermüden und ihre Lernfähigkeit möglichst keine ermüdungsbedingten Einbußen erleidet. Häufige

kurze Pausen von einigen Minuten sollen den Übungsablauf unterbrechen. Einseitige Belastungen durch den Übungsinhalt lassen sich auch dadurch vermeiden, dass Übungssitzungen und Arbeitstätigkeiten im Wechsel stattfinden oder dass den Teilnehmern in aufeinanderfolgenden Übungen möglichst unterschiedliche Inhalte vermittelt werden. Lernschritte innerhalb einer Übung sollten zumindest anfangs nicht innerhalb eines engen Zeitfensters zusammengedrängt sein, sondern auf ein großzügiger bemessenes Zeitfenster verteilt werden. In der Anfangsphase wird eine Übung pro Tag empfohlen (z. B. /HAC 93/, S. 188).

Anwendungen dieser Schulungsart im Rückbau können z. B. darin bestehen, (1) sich vor Ort mit rückzubauenden Komponenten und den erforderlichen Arbeitsschritten vertraut zu machen, wenn eine Rückbauaufgabe ansteht, oder (2) Fremdpersonal wiederholt Schritt für Schritt das konkrete sicherheitsgerechte Vorgehen praktizieren zu lassen, das es einzuhalten hat. Man denke etwa an die Reihenfolge, in der die einzelnen Teile einer persönlichen Schutzausrüstung abzulegen sind, um Kontaminationen des Trägers zu vermeiden.

#### **4.1.1.4 Lernen im Kontext der realen Aufgabendurchführung („Training on the Job“)**

Lernen im Kontext des realen Arbeitsprozesses („Training on the Job“) zeichnet sich dadurch aus, dass das Lernen in Kooperation mit erfahrenen Mitarbeitern (Meistern, Ausbildern, Mentoren) und im Zuge der realen Erfüllung anstehender Aufgaben stattfindet. Der Lernende erhält im Arbeitsprozess von der Lehrperson konkrete Erläuterungen zum Vorgehen und zu den einzuhaltenden Anforderungen, beobachtet das Vorgehen der Lehrperson und führt unter Anleitung und Aufsicht reale Arbeitsschritte aus. Der Lernprozess beginnt für den Lernenden mit Besprechung und Beobachtung des Vorgehens und endet mit einer weitgehend selbständigen Ausführung unter Aufsicht der Lehrperson. Lernaufgaben sollen nach und nach den gesamten Lernstoff abdecken und abhängig vom Lernfortschritt Schritt für Schritt schwieriger werden, um die Fachkompetenz des Lernenden in vollem Umfang aufzubauen. Man nennt diese Form des Lernens auch „partizipativ“ (/DRE 17/, S. 117). Diese Ausbildung trägt auch zur Förderung der kommunikativen und sozialen Kompetenzen bei, wenn die Lehrpersonen die Zusammenarbeit der Lernenden untereinander sowie mit Lehrpersonen und weiteren Kollegen durch Vorbildlichkeit, Hinweise und Rückmeldungen unterstützen.

Es bestehen im Wesentlichen die gleichen Erfolgsfaktoren wie für Übungen, die nicht in den realen Arbeitsvollzug eingebettet sind. Folgende Faktoren sollen darüber hinaus realisiert sein:

- Der Arbeitsablauf muss genügend Zeit und sonstige Ressourcen für das Lehren und Lernen (einschließlich Rückfragen und Wiederholungen) vorsehen. Sonstige Ressourcen können z. B. Duplikate von Unterlagen sein, in die der Lernende Notizen eintragen kann. Sollte der Arbeitsprozess aus technisch-physikalischen Gründen keine hinreichend langen Unterbrechungen zulassen, ist auf Übungen zurückzugreifen, die ohne Einbettung in den realen Aufgabenvollzug durchführbar sind. Gleiches gilt für Arbeitsorte, die zu wenig Platz bieten, um lehrende und lernende Person mit ihrer Ausrüstung aufnehmen und die anstehenden Arbeitsschritte durchführen zu können.
- Die Lehrperson muss bei ihren realen Arbeitshandlungen Vorbild sein und genau das tun, was sie lehrt. Anderenfalls könnte der Lernende z. B. den Eindruck gewinnen, dass die Pflicht einen Helm zu tragen, nur für ihn als „Neuling“ gilt.
- Einzelne Aktionen der Lehrperson können ausschließlich dazu dienen, dem Lernenden bestimmte Einblicke zu verschaffen, indem die Lehrperson z. B. den Deckel eines Gehäuses öffnet, um das Innere der betreffenden Komponente zu zeigen. Die Lehrperson muss ausdrücklich darauf hinweisen, dass solche Aktionen nicht zum realen Arbeitsablauf gehören, sondern ausschließlich Lehrzwecken dienen. Da Gegenstände in geöffnete Komponenten fallen können, sollte den Lernenden klar vermittelt werden, dass das Gehäuse im realen Arbeitsvollzug geschlossen zu bleiben hat.

Im Prinzip kommt jede Aufgabe für ein „Training on the Job“ dienen, sofern die Erfolgsfaktoren für diese Art der Schulung bestehen. In der vorliegenden Studie sollen die beiden prinzipiell denkbaren Möglichkeiten herausgestellt werden, Personal aus einer Anlage A, die im Rückbau weniger weit fortgeschritten ist als eine Anlage B, bei Rückbauaufgaben in Anlage B hospitieren und mit dem Ziel der Schulung an Aufgaben mitarbeiten zu lassen, die in der Anlage A zu einem späteren Zeitpunkt anstehen. Auch könnte Eigenpersonal, dass Spezialaufgaben von Seiten einer Fremdfirma kontrollieren wird, diese Tätigkeiten in einer anderen Anlage oder einem anderen Unternehmen beobachten, um genauer zu verstehen, worauf es bei der späteren Kontrollaufgabe ankommt.

Die IAEA rechnet Einweisungen in die Aufgabe („Briefings“) zu den Schulungsarten und sieht vor, diese Briefings an die Komplexität der Aufgaben anzupassen (siehe Kapitel 3). Die vorliegende Studie ergänzt diese Anforderung um die Empfehlung, dass dem Briefing andere Schulungen vorausgegangen sein sollten, in denen sich die Ausführenden das Wissen und die Fertigkeiten für die Aufgabendurchführung gründlich angeeignet haben. Grund für diese Empfehlung ist die Möglichkeit, dass Briefings im realen Arbeitsprozess zu zeitlich kurz bemessen sein könnten, um mehr als eine Wiederauffrischung und Rekapitulation des aufgabenrelevanten Wissens zu unterstützen.

#### **4.1.2 Kontrollen der Aufgabendurchführung**

Die Fachliteratur zur Kontrolle der Aufgabendurchführung ist deutlich weniger umfangreich als das Schrifttum zur Schulung. Entsprechend allgemein sind die Ergebnisse zu Arten, Ausgestaltung und Rahmenbedingungen der Kontrolle:

- Als Kontrollarten werden unterschieden: Kontrollen von Seiten der ausführenden Person selbst, durch mindestens eine andere, für die Kontrollaufgabe vorgesehene Person, durch Rundgänger und administrative Kontrollen. Unter letzteren versteht man die Anwendung unternehmens- und anlagenpolitischer Vorgaben zu sicherheitstechnischen Vorkehrungen, sicherheitsgerechtem Verhalten auf der Anlage und zur Nutzung schriftlicher Prozeduren (z. B. /SWA 83/, Kapitel 16). Die vorliegende Studie konzentriert sich, ihrer Zielsetzung entsprechend, auf Kontrollen von Seiten einer damit beauftragten Person und berücksichtigt Rundgänger. Unter die Rundgänge fallen auch solche durch Führungskräfte.
- Die Ausgestaltung der Kontrollen sollte Ergebnis einer Analyse der zu kontrollierenden Aufgaben und ihrer Sicherheitsrelevanz sein. Aus den Analyseergebnissen sollen Zeitpunkt, Art und Umfang der Kontrollschritte abgeleitet und die Rahmenbedingungen ermittelt werden, von denen eine effektive Durchführung der Kontrollschritte abhängt: (1) Der Kontrolleur muss wissen, worauf bei der Kontrolle zu achten ist und anhand welcher Informationen die Beurteilung zu erfolgen hat, inwieweit Durchführung, Zwischen- und Endergebnisse der Arbeiten die einschlägigen Sollvorgaben erfüllen. Kontrolleure müssen auch wissen, wie sie auf Abweichungen zu reagieren haben: Darf ein Fehler vom Ausführenden am Arbeitsort unter den Augen des Kontrolleurs sofort nach Erkennung des Fehlers behoben werden oder ist ein Abbruch der Arbeiten erforderlich, damit Fehlerfolgen vor jeder weiteren Aktion geklärt werden

können? Dieses Wissen kann eine entsprechende Schulung, Einweisung und Wiederauffrischung vor Beginn der Kontrollaufgabe für den Kontrolleur erfordern. (2) Der Kontrollvorgang ist zu organisieren. Kontrollbefugnisse sind festzulegen, Kontrolleure und Kontrollierte müssen sie kennen. Der Standort des Kontrolleurs ist relativ zum Ort der kontrollierten Arbeit so festzulegen, dass freie Sicht auf die kontrollierten Arbeiten besteht, letztere aber nicht behindert werden. In den Vollzug der Arbeiten sind ggf. Pausen einzuplanen, in denen der Ausführende zur Seite tritt, damit der Kontrolleur aus nächster Nähe Zwischenergebnisse der Arbeiten sichten kann. Abhängig von der sicherheitstechnischen Bedeutung der Arbeiten ist festzulegen, ob die Kontrolle ununterbrochen, nur bei ausgewählten Arbeitsschritten oder stichprobenartig zu bestimmten Zeitpunkten stattfinden soll. Eventuell sind mehrere Kontrolleure vorzusehen, die sich ablösen, bevor die Aufmerksamkeit des gerade im Einsatz stehenden Kontrolleurs kritische Schwellen unterschreitet. Mehrere Kontrolleure können auch vorzusehen sein, wenn sie sich die Arbeiten teilen müssen (z. B. Beobachtung einer Tätigkeit und Aufzeichnung der Beobachtungsergebnisse). Die Ausführenden der kontrollierten Arbeiten müssen darüber informiert werden, dass und wie Kontrollen erfolgen. Stichhaltige Begründungen haben auf Seiten der Betroffenen die Akzeptanz für Kontrollen zu fördern. Das Zeitbudget für die Ausführung der Arbeiten muss einen Zuschlag für den Zeitaufwand der Kontrollen umfassen. (3) Mittel für die Kontrolle sind festzulegen und bereitzustellen: Unterlagen, Checklisten, Messgeräte oder auch eine Bühne oder ein Gerüst, das als Standplatz einen freien Blick auf die kontrollierte Tätigkeit ermöglicht. Gegebenenfalls sind Aufzeichnungsgeräte (z. B. Kameras) für Kontrollen aus der Distanz vorzusehen. Die Ausführenden der kontrollierten Arbeiten sind über den Einsatz solcher Geräte und die Verwendung der aufgezeichneten Informationen vorab in Kenntnis zu setzen.

- In Bezug auf den Zeitpunkt lassen sich Kontrolle vor Beginn, während des Ablaufs und nach Abschluss der Arbeiten unterscheiden. (1) Vor Aufnahme der Arbeiten ist zu kontrollieren, ob die Voraussetzungen für die Durchführung vorliegen. Dazu gehört die Erfüllung der sicherheitsbezogenen Anforderungen, der ordnungsgemäße Zustand der benötigten Ausrüstung und die Arbeitsfähigkeit der ausführenden Personen: Bei Teams ist die Vollzähligkeit zu prüfen. Für jeden einzelnen Ausführenden sind die körperliche Fitness und die Identität der präsenten Personen mit denjenigen festzustellen, die für die anstehende Arbeit eingeteilt sind. Dem Regelwerk der IAEA entsprechend (siehe Kapitel 3) kann und soll die Vorbesprechung („Briefing“) der Arbeiten auch einer letzten Kontrolle dienen, inwieweit die Ausführenden Ziel der



Aufgabe, wesentliche Arbeitsschritte und Sicherheitsvorkehrungen kennen. (2) Kontrolle im Vollzug der Aufgaben haben wie festgelegt zu erfolgen. (3) Nach Abschluss der Arbeiten sollen Kontrollen der Aufzeichnungen, Endergebnisse und eine Nachbesprechung dazu dienen, eventuelle Fehler im Nachhinein zu entdecken und ihre Behebung zu veranlassen.

- Rundgänger haben die Aufgabe, sich auf ihrem Weg durch die Anlage vom ordnungsgemäßen Zustand der Einrichtungen und vom sicherheitsgerechten Verhalten der Personen zu überzeugen, mit denen sie auf ihrem Rundgang in Kontakt kommen. Diese Rundgänger sollten über Betriebserfahrungen (siehe Kapitel 3) und Sicherheitsanforderungen, die beim gegebenen Zustand der Anlage und insbesondere in Abhängigkeit vom erreichten Fortschritt beim Rückbau gelten, voll informiert sein, um bei ihren Rundgängen auf einschlägige Sachverhalte achten und Abhilfen veranlassen zu können.

Betreiber sollten Kontrolleure durch geeignete Anreize (u. a. Anerkennung) darin bestärken, ihre Aufgabe ohne Ansehen der kontrollierten Person wahrzunehmen. Es hat auch gute Praxis zu sein, Verzögerungen von Arbeiten zu akzeptieren, wenn Kontrolleure Abweichungen und Fehler entdecken, die eine Wiederholung oder weitere Arbeiten mit entsprechenden Zeitaufwänden erfordern, um das Ziel der kontrollierten Aufgabe zu erreichen.

#### **4.2 Empfehlungen zur korrekten Einbindung der Schulungen und Kontrollen in die Phasen der Aufgabendurchführung**

Schulungen und Kontrollen haben die Funktion, die korrekte Bearbeitung einer Aufgabe auf bestmögliche Weise zu unterstützen. Dazu ist zu ermitteln, welche Schulungen und Kontrollen erforderlich sind, und es ist festzulegen, wann sie durchgeführt werden müssen, damit sie die angestrebte Wirkung entfalten können. Der vorliegende Arbeitsschritt entwickelt Empfehlungen, wie diese Einbindung für Rückbauaufgaben realisiert werden kann.

Der Ablauf der Aufgabe wird in die Phasen gegliedert, die ein Projekt durchläuft. Das ist möglich, weil Aufgaben genauso wie Projekte abgegrenzt, festgelegt, durchgeführt, qualitätsgesichert und abgeschlossen werden müssen. Die Phasengliederung wurde in Kapitel 3 vorgestellt und bereits mit Hinweisen versehen, inwieweit Schulungen und Aufgabendurchführungskontrollen in den einzelnen Phasen berücksichtigt werden sollten.

#### **4.2.1 Ermittlung des Bedarfs für ein Projekt bzw. für genauere Festlegungen zu einer Aufgabe**

Das Unternehmen hat für diese Entscheidung Termin, Zeitdauer, Komplexität, Neuartigkeit, Risiken und Chancen einer anstehenden Aufgabe soweit zu klären, als es zum Zeitpunkt der Entscheidung möglich ist. Die Einschätzung der Komplexität, Risiken oder Neuartigkeit einer Aufgabe erfordert zum einen eine erste realistische Beurteilung, inwieweit diese Aufgabe für das Unternehmen und sein Personal komplex oder neuartig ist, von Routineabläufen abweicht und daher besondere Schulungen erfordern könnte. Die Betrachtung sollte neben dem Eigenpersonal auch Fremdfirmen einbeziehen, mit denen es üblicherweise kooperiert. Zum anderen hat eine erste realistische Beurteilung der Risiken in die Entscheidung für oder gegen ein Projekt einzugehen. Risiken erfordern Vorkehrungen, zu denen auch Kontrollen durch Eigen- und Fremdpersonal bei Arbeiten auf der Anlage zählen. Somit können aus dem Entscheidungsprozess für ein Projekt erste Hinweise resultieren, dass im Projekt Schulungen und Kontrollen von Aufgabenvorzusehen sein werden.

Die Entscheider im Unternehmen sollten sich also darüber klar sein, dass die Entscheidung für ein Projekt auch die Bestimmung, Planung, Implementierung, Überwachung und Beurteilung aufgabenspezifischer Schulungen und Aufgabendurchführungskontrollen erfordert. Das Unternehmen sollte deshalb für die weiteren Phasen des anstehenden Projektes die Merkmale festhalten, dass zur rechten Zeit der genaue Bedarf an Schulungen und Kontrollen der Aufgabendurchführung zunehmend konkreter zu klären und zu decken ist. Soweit sich aus der Entscheidung für ein Projekt schon erste Hinweise auf Art, Umfang und Terminierung absehbarer Schulungen und Kontrollen ergeben, sind diese Hinweise in die weiteren Phasen des Projektlebenszyklus einzuspeisen.

Es kann die Entscheidung fallen, die Bearbeitung einer Aufgabe nicht als Projekt zu organisieren. Auch in diesem Fall muss ein im Entscheidungsprozess erkannter Bedarf an aufgabenspezifischen Schulungen und Kontrollen in der weiteren Planung und Bearbeitung der Aufgabe berücksichtigt und gedeckt werden.

#### **4.2.2 Initiierung eines Projektes beziehungsweise einer Aufgabe**

Das Unternehmen entwickelt und bewertet verschiedene Alternativen zu Aufgabenstellung, Zeitplan und Ressourcen des zukünftigen Projekts beziehungsweise der betrachteten Aufgabe. Die Merkmale zu Schulungen und Kontrollen aus der vorhergehenden

Phase der Bedarfsklärung können auch für die Suche und Auswahl der Alternativen wichtig sein, die das Unternehmen für die weitere Konkretisierung des Projekts (der Aufgabe) ins Auge fasst. (1) Das Unternehmen könnte in Betracht ziehen, für die Aufgabe Eigenpersonal soweit zu schulen, dass es die anstehenden komplexen, neuartigen und (oder) risikobehafteten Aufgaben eigenständig bewältigen kann und der eventuelle Beitrag von Fremdfirmen für die Erfüllung der Aufgabe nur eine untergeordnete Rolle spielt. Diese Alternative erfordert es, rechtzeitig ein komplettes Schulungsprogramm von der Auswahl des Programmierers über die Durchführung bis zum erfolgreichen Abschluss auf die Beine zu stellen. Komplexität, Neuartigkeit und (oder) Risiken der Aufgaben können es auch erfordern, effektive aufgaben- und risikospezifische Kontrollen einer korrekten Aufgabenerfüllung festzulegen, zu schulen und zu realisieren. (2) Das Unternehmen könnte auch Aufgaben, die aus seiner Sicht für das Eigenpersonal zu komplex, zu neuartig und (oder) mit besonderen Risiken behaftet sind, an Fremdfirmen vergeben, deren Mitarbeiter mit diesen Aufgaben und den Vorkehrungen gegen aufgabenspezifische Risiken vertraut sind. Diese Alternative stellt das Unternehmen vor folgende Herausforderungen: Zum einen hat es geeignete Fremdfirmen nicht nur zu finden, sondern deren Mitarbeiter, die Aufgaben auf der Anlage erfüllen werden, insbesondere mit den kerntechnischen und sonstigen Sicherheitsanforderungen der Anlage vertraut zu machen. Dieser Schritt ist umso wichtiger, je weniger Erfahrungen die Fremdfirma mit dem Kerntechniksektor hat. Zum anderen sind für erbrachte Fremdleistungen im Zuge einer umfassenden Qualitätssicherung auch Kontrollschritte zu definieren und auszuführen, mit denen das Unternehmen die korrekte Bearbeitung anstehender Aufgaben des Fremdpersonals auf der Anlage effektiv verfolgen und zutreffend beurteilen kann. Auch ist Eigenpersonal für die Kooperation mit Fremdpersonal nicht nur auszuwählen, sondern bei Bedarf auch auszubilden, um Fremdpersonal einweisen und insbesondere die eben genannten Kontrollen durchführen zu können. Schulungsziele für das Eigenpersonal bestünden in diesem Fall also einerseits darin, die Aufgabe des Fremdpersonals soweit zu verstehen, als es effektive Zusammenarbeit und Kontrolle erfordern. Andererseits sollte die Schulung die Selbstsicherheit im Auftreten vermitteln und stärken, die eine effektive Ausübung der Kontrollfunktion erfordern kann.

Die Wahl der Alternative (1) oder (2) geht mit Präzisierungen der Aufgabenstellung, des Zeitplans und der Ressourcen einher: Für die Aufgabenstellung z. B. der Zerlegung einer kontaminierten oder aktivierten Großkomponente würden sich erste Konkretisierungen der Aufgabenverteilung zwischen Eigen- und Fremdpersonal ergeben, wenn das

Fremdpersonal z. B. Spezialaufgaben und Eigenpersonal sicherheitsbezogene Kontrollaufgaben übernimmt. Zeit- und Ressourcenplanung müssten auch den Aufwand für Schulungen des Eigen- und Fremdpersonals berücksichtigen, die sich aus Art und Umfang der dem Eigen- und Fremdpersonal zugewiesenen Aufgabenbereiche ergeben. Unter letztere fallen auch Kontrolltätigkeiten, sofern sie eine besondere Schulung erfordern.

Es gilt, wie schon für die Phase der Klärung des Bedarfs, dass schulungs- und kontrollbezogene Implikationen und Informationen einer gewählten Alternative in die nachfolgende Phase einzuspeisen sind.

#### **4.2.3 Entwicklung und Definition des Projekts beziehungsweise Definition der Aufgabe**

Zu dieser Phase gehören unter anderem die Klärung, welche Zustimmung von Seiten der Behörden vorliegen müssen, Einholung erforderlicher Genehmigungen, Antizipation möglicher Risiken und ihrer Bewältigung, Beschaffung der Ressourcen und detailliertere Pläne für die Arbeiten. Detaillierte Pläne für die Arbeiten sollten aus der Analyse der Aufgaben hervorgehen. In dieser Analyse sind Art und Abfolge der Arbeitsschritte zu klären. Zu diesen Arbeitsschritten gehören auch solche der Kontrolle von Personalhandlungen und Arbeitsergebnissen, die Überwachung technischer Einrichtungen, die Verifikation der Bedingungen, die erfüllt sein müssen, damit bestimmte Arbeitsschritte ausgeführt werden können, Eingriffe in die Technik sowie die Kooperation und Kommunikation zwischen Personen. Die Analyse hat auch zu klären, mit welchen Benutzungsoberflächen, Werkzeugen und weiteren Arbeitsmitteln, unter welchen Arbeitsumgebungsbedingungen und in welchem Zeitrahmen die Arbeiten durchzuführen sind und welche Qualifikation die Ausführenden vorzuweisen haben. Die Analyseergebnisse zeigen auch, welche Arbeitsschritte zu schulen sind, wenn Personal für die Erfüllung der Aufgabe qualifiziert werden soll. Darüber hinaus sind die Analyseergebnisse wichtig, um die Mittel und die Rahmenbedingungen zu bestimmen, die eine realitätsnahe Schulung erfordert, und um Zeitrahmen und Zeitablauf der Schulung festzulegen. Letztere muss erfolgreich abgeschlossen sein, bevor die reale Durchführung der geschulten Arbeiten beginnt. Dem Zeitaufwand für ausreichende Übungen und Wiederholungen ist Rechnung zu tragen. Auch hat der zeitliche Abstand des realen Einsatzes vom Abschluss der Schulung so kurz zu sein, dass Gelerntes keine inakzeptablen Einbußen durch Vergessen erfährt. Lässt sich der zuletzt genannte Zeitabstand nicht einhalten, sind Wiederholungsschulungen oder Wiederauffrischungen des Gelernten vorzusehen.

Die vorliegende Phase endet, wenn das Projekt beziehungsweise die Aufgabe soweit vorbereitet ist, dass die praktische Durchführung beginnen kann. Zu diesem Zeitpunkt müssen also diejenigen Schulungen erfolgreich absolviert, wiederholt oder aufgefrischt sein, ohne die das Projekt keine der Aufgaben beginnen kann, die als erste im Projekt anstehen. Außerdem haben für diese Gruppe der Aufgaben zu dem genannten Zeitpunkt auch alle vorzusehenden Kontrollen definiert, geschult, vorbereitet und eingeplant zu sein. Somit stellt die Entwicklung und Umsetzung eines Programms für aufgabenspezifische Schulungen und Kontrollen einen wesentlichen Teil der Entwicklungs- und Definitionsphase des Projektes dar.

#### **4.2.4 Durchführung des Projektes bzw. der Aufgabe**

In diese Phase können auch Detailplanungen fallen, die den Rahmen der vorhergehenden Phase sprengen. Während der Durchführungsphase können sich Pläne und Praktiken bewähren oder als verbesserungsbedürftig bis ungeeignet erweisen. Dies gilt auch für die Bereiche der Schulung und der Kontrolle von Aufgaben. Projektmanagement und (oder) Unternehmen sollten solche Erfahrungen systematisch sammeln, auswerten und für Verbesserungen nutzen.

Es gibt Schulungen, die erst in der Durchführungsphase des Projekts (der Aufgabe) stattfinden können. Dazu gehören Schulungen im Rahmen der praktischen Bearbeitung einer Aufgabe („Training on the Job“). Weitere Beispiele sind Schulungen für Personal, das erst in der Durchführungsphase in das Projekt eintritt, und Schulungen, zu denen der Anstoß während der Projektdurchführungsphase kommt. Man denke z. B. an Praktiken, die das Unternehmen stärken, verbessern oder beseitigen will.

#### **4.2.5 Abschluss und Auswertung des Projektes beziehungsweise der Aufgabe**

Zur Auswertung gehört die abschließende Analyse der Erfahrungen aus dem Projekt (der Aufgabe) für die Nutzung in anderen Projekten, im Unternehmen und darüber hinaus z. B. im nationalen und internationalen Erfahrungsaustausch. Die Auswertung soll die Erfahrungen zu Schulung und Aufgabendurchführungskontrolle einbeziehen.

Diese generischen Ausführungen gelten ohne Einschränkungen auch für Projekte beziehungsweise Aufgaben bei der Stilllegung eines Kernkraftwerkes. Das wesentliche Fazit besteht darin, dass Fragen der Schulung und der Aufgabendurchführungskontrolle

von Anfang an systematisch in den Überlegungen zu einem Projekt beziehungsweise zu einer Aufgabe ausdrücklich berücksichtigt, phasenabhängig Schritt für Schritt konkretisiert und so rechtzeitig realisiert werden sollen, dass das Personal vor der Ausführung geschult ist und die Kontrollen zum erforderlichen Zeitpunkt vollzogen werden können.

#### **4.3 Exemplarische Anwendung des „Balanced Scorecard“-Ansatzes auf die Prüfung der Wirksamkeit von Schulungen beziehungsweise Kontrollen**

Der „Balanced Scorecard“-Ansatz ist laut Arbeitsprogramm der vorliegenden Studie exemplarisch als Mittel für die Prüfung der Wirksamkeit von Schulungen beziehungsweise Kontrollen anzuwenden. Prinzipielle Möglichkeiten der Einbindung von Schulungen und Kontrollen in „Balanced Scorecards“ sind in Kapitel 3 bereits vorgestellt worden.

Als Beispiel dient die Schulung des Fremdpersonals, wie die einzelnen Teile der Persönlichen Schutzausrüstung nach einem Arbeitseinsatz Stück für Stück abzulegen sind, damit Kontaminationen der Person durch radioaktive Partikel unterbleiben, die sich während der Arbeiten auf der Schutzausrüstung abgesetzt haben. Beispielsweise dürfen Schutzhandschuhe erst ausgezogen werden, nachdem die Person mit behandschuhten Händen eine Schutzhaube über ihrem Helm und diesen selbst abgelegt hat. Würde sie mit bloßen Händen Schutzhaube und Helm anfassen, würden radioaktive Partikel auf die Hände gelangen und könnten weiter verschleppt werden.

Betriebserfahrungen unterhalb der Meldeschwelle belegen, dass Fehler der beschriebenen Art aufgetreten sind. Als Vorkehrung haben Betreiber eine Lerneinrichtung geschaffen, in der das Fremdpersonal das korrekte Ablegen der Schutzausrüstung schult. Als Lehrpersonen dienen Mitarbeiter des Strahlenschutzes. Sie fungieren auch als Kontrolleure, wenn sich das Fremdpersonal nach realen Arbeitseinsätzen der Schutzausrüstung entledigt.

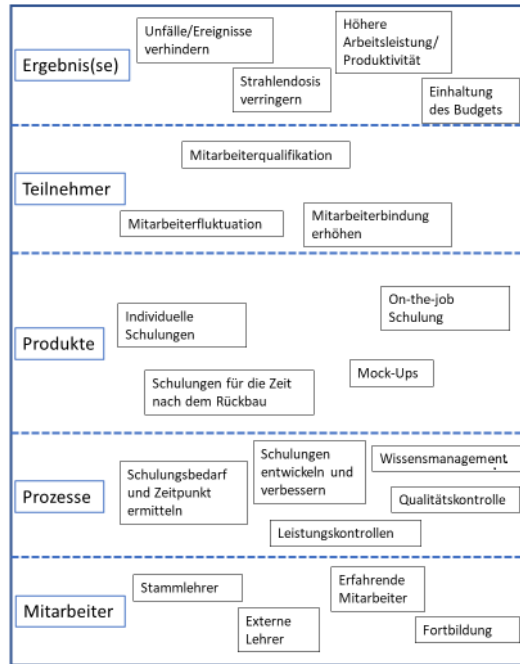
Abb. 4.1 veranschaulicht eine Strategielandschaft für einen Prozess „Entwicklung und Anwendung eines Schulungsprogramms“, in den die Übung zum korrekten Ablegen der Persönlichen Schutzausrüstung eingebettet ist. Man beachte folgende Erläuterungen zu Aufbau und Inhalt der Darstellung:

- Der „Balanced Scorecard“-Ansatz lässt es zu, „Balanced Scorecards“ für einzelne Prozesse erstellen (siehe Kapitel 3).
- Auf der linken Seite findet man die „Perspektiven“, unter denen der „Prozess für die Entwicklung und Anwendung eines Schulungsprogramms“ zu managen und zu beurteilen ist. In Kapitel 3 wurde bereits darauf hingewiesen, dass die Bezeichnungen und die Zahl der Perspektiven auf den Anwendungsbereich der „Balanced Scorecard“ abgestimmt werden darf. Diese Möglichkeit wurde genutzt, um fünf Perspektiven zu definieren:
- Mitarbeiter: Es sind Lehrpersonen aus den Reihen des Eigenpersonals von Lehrkräften unterschieden, die bei Bedarf angeheuert werden. Als Lehrpersonen aus dem Unternehmen kommen Personen infrage, die hauptamtlich als Ausbilder fungieren (hier als „Stammlehrer“ bezeichnet). Es können aber auch erfahrene Mitarbeiter Schulungsaufgaben übernehmen. Im Beispiel mit der Schutzausrüstung erfüllen erfahrene Mitarbeiter des Bereiches „Strahlenschutz“ die Funktion von Lehrpersonen. Eine Strategielandkarte führt Ziele auf. Die Unterscheidung zwischen „Stammlehrer“, „externer Lehrer“ und „erfahrener Mitarbeiter“ (in der Funktion einer Lehrperson) bringt also zum Ausdruck, dass ein entsprechender „Pool“ an Lehrkräften verfügbar sein soll. Für diesen „Pool“ ist als Ziel die Fortbildung formuliert. Sie kann u. a. den Aspekt umfassen, diese Personen stets auf den neuesten Stand zu halten, was Rückbaufortschritt und zugehörigen Schulungsbedarf betrifft.
- Die Ziele unter „Prozesse“ sind weitestgehend selbsterklärend. Leistungskontrollen zeigen den Schulungsbedarf und den Zeitpunkt an, zu dem er gedeckt werden muss. Im Beispiel waren Beobachtungen des Strahlenschutzpersonals zu Fehlern des Fremdpersonals beim Ablegen der Schutzausrüstung der Anstoß für die zeitnahe Entwicklung einer geeigneten Übung für Fremd- und Eigenpersonal, das Arbeiten ausführen wird, in deren Verlauf sich radioaktive Partikel auf der Persönlichen Schutzausrüstung ablagern können. Die Übung hat, bevor sie in die Anwendung gegangen ist, eine Endabnahme und damit eine Qualitätssicherung durchlaufen.
- Die „Produktperspektive“ führt u. a. Mock-Ups als Produkte an. Im Beispiel zum Ablegen der Persönlichen Schutzausrüstung ist ein „Mock-Up“ eingerichtet worden, an

dem die Schutzausrüstung tatsächlich abgelegt und sachgerecht entsorgt wird. Ein Ziel „Individuelle Schulungen“ könnte darüber hinaus z. B. relevant werden, wenn eine bestimmte Person mehr Durchgänge benötigen sollte als Kollegen, bis sie ein Lernziel erreicht. Unter „Schulung für die Zeit nach dem Rückbau“ könnten z. B. Mitarbeiter für Aufgaben im Bereich der Zwischenlagerung geschult werden, um interessierten Mitarbeitern längerfristige Beschäftigungsperspektiven zu bieten aber auch Schulungen, um Mitarbeiter bessere Perspektiven auf dem Arbeitsmarkt zu geben.

- Unter die „Teilnehmerperspektive“ fällt zum einen das Ziel, Mitarbeiter zu qualifizieren. Nach Abschluss der Schulung zum Ablegen der Persönlichen Schutzausrüstung sollen die Teilnehmer wissen, wieso die einzelnen Teile der Schutzausrüstung in einer bestimmten Reihenfolge abzulegen sind, und sie sollen das Ablegen in dieser Reihenfolge beherrschen. Über die Mitarbeiterqualifikation hinaus sieht die abgebildete „Balanced Scorecard“ auch Ziele vor, die für die Motivation zur Teilnahme an Schulungen und einen dauerhaften Erfolg der Schulung wichtig sind: Geschulte Mitarbeiter sollen dem Unternehmen erhalten bleiben, die Fluktuation also möglichst gering sein. Sonst bestünde das Risiko, dass es zwar viele erfolgreiche Kursteilnehmer gibt, diese dann aber mit ihrem gerade erworbenen Wissen das Unternehmen verlassen.
- Unter der „Ergebnisperspektive“ sind zur Illustration auch finanzielle Ziele aufgeführt, wie sie in „Balanced Scorecards“ üblich sind, auch wenn die Finanzperspektive keine dominierende Rolle spielt (siehe Kapitel 3). Unter der Ergebnisperspektive besteht das wesentliche Ziel der Übung zum Ablegen der Persönlichen Schutzausrüstung darin, Kontaminationen der Personen zu vermeiden.





**Abb. 4.1** Fiktive „Balanced Scorecard“ für einen Prozess „Entwicklung und Umsetzung eines Schulungsprogramms“

Tab. 4.2 rekapituliert, welche Ziele für die Übung zum korrekten Ablegen der Persönlichen Schutzausrüstung unter die einzelnen Perspektiven der „Balanced Scorecard“ für den umfassenden Prozess „Entwicklung und Umsetzung eines Schulungsprogramms“ fallen.

**Tab. 4.2** Ziele in Bezug auf die Übung zum Ablegen der Persönlichen Schutzausrüstung unter den verschiedenen Perspektiven der betrachteten „Balanced Scorecard“

Perspektive	Ziel
Ergebnis	Vermeidung von Kontaminationen beim Ablegen der Persönlichen Schutzausrüstung, auf der sich bei Rückbauarbeiten radioaktive Partikel absetzen können
Teilnehmer	Beherrschung des korrekten Vorgehens beim Ablegen der Persönlichen Schutzausrüstung, auf der sich bei Rückbauarbeiten radioaktive Partikel absetzen können
Produkte	Individuelle Einübung des korrekten Vorgehens beim Ablegen der Persönlichen Schutzausrüstung, auf der sich bei Rückbauarbeiten radioaktive Partikel absetzen können Individuelle Einübung unter Nutzung einer realitätsnahen Übungseinrichtung („Mock-Up“)

Perspektive	Ziel
Prozesse	Erfassung und Auswertung von Erkenntnissen zu Fehlern beim Ablegen der Persönlichen Schutzausrüstung Entwicklung einer Übung und Design einer realitätsnahen Übungseinrichtung („Mock-Up“)
Mitarbeiter	Auswahl erfahrener Mitarbeiter des Bereichs „Strahlenschutz“ als Lehrpersonen

Die Erreichung der Ziele ist anhand von Kenngrößen (Indikatoren) zu erfassen und zu beurteilen. Zur Illustration sind in Tab. 4.3 einige Indikatoren für die Übung zum korrekten Ablegen der Persönlichen Schutzausrüstung zusammengestellt. Die Indikatoren werden durch einen Verantwortlichen durch Abzählung von Mitarbeitern, Erfassung und Ermittlung von Fehlerhäufigkeiten usw. bestimmt. Bei Abweichungen von Sollvorgaben geben einen ersten Hinweis auf mögliche Mängel bei der Wirksamkeit der Schulung.

**Tab. 4.3** Indikatoren zur Übung „Korrektes Ablegen der Persönlichen Schutzausrüstung“

Nr.	Indikator	Sollwert
1	Mitglieder des Fremdpersonals, die nach einem realen Einsatz eine kontaminierte persönliche Schutzausrüstung ablegen müssen, haben vor dem realen Einsatz die Übung erfolgreich abgeschlossen.	100 %
2	Mitglieder des Fremdpersonals, die für entsprechende Einsätze vorgesehen sind, aber an der Übung noch nicht teilgenommen haben, werden die Übung vor dem realen Einsatz absolvieren.	100 %
3	Fremdpersonal begeht nach Durchlaufen der Übung kaum noch Fehler beim Ablegen der persönlichen Schutzausrüstung im Anschluss an reale Einsätze.	In maximal 5 % der Fälle treten beim realen Ablegen der Schutzausrüstung Fehler auf.
4	Es gibt bei den auftretenden Fehlern keine Häufungen bestimmter Fehlerarten.	Fehlerhäufigkeiten sind über die Fehlerarten annähernd gleichverteilt.
5	Übungsteilnehmer beurteilen die Übung positiv. (Jeder Teilnehmer an der Übung wird nach Ende der Übung befragt.)	Anzahl der positiven Urteile > 75 %  Anzahl der Personen, die ein Urteil abgegeben haben > 90 %



## 5 Diskussion

In dieser Vorstudie waren auf der Basis des kerntechnischen Regelwerks und einschlägiger Fachliteratur praxisgerechte und wirksame Vorgehensweisen zu ermitteln, mit denen Betreiber die Durchführung sicherheitstechnisch bedeutsamer Aufgaben im Nachbetrieb und bei der Stilllegung von Kernkraftwerken schulen und kontrollieren können. Dieses Ziel ist erreicht worden. Diese Studie formuliert Empfehlungen zu den folgenden vier Arten der Schulung: Medienbasiertes Lernen (synonym: selbstorganisiertes Lernen, Selbststudium), Vorträge mit Diskussion, Lernen außerhalb des realen Arbeitsprozesses und Lernen als Teil des Arbeitsprozesses („Training on the Job“). Rückbauaufgaben fallen in einen mehr oder minder engen zeitlichen Rahmen, können im Vergleich zu Leistungsbetriebsaufgaben mehr oder minder neuartig sein und auch spezifische Risiken bzw. Vorkehrungen einschließen (z. B. Schutz gegen Kontaminationen von Personen, die radioaktive Komponenten zerlegen). Die Neuartigkeit einer Aufgabe kann sich auch auf die Kontrollen beziehen, mit denen Eigenpersonal die korrekte Durchführung von Aufgaben verfolgen und gewährleisten soll, die spezialisiertes Fremdpersonal durchführt und mit denen das Eigenpersonal soweit vertraut sein muss, dass es seine Kontrollaufgabe effektiv wahrnehmen kann.

Der Bedarf an Schulungen, um Verzögerungen im Projekt zu vermeiden, ist rechtzeitig zu klären und zu decken. Das gilt auch für die eventuell erforderliche Schulung des Personals, das für Kontrollaufgaben vorgesehen ist. Letztere sollen darüber hinaus soweit vorbereitet sein, dass sie durchführbar sind, sobald die zu kontrollierende Aufgabe ansteht. Die vorliegende Studie empfiehlt, mit der Identifikation und Planung der Schulungen und Kontrollen möglichst frühzeitig zu beginnen und sie schrittweise zu konkretisieren. Wie das Management von Projekten soll die betrachtete Rückbauaufgabe in Phasen eingeteilt werden, die mit den ersten Überlegungen zu Inhalt, Zeitplan und Ressourcen der Aufgabe beginnt und mit ihrem Abschluss endet. Dazwischen liegen die Phasen, eine Wahl unter den möglichen Alternativen für die Bearbeitung der Aufgabe (z. B. hauptsächlich durch Eigenpersonal, vor allem durch Fremdpersonal) zu wählen, die gewählte Alternative soweit zu planen, dass die Arbeiten eingeleitet werden können, sowie die Aufgabe bis zur Endabnahme des Ergebnisses und die Auswertung gewonnener Erkenntnisse durchzuführen. In jeder Phase sollen die für die betreffende Aufgaben zuständigen Planer, Entscheider und (oder) Manager systematisch den Aspekt der Schulung und der Kontrolle berücksichtigen, indem sie diese festlegen, soweit das in der

aktuellen Phase der Aufgabe möglich ist, und alle aus ihren Überlegungen resultierenden Konkretisierungen zu erforderlichen Schulungen beziehungsweise Kontrollen als Merkpunkte formulieren und in die nächste Phase einspeisen.

Zu den Schulungsarten formuliert die vorliegende Studie folgende Empfehlungen:

- Lehrinhalte und Lernmaterialien sollen eine strenge Qualitätssicherung durchlaufen. Das gilt vor allem für Inhalte, die sich Lernende selbständig z. B. aus Datenbanken aneignen. Dieses medienbasierte Lernen sollte in Anwesenheit einer kompetenten Person (Tutor) erfolgen, die den Lernenden bei Zugriff, Verstehen und Nutzung der Lernmaterialien unterstützen kann.
- Das Design der Lernmaterialien soll auf bestmögliche Weise „Human-Factors“-Aspekten entsprechen.
- Lehrinhalte und Lernmaterialien haben klar strukturiert und auf den Erkenntnisstand der Lernenden abgestimmt zu sein.
- Lehrperson und Lernende haben für die Schulung motiviert zu sein. Sie sollen erholt in die Schulung gehen. Diese soll genug Zeit für Fragen, Diskussionen, Wiederholungen und Erholungspausen vorsehen
- Lehrpersonen haben fachlich und didaktisch die nötige Kompetenz aufzuweisen. Sie sollen sich möglichst umfassend überlegen, welche Fragen, Probleme, Schwierigkeiten und Fehlermöglichkeiten mit dem Lerninhalt verbunden sein können und sich darauf vorbereiten. Sie sollen die Lernenden zu sehr aktiver Teilnahme an Diskussionen und praktischen Übungen stimulieren.
- Die äußeren Rahmenbedingungen der Schulung sollen bestmöglich gestaltet sein. Dazu gehören Beleuchtung, Geräuschpegel und Raumklima. Bei praktischen Übungen soll genug Platz vorhanden sein, dass praktische Übungen ohne Einschränkungen vorgeführt, ausgeführt und beobachtet werden können. Die räumlichen Verhältnisse bei Vorträgen sollen eine direkte Interaktion zwischen Lehrperson und Lernenden und zwischen den Lernenden selbst erleichtern.

Die vorliegende Studie zeigt auch, dass der „Balanced Scorecard“-Ansatz sich nutzen lässt, um Schulungen und Kontrollen sicherheitstechnisch wichtiger Rückbauaufgaben zu erfassen und mittels Indikatoren zu beurteilen. Diese Anwendungsmöglichkeit wurde für eine Übung illustriert, bei der Fremdpersonal in einer Übungseinrichtung lernt, die verschiedenen Teile ihrer Persönlichen Schutzausrüstung, auf deren Oberfläche sich im Zuge einer Aufgabe radioaktive Partikel ablagern können, in einer Reihenfolge abzulegen, die Kontaminationen des Trägers der Schutzausrüstung vorbeugt.

## Literaturverzeichnis

- /AN 11/ An, Y. J.: Reigeluth, C.: Creating Technology-Enhanced, Learner-Centered Classrooms. Journal of Digital Learning in Teacher Education. 28 (2): 54–62, 2011.
- /BAS 21/ Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE): Handbuch Reaktorsicherheit und Strahlenschutz,  
[https://www.base.bund.de/DE/base/gesetze-regelungen/rsh/rsh\\_node.html](https://www.base.bund.de/DE/base/gesetze-regelungen/rsh/rsh_node.html)
- /BMU 12/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 22. November 2012. Neufassung vom 3. März 2015.
- /BMU 12b/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Richtlinie für den Inhalt der Fachkundeprüfung vom 24. Mai 2012.
- /BMU 12c/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Richtlinie für den Fachkundenachweis von Kernkraftwerkspersonal vom 24. Mai 2012.
- /BMU 13/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Richtlinie zur Erhaltung der Fachkunde des verantwortlichen Kernkraftwerkspersonals vom 17. Juli 2013.
- /BMU 13b/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Anpassung Inhalt der Fachkundeprüfung des Kernkraftwerkspersonals in Kernkraftwerken ohne Berechtigung zum Leistungsbetrieb. RdSchr. d. BMU vom 21. Mai 2013 (Aktenzeichen RS I 6 - 13831-1/1 und 13831-1/2) mit Anlage 2.
- /BMU 16/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes vom 23. Juni 2016.

- /BMU 17/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Regulatorische Rahmenbedingungen für Kerntechnische Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität (Kernkraftwerke) mit Betriebsgenehmigung gemäß § 7 (1) AtG, aber ohne Berechtigung zum Leistungsbetrieb („Nachbetriebsphase“). Vortrag. Köln (GRS „Behördenseminar“, 24.01.2017).
- /BUS 21/ Businesswissen.de, Eintrag “Balanced Scorecard”, <https://www.businesswissen.de>
- /DEH 17/ Dehnbostel, P.: Lernen im Arbeitsprozess – Grundlagen und Entwicklungsperspektiven. Fern-Universität Hagen, Hagen, 2017.
- /DRE 17/ Drees, G.: Lernen und Lernprobleme in der beruflichen Bildung. Fern-Universität Hagen, Hagen, 2017.
- /ESK 15/ Entsorgungskommission (ESK): Empfehlung der Entsorgungskommission. Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen, vom 16. März 2015.
- /GAB 21/ Gabler Wirtschaftslexikon. <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/>
- /GRS 15/ Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH: Leitfaden für die Erfassung und Beurteilung wesentlicher Merkmale der Sicherheitskultur deutscher Kernkraftwerke durch die Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden. GRS-A-3792, Oktober 2015.
- /GRS 15a/ Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH: Entwicklung einer Methode zur Überprüfung der Wirksamkeit von Managementsystemen in Kernkraftwerken. GRS-A-3799, April 2015.
- /GRS 16/ Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH: Erhaltung und Weiterentwicklung der Sicherheitskultur in Kernkraftwerken unter Berücksichtigung der aktuellen Randbedingungen der Kernenergienutzung in Deutschland. GRS-A-3862, September 2016.
- /HAC 93/ Hacker, W., Skell, W.: Lernen in der Arbeit. Bundesinstitut für Berufsbildung, Bonn, 1993.

- /HEL 08/ Helmke, A. et al.: Wirkfaktoren akademischer Leistungen in Schule und Hochschule, in: Schneider, W., Hasselhorn, M. /Grsg. Handbuch der ädagogischen Psychologie, Göttingen, Hogerfe, 2008.
- /IAE 04/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Planning, Managing and Organizing the Decommissioning of Nuclear Facilities: Lessons Learned, IAEA TECDOC-1394, Wien, 2004.
- /IAE 06/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Fundamental Safety Principles. Safety Fundamentals SF-1, Wien, 2006.
- /IAE 08/ International Atomic Energy Agency (IAEA): The Operating Organization and the Recruitment, Training and Qualification of Personnel for Research Reactors. Safety Guide NS-G-4.5, 2008, Wien, 2008.
- /IAE 09/ International Atomic Energy Agency (IAEA): The Management System for Nuclear Installations. Safety Guide GS-G-3.5, Wien, 2009.
- /IAE 14/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Decommissioning of Facilities, General Safety Requirements. GSR Part 6, Wien, 2014.
- /IAE 16/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Leadership and Management for Safety, General Safety Requirements. GSR Part 2, Wien, 2016.
- /IAE 18/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Safety Glossary, Wien, 2018.
- /IAE 18a/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Decommissioning of Nuclear Power Plants, Research Reactors and Other Nuclear Fuel Cycle Facilities. Specific Safety Guide SSG-47, Wien, 2018.
- /IAE 20/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Management of Nuclear Power Plant Projects. Nuclear Energy Series No.NG-T-1.6, Wien, 2020.
- /KAP 01/ Kaplan R. S., Norton D. P.: The strategy focused Organization. Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts, 2001.



- /KAP 08/ Kaplan R. S., Norton D. P.: Strategy Maps., 8. Ed., Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts, 2008.
- /KTA 17/ Kerntechnischer Ausschuss (KTA): KTA 1402 Integriertes Managementsystem zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken, Fassung 2017-11.
- /KTA 17a/ Kerntechnischer Ausschuss (KTA): KTA 1301.1 Berücksichtigung des Strahlenschutzes der Arbeitskräfte bei Auslegung und Betrieb von Kernkraftwerken Teil 1: Auslegung. Fassung 2017-11.
- /NRC 12/ United States Nuclear Regulatory Commission (US NRC): Human Factors Engineering Program Review Model. Rev. 3, NUREG 0711, Washington (DC), 2012.
- /NRC 20/ United States Nuclear Regulatory Commission (US NRC): Knowledge and Abilities Catalog for Nuclear Power Plant Operators: Pressurized Water Reactors. Draft Report for Comment (NUREG-1122, Revision 3), Washington (DC), 2020.
- /NRC 21/ United States Nuclear Regulatory Commission (US NRC): Inspection Manual, <https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/insp-manual/index.html>
- /SWA 83/ Swain, A. D., H. E. Guttman: Handbook on Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications. Final Report, NUREG/CR-1278, Washington, DC, USA, August 1983.
- /TER 17/ Terhart, E.: Grundlagen des Lehrens und Lernens. Fern-Universität Hagen, Hagen, 2017.
- /THE 06/ Theureau, J.: Le Cours d'action – Méthode développée. Octares Editions, Toulouse, 2006.

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 4.1	Fiktive „Balanced Scorecard“ für einen Prozess „Entwicklung und Umsetzung eines Schulungsprogramms“ .....	82
----------	---	----



## Tabellenverzeichnis

Tab. 3.1	Fragenkatalog der Methode zu Qualifikation und Schulung /GRS 15a/ .....	7
Tab. 4.1	Leitfragen für die Identifikation von Schulungsinhalten .....	63
Tab. 4.2	Ziele in Bezug auf die Übung zum Ablegen der Persönlichen Schutzausrüstung unter den verschiedenen Perspektiven der betrachteten „Balanced Scorecard“ .....	82
Tab. 4.3	Indikatoren zur Übung „Korrektes Ablegen der Persönlichen Schutzausrüstung“ .....	83

**Gesellschaft für Anlagen-  
und Reaktorsicherheit  
(GRS) gGmbH**

Schwertnergasse 1  
**50667 Köln**  
Telefon +49 221 2068-0  
Telefax +49 221 2068-888

Forschungszentrum  
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](http://www.grs.de)