

Sicherheitskultur in der Stilllegung

**Untersuchungen zu
stilllegungsrelevanten
Betriebserfahrungen
im Hinblick auf
Sicherheitskultur
und MTO-Aspekte**

Sicherheitskultur in der Stilllegung

Untersuchungen zu stilllegungsrelevanten Betriebserfahrungen im Hinblick auf Sicherheitskultur und MTO-Aspekte

Christian Lambertus
Michael Paßens
Sebastian Schneider
Sebastian Brandhorst
Matthias Dewald
Salim Gülez

Juni 2026

Anmerkung:

Das diesem Bericht zugrunde liegende Eigenforschungsvorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN) unter dem Förderkennzeichen 4723R01220 durchgeführt.

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

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

Deskriptoren

Betriebserfahrung, Ereignisanalyse, Experteninterviews, MTO, Sicherheitskultur, sozio-technische Modelle, Stilllegung

Kurzfassung

Ziel des Vorhabens war die Analyse von Ereignissen in der Stilllegungsphase unter Berücksichtigung von Mensch, Technik, Organisation (MTO) und Sicherheitskultur. Hierzu wurde ein methodischer Ansatz entwickelt, der Modelle wie SOL, das IAEA-Sicherheitskulturmodell und Westrums Reifegradmodell kombiniert und eine mehrdimensionale Bewertung ermöglicht.

Die Analyse zeigte wiederkehrende Muster und systemische Einflussfaktoren. Ergänzende Experteninterviews lieferten kontextbezogene Einsichten und halfen, Hypothesen zu distalen Faktoren zu entwickeln und Empfehlungen und Best-Practices abzuleiten. Subkulturelle Unterschiede, Herausforderungen im Fremdfirmenmanagement sowie Defizite im Wissensmanagement erwiesen sich als zentrale Einflussgrößen auf die Sicherheitskultur.

Abstract

The aim of the project was to analyse events in the decommissioning phase, considering individuals, technology and the organization, and safety culture. A methodological approach was developed that combines models such as SOL, the IAEA safety culture model, and Westrum's maturity model, enabling a multidimensional assessment.

The analysis revealed recurring patterns and systemic influencing factors. Supplementary expert interviews provided context-related insights and helped to develop hypotheses on distal factors and derive recommendations and best practices. Subcultural differences, challenges in contractor management, and deficits in knowledge management proved to be key influencing factors on safety culture.

Inhaltsverzeichnis

	Kurzfassung.....	I
	Abstract.....	II
1	Einführung	1
2	Vergleich sicherheitskultureller und MTO-Aspekte zwischen Leistungsbetrieb und Stilllegung	3
2.1.1	Profit- vs. Cost-Center Ansatz.....	3
2.1.2	Stabiler Leistungsbetrieb vs. sich beständig ändernde (dynamische) Bedingungen in der Stilllegung	4
2.1.3	Vermehrter Einsatz von Fremdfirmen in der Stilllegung	8
2.1.4	Personal- und Kompetenzentwicklung	11
2.1.5	Änderung der Organisationsstruktur	13
2.1.6	(Neue) Tätigkeiten in der Stilllegung	14
2.1.7	Fazit und praxisrelevante Analysehinweise.....	16
3	Grundlagen zur Methodenentwicklung und Inhaltsanalyse	21
3.1	Sicherheitskultur im internationalen und nationalen Verständnis.....	21
3.1.1	Das Harmonized Safety Culture Model der IAEA	23
3.1.2	Nationales Regelwerk zur Sicherheitskultur	25
3.2	Organisationale und individuelle Entscheidungsfindungs- und Handlungsmodelle	29
3.2.1	Individuelles Entscheiden und Handeln	30
3.2.2	Organisationales Entscheiden und Handeln	32
3.2.3	Auswahl der für den Rückbau besonders relevanten Theorien und Modelle	34
3.2.4	Gegenüberstellung möglicher Beiträge der verschiedenen Modelle anhand der Auswahlkriterien	50
3.3	Übersicht relevanter Ereignisanalysemethoden	51
3.3.1	Entwicklung der Ereignisanalysemethoden.....	51

3.3.2	Epidemiologische Ereignisanalyse: Die Methode SOL – Sicherheit durch Organisationales Lernen	54
3.3.3	Systemische Ereignisanalyse: Das Modell FRAM (Hollnagel, 2012)	58
3.3.4	Safety-II Ansatz und Ereignisanalyse.....	61
3.3.5	Ableitung stilllegungsbezogener Elemente.....	67
4	Entwicklung eines Erklärungs- und Analysemodells.....	69
4.1	Methodische Grundlagen zum Analysemodell	69
4.2	Kombinierte Analysemethode	72
5	Inhalts- und Ereignisanalysen	77
5.1	Analyse nationaler Ereignisse.....	77
5.2	Analyse internationaler Ereignisse	79
5.3	Erfahrungsbericht der Sachverständigenorganisationen	80
5.4	Experteninterviews	81
6	Workshop zur Ausarbeitung von Empfehlungen und Best-Practices	83
6.1.1	Fremdfirmenbeteiligung	84
6.1.2	Subkulturelle Unterschiede	86
6.1.3	Anpassung der Organisationsstruktur, Prozesse vs. Projektorientierung.....	88
6.1.4	Ganzheitliche Planung	91
6.1.5	Zusammenarbeit von Betreibern, Sachverständigen und der Aufsichtsbehörde	92
7	Ergebnisdiskussion.....	95
7.1	Sachstand zur Sicherheitskultur in der Stilllegung.....	95
7.2	Zusammenfassung sicherheitsrelevanter Aspekte in Bezug auf Sicherheitskultur in der Stilllegung	98
7.2.1	Fremdfirmenmanagement und Subkulturelle Unterschiede: Analyse der Sicherheitskultur und des Sicherheitsklimas im Kontext der Stilllegung in Bezug zu Behörden, Sachverständigenorganisationen und Fremdfirmen	98

7.2.2	Sicherheitskultur und Gremienarbeit	104
7.2.3	Motivation in der Stilllegung: Erkenntnisse aus den Interviews	104
7.2.4	Ganzheitliche Planung: Wissensmanagement als wichtiges Element einer nachhaltigen Sicherheitskultur	107
7.2.5	Zielkonflikte: Zusammenarbeit von Betreibern, Behörden und Sachverständigen	110
7.2.6	Liste der Best-Practice-Beispiele	111
7.3	Implikationen für die soziokulturelle Modellbildung.....	112
8	Zusammenfassung	115
	Literaturverzeichnis.....	117
	Abkürzungsverzeichnis.....	123
	Tabellen- und Abbildungsverzeichnis.....	125
A	Faktoren, Merkmale und Reifegradausprägung	127
B	Interviewleitfaden	139

1 Einführung

Im Fokus dieses Forschungsvorhabens stand die Analyse von sicherheitskulturellen und MTO-Aspekten in der Stilllegung. Zum einen wurde ein methodischer Ansatz zur inhaltlichen Analyse von Betriebserfahrungen entwickelt und angewendet und zum anderen halbstrukturierte Interviews mit Sicherheitskulturexperten von Behörden, Sachverständigenorganisationen und Kernkraftwerksbetreibern durchgeführt. Die Gestaltung dieser Methoden sollte sowohl die besonderen organisatorischen Randbedingungen in der Stilllegung als auch soziotechnische und sozialwissenschaftliche Modelle zur Entscheidungsfindung und zum menschlichen Verhalten berücksichtigen. Ziel des Vorhabens war es

- die Frage nach einer Häufung bestimmter sicherheitskultureller Aspekte als Faktor für Ereignisse in der Stilllegung zu identifizieren,
- den Einfluss dieser Aspekte auf die kerntechnische Sicherheit zu benennen und
- Rückschlüsse für die betriebliche Praxis in Form von Empfehlungen, Best-Practice-Beispielen und die sozialtheoretische Modellbildung zu ziehen.

Die Methode zur Ereignisanalyse basiert auf der für ganzheitliche Ereignisanalysen verwendeten Methode SOL, dem Harmonized Safety Culture Model der IAEA und dem Sicherheitskulturmodell zur Bewertung des Reifegrades nach Westrum, bzw. deren Weiterentwicklung durch Parker et al. Bei der Analyse von 54 nationalen, sowohl meldepflichtigen als auch relevanten Ereignissen, die nicht meldepflichtig waren, und 23 internationalen Ereignissen wurden Faktorhäufungen auf darüber liegende Aspekte, den sogenannten distalen Faktoren, projiziert. Diese betreffen die Bereiche Fremdfirmenbeteiligung, subkulturelle Unterschiede, Anpassung der Organisationsstruktur, ganzheitliche Planung und Zusammenarbeit von Betreiber, Sachverständigen und Behörden.

Mit den Analysen von 14 Experteninterviews wird eine komplementäre Sichtweise zu den Ereignisanalysen, in denen hauptsächlich Aspekte identifiziert werden, die Fehlhandlungen in den Fokus stellen, geboten. Der Fokus lag hier auf der Betrachtung mitigierender Faktoren im Sinne des Safety-II Ansatzes. Beispielhaft sind die praktische Integration von Human-Performance-Tools in die Schulung von Fremdfirmenmitarbeitern, ergonomische Anpassungen oder die Benennung von Sicherheitskulturbeauftragten.

Sowohl die Aussagen aus den Interviews als auch die Ergebnisse der Ereignisanalysen weisen insbesondere auf Herausforderungen hinsichtlich des Wissens- und Kompetenzerhalts im stilllegungsspezifischen, kerntechnischen Umfeld hin.

Die Empfehlungen für die betriebliche Praxis und die Best-Practice-Beispiele wurden aus den Analysen der Ereignisse und Interviews im Juni 2025 mit den beteiligten Projektpartnern im Rahmen eines Workshops konsolidiert und in diesem Bericht zusammengefasst.

Danksagung

Wir danken unseren Kolleginnen und Kollegen der ESN Sicherheit und Zertifizierung GmbH und der TÜV Nord EnSys GmbH & Co. KG und allen Interviewteilnehmerinnen und -teilnehmern, die Einblicke und Fachwissen zur Verfügung gestellt und die Forschung umfangreich unterstützt haben.

2 Vergleich sicherheitskultureller und MTO-Aspekte zwischen Leistungsbetrieb und Stilllegung

Die Stilllegung kerntechnischer Anlagen stellt Organisationen vor neue Herausforderungen, die sich vom Leistungsbetrieb unterscheiden. Um die Besonderheiten dieser Phase systematisch zu erfassen, gliedert sich die Analyse in fünf zentrale Themenbereiche: die spezifische Arbeitsorganisation während der Stilllegung, die ökonomischen Rahmenbedingungen im Spannungsfeld zwischen Profit- und Cost-Center, das Aufeinandertreffen unterschiedlicher Organisationskulturen, die Heterogenität des Fachwissens und der Ausbildungsstände der beteiligten Unterauftragnehmer sowie die daraus resultierende Kategorisierung von Mitarbeitenden. Nachfolgend wird der aktuelle Forschungs- und Erkenntnisstand zu diesen Themenbereichen zusammengefasst.

2.1.1 Profit- vs. Cost-Center Ansatz

Ein Ansatz zum Vergleich von Leistungsbetrieb und Stilllegung aus wirtschaftlicher Perspektive ist der Profit- vs. Cost-Center Ansatz. Das Center-Konzept dient dazu, die Motive und Anreize einzelner Organisationseinheiten zu analysieren. Dabei versteht man unter einem Center eine organisatorische Einheit, die mit juristischen, organisatorischen, zuständigkeitsbezogenen oder qualitätsbezogenen Kriterien definiert ist und die bestimmten betriebswirtschaftlichen Merkmale zugewiesen werden. Ein **Profit-Center** /PRO 18/ ist eine Einheit mit Gewinnorientierung. Es strebt danach, durch den Verkauf von Produkten oder Dienstleistungen Überschüsse zu erwirtschaften. Im Gegensatz dazu wird das **Cost-Center** kostenorientiert geführt. Seine Aufgabe besteht darin, definierte Leistungen mit möglichst geringen Kosten zu erbringen /GAB 25/.

Im Folgenden werden einige Merkmale der jeweiligen Variante tabellarisch gegenübergestellt (siehe auch /KAP 06/):

Tab. 2.1 Merkmale von Cost- und Profit-Center

Kriterium	Cost-Center	Profit-Center
Zielsetzung	Kostenminimierung	Gewinnmaximierung
Verantwortung	Kontrolle über Kosten	Kontrolle über Kosten und Erlöse
Leistungsbewertung	Anhand von Soll-Ist-Kostenvergleichen	Anhand von Gewinn (Erlös minus Kosten)
Entscheidungsspielraum	Eingeschränkt auf interne Prozesse und Kostenkontrolle	Weitreichender Handlungsspielraum (Entscheidungen über Preise, Vertriebskanäle, Investitionen, etc.)
Messgrößen	Kosten, Budgetabweichung	Umsatz, Gewinn, ROI

Bezogen auf Kernkraftwerke stellt der Übergang von der Stromproduktion zur Stilllegung einen grundlegenden Wandel dar. Mit dem Ende der Stromerzeugung entfällt die Möglichkeit, durch den Verkauf elektrischer Energie, Erlöse zu erzielen. Stattdessen stehen nun Abbauleistungen des Kernkraftwerks im Fokus, für die ein vorgesehenes Budget zur Verfügung steht. In diesem Zusammenhang vollzieht sich ein Wandel von Merkmalen, die typischerweise einem Profit-Center zugeordnet werden, hin zu Charakteristika eines Cost-Centers.

2.1.2 Stabiler Leistungsbetrieb vs. sich beständig ändernde (dynamische) Bedingungen in der Stilllegung

Die Stilllegung von Kernkraftwerken stellt Organisationen vor neue Herausforderungen. Während der Leistungsbetrieb durch stabile Abläufe, klare Verantwortlichkeiten, eine über Jahre gewachsene Sicherheitskultur sowie eingespielte Prozesse und Prozeduren geprägt ist, verändert sich diese Situation in der Stilllegungsphase. Neue Prozesse und Prozeduren kommen hinzu und die Geschwindigkeit von Veränderungen nimmt zu. Dies kann mit unvorhersehbaren Bedingungen und Ereignissen einhergehen.

Projektplanung bedeutet, die relevanten Aspekte eines Vorhabens zu definieren, zu organisieren und zu koordinieren, um die gesetzten Ziele zu erreichen. Im Leistungsbetrieb geschieht dies in einem weitgehend stabilen Umfeld. In der Stilllegung hingegen muss die Planung unter dynamischen und teils schwer vorhersehbaren Umständen erfolgen. Unvorhersehbare Ereignisse wie technische Störungen, unvorhergesehene bauliche Gegebenheiten oder radiologische Hot Spots können bestehende Planungen infrage stellen und machen eine Anpassung der Planung an die neuen Gegebenheiten erforderlich.

Im GRS-Bericht GRS-625 /GRS 21/ wurden, unter Bezugnahme auf das IAEA-Dokument NG-T-2.3 /IAEA 22a/, eine Reihe an Merkmalen des Wandels in der Stilllegung identifiziert. Zum einen verändern sich die Tätigkeiten von sich wiederholenden Aufgaben in einem unveränderten Arbeitsumfeld im Leistungsbetrieb hin zu einzigartigen, nicht-routinemäßigen Arbeiten in der Stilllegung, etwa beim Rückbau von Anlagenteilen. Das Arbeitsumfeld selbst ist dabei ebenfalls einem steten Wandel unterlegen. Arbeiten finden zunehmend in Projekten statt. Die Stilllegung wird wie ein Bauprojekt, mit klar definierten Zielen und Zeitplänen organisiert. Des Weiteren steigt der Dynamikgrad der zu verwaltenden Aufgaben erheblich, welches einer schnellen und kreativen Entscheidungsfindung bedarf. Zudem rücken die Kommunikation und Koordination in den Mittelpunkt. Die Vielzahl an beteiligten Disziplinen und externen Akteuren erfordert geeignete Prozesse, um dies zu bewerkstelligen. Informationen müssen schnell und zuverlässig fließen, um Entscheidungen fundiert treffen zu können /GRS 21/.

Sicherheitskultur im Kontext des dynamischen Bauumfelds

Der Beitrag von Oedewald und Gotcheva (2015) /OED 15/, in dem die Herausforderungen in sicherheitskritischen Großprojekten wie dem Bau des finnischen Kernkraftwerks Olkiluoto 3 analysiert werden, liefert auch für die Stilllegung wertvolle Erkenntnisse. Dort zeigt sich, dass Projekte mit vielen beteiligten Subunternehmen, wechselnden Akteurskonstellationen und kultureller Unterschiede besonders anfällig für Koordinationsprobleme und Sicherheitsrisiken sind /OED 15/. Es wird im Beitrag /OED 15/ erläutert, dass in einem dynamischen Umfeld klassische, hierarchisch geprägte Steuerungsmodelle oft zu kurz greifen. Stattdessen, so wird weiter im Beitrag /OED 15/ ausgeführt, bedarf es adaptiver, lernfähiger Organisationsformen, die in der Lage sind, flexibel auf neue Anforderungen zu reagieren. Resilienz, verstanden als die Fähigkeit, Veränderungen zu antizipieren, zu überwachen, darauf zu reagieren und daraus zu lernen, wird so zur wichtigen Voraussetzung für Sicherheit /OED 15/. Während im stabilen Betrieb die Sicherheitskultur durch Kontinuität und institutionelles Wissen getragen wird, muss sie im dynamischen Kontext unter Bedingungen hoher Fluktuation und fragmentierter Verantwortlichkeiten neu etabliert und aktiv gepflegt werden. Der Beitrag /OED 15/ macht deutlich, dass Sicherheitskultur in solchen Projekten nicht nur organisationsintern gedacht werden darf, sondern netzwerkübergreifend, insbesondere, wenn externe Dienstleister eine zentrale Rolle übernehmen. Die Herausforderung besteht darin, trotz wechselnder Akteure und Rahmenbedingungen ein gemeinsames Sicherheitsverständnis zu schaffen.

Eine kritischere Darstellung zur Anwendung der Sicherheitskultur in der Bauindustrie wurde von Fred Sherrati, Emi Szabo und Matthew R. Hallowell in ihrem Beitrag „Seeking a scientific and pragmatic approach to safety culture in the North American construction industry“ /SHE 25/ dargestellt. Es wird argumentiert, dass die Bauindustrie aufgrund ihrer strukturellen Eigenschaften besonders schlecht geeignet ist, eine stabile Sicherheitskultur zu entwickeln. Baustellen seien hochdynamische Arbeitsumgebungen, in denen sich sowohl die physischen Bedingungen als auch die Zusammensetzung der Belegschaft ständig ändern /SHE 25/. Diese Dynamik steht im direkten Gegensatz zu den Voraussetzungen, unter denen sich nach klassischen Theorien eine Sicherheitskultur überhaupt erst entwickeln kann. Sherratt et al. /SHE 25/ verweisen auf Schein (1984) und Schulman (2020), die betonen, dass Stabilität, Konsistenz und gemeinsame Erfahrungen zentrale Voraussetzungen für die Ausbildung einer belastbaren Sicherheitskultur seien. Daraus leiten Sherratt et al. /SHE 25/ die grundlegende Frage ab, ob die variable und inkonsistente Bauindustrie überhaupt in der Lage ist, innerhalb ihrer normalen Betriebsabläufe eine Sicherheitskultur herauszubilden: „This begs the rather fundamental question of whether the highly variable and inconsistent construction industry even has the capacity to develop safety culture within its normal scope of operations [...]“, /SHE 25/.

Die Sichtweise von Sherratt et al. /SHE 25/ legt daher nahe, dass es problematisch sein könnte, in der Stilllegung dieselben Konzepte von Sicherheitskultur anzuwenden, wie sie im stabilen Leistungsbetrieb entwickelt wurden. Vielmehr müsste kritisch hinterfragt werden, ob und wie unter den gegebenen Bedingungen überhaupt eine konsistente Sicherheitskultur entstehen kann, oder ob die Beachtung von Aspekten wie Sicherheitsklima¹ (z. B. wahrgenommene Sicherheitspriorität im Unternehmen), Management Commitment, Supervisory Practices u. a. zielführender wären.

Sicherheitsklima unter Arbeitern im Bausektor in den USA

Findley /FIN 04/ hatte im Rahmen einer Studie zu Gruppenunterschieden im Sicherheitsklima unter Arbeitern in der nuklearen Stilllegungs- und Abbruchindustrie in den Vereinigten Staaten mithilfe von freiwilligen, anonymisierten Fragebögen verschiedene

¹ Sicherheitsklima: Anders als die Sicherheitskultur, die tief verankerte Werte, Grundannahmen und Handlungsweisen einer Organisation umfasst, beschreibt das Sicherheitsklima die aktuell wahrgenommenen sicherheitsbezogenen Einstellungen, Prioritäten und Praktiken und ist damit stärker situativ sowie kurzfristig veränderlich.

Einflussfaktoren auf das Sicherheitsklima untersucht. Die Befragten waren dabei alle in einem landesweiten Unternehmen tätig, für das ein generelles, also für alle Beteiligten geltendes Sicherheitsmanagement herrschte. Von ca. 3.300 Anfragen wurden ca. 1.600 beantwortet. Signifikante Unterschiede wurden in Bezug auf den Standort, die Berufsposition, Arbeitsunfälle und Krankheiten, sowie dem sicherheitsorientierten Handeln festgestellt. Kernaussagen sind dabei:

- Die Unterschiede im selbstberichteten Sicherheitsklima zwischen Standorten in Branchen mit hoher Zuverlässigkeit wurden auf andere Faktoren als Sicherheitsmanagementsysteme zurückgeführt.
- Die Unterschiede im selbstberichteten Sicherheitsklima zwischen den Berufspositionen in Industrien mit hoher Zuverlässigkeit erbrachten den Nachweis zweier Sicherheitskulturen, die durch eine negative Beziehung zwischen praktischer Arbeit und Sicherheitsklima gekennzeichnet sind.
- Unterschiede im selbstberichteten Sicherheitsklima nach Selbstauskunft über Verletzungen oder Erkrankungen am Arbeitsplatz bestätigten, dass die Sicherheitseinstellungen und -wahrnehmungen der Arbeitnehmer in Branchen mit hoher Zuverlässigkeit mit dem Auftreten von Verletzungen und Erkrankungen am Arbeitsplatz abnehmen.
- Unterschiede im selbstberichteten Sicherheitsklima nach Teilnahme an Programmen zu sicherheitsorientiertem Verhalten belegen die positive Wirkung der Teilnahme auf die Sicherheitseinstellung und -wahrnehmung der Arbeitnehmer.

Findley leitet aus diesen Erkenntnissen folgende Empfehlungen ab:

- Berücksichtigung des Beitrags anderer Faktoren als der Sicherheitsmanagementsysteme, z. B. sozialer, politischer und menschlicher Faktoren, zum Sicherheitsklima an verschiedenen Standorten
- Berücksichtigung des von den Arbeitern, die praktische Arbeiten ausführen, selbst angegebenen Sicherheitsklimas
- Durchführung einer sofortigen und langfristigen Nachbetreuung von Arbeitnehmern, die sich am Arbeitsplatz verletzen oder erkranken
- Gewährleistung der Unterstützung der Beteiligung der Arbeiter an sicherheitsorientiertem Verhalten durch die Unternehmensleitung.

Die Studie von Findley /FIN 04/ zeigt, dass das Sicherheitsklima in der nuklearen Stilllegungs- und Abbruchindustrie von individuellen, standortbezogenen und arbeitsbezogenen Faktoren beeinflusst wird und nicht allein durch zentrale Sicherheitsmanagementsysteme geprägt ist. Besonders die Beschäftigung von Arbeitern in praktischen Tätigkeiten sowie die Erfahrungen mit Verletzungen und sicherheitsorientiertem Verhalten wirken sich auf die Sicherheitswahrnehmung aus.

2.1.3 Vermehrter Einsatz von Fremdfirmen in der Stilllegung

Im Rahmen der Stilllegung von Kernkraftwerken nimmt der Einsatz von Fremdfirmen, insbesondere bei Demontagearbeiten, deutlich zu. Diese Aufgaben werden häufig nicht mehr durch das eigene Betriebspersonal ausgeführt, sondern an externe Dienstleister vergeben. Das Eigenpersonal muss daher über Projektmanagementfähigkeiten verfügen, um die Arbeiten der Fremdfirmen zu koordinieren, und es muss Kompetenzen zur Kontrolle und Bewertung von Fremdfirmen aufweisen.

Eine Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz von Fremdpersonal ist dessen fachliche Eignung und Qualifikation. Gleichzeitig muss klar definiert sein, welches Eigenpersonal für die Beaufsichtigung und fachliche Kontrolle zuständig ist. Die Organisation muss sicherstellen, dass ausreichend qualifiziertes Eigenpersonal verfügbar ist, um die Einhaltung von Sicherheitsstandards und Arbeitsqualität zu gewährleisten.

Das eingesetzte Personal lässt sich grundsätzlich in drei Gruppen unterteilen: Führungskräfte, Fachkräfte und Abbaupersonal /IAEA 22a/, /GRS 21/. In allen Bereichen können sowohl Eigen- als auch Fremdpersonal tätig sein. Die klare Rollenverteilung und die enge Zusammenarbeit zwischen internen und externen Kräften sind entscheidend, um die komplexen Anforderungen der Stilllegung sicher und effizient zu erfüllen.

In der RSK-Stellungnahme „Aspekte der Qualitätssicherung bei wiederkehrenden Prüfungen und Instandhaltungsmaßnahmen sowie beim Einsatz von Fremdpersonal“ /RSK 19/ können einige Erkenntnisse zu relevanten menschlichen und organisatorischen Maßnahmen für die Stilllegung gewonnen werden. In der Stellungnahme wird ausgeführt, dass das Fremdpersonal oft mit denselben Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Funktionen wie das eigene Personal eingesetzt wird. Insbesondere wird darauf verwiesen, dass der Betreiber sicherzustellen hat, dass auch das eingesetzte Fremdpersonal über die erforderliche Qualifikation für die beauftragten Tätigkeiten verfügt. In diesem Zusammenhang wird neben der erforderlichen fachtechnischen Kompetenz auch auf die

Verhaltenskompetenz hingewiesen. Diese trägt wesentlich zur Sicherheitskultur bei. In sogenannten HPO-Schulungen (Human Performance Optimization) wird das sicherheitsgerichtete Verhalten gefördert, etwa durch Training in Kommunikation, Teamarbeit, Arbeitsvor- und Nachbesprechung, Entscheidungsfindung und Kontroll- und Arbeitsaufsichtstätigkeiten vor Ort. Die RSK empfiehlt, solche Schulungen nicht nur für das eigene Personal, sondern auch für das Fremdpersonal durchzuführen, insbesondere für Personen in verantwortlichen Rollen wie AvO (Aufsichtsführender vor Ort) oder VDA (Verantwortlicher für die Durchführung der Arbeiten) /RSK 19/.

Vertragsmodelle und Sicherheit

Aus der Literatur ist bekannt, dass bestimmte Vertragsmodelle bzw. Ausschreibungsverfahren in der Bauindustrie zu erhöhten Sicherheitsrisiken auf Baustellen führen können. So wird in der Veröffentlichung „An industry structured for unsafety? An exploration of the cost-safety conundrum in construction project delivery“ von Oswald et. al. /OSW 20/ die Frage diskutiert, wie wirtschaftlicher Druck und Sicherheitsanforderungen miteinander konkurrieren und welche praktischen Folgen dies für die Arbeitssicherheit hat. Die Autoren führten eine dreijährige ethnografische Studie auf einer Großbaustelle im Vereinigten Königreich durch. Die Studie ist auch für die Stilllegung von Kernkraftwerken relevant, da vergleichbare wirtschaftliche Zwänge und die häufige Beschäftigung von Fremdpersonal prinzipiell zu ähnlichen Zielkonflikten zwischen Kostenoptimierung und Sicherheit führen könnten.

Die Zentralen Erkenntnisse der Studie waren:

- **Ausschreibungsstruktur und „Winner’s Curse“**

Das Prinzip „der billigste Anbieter bekommt den Zuschlag“ führt dazu, dass Unternehmen ökonomisch suboptimale Angebote abgeben, um Aufträge zu erhalten. Diese Strategie zwingt sie später zu Kosteneinsparungen, die oft auf Kosten der Sicherheit gehen.

- **Sicherheitskosten: Pflicht vs. Freiwillig**

Verpflichtende Anforderungen (z. B. für die persönliche Sicherheitsausrüstung, Qualität von temporäre Zugangstreppen, etc.) wurden oft nur minimal erfüllt, um gesetzliche Anforderungen zu erfüllen. Freiwillige Investitionen (z. B. Verhaltenstrainings, zusätzliche Inspektionen) wurden zwar eingeführt, aber nicht effektiv umgesetzt.

In der Praxis zeigt sich, dass wirtschaftliche Zwänge in der Bauindustrie direkte Auswirkungen auf die Arbeitssicherheit haben. Um Kosten zu sparen, greifen Unternehmen häufig auf billige Materialien und Ausrüstungen zurück, was zu einer erhöhten Unfallgefahr führt. Zudem war die Baustelle chronisch unterbesetzt, was den Arbeitsdruck erhöhte und die Möglichkeit zur effektiven Sicherheitsaufsicht einschränkte. Um die personellen Lücken zu füllen, wurden oft migrantische Arbeitskräfte mit begrenzten Sprachkenntnissen und unzureichenden Kenntnissen der britischen Arbeitsstandards eingesetzt. Dies erschwerte die Kommunikation und führte zu Missverständnissen bei Anweisungen. Auch die Umsetzung von Sicherheitsinitiativen litt unter dem Kostendruck. Maßnahmen wie Verhaltensbeobachtungssysteme oder Schulungen wurden zwar eingeführt, jedoch nicht konsequent umgesetzt. Die Belegschaft nahm viele dieser Programme als symbolische Alibi-Maßnahmen wahr. /OSW 20/

Die Studie /OSW 20/ zeigt, dass Sicherheitsmaßnahmen in dem betrachteten Fall häufig nicht aus Überzeugung, sondern lediglich zur Einhaltung gesetzlicher Mindeststandards umgesetzt wurden. Gleichzeitig entstehen durch schlechte Qualität und mangelnde Kommunikation versteckte Zusatzkosten, die die vermeintlichen Einsparungen relativieren. So müssen beispielsweise billigere, unerfahrene oder zugewanderte Arbeitskräfte in Bezug auf die Sicherheit genauer überwacht werden, was zusätzliche Kosten verursacht /OSW 20/.

Überwachung von Fremdfirmen

Garron /GAR 16/ von IRSN analysierte die gesamten Prozesse der Vergabe von Unteraufträgen und zeigte verschiedene Faktoren, die die Kontrolle des Betreibers gewährleisten, sowie bestimmte organisatorische Schwachstellen auf, die behoben werden müssen. Dazu beschreibt Garron eine Strategie zur Einbindung von Subunternehmen, woraus sich mehrere technische und organisatorische Maßnahmen ableiten, die zum Sicherheitsgewinn bei Arbeiten mit Subunternehmern führen soll. Diese sind:

- Berücksichtigung der Fähigkeit des Subunternehmers, Arbeiten mit Bezug zur Sicherheit durchzuführen
- Ausgeglichenheit zwischen Arbeitslast und verfügbaren Ressourcen
- Ansatz zur Risikobewertung berücksichtigen
- Überwachung der Arbeiten des Subunternehmers durch den Betreiber

- Sammlung und Nutzung von Betriebserfahrungen aus der Arbeit von Unterauftragnehmern

Generell ist IRSN der Ansicht, dass die Analyse der Probleme im Zusammenhang mit der Vergabe von Unteraufträgen durch den Betreiber noch zu oft auf die direkten Ursachen beschränkt ist und die tieferen Ursachen, insbesondere die, die mit der eigenen Organisation des Betreibers zusammenhängen, nicht angemessen berücksichtigt werden.

2.1.4 Personal- und Kompetenzentwicklung

Der Umbruch vom Leistungsbetrieb zur Stilllegung beinhaltet den besonderen Aspekt der Personal- und Kompetenzentwicklung. Dieser spiegelt sich im Organisatorischen sowie Individuellen wider. Die RSK adressierte den zu befürchtenden Motivations- und Know-how-Verlust als Folge des Unfalls in Fukushima und der Entscheidung zum Ausstieg aus der Kerntechnik in Deutschland in ihrer Stellungnahme zum „Monitoring von Know-how- und Motivationsverlust und geeignete Maßnahmen zur Stärkung von Motivation und Know-how-Erhalt in der deutschen Kernenergiebranche“ /RSK 16a/. Im Rahmen der Beratungen wurden Maßnahmen zum Know-how-Erhalt und gegen den Motivationsverlust der vertretenen Organisation kategorisiert, erörtert und als Grundlage für einen umfassenden Maßnahmenkatalog herangezogen. Dieser deckt die Kategorien

- Strategisches Kompetenzmanagement,
- Steuerung von Veränderungen durch ein geplantes Programm- & Projektmanagement,
- Steuerung der Information & Kommunikation und Einbeziehung der internen Kommunikation und
- Etablierung von Organisationsdiagnosesystemen zur Unterstützung des strategischen Personalmanagements und Unternehmens- bzw. Organisationsentwicklungsmanagements

ab. Die einzelnen Maßnahmen werden im Abschnitt 3.1.2.1 aufgeführt, um in der Analyse von Ereignissen berücksichtigt zu werden. Die RSK regt in /RSK 16a/ eine Wirksamkeitsverifizierung der eingeleiteten Maßnahmen über ein Indikatorsystem an, dass im Rahmen der hier angestrebten Untersuchungen jedoch als ungeeignet erscheint.

Kurz zusammengefasst beinhalten die Maßnahmen folgende Aspekte:

- Das Personal muss umgeschult werden, um sich an die veränderten Kompetenzanforderungen für die Stilllegung anzupassen.
- Eine gute Kommunikation mit dem Personal über den Stilllegungsprozess ist wichtig. Wenn das Personal nicht gut informiert ist, kann die Unsicherheit über die Zukunft zu Motivationsproblemen und Abwanderung führen.
- Besonders bei geplantem Personalabbau kann es schwierig sein, die erforderliche Kompetenz aufrechtzuerhalten, da die qualifiziertesten Mitarbeiter leicht anderweitig Arbeit finden.
- Der Verlust des Personals wirkt sich auch auf die Fähigkeit aus, das organisatorische Wissen über die Systeme und die Geschichte der Anlage zu bewahren, welches für die Planung und die sichere Stilllegung von entscheidender Bedeutung ist.

Die GRS hat im Vorhaben 4718R01324 /GRS 21/ u. a. untersucht, welche Anforderungen an personelle Ressourcen für die Stilllegung gestellt werden. Dabei konnten keine spezifischen Anforderungen an personelle Ressourcen für die Stilllegung im internationalen kerntechnischen Regelwerk identifiziert werden. Es wurden jedoch Anforderungen und Empfehlungen an die Personalplanung und Personalstrategie identifiziert, die auch in deutschen Anlagen umgesetzt werden sollten /GRS 21/.

Es sollte ein langfristiges Personal- und Trainingsprogramm mit Zielen entwickelt werden, das mindestens fünf Jahre in die Zukunft reicht. Dieses Programm sollte regelmäßig unter Berücksichtigung des Altersprofils der Beschäftigten überprüft und gegebenenfalls angepasst werden. Personalpläne sollten umfassende Daten zu Fluktuation, Entwicklungs- und Nachfolgeplanung sowie zum aktuellen Personalbedarf enthalten. Eine frühzeitige Personalplanung und der rechtzeitige Erwerb der notwendigen Fachkenntnisse sind wichtig, um Kompetenzverluste zu vermeiden /GRS 21/.

Die Organisation muss mit kompetenten Führungskräften und ausreichend qualifiziertem Personal besetzt sein, das über fundierte Kenntnisse der technischen und organisatorischen Rahmenbedingungen verfügt. Dabei sind auch ein phasenweiser Personalabbau aufgrund sinkender Arbeitsbelastung sowie die gezielte Umschulung von Schlüsselpersonen für Aufgaben in der Stilllegung zu berücksichtigen. Gegebenenfalls müssen auch neue Stellen geschaffen und besetzt werden. Zudem ist frühzeitig zu planen, welches Personal in Frührente gehen möchte und welches bereit ist, neue Aufgaben zu

übernehmen. Dabei sollten Nachfolger frühzeitig eingestellt werden, um einen effektiven Wissenstransfer zu gewährleisten. Ziel der Planung sollte es sein, einen erfahrenen Mitarbeiterstamm zu erhalten, der ein breites Spektrum an Betriebs- und Sicherheitsexpertise abdeckt /GRS 21/.

Eine frühzeitige und strategisch ausgerichtete Personalplanung ist entscheidend für eine sichere Stilllegung kerntechnischer Anlagen. Nur durch gezielten Wissenstransfer, rechtzeitige Qualifizierung und die Berücksichtigung individueller Laufbahnen kann der notwendige Kompetenz- und Erfahrungsschatz bewahrt werden, der eine effiziente und sichere Stilllegung ermöglicht.

2.1.5 Änderung der Organisationsstruktur

Im Bericht GRS-540 /BLU 19/ wurden 18 Organisationsmodelle deutscher Kernkraftwerke analysiert, um die strukturellen Veränderungen zu ermitteln, die beim Übergang von der Betriebsphase zur Stilllegung auftreten. Die Untersuchung zeigte, dass sich die Aufbauorganisationen in dieser Übergangsphase ändern. Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde ein generisches Modell für die Anpassungen zwischen Betriebs- und Stilllegungsphase erstellt. Die Anpassungen, die im generischen Modell vorgenommen wurden, werden im Folgenden kurz erläutert.

In der Stilllegungsphase wird der bisherige Fachbereich „Betrieb“ zum Fachbereich „Restbetrieb“ umgewandelt. Dieser übernimmt weiterhin zentrale Aufgaben wie den Schichtbetrieb und die Betreuung verbleibender Systeme. Die vormals eigenständigen Fachbereiche „Elektrotechnik“ und „Maschinentechnik“ werden nun als Teilbereiche dem Restbetrieb zugeordnet, da durch den Rückbau ein Rückgang des Personalbedarfs in diesen Bereichen zu erwarten ist /BLU 19/.

Ein wesentliches Merkmal der Stilllegungsorganisation ist die Einführung des neuen Fachbereichs „Rückbau“ /BLU 19/. Dieser bündelt alle rückbauspezifischen Aufgaben, die zuvor nur vereinzelt in anderen Bereichen, etwa in der Rückbauplanung, angesiedelt waren. Damit wurde der gestiegene Stellenwert des Rückbaus auch organisatorisch sichtbar gemacht. Die Fachbereiche „Überwachung“, „Nukleare Brennstoffe“, „Ver- und Entsorgung“ sowie „Materialwirtschaft“ bleiben grundsätzlich bestehen. Allerdings verändern sich ihre Aufgaben und damit auch der Personalbedarf, da in der Stilllegungsphase andere Schwerpunkte gesetzt werden /BLU 19/.

Die Teilbereiche „Genehmigung“ und „Kommunikation“, die zuvor im Fachbereich „Zentrale Dienste“ angesiedelt waren, werden in einen neuen Fachbereich „Genehmigung und Aufsicht“ überführt /BLU 19/. Diese Änderung reflektiert die zunehmende Bedeutung der Öffentlichkeitsarbeit und der behördlichen Abstimmungen während der Stilllegung.

Die generischen Modelle zeigen, dass in der Stilllegungsphase zusätzliche Organisationseinheiten entstehen können, während andere verkleinert, zusammengeführt oder in ihrer Hierarchie neu eingeordnet werden. Diese strukturellen Anpassungen spiegeln die sich verändernden Anforderungen und Prioritäten wider, die mit dem sicheren und effizienten Rückbau von Kernkraftwerken verbunden sind. Darüber hinaus wird erläutert, dass die Organisationsstruktur regelmäßig überprüft und bei Bedarf angepasst werden sollte, da sich die Bedingungen und Anforderungen während der Stilllegung ändern. So wird sichergestellt, dass die Organisation effizient und sicher auf neue Herausforderungen reagieren kann.

2.1.6 (Neue) Tätigkeiten in der Stilllegung

Ziel dieses Abschnitts war die Zusammenstellung von Informationen über Aktivitäten in der Stilllegungsphase von Kernkraftwerken. Einzelne Passagen wurden aus /GRS 21/ entnommen.

- **Planung der Stilllegung**

Die Stilllegung eines Kernkraftwerks erfordert eine frühzeitige und strukturierte Planung. Zentrale Voraussetzung für die Stilllegung ist die Beantragung der Stilllegungsgenehmigung. Technische Anpassungen an der Anlage müssen vorbereitet werden, insbesondere zur Logistik und Behandlung der anfallenden Reststoffe. Auch die Abfallwirtschaft muss von der Behandlung bis zur Festlegung der Entsorgungswege organisiert werden. Weitere Planungsschritte umfassen die Charakterisierung der Anlage sowie Planungen in den Bereichen Strahlenschutz, Objektsicherung, Arbeits- und Brandschutz. Parallel dazu ist eine Personalplanung und die Entwicklung geeigneter Managementstrategien erforderlich.

- **Aufgaben im Restbetrieb**

In der Stilllegungsphase kommen neue Aufgaben im Restbetrieb hinzu, die sich aus geänderten Nutzungsanforderungen ergeben. Gebäude und Flächen müssen baulich angepasst werden, um die Lagerung und Behandlung radioaktiver sowie nicht radioaktiver Stoffe zu ermöglichen. Zur Verbesserung der internen Logistik werden

neue Transportwege im Kontrollbereich eingerichtet. Zusätzlich sind für den Strahlenschutz neue Messlabore erforderlich, um die Anforderungen an Überwachung und Dokumentation zu erfüllen. Diese neuen Aufgaben verdeutlichen, dass der Restbetrieb in der Stilllegung nicht nur den sicheren Betrieb verbleibender Systeme sicherstellen muss, sondern auch aktiv zur Vorbereitung und Durchführung des Rückbaus beiträgt.

- **Aufgaben des Strahlenschutzes**

Mit Beginn der Stilllegung erweitert sich das Aufgabenfeld des Strahlenschutzes. Eine wichtige Tätigkeit ist die radiologische Beprobung der Anlagensysteme, um diese in Kontaminationsgruppen einzuteilen. Der Strahlenschutz wirkt zudem aktiv bei der Planung und Arbeitsvorbereitung mit. Er ist auch an der Entwicklung und Einführung geeigneter Arbeitsmethoden für den Rückbau und die Freigabe beteiligt und führt das Freigabeverfahren durch. Zu den weiteren Aufgaben gehören die Strahlungs- und Aktivitätsüberwachung.

Zusätzlich werden Emissionen und Immissionen überwacht, die Dosimetrie für das Personal durchgeführt und das Reststoffmanagement begleitet. Auch die Dekontamination, die Kontrolle von Pufferlagerplätzen und die Transportbereitstellung gehören zu den Aufgaben. Abschließend gehört das Freimessen von Gebäudestrukturen und Geländeflächen zu den durchzuführenden Tätigkeiten.

- **Abbau von Anlagenteilen**

Zu den Kernaufgaben in der Stilllegung zählt der schrittweise Abbau von Anlagenteilen im Kontrollbereich. Der Abbau von Anlagenteilen beginnt nach der Einrichtung der Abbaulogistik und der Dekontamination des Primärkreises. Letztere kann erst nach dem Entladen der Brennelemente (BE) aus dem Reaktor in das BE-Lagerbecken erfolgen. Zunächst werden Isolierungen, Abschirmstrukturen und angeschlossene Komponenten entfernt. Im Anschluss erfolgt der Rückbau der Großkomponenten, darunter der Reaktordruckbehälter (RDB), der Dampferzeuger, der Druckhalter, die Hauptkühlmittelpumpen und -leitungen. Je nach Transportkonzept werden diese entweder vor Ort zerlegt oder als Ganzes abtransportiert.

Auch die Gebäudestrukturen sowie weitere Anlagenteile im Reaktorgebäude, im Ringraum und im Reaktorhilfsanlagengebäude (darunter Lüftungs-, Kühl-, Regel- und Sicherheitssysteme sowie Elektro- und Leittechnik) werden schrittweise abgebaut. Gegebenenfalls werden die Teile vor Ort zerkleinert und verpackt. Weitere

Rückbauarbeiten betreffen das Notstandsgebäude, die Abfallbehandlung, Materialschleusen sowie bauliche Elemente wie Sammelbecken und Kräne.

Nach Abschluss der Hauptabbauarbeiten folgt der Restabbau. Dabei wird die verbliebene Infrastruktur, wie beispielsweise Beleuchtung, Stromversorgung und Kommunikationseinrichtungen, entfernt. Im Anschluss werden die betroffenen Bereiche dekontaminiert, freigemessen und lufttechnisch abgetrennt.

Für die Zerlegung und Behandlung radioaktiver Reststoffe werden spezielle Nass- und Trockenzerlegebereiche sowie Bereitstellungs-, Lager- und Dekontaminationsflächen eingerichtet. Die abgebauten Teile werden je nach ihrem radiologischen Zustand entweder freigemessen und dem Wertstoffkreislauf zugeführt oder verpackt und an Deponien bzw. an die BGZ übergeben.

2.1.7 Fazit und praxisrelevante Analysehinweise

Der Übergang eines Kernkraftwerks vom Leistungsbetrieb zur Stilllegung bedeutet einen grundlegenden wirtschaftlichen Wandel. Während die Anlage im Leistungsbetrieb als Profit-Center fungiert und auf Gewinn durch Stromverkauf ausgerichtet ist, wird sie in der Stilllegungsphase zu einem Cost-Center, dessen Ziel es ist, den Rückbau möglichst kosteneffizient umzusetzen. Bei der Analyse von Interviewprotokollen und Ereignissen aus stillgelegten Kernkraftwerken sollte daher besonders auf den Zusammenhang zwischen wirtschaftlicher Steuerung und sicherheitsrelevanten Aspekten geachtet werden. Aussagen zur Kostenkontrolle oder Budgettreue können mit sicherheitsrelevanten Entscheidungen verknüpft sein, etwa bei der Auswahl geeigneter Rückbautechnologien oder bei der Personalplanung. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sicherheitsrelevante Maßnahmen stets im Einklang mit dem jeweiligen Anlagenzustand und den regulatorischen Anforderungen stehen müssen.

Traditionell basiert Sicherheitskultur auf Stabilität, Kontinuität und gemeinsamen Erfahrungen, also Voraussetzungen, die im Leistungsbetrieb gegeben sind. In der Stilllegung hingegen verändern sich Aufgaben und Arbeitsumgebungen fortlaufend. Externe Dienstleister, wechselnde Teams und eine hohe Veränderungsdynamik können die Etablierung eines einheitlichen Sicherheitsverständnisses erschweren. So stellt sich die Frage, ob in solch dynamischen Umfeldern überhaupt eine stabile Sicherheitskultur entstehen kann.

Für die Analyse der Protokolle und Berichte bedeutet das: Es sollte gezielt darauf geachtet werden, ob Sicherheit als kulturell verankertes Prinzip verstanden wird. Das heißt,

es sollte geprüft werden, ob Sicherheit durch gemeinsame Werte, stabile Strukturen und langfristige Erfahrungen geprägt ist, oder ob sie als situativ gesteuertes Verhalten erscheint, das von aktuellen Umständen, Projekterfordernissen oder beteiligten Personen abhängt. Ein Hinweis auf eine verankerte Sicherheitskultur kann beispielsweise sein, dass Sicherheitsmaßnahmen als selbstverständlich gelten und fest in den Arbeitsalltag integriert sind. Hinweise auf langjährig etablierte Verfahren und feste Rollenverteilungen deuten ebenfalls darauf hin, dass Sicherheit als stabiler Bestandteil der Organisation verstanden wird. Auch die Weitergabe von Wissen durch Mentoring oder Erfahrungslernen spricht für eine kulturell verankerte Sicherheitsorientierung. Aussagen wie „Die Koordination der Sicherheitsmaßnahmen mit den Subunternehmen ist sehr aufwendig“ oder „Die externen Dienstleister haben ganz andere Vorstellungen davon, was sicher ist“ könnten allerdings darauf hindeuten, dass Sicherheit eher situativ gesteuert wird. In solchen Fällen wird Sicherheit als Herausforderung beschrieben, die aktiv gemanagt werden muss. Typische Merkmale können auch unklare Zuständigkeiten oder unterschiedliche Sicherheitsauffassungen zwischen internen und externen Akteuren sein.

Um diesen Unterschied herauszuarbeiten, können folgende Fragen hilfreich sein:

- Wird Sicherheit als organisationsübergreifendes Prinzip oder als projektinterne Aufgabe beschrieben?
- Wird Sicherheit als Teil der Unternehmenskultur oder als extern vorgegebene Maßnahme wahrgenommen?
- Gibt es Hinweise auf unterschiedliche Auffassungen von Sicherheit zwischen beteiligten Akteuren?
- Werden unklare Zuständigkeiten oder Schnittstellenprobleme thematisiert (z. B. unklare Verantwortlichkeiten)?
- Gibt es Hinweise auf kulturelle Spannungen oder Missverständnisse (etwa zwischen internen und externen Beteiligten)?
- Wie wird versucht, ein gemeinsames Sicherheitsverständnis zwischen verschiedenen Akteuren zu schaffen?
- Wie wird Wissen über Sicherheit weitergegeben? Durch formale Schulungen, Erfahrungsaustausch und/oder Mentoring?

- Wird über langfristige Werte und Einstellungen gesprochen (Sicherheitskultur) oder über aktuelle Wahrnehmungen und Verhalten (Sicherheitsklima)?
- Wie stark hängt die Umsetzung von Sicherheitsmaßnahmen von einzelnen Personen oder aktuellen Projektstrukturen ab?

Diese Fragen können dabei helfen, die unterschiedlichen Sicherheitsverständnisse in dynamischen Projektkontexten wie der Stilllegung gezielt zu identifizieren.

Der verstärkte Einsatz von Fremdfirmen, beispielsweise bei Demontagearbeiten, erfordert neue Kompetenzen im Eigenpersonal, etwa in der Koordination, Kontrolle und Bewertung externer Dienstleister. Eine klare Rollenverteilung zwischen Eigen- und Fremdpersonal sowie die Sicherstellung ausreichender Qualifikation sind wichtige Faktoren, um Sicherheitsstandards und Arbeitsqualität zu gewährleisten. Dabei muss die Organisation sicherstellen, dass die eingesetzten Personen über fachliche und verhaltensbezogene Kompetenzen verfügen, die dem jeweiligen Anlagenzustand und den sicherheitstechnischen Anforderungen angemessen sind. Aussagen in Interviewprotokollen zur Beaufsichtigung und Kontrolle von Fremdfirmen können Aufschlüsse darüber geben, wie die Sicherheitsverantwortung organisatorisch verankert ist. Entscheidend ist, ob die Zuständigkeiten klar geregelt sind und ob diese mit qualifiziertem Personal besetzt sind. Hinweise auf Schulungen, insbesondere HPO-Trainings, zeigen, ob sicherheitsgerichtetes Verhalten aktiv gefördert wird, und ob auch Fremdpersonal in diese Maßnahmen einbezogen wird. Auch Kommunikationsprobleme, etwa durch Sprachbarrieren oder unklare Rollenverteilungen, können sicherheitskritische Prozesse beeinträchtigen und sollten entsprechend betrachtet werden.

Der Übergang vom Leistungsbetrieb zur Stilllegung erfordert ebenfalls eine gezielte Weiterentwicklung von Kompetenzen und eine strategisch ausgerichtete Personalplanung. Da sich Aufgaben und Perspektiven für das Personal grundlegend verändern, ist die Gefahr von Know-how- und Motivationsverlusten besonders hoch. Ein langfristiges Personal- und Trainingsprogramm ist daher von besonderer Bedeutung. Dieses sollte frühzeitig auf die veränderten Anforderungen der Stilllegung ausgerichtet sein und den Wissenstransfer innerhalb der Organisation sicherstellen.

Bei der Analyse von Interviewprotokollen und Ereignissen sollten insbesondere Aspekte und Aussagen zur Qualifikation, Umschulung und Einsatzplanung des Personals beachtet werden, da diese Hinweise auf die strategische Ausrichtung der Organisation geben können. Relevant ist beispielsweise, ob Maßnahmen zur Kompetenzsicherung frühzeitig eingeleitet wurden, und ob Führungskräfte sowie Schlüsselpersonen gezielt auf neue

Aufgaben vorbereitet wurden. Hinweise auf Unsicherheit, mangelnde Kommunikation oder fehlende Perspektiven können auf Motivationsprobleme und einen potenziellen Know-how-Verlust hindeuten. Aussagen zur Nachfolgeplanung, zur Altersstruktur sowie zur Fluktuation sind ebenfalls wichtige Indikatoren für die Einschätzung der Nachhaltigkeit der Personalstrategie.

3 Grundlagen zur Methodenentwicklung und Inhaltsanalyse

3.1 Sicherheitskultur im internationalen und nationalen Verständnis

Die Sicherheitskultur ist ein zentraler Bestandteil im Verständnis von nuklearer Sicherheit, die durch das Verhalten von Organisationen und Individuen im Umgang mit kerntechnischen Anlagen geprägt wird. Sie umfasst die Merkmale, Einstellungen und Verhaltensweisen, durch die Sicherheit zur obersten Priorität wird. Die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEA) definiert die Sicherheitskultur als die Gesamtheit von Merkmalen und Einstellungen in Organisationen und bei Einzelpersonen, die sicherheitsrelevantes Verhalten fördern. Die Definition der IAEA lautet im englischen Original /IAEA 18/ wie folgt:

“Safety culture is that assembly of characteristics and attitudes in organizations and individuals which establishes that, as an overriding priority, nuclear plant safety issues receive the attention warranted by their significance.”

Die Definition der IAEA geht auf das Jahr 1991 und die damalige „International Nuclear Safety Advisory Group (INSAG)“ zurück /IAEA 91/.

Seit über 20 Jahren führt die IAEA die Sicherheitskultur unter den Prinzipien auf, durch deren Anwendung das fundamentale Sicherheitsziel für zivile kerntechnische Anlagen zu erreichen ist (/IAEA 99/, /IAEA 06a/). Das grundlegende Ziel besteht darin, Mensch und Umwelt vor schädlichen Auswirkungen radioaktiver Strahlung zu schützen (/IAEA 06a/).

Anlass für die Einführung des Begriffs der Sicherheitskultur waren Erkenntnisse über den Reaktorunfall in Tschernobyl /IAEA 91/. Die Sicherheitskultur wurde im Zuge der Untersuchungen als eine Vorkehrung gegen menschliche Fehler und als Mittel erkannt, um die positiven Seiten des menschlichen Handelns zu nutzen. Wesentlich für die Sicherheitskultur sind nach dieser Auffassung das verantwortungsbewusste Engagement aller Personen mit Aufgaben, die Folgen für die Sicherheit von Kernkraftwerken haben, und ein Denken, das die Sicherheit umfassend berücksichtigt. Auf dem Gebiet der Sicherheit bilden Engagement und Denken dieser Art laut IAEA eine Grundlage dafür, eine ausgeprägte Bereitschaft zu Nachfragen und Nachprüfen zu entwickeln, Spitzenleistungen anzustreben, als Einzelperson eigenverantwortlich zu handeln und als

Betreiberunternehmen die Verantwortung für die Sicherheit der Anlage(n) in vollem Umfang wahrzunehmen. Sicherheitskultur verhindert Nachlässigkeit. Eine strikte, aber nur „mechanische“, also nicht ausreichend reflektierte Anwendung bewährter Vorgehensweisen genügt nicht /IAEA 91/.

Die „International Nuclear Safety Advisory Group (INSAG)“ hat diese Überlegungen in ihrer grundlegenden Schrift von 1991 weiter präzisiert /IAEA 91/. Das Ergebnis war die oben zitierte Begriffsbestimmung, die in das Regelwerk der IAEA eingegangen ist. Nach dieser Begriffsbestimmung zeigt sich die Sicherheitskultur in dem „Rahmen“, den die Sicherheitspolitik und die Aktionen des Managements festlegen, und in den „Reaktionen“ der Personen, die unter diesen, für sie günstigen Rahmenbedingungen, arbeiten. Rahmen und Reaktionen gehören zusammen: Sicherheitskultur entsteht in Abhängigkeit von Engagement und Kompetenz, deren Quelle die Personen und der Rahmen aus Sicherheitspolitik und Management sind. Zur Sicherheitspolitik gehören im Einzelnen die Unternehmensziele und die Verpflichtung der Unternehmensführung auf die Sicherheit der kerntechnischen Anlage. Die INSAG hat die Sicherheitskultur durch konkretere Merkmale beschrieben. Sie sind in „Charakteristika“ und „Attribute“ eingegangen, die laut Regelwerk der IAEA die Sicherheitskultur auszeichnen.

Den grundlegenden Sicherheitsprinzipien der IAEA zufolge, haben alle Unternehmen und Personen, deren Aktivitäten für die Sicherheit von Kernkraftwerken Bedeutung haben, eine Sicherheitskultur im Sinne der Begriffsbestimmung zu haben /IAE 06a/. Dazu zählen Hersteller und Dienstleister, aber auch Aufsichtsbehörden und Gutachter. Der Anwendungsbereich geht also weit über Kernkraftwerke hinaus. Dagegen bezieht sich die Begriffsbestimmung im deutschen Regelwerk explizit auf (Betreiber-)Unternehmen und Kernkraftwerke. Andere Einrichtungen, wie z. B. Aufsichtsbehörden, werden nicht berücksichtigt.

In den Folgejahren wurde der Begriff ausgeweitet und stärker differenziert. Es wurde erkannt, dass Sicherheitskultur nicht nur aus individuellen Haltungen besteht, sondern tief in Organisationsstrukturen, Führung, Kommunikation und Lernprozessen verankert ist. Als Reaktion auf die Vielfalt von Definitionen entwickelte die IAEA mit verschiedenen Mitgliedsstaaten das Harmonized Safety Culture Model, um ein einheitliches, sektübergreifendes Verständnis zu schaffen.

Wie im Regelwerk der IAEA findet sich die drei Aspekte Grundhaltung, Verantwortung und Handlungsweise auch im deutschen Regelwerk wieder. Somit findet man zum Begriff der Sicherheitskultur folgende Definition /BMU 22/:

„Die Sicherheitskultur ist durch eine, für die Gewährleistung der Sicherheit der Anlage erforderliche, sicherheitsgerichtete Grundhaltung, Verantwortung und Handlungsweise aller Mitarbeiter bestimmt. Sicherheitskultur umfasst dazu 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. Sicherheitskultur betrifft sowohl die Organisation als auch die Einzelpersonen.“

Zum Begriff des Unternehmens heißt es in /BMU 22/: „Das Unternehmen umfasst die zum Betrieb des Kernkraftwerkes erforderlichen Personen, sächlichen Mittel und Rechte, einschließlich der Anlage selbst und der Organisation.“

3.1.1 Das Harmonized Safety Culture Model der IAEA

Der „Workshop on the Use of a Harmonized Safety Culture Framework“ der IAEA zielte darauf ab, ein harmonisiertes Modell für Sicherheitskultur zu diskutieren, dass sektübergreifend anwendbar ist. Die Veranstaltung brachte Expertinnen und Experten aus internationalen Organisationen (u. a. WANO, INPO, USNRC), nationalen Aufsichtsbehörden und Betreiberorganisationen zusammen, um ein gemeinsames Verständnis und eine konsistente Anwendung von Sicherheitskulturprinzipien zu fördern /IAEA 20/.

Das vorgestellte Modell basiert auf einem mehrjährigen internationalen Konsultationsprozess, der 2011 begann. In mehreren Workshops zwischen 2016 und 2017 wurde ein konsolidiertes Rahmenwerk entwickelt, das auf bestehenden Standards und Erfahrungen aufbaut. Ziel war es, ein flexibles, adaptierbares Modell zu schaffen, das nicht als starres Regelwerk, sondern als Orientierungshilfe dient. Es soll Organisationen dabei unterstützen, ihre Sicherheitskultur systematisch zu bewerten, zu fördern und weiterzuentwickeln.

Das Modell definiert zehn Dimensionen, die als charakteristisch für eine starke Sicherheitskultur gelten. Diese Dimensionen sollen dabei nicht als Checkliste verstanden werden, sondern als miteinander verbundene Elemente eines systemischen Ansatzes /IAEA 20/:

- Individuelle Verantwortung: Mitarbeitende übernehmen aktiv Verantwortung für sicherheitsrelevantes Verhalten und halten sich an geltende Standards und Verfahren.
- Hinterfragende Grundhaltung: Kritisches Denken, das Hinterfragen von Annahmen und die Bereitschaft, aus Fehlern zu lernen, stehen im Vordergrund.
- Kommunikation: Eine offene, transparente und respektvolle Kommunikation über alle Hierarchieebenen hinweg ist essenziell für die Sicherheitskultur.
- Führungsverantwortung: Führungskräfte leben Sicherheitswerte vor, fördern sicherheitsbewusstes Verhalten und integrieren Sicherheitsziele in strategische Entscheidungen.
- Entscheidungsfindung: Entscheidungen werden auf Basis fundierter Risikoanalysen getroffen und berücksichtigen sowohl technische als auch menschliche Faktoren.
- Arbeitsumfeld: Ein unterstützendes, respektvolles und lernförderndes Umfeld stärkt das Vertrauen und die Zusammenarbeit im Team.
- Kontinuierliches Lernen: Organisationen nutzen interne und externe Erfahrungen, um sich kontinuierlich zu verbessern. Schulungen und Wissensmanagement sind zentrale Elemente.
- Problemerkennung und -lösung: Frühzeitige Identifikation von Schwachstellen, systematische Ursachenanalysen und wirksame Korrekturmaßnahmen sind integraler Bestandteil des Modells.
- Ansprechen von Bedenken: Mitarbeitende sollen ohne Angst vor negativen Konsequenzen sicherheitsrelevante Bedenken äußern können. Eine offene Fehlerkultur wird aktiv gefördert.
- Arbeitsplanung: In der Arbeitsplanung sollen Entscheidungen risikobasiert und verantwortungsvoll getroffen, Mitarbeitende aktiv einbezogen und ein unterstützendes sowie lernförderliches Arbeitsumfeld geschaffen werden.

Die Teilnehmenden des Workshops sprachen sich für die breite Anwendung und Weiterentwicklung des harmonisierten Modells aus. Zu den wichtigsten Empfehlungen zählen /IAEA 20/:

- Anpassung an lokale Gegebenheiten: Das Modell soll als Grundlage dienen, muss jedoch an die spezifischen Bedingungen der jeweiligen Organisation angepasst werden.
- Verankerung im Managementsystem: Sicherheitskultur darf kein isoliertes Thema sein, sondern muss integraler Bestandteil des Managementsystems sein.
- Förderung von Lernprozessen: Organisationen sollten aktiv Lernprozesse gestalten – durch Schulungen, Erfahrungsaustausch und offene Kommunikation.
- Stärkung der internationalen Zusammenarbeit: Der Austausch zwischen Organisationen und Ländern wurde als wertvoll für die Weiterentwicklung von Sicherheitskultur angesehen.
- Langfristige Perspektive: Sicherheitskultur ist kein kurzfristiges Projekt, sondern ein kontinuierlicher Entwicklungsprozess, der langfristiges Engagement erfordert.

Durch die Entwicklung eines gemeinsamen, anpassbaren Referenzrahmens wurde eine Grundlage geschaffen, um Sicherheitskultur weltweit konsistenter und wirksamer zu gestalten. Die IAEA plant, das Modell weiter zu verbreiten und seine Anwendung in verschiedenen Sektoren zu unterstützen.

3.1.2 Nationales Regelwerk zur Sicherheitskultur

Im deutschen kerntechnischen Regelwerk findet sich der Begriff Sicherheitskultur nicht im Gesetzestext selbst, sondern wird überwiegend in Leitfäden sowie in RSK-Stellungnahmen explizit thematisiert. Der Bericht zur Erfassung und Beurteilung wesentlicher Merkmale der Sicherheitskultur /FAS 15/ führt eine strukturierte Zusammenfassung der Anforderungen des deutschen Regelwerks an die Sicherheitskultur auf.

Das Atomgesetz (AtG) selbst erwähnt den Begriff „Sicherheitskultur“ nicht explizit, legt jedoch in § 7 klare Anforderungen fest: Genehmigungen für kerntechnische Anlagen dürfen nur erteilt werden, wenn die verantwortlichen Personen zuverlässig und fachkundig sind und die notwendigen Kenntnisse für einen sicheren Betrieb vorliegen. Diese Anforderungen implizieren eine Grundvoraussetzung für gelebte Sicherheitskultur, denn nur wer sowohl fachliche Qualifikation als auch Verantwortungsbewusstsein mitbringt, kann zur Sicherheit der Anlage beitragen.

Auch im Rahmen der regulierten Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung (AtVfV) bleibt Sicherheitskultur zwar unbenannt, ist aber

durch die Betonung von Zuverlässigkeit, Fachkunde und Verantwortlichkeit dennoch implizit verankert. Ähnliche implizite Bezüge finden sich in den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke: Diese fordern Managementsysteme, Personalqualifizierung, Fehler- und Erfahrungsmanagement sowie kontinuierliche Verbesserung – zentrale Bausteine, die zusammengekommen eine Sicherheitskultur formen.

Die Stellungnahme der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) „Verständnis der Sicherheitsphilosophie“ /RSK 13/ betont die entscheidende Rolle der Sicherheitskultur als drittes Element neben Technik und Organisation. Sie betont, dass der Betreiber einer kerntechnischen Anlage umfassende Verantwortung für die Gestaltung und Aufrechterhaltung einer wirksamen Sicherheitsorganisation trägt. Dazu gehört zunächst, dass die Anlage technisch stets den geltenden sicherheitstechnischen Anforderungen entspricht, Alterungsprozesse überwacht und sicherheitsrelevante Betriebserfahrungen – sowohl eigene als auch externe – systematisch ausgewertet und berücksichtigt werden. Die Organisation muss über ein wirksames Managementsystem verfügen, das kontinuierliche Verbesserungen ermöglicht und die Schnittstellen zwischen Technik, Organisation und Personal klar regelt. Ein zentrales Element ist dabei die Entwicklung und Pflege einer ausgeprägten Sicherheitskultur, die insbesondere durch das Verhalten und Vorbild der Führungskräfte geprägt wird und in allen Ebenen des Betriebs verankert sein muss.

Von entscheidender Bedeutung sind darüber hinaus die Qualifikation und Zuverlässigkeit des Personals. Es muss jederzeit sichergestellt sein, dass die Beschäftigten über die erforderliche Fachkunde verfügen und ihre Aufgaben zuverlässig erfüllen können. Die Verantwortlichkeiten sind eindeutig festzulegen, sodass klar erkennbar ist, wer für welche sicherheitsrelevanten Bereiche zuständig ist. Ergänzend fordert die RSK, dass verbindliche Prozeduren zur Aufrechterhaltung des sicheren Anlagenzustands, für den sicheren Betrieb, zur Ereignisbeherrschung und zur Begrenzung von Auswirkungen existieren und wirksam angewendet werden. Schließlich sollen kontinuierlich Verbesserungspotenziale identifiziert und soweit angemessen umgesetzt werden, wofür die Bereitstellung ausreichender personeller und finanzieller Ressourcen eine Grundvoraussetzung darstellt.

Einschlägigen Anforderungen sind nur für das Management und Managementsysteme in der KTA-Regel 1402 /KTA 17/ formuliert, die laut Stilllegungsleitfaden /BMU 21/ in der gesamten Stilllegung unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials zu berücksichtigen ist. Die KTA 1402 fordert, dass Sicherheitskultur integraler Bestandteil des Managementsystems eines Kernkraftwerks ist. Sie soll durch

klare Organisationsstrukturen, definierte Prozesse und Verantwortlichkeiten unterstützt werden, sodass Sicherheit oberste Priorität hat und kontinuierlich verbessert wird. Alle Tätigkeiten werden als Prozesse beschrieben, wobei Risiken und sicherheitsrelevante Anforderungen systematisch berücksichtigt werden. Damit wird sichergestellt, dass Entscheidungen und Handlungen auf allen Ebenen auf Sicherheit ausgerichtet sind und Sicherheitsbewusstsein dauerhaft gefördert wird.

Darüber hinaus wird in der KTA 1402 Wert auf effektive Kommunikation und den Informationsfluss innerhalb der Organisation und zu externen interessierten Parteien gelegt. In Abschnitt 5.14 der KTA 1402 wird die Kommunikation als zentrales Element eines integrierten Managementsystems für den sicheren Betrieb von Kernkraftwerken hervorgehoben. Besonderer Wert soll auf die systematische und strukturierte Kommunikation innerhalb der Organisation sowie mit externen Stellen gelegt werden, um die Sicherheit kontinuierlich zu gewährleisten und zu verbessern.

Es wird gefordert, dass sicherheitsrelevante Informationen regelmäßig und zielgerichtet zwischen den verschiedenen Hierarchieebenen und Fachbereichen ausgetauscht werden. Dies umfasst insbesondere die Frühbesprechungen, in denen aktuelle Sicherheitsaspekte und potenzielle Risiken erörtert werden. Die Kommunikation mit externen Organisationen wie Herstellern, Aufsichtsbehörden, Sachverständigen, anderen Kernanlagen, Betreiberorganisationen und der Öffentlichkeit muss über definierte und wirksame Kommunikationswege sichergestellt werden. Alle sicherheitsrelevanten Kommunikationsprozesse sind zu dokumentieren, um eine lückenlose Nachverfolgbarkeit und Auswertung zu ermöglichen. In der Kommunikation zwischen Betreiber und Behörden soll ein offener Informationsaustausch und vertrauensvoller Umgang gepflegt und gefördert werden.

Führungskräfte sollen Sicherheitskultur vorleben, in der Erfahrungen systematisch ausgewertet und Rückmeldungen genutzt werden, um kontinuierliche Verbesserungen zu erzielen. Insgesamt wird in der KTA 1402 die Sicherheitskultur als verbindlichen Bestandteil des Managementsystems, der alle Prozesse durchdringen und zur nachhaltigen Aufrechterhaltung der Sicherheit beitragen muss, betrachtet.

3.1.2.1 Know-how- und Motivationsverlust

Die RSK hat in ihrer Stellungnahme „Monitoring von Know-how- und Motivationsverlust und geeignete Maßnahmen zur Stärkung von Motivation und Know-how-Erhalt in der

deutschen Kernenergiebranche“ /RSK 16b/ zentrale Herausforderungen und Lösungsansätze im Kontext des deutschen Atomausstiegs analysiert. Nach der Reaktorkatastrophe von Fukushima im März 2011 beschloss die deutsche Bundesregierung ein Moratorium und später den schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie bis spätestens 2022. Diese politische Entscheidung führte zu tiefgreifenden Veränderungen in der Branche, insbesondere hinsichtlich der beruflichen Perspektiven der Beschäftigten. Vor allem jüngere Fachkräfte verloren ihre langfristige Perspektive in der Kerntechnik, was zu einem Rückgang von Motivation und einem potenziellen Verlust von Know-how führte.

Die RSK erkannte frühzeitig, dass der Ausstieg aus der Kernenergie nicht nur technische und wirtschaftliche, sondern auch personelle und sicherheitsrelevante Folgen hat. Der Verlust von qualifiziertem Personal und deren Motivation kann die Sicherheit kerntechnischer Anlagen gefährden. Besonders kritisch ist der Verlust von „Know-why“ – also dem tiefen Verständnis für komplexe technische Zusammenhänge – das nicht einfach durch Dokumentation oder Schulung ersetzt werden kann.

Zur Bewertung der Situation wurden Anhörungen und Präsentationen von Organisationen durchgeführt, die Maßnahmen gegen den Know-how- und Motivationsverlust vorgestellt haben. Dabei zeigte sich, dass viele Unternehmen und Institutionen bereits aktiv gegensteuern, etwa durch gezielte Personalentwicklung, Wissensmanagement und Anerkennungskultur.

3.1.2.2 Erhöhung der Zuverlässigkeit von Maßnahmen gegen den Absturz von Brennelementtransport- und Lagerbehältern in Kernkraftwerken

Am 14. Juli 2023 wurde im Kernkraftwerk Brokdorf (KBR) festgestellt, dass bei der Handhabung eines Transport- und Lagerbehälters (TLB) eine Innengehängelasche nicht korrekt verriegelt war. Dies führte zu einem meldepflichtigen Ereignis, bei dem ein teilweises Ausfädeln der Lasche auftrat – ein Zustand, der einen Absturz des TLB zur Folge haben könnte. Obwohl ein TLB-Absturz gemäß deutschem kerntechnischem Regelwerk nicht als Störfall unterstellt wird, da er durch Vorsorgemaßnahmen als verhindert gilt, zeigte das Ereignis, dass wesentliche administrative Maßnahmen nicht umgesetzt wurden. Die RSK nahm dies zum Anlass, die Zuverlässigkeit der Handhabung und die Einordnung eines TLB-Absturzes in das Sicherheitskonzept neu zu bewerten und entsprechende Empfehlungen /RSK 25/ zu veröffentlichen.

Die Analyse des Ereignisses ergab gemäß /RSK 25/, dass trotz Schulungen und erfahrener Fachkräfte mehrere sicherheitsrelevante Fehler auftraten. Die Verriegelung wurde nicht korrekt gesetzt, die Kontrolle durch den Aufsichtsführenden (AvO) und die Sachverständigenorganisation erfolgte ohne direkte Sichtprüfung, und das STOP-Prinzip wurde nicht angewendet. Die Kommunikation über die Abweichung war unvollständig, was zu einer Fortsetzung der Arbeiten trotz potenzieller Gefährdung führte.

Die RSK stellte fest, dass die bestehenden administrativen Maßnahmen zur Verhinderung eines TLB-Absturzes nicht zuverlässig genug sind. Die Bewertung erfolgte auf Basis der Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke (SiAnf), die bei rein administrativen Vorsorgemaßnahmen einen gesonderten Zuverlässigkeitsnachweis verlangen. Die RSK identifizierte mehrere Schwächen: fehlende klare Zuständigkeiten, unzureichende Ablaufprozeduren, mangelnde Dokumentation und unzureichende Schulung hinsichtlich möglicher Fehlerquellen.

Die RSK kommt zu dem Schluss, dass die bisherige Bewertung eines TLB-Absturzes als „verhindert“ nicht mehr aufrechterhalten werden kann. Die Ereignisanalyse zeigt die Möglichkeit individueller und organisatorischer Fehler trotz technischer Vorkehrungen. Die RSK empfiehlt u. a. bei TLB-Handhabungen die Durchführung eines formalisierten (Formblatt-/Checklisten-gestützten) Schicht-Briefings (Pre-Job-Briefing vor und Debriefing nach jeder Schicht), bei Schichtwechsel entsprechend als Schichtübergabe-Briefing, die im Rahmen der Tätigkeiten der gehenden TLB-Abfertigungsschicht aufgetretenen Besonderheiten und Lessons Learned an die kommende Schicht zu kommunizieren. /RSK 25/

3.2 Organisationale und individuelle Entscheidungsfindungs- und Handlungsmodelle

Ein Ziel dieses Vorhabens ist es, eine Methode zur Analyse von Ereignissen von Kernkraftwerken in Stilllegung zu entwickeln und anzuwenden. U. a. soll diese Methodik dabei folgende Anforderungen erfüllen:

- Die Methodik soll auf einem Ereignisentstehungsmodell basieren, dass dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik gerecht wird, d. h. auf der Betrachtung von Ursachen aus den Bereichen Mensch, Technik, Organisation und Management beruht.

- Die Methodik soll universell anwendbar und flexibel sein, d. h. auf möglichst viele der zugrunde liegenden Ereignisberichte und -informationen anwendbar sein.
- Die Methodik soll das individuelle Verhalten im Rahmen der im Vorhaben betrachteten soziotechnischen Modelle in den Kontext zur Organisation setzen.
- Durch die Methodik sollen die vorliegenden, im Vorhaben betrachteten, spezifischen Aspekte des Ereignisses, die im Zusammenhang mit der Stilllegung stehen, herausgestellt und soweit möglich Abweichungen zum Leistungsbetrieb bewertet werden können.
- Durch die Methodik soll die Fehlerkultur der Organisation bewertet werden können

Um dem gerecht zu werden, wurden die für die Erklärung, Analyse und Beschreibung relevanten und gängigen soziotechnischen Modelle hinsichtlich ihrer Bedeutung für eine Ereignisanalysemethode im Folgenden evaluiert.

3.2.1 Individuelles Entscheiden und Handeln

Im Folgenden wird zunächst ein kurzer Überblick über bestehende relevante Theorien und Modelle zu individuellen Entscheidungen und Handlungen gegeben werden:

Das Rational-Choice-Modell:

Dieses Modell geht davon aus, dass Individuen rational handeln, indem sie alle verfügbaren Informationen sorgfältig bewerten, um die optimale Entscheidung zu treffen. Einflussreich ist hier die Arbeit von Herbert A. Simon in "A Behavioral Model of Rational Choice" (1955).

Das Sozialkognitive Lernmodell:

Dieses Modell betont, wie Menschen durch Beobachtung und Imitation anderer lernen. Albert Bandura's "Social Learning Theory" (1977) ist eine wichtige Quelle für dieses Modell.

Das Prospect-Theory-Modell:

Daniel Kahneman und Amos Tversky haben in ihrer Arbeit "Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk" (1979) gezeigt, dass individuelle Entscheidungen nicht immer rational sind. Dieses Modell hebt hervor, wie Menschen Risiken und Belohnungen bewerten.

Dual-Process-Theorie:

Diese Theorie (Daniel Kahneman) postuliert, dass Menschen zwei Arten des Denkens haben: schnelles, intuitives Denken (System 1) und langsames, reflektierendes Denken (System 2), die je nach Situation aktiviert werden.

Selbstbestimmungstheorie:

Edward L. Deci und Richard M. Ryan haben in "Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior" (1985) erklärt, wie intrinsische Motivation das individuelle Verhalten beeinflusst.

Zielsetzungstheorie (Locke & Latham)

Grundthese der Zielsetzungstheorie ist der Zusammenhang von Leistung und der Qualität der Zielsetzung. Es spielen hierbei fünf Variablen beim Zielsetzungsprozess eine Rolle:

- Zielbindung
- Aufgabenkomplexität
- Feedback
- Partizipation
- Selbstwirksamkeit

Theorie des geplanten Verhaltens (Ajzen & Fishbein)

Die Theorie des geplanten Verhaltens besagt, dass menschliches Verhalten durch die Absicht bestimmt wird, ein bestimmtes Verhalten auszuführen, wobei diese Absicht von der Einstellung gegenüber dem Verhalten, subjektiven Normen und der wahrgenommenen Verhaltenskontrolle beeinflusst wird.

3.2.2 Organisationales Entscheiden und Handeln

Die nachfolgende Tabelle gibt einen kurzen Überblick über bestehende relevante Theorien und Modelle zu organisationalem Entscheiden und Handeln:

<u>Drift-to-Danger-Modell</u>	Rasmussen versteht unter dem Drift-to-Danger-Modell ein auf bestimmten Zuständen basierendes Modell eines soziotechnischen Systems. Die funktional anpassbare Leistung, der in einer Organisation tätigen Personengruppe, ist in einem Zustandsraum durch die Grenzlinien „wirtschaftliches Versagen“, „unannehmable Arbeitsbelastung“ und „funktionell akzeptable Leistung“ bestimmt. Voraussetzung für Unfälle ist das Überschreiten letzterer.
<u>Reifegradmodell (Westrum & Reason)</u>	Das Reifegradmodell charakterisiert die Sicherheitskultur mithilfe von 5 Reifegradstufen, die durch die Haltung oder Ansichten zur Sicherheitskultur reflektiert wird.
<u>Kulturmodell (Schein)</u>	Das Kulturmodell nach Edgar Schein beschreibt Organisationskultur als ein dreistufiges Konzept bestehend aus Artefakten, bewusst vertretenen Werten und grundlegenden, meist unbewussten Annahmen, die das Verhalten und Denken innerhalb einer Organisation prägen.
<u>Das Kontingenztheoriemodell:</u>	Die Kontingenztheorie besagt, dass es keine universelle Methode für das Management gibt und dass die Effektivität von Organisationsstrukturen und -prozessen von den externen und internen Kontextfaktoren abhängt.

Das Transformational Leadership-Modell: James MacGregor Burns hat das Transformational Leadership-Modell entwickelt, das besagt, dass Führungskräfte durch Inspiration, Motivation und intellektuelle Anregung, Einfluss auf Mitarbeiter nehmen können.

Das Kontrollverlust-Modell: Karl E. Weick hat in "The Collapse of Sensemaking in Organizations: The Mann Gulch Disaster" (1993) das Konzept des Kontrollverlusts und wie Organisationen in Krisensituationen reagieren, beleuchtet. Dieses Modell betont die Bedeutung von Sinnbildung und Flexibilität.

Theory X und Theory Y: Douglas McGregor hat in "The Human Side of Enterprise" (1960) zwei gegensätzliche Annahmen über die Natur von Mitarbeitern in Organisationen dargelegt und wie Führungskräfte von ihrem Menschenbild beeinflusst werden und wie sich dies auf ihr Führungshandeln auswirkt.

Transaktionskosten-Theorie: Oliver E. Williamson hat in "The Economic Institutions of Capitalism" (1985) erklärt, wie Organisationen Verhaltensweisen anpassen, um Transaktionskosten zu minimieren und Effizienz zu steigern.

Kultur-Modell: Geert Hofstede hat in "Cultures and Organizations: Software of the Mind" (1991) die Auswirkungen kultureller Unterschiede auf organisatorisches Verhalten untersucht.

Path-Goal-Theorie: Robert J. House hat in "A Path-Goal Theory of Leader Effectiveness" (1971) erklärt, wie Führungskräfte Verhalten beeinflussen, indem sie den Weg zur Zielerreichung erleichtern.

Resource-Dependence-Theorie: Jeffrey Pfeffer und Gerald Salancik haben in "The External Control of Organizations" (1978) erläutert, wie Organisationen von externen Ressourcen abhängig sind und wie diese Abhängigkeit das Verhalten beeinflusst.

Institutionelle Theorie: Dieses Modell (DiMaggio und Powell, 1983) betrachtet, wie Organisationen durch soziale Normen, Werte und Erwartungen beeinflusst werden und wie sie sich an diese anpassen.

3.2.3 Auswahl der für den Rückbau besonders relevanten Theorien und Modelle

Um eine Auswahl relevanter Theorien und Modelle zu treffen, wurde zuerst Bewertungs- und Entscheidungskriterien gesammelt und diskutiert. Die hier verwendeten neun Kriterien stellen eine auf den Rückbau kerntechnischer Anlagen zugeschnittene Operationalisierung der allgemeinen Auswahlprinzipien nach /FON 25/ und /BIR 18/ dar. Die neun Kriterien bilden damit eine gegenstandsangepasste Grundlage, um die identifizierten Theorien und Modelle systematisch zu reflektieren und ihre Eignung für die weitere Modellbildung sowie die Analyse sicherheitsrelevanter Phänomene im Rückbau kerntechnischer Anlagen zu diskutieren:

Tab. 3.1 Bewertungskriterien für Modellbildung

Relevanz für den Kontext:	Inwieweit sind die Modelle / Theorien direkt auf die Herausforderungen des Rückbaus kerntechnischer Anlagen in Bezug auf sich verändernde Arbeitsumgebungen, Prozesse und kulturelle Vielfalt anwendbar.
Flexibilität und Anpassbarkeit:	Wie gut können die ausgewählten Modelle und Theorien auf veränderte Situationen und Anforderungen angewendet werden? Modelle, die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit unterstützen, könnten hier von Vorteil sein.
Führung und Kommunikation:	Wie können die ausgewählten Modelle die Führung, Kommunikation und Interaktion in einer komplexen Umgebung mit verschiedenen Akteuren erklären?
Motivation und Engagement:	Bieten die Modelle und Theorien Mechanismen zur Förderung von Motivation, Engagement und Verantwortung der Beschäftigten und Fremdfirmen.

Kulturelle Sensibilität:	Sprechen die ausgewählten Modelle und Theorien kulturelle Unterschiede und Diversität in der Zusammenarbeit angemessen an?
Entscheidungsfindung:	Können die Modelle und Theorien Entscheidungsprozesse in einer sich verändernden Umgebung unterstützen, insbesondere wenn Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Akteuren auftreten.
Kontinuierliches Lernen und Verbesserung:	Bieten die ausgewählten Modelle Mechanismen zur kontinuierlichen Verbesserung und zum Lernen aus Erfahrungen?
Praktische Anwendbarkeit:	Wie gut sind die ausgewählten Modelle und Theorien in der Praxis umsetzbar und sind sie mit den vorhandenen Ressourcen und Fähigkeiten kompatibel?
Interdisziplinäre Integration:	Wie gut können die ausgewählten Modelle und Theorien verschiedene Disziplinen und Perspektiven integrieren, um eine umfassende Lösung für die komplexen Herausforderungen des Rückbaus zu bieten?

Im Folgenden werden vier Theorien, die für die Sicherheitskultur in einem komplexen soziotechnischen System die höchste Relevanz besitzen, zunächst detaillierter erläutert und anhand der neun Bewertungskriterien diskutiert.

3.2.3.1 Theory of Planned Behavior

Die Theory of Planned Behavior (TPB), zu Deutsch "Theorie des geplanten Verhaltens", ist ein Modell aus der Sozialpsychologie, das das Verhalten von Individuen anhand ihrer Absichten und ihrer wahrgenommenen Kontrolle über das Verhalten erklärt. Diese Theorie wurde von Icek Ajzen entwickelt und baut auf den Modellen der Theory of Reasoned Action (TRA) und der Social Cognitive Theory nach Bandura auf.

Zielsetzung

Die Hauptzielsetzung der Theory of Planned Behavior besteht darin, das Verhalten von Menschen vorherzusagen und zu erklären, insbesondere wenn es um freiwillige oder geplante Handlungen geht. Das Modell versucht zu erläutern, wie individuelle Einstellungen, soziale Normen und wahrgenommene Verhaltenskontrolle zusammenwirken, um die Absicht einer Person zu beeinflussen, eine bestimmte Handlung auszuführen.

Gegenstandsbereich

Die TPB kann auf verschiedene Verhaltensweisen angewendet werden, sei es gesundheitsbezogenes Verhalten wie das Einhalten einer Diät oder das Aufgeben des Rauchens, umweltbewusstes Verhalten wie Recycling oder auch berufsbezogenes Verhalten wie die Teilnahme an Weiterbildungsmaßnahmen.

Bestandteile

Die Theory of Planned Behavior basiert auf drei Hauptfaktoren, die die Absicht einer Person beeinflussen, eine bestimmte Handlung auszuführen:

- Einstellung gegenüber dem Verhalten (Behavioral Attitude): Dieser Faktor bezieht sich auf die individuelle positive oder negative Bewertung einer Handlung. Es wird ermittelt, ob eine Person glaubt, dass die Durchführung der Handlung zu positiven oder negativen Konsequenzen führen wird.
- Soziale Normen (Subjective Norms): Hierbei geht es um die wahrgenommenen Erwartungen der wichtigsten Bezugsgruppen, wie Familie, Freunde, Kollegen, in Bezug auf die Ausführung der Handlung. Es wird untersucht, wie stark die sozialen Normen das Verhalten beeinflussen.
- Wahrgenommene Verhaltenskontrolle (Perceived Behavioral Control): Dieser Faktor bezieht sich darauf, wie viel Kontrolle eine Person über die Ausführung der Handlung hat. Es wird berücksichtigt, ob die Person glaubt, dass sie in der Lage ist, die Handlung trotz möglicher Hindernisse auszuführen.
- Zusätzlich zu diesen drei Hauptfaktoren wird auch die tatsächliche Verhaltenskontrolle (Behavioral Control) als eine Komponente in das Modell aufgenommen, da sie direkt die Umsetzung der Handlung beeinflusst.

In der TPB wird angenommen, dass die Absicht, eine Handlung auszuführen, der beste Prädiktor für das tatsächliche Verhalten ist. Die Absicht wird wiederum durch die Kombination der Einstellung, der sozialen Normen und der wahrgenommenen Verhaltenskontrolle beeinflusst.

Die TPB hat sich als geeignete Theorie erwiesen, um Verhaltensweisen in verschiedenen Kontexten zu analysieren und vorherzusagen. Sie könnte auch relevant sein, um das Verhalten von Mitarbeitern oder Akteuren im Rahmen des Rückbaus kerntechnischer Anlagen zu verstehen und zu erklären, insbesondere wenn es um die Einhaltung von Sicherheitsvorschriften, die Zusammenarbeit mit wechselnden Teams oder die Akzeptanz neuer Verfahren geht.

Tab. 3.2 Bewertungskriterien für die Theory of Planned Behavior

Relevanz für den Kontext:
Die TPB ist grundsätzlich relevant, da sie das Verhalten in komplexen Umgebungen vorhersagen kann. Allerdings könnte sie möglicherweise nicht alle spezifischen Aspekte des Rückbaus kerntechnischer Anlagen, wie technische Herausforderungen, berücksichtigen.
Flexibilität und Anpassbarkeit:
Die TPB bietet einige Flexibilität, da sie auf verschiedene Verhaltensweisen anwendbar ist. Allerdings könnte sie Schwierigkeiten haben, sich an sich schnell verändernde Umgebungen oder komplexe Prozesse anzupassen.
Führung und Kommunikation:
Die TPB betont nicht direkt die Führungs- und Kommunikationsaspekte, die im Kontext des Rückbaus von kerntechnischen Anlagen besonders wichtig sein könnten.
Motivation und Engagement:
Die TPB berücksichtigt die individuelle Motivation und das Engagement, die für den Rückbau von kerntechnischen Anlagen relevant sein könnten, jedoch könnte sie die spezifischen Motivationsfaktoren der beteiligten Akteure möglicherweise nicht ausreichend erfassen.
Kulturelle Sensibilität:
Die TPB könnte in Bezug auf kulturelle Unterschiede begrenzt sein, da sie nicht explizit darauf eingeht, wie verschiedene kulturelle Ausprägungen die wahrgenommenen Normen und Kontrollen beeinflussen könnten.
Entscheidungsfindung:
Die TPB fokussiert auf die Vorhersage von Absichten und Verhalten, könnte jedoch die Dynamik und Komplexität der Entscheidungsfindung in einem sich verändernden Umfeld nicht vollständig abdecken.

Kontinuierliches Lernen und Verbesserung:
Die TPB betont nicht explizit das kontinuierliche Lernen und die Verbesserung, was für den Rückbau von kerntechnischen Anlagen wichtig sein könnte, um mit neuen Erkenntnissen und Technologien Schritt zu halten.
Praktische Anwendbarkeit:
Die TPB kann auf praktische Weise angewendet werden, jedoch könnten die spezifischen Anforderungen und Besonderheiten des Rückbaus von kerntechnischen Anlagen möglicherweise nicht vollständig erfasst werden.
Interdisziplinäre Integration:
Die TPB kann von verschiedenen Disziplinen genutzt werden, um das Verhalten zu analysieren. Allerdings könnte sie nicht alle interdisziplinären Aspekte des Rückbaus abdecken, wie technische, sicherheitsrelevante und soziale Elemente.

3.2.3.2 Drift-to-Danger-Modells nach Rasmussen

Das Drift-to-Danger-Modell beschreibt die funktional anpassbare Leistung einer in der Organisation handelnden Person als einen Zustand zwischen den Grenzen der Wirtschaftlichkeit, der persönlichen Leistungsfähigkeit und der systemspezifisch funktionell akzeptablen Leistung. Die Zustände dieses Systems bewegen sich vergleichbar mit der Brown'schen Molekularbewegung innerhalb einer Region eines Zustandsraums. Die üblichen Veränderungen der örtlichen Arbeitsbedingungen führen zu häufigen Änderungen der Strategien und Aktivitäten, die eine große Variabilität aufweisen. Solche lokalen, situationsbedingten Variationen erinnern dabei an die Brown'schen Molekularbewegungen. Während der adaptiven Suche hat der Akteur die Möglichkeit, einen Anstrengungsgradienten zu identifizieren, und das Management wird in der Regel einen effektiven Kostengradienten bereitstellen. Das Ergebnis wird sehr wahrscheinlich eine systematische Wanderung in Richtung der Grenze der funktionell anpassungsfähigen Leistung sein. Wenn das Überschreiten dieser Grenze irreversibel ist, kann es zu einem Fehler oder einem Unfall kommen. Der Raum der funktionell anpassbaren Leistung ist von drei Grenzen umgeben:

- wirtschaftliches Versagen
- unannehmbare Arbeitsbelastung
- funktionell akzeptable Leistung

Die oben genannten Anreize treiben das System in Richtung der Grenze der akzeptablen Leistung: Unfälle passieren, wenn die Grenze überschritten wird. In Abb. 3.1 wird dieser Zusammenhang dargestellt.

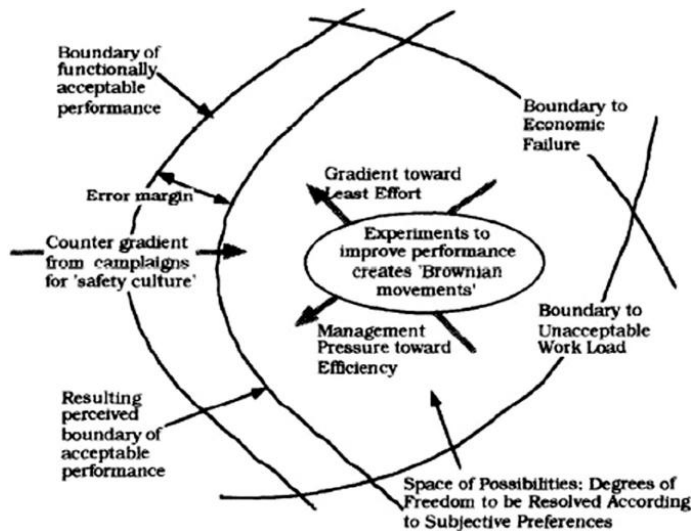


Abb. 3.1 Grenzen im Raum der funktional anpassbaren Leistung im Drift-to-Danger-Modell /RAS 97/

Zielsetzung

Das Drift-to-Danger-Modell unterstreicht die Bedeutung der Historie eines Systems, um zu erklären, warum Menschen so arbeiten, wie sie es tun, was sie für sicherheitsrelevant halten, und welcher Druck die Sicherheit nach und nach untergraben kann. Das Modell hilft dabei, Sicherheit als ein Kontrollproblem zu sehen, bei dem die zugrunde liegende Dynamik sehr langsam, aber auch sehr wirksam und schwer zu steuern ist.

Gegenstandsbereich

Das Drift-to-Danger-Modell kann auf komplexe soziotechnische Systeme von Hochrisikotechnologien angewendet werden, um die Voraussetzungen, die zu einem sicherheitsrelevanten Ereignis oder einem Unfall führen, zu erklären.

Bestandteile

Folgende Abbildungen veranschaulichen die aufgrund von äußerem Druck erzeugten Driftbewegungen:



Abb. 3.2 Drift-to-Danger-Modell: Druck von Seiten des Management zu einer höheren wirtschaftlichen Effizienz /MAR 17/

Das Wettbewerbsumfeld ermutigt die Entscheidungsträger, sich auf den kurzfristigen finanziellen Erfolg und das Überleben zu konzentrieren und nicht auf langfristige Kriterien (einschließlich Sicherheit).

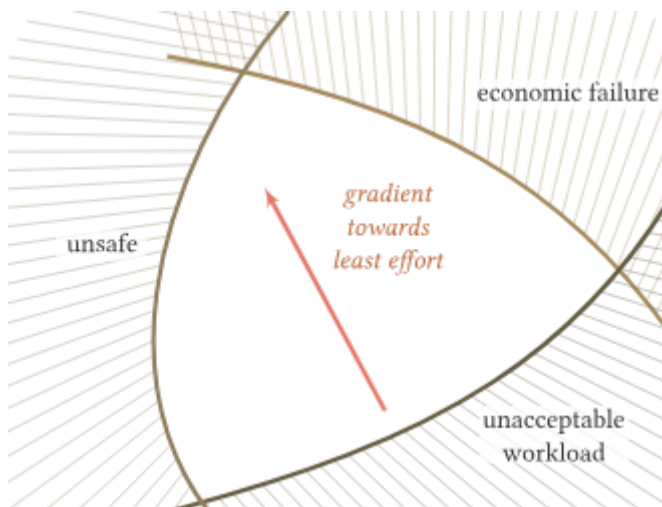


Abb. 3.3 Drift-to-Danger-Modell: Neigung zu geringstem Aufwand /MAR 17/

Die Arbeitnehmer werden versuchen, die Effizienz ihrer Arbeit zu maximieren, mit einem Gefälle in Richtung einer geringeren Arbeitsbelastung (insbesondere, wenn sie durch ein "billiger, schneller, besser"-Organisationsziel ermutigt werden).

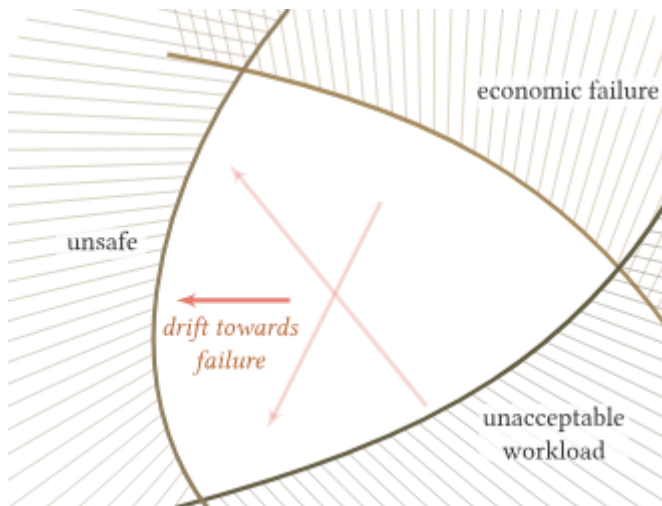


Abb. 3.4 Drift-to-Danger-Modell: Resultierender Drift zum Versagen von Sicherheitssystemen /MAR 17/

Dieser Druck führt dazu, dass die Arbeit an die Grenzen der akzeptablen (sicheren) Leistung stößt. Unfälle ereignen sich, wenn die Aktivität des Systems die Grenze zu inakzeptabler Sicherheit überschreitet. Es ist zu beachten, dass die Grenze der sicheren Leistung vor dem Unfall selten leicht zu definieren ist und sich im Laufe der Zeit aufgrund von Veränderungen in der Organisation verschieben kann.

In den obigen Abbildungen, die den Zustandsraum darstellen, ist die Grenze der funktional akzeptablen Leistung klar definiert und leicht zu erkennen. In der Praxis ist die Grenze jedoch unscharf und in komplexen soziotechnischen Systemen schwer zu charakterisieren. Unfälle sind im Allgemeinen kein einfacher Ein-Aus-Prozess, sondern werden durch unerwartete Kombinationen von Ereignissen, nichtlineare Wechselwirkungen, unvollständiges Verständnis komplexer Prozesse, Selbstüberschätzung und Ermüdung verursacht. Sie sind außerdem sehr seltene Ereignisse, so dass die Systembetreiber kaum Informationen haben, die ihnen zeigen, wo genau die Grenze zwischen sicher und unsicher verläuft.

Außerdem kann sich die Grenze der funktional akzeptablen Leistung im Laufe der Zeit als Reaktion auf äußere Ereignisse verschieben. Dies ist ein Merkmal adaptiver Systeme: So führen schwere Unfälle in der Regel zu einer (vorübergehenden) Erhöhung der Sicherheitsspanne, und die Einführung neuer Technologien kann die Sicherheitsspanne entweder erhöhen oder verringern.

Bei den meisten Systemen erfolgt die Annäherung an die sichere Leistungsgrenze langsam und schrittweise. Allerdings können Systeme, die sowohl eine hohe Komplexität als auch eine enge Kopplung zwischen den Komponenten aufweisen (starke Abhängigkeiten, die Auswirkungen in einer Komponente schnell und auf manchmal unvorhersehbare Weise auf andere Komponenten übertragen), gelegentlich große, unerwartete "Sprünge" in Richtung der Grenze machen, wenn der organisatorische Spielraum, der es normalerweise erlaubt, betriebliche Schwankungen zu absorbieren, plötzlich aufgebraucht ist. Richard Cook nennt diesen plötzlichen Verlust an betrieblichem Spielraum "going solid" /COO 05/. Die nachfolgenden Kaskadeneffekte können zu Systemausfällen und schweren Unfällen führen.

Tab. 3.3 Bewertungskriterien für das Drift-to-Danger-Modell

Relevanz für den Kontext:
Das Drift-to-Danger-Modell ist relevant für sicherheitskritische Organisationen, insbesondere dort, wo sich Sicherheitsrisiken schleichend und unbemerkt entwickeln. Für Ereignisanalysen ist es besonders hilfreich, da es erklärt, wie Organisationen durch alltäglichen Anpassungsdruck schrittweise in unsichere Zustände „driften“, ohne dass dies als Problem erkannt wird.
Flexibilität und Anpassbarkeit:
Das Modell ist universell auf Hochrisikosysteme anwendbar, aber konzeptionell relativ allgemein gehalten. Für den spezifischen Kontext der Stilllegung braucht es Konkretisierung durch zusätzliche Instrumente.
Führung und Kommunikation:
Drift entsteht oft durch eine stille Duldung oder inkonsistente Kommunikation sicherheitsrelevanter Grenzen. Das Modell sensibilisiert dafür, wie Führung unbewusst risikante Praktiken tolerieren kann. Es eignet sich daher sehr gut zur Analyse des Führungshandelns und der Sicherheitskommunikation im Vorfeld von Ereignissen.
Motivation und Engagement:
Motivation wird nicht explizit behandelt. Indirekt verdeutlicht das Modell jedoch, dass fehlendes Engagement oder Routineverhalten zu gefährlichen Abweichungen führen kann.
Kulturelle Sensibilität:
Das Modell legt den Fokus auf systemische Dynamiken, weniger auf kulturelle Unterschiede oder tief verankerte Annahmen. Für kulturelle Analysen muss es durch ergänzende Modelle (z. B. Schein) erweitert werden.

Entscheidungsfindung:
Es zeigt, dass Entscheidungen oft graduell von sicheren Praktiken abweichen, ohne dass dies bewusst geschieht. Das Modell verdeutlicht die Gefahren schleichender Normalisierung, bietet aber keine Modellansätze für strukturierte Entscheidungen.
Kontinuierliches Lernen und Verbesserung:
Das Modell sensibilisiert für die Notwendigkeit, kleine Abweichungen zu beobachten und frühzeitig gegenzusteuern.
Praktische Anwendbarkeit:
Das Modell ist eingängig und gut vermittelbar, eignet sich aber eher zur Sensibilisierung und Risikoanalyse.
Interdisziplinäre Integration:
Es integriert Management, Technik und Human Factors, ist aber stärker risikotheorietisch als kulturtheoretisch zu verstehen.

3.2.3.3 Reifegradmodell nach Westrum

Sicherheitskultur ist ein zentraler Faktor für die Resilienz und Zuverlässigkeit von Organisationen, insbesondere in sicherheitskritischen Branchen wie der Luftfahrt, der Kerntechnik oder dem Gesundheitswesen. Eine der einflussreichsten theoretischen Grundlagen zur Bewertung organisationaler Sicherheitskultur stammt von Westrum, der ein Reifegradmodell entwickelte, das Organisationen anhand ihres Umgangs mit sicherheitsrelevanten Informationen klassifiziert /WES 04/. Dieses Modell bietet eine differenzierte Perspektive auf die Art und Weise, wie Organisationen Informationen generieren, weitergeben und auf sie reagieren – ein entscheidender Indikator für ihre Sicherheitskultur.

Zielsetzung

Das Ziel des Reifegradmodells ist es, die Verhaltensweisen innerhalb von Organisationen als Indikator für deren Sicherheitskultur zu analysieren und zu bewerten. Dabei wird angenommen, dass Offenheit, Transparenz und Lernförderung ein zentrales Merkmal einer reifen Sicherheitskultur darstellen. Das Modell dient sowohl der Diagnose als auch der Weiterentwicklung organisationaler Sicherheitskultur und wird häufig im Kontext von

Safety Management Systems (SMS) und High Reliability Organizations (HROs) eingesetzt.

Gegenstandsbereich

Das Reifegradmodell wurde ursprünglich im Kontext der Luftfahrt entwickelt, findet jedoch breite Anwendung in anderen sicherheitskritischen Bereichen, darunter:

- Kerntechnik (z. B. durch die IAEA und WANO empfohlen)
- Gesundheitswesen (z. B. zur Analyse von Fehlerkultur in Kliniken)
- Industrie und Energieversorgung
- IT-Sicherheit und kritische Infrastrukturen

Bestandteile des Modells

Westrum unterscheidet drei Typen organisationaler Kulturen, die sich durch ihren Umgang mit Informationen und Fehlern charakterisieren lassen:

- Pathologisch: Informationen werden unterdrückt; Schuldzuweisungen dominieren; Lernen findet kaum statt.
- Bürokratisch: Informationen werden formalisiert weitergegeben; Regeln stehen im Vordergrund; Lernen ist begrenzt.
- Generativ: Informationen fließen frei; Zusammenarbeit wird gefördert; Lernen ist integraler Bestandteil.

Diese Typologie basiert auf sechs Dimensionen, die Westrum als Indikatoren für Sicherheitskultur identifiziert:

- Informationsfluss – Wie werden sicherheitsrelevante Informationen behandelt?
- Verantwortungsübernahme – Werden Probleme aktiv adressiert oder ignoriert?
- Lernfähigkeit – Wie geht die Organisation mit Fehlern und Vorfällen um?
- Kooperationsbereitschaft – Wie gut arbeiten verschiedene Ebenen und Abteilungen zusammen?
- Führung – Fördert die Führung eine offene Sicherheitskultur?
- Vertrauen – Besteht Vertrauen zwischen Mitarbeitenden und Management?

Organisationen mit einer generativen Kultur zeichnen sich durch proaktive Fehlervermeidung, systematisches Lernen und hohes Vertrauen aus – zentrale Voraussetzungen für nachhaltige Sicherheit.

Tab. 3.4 Bewertungskriterien für das Reifegradmodell

Relevanz für den Kontext:
Das Reifegradmodell wurde ursprünglich für sicherheitskritische Organisationen entwickelt und ist daher kontextuell sehr gut geeignet. Es erlaubt eine Einordnung der organisationalen Verhaltens- und Reaktionsmuster auf Ereignisse – ein zentrales Element jeder Ereignisanalyse. Besonders relevant ist es dort, wo latente Schwächen in der Sicherheitskultur systematisch erfasst werden sollen.
Flexibilität und Anpassbarkeit:
Das Modell ist relativ generisch und auf viele Organisationstypen übertragbar, allerdings in seiner Dreistufigkeit begrenzt differenziert. Für eine vertiefte Analyse muss es oft mit weiteren Modellen kombiniert oder angepasst werden. Dennoch bietet es eine gute Orientierung für die kulturelle Reife einer Organisation im Umgang mit sicherheitsrelevanten Ereignissen.
Führung und Kommunikation:
Ein zentrales Unterscheidungsmerkmal der Reifegrade ist die Art, wie Informationen fließen und wie Führung agiert – von unterdrückend bis fördernd und lernorientiert. Für Ereignisanalysen ist dies relevant, da Kommunikationsverhalten und Führungsverantwortung oft entscheidend sind für die Ursachen und die Reaktion auf das Ereignis.
Motivation und Engagement:
Das Modell macht implizit deutlich, wie sich der kulturelle Reifegrad auf die Mitarbeitermotivation auswirkt: In generativen Kulturen werden Mitarbeitende ermutigt, aktiv zur Sicherheit beizutragen; in pathologischen Kulturen herrscht eher Rückzugsverhalten. Diese Differenzierung ist bei der Interpretation von Motivationen in Ereignisanalysen hilfreich.
Kulturelle Sensibilität:
Das Modell berücksichtigt keine kulturellen Unterschiede. Es fokussiert auf organisationale Muster, kann aber durch seine Abstraktion in verschiedenen kulturellen Kontexten angewendet werden.

Entscheidungsfindung:
Das Modell erlaubt Rückschlüsse auf Entscheidungsprozesse – etwa ob sie transparent, datenbasiert und partizipativ (generativ) oder willkürlich und hierarchisch (pathologisch) sind. In der Ereignisanalyse lässt sich so bewerten, ob Fehlentscheidungen strukturell bedingt waren und welche sicherheitskulturellen Barrieren es für sicherheitsförderliche Entscheidungen gibt.
Kontinuierliches Lernen und Verbesserung:
Lernverhalten steht im Zentrum der Differenzierung: Generative Organisationen lernen aktiv aus Ereignissen, während pathologische Organisationen systematisch verhindern, dass aus Fehlern gelernt wird. Das macht das Modell besonders wertvoll für die Beurteilung von Lernkultur im Rahmen von Ereignisanalysen.
Praktische Anwendbarkeit:
Das Reifegradmodell ist einfach zu vermitteln und gut in Workshops oder Audits einsetzbar. Die drei klar unterscheidbaren Typen ermöglichen eine praxisnahe Einschätzung auch ohne tiefgehende theoretische Vorkenntnisse. In Ereignisanalysen kann es helfen, das kulturelle Umfeld systematisch zu reflektieren.
Interdisziplinäre Integration:
Das Modell kann gut mit anderen Disziplinen (z. B. Psychologie, Soziologie, Organisationsentwicklung) kombiniert werden, da es sich auf organisationale Muster konzentriert. Es bietet einen stabilen Rahmen für interdisziplinäre Teamdiskussionen über Sicherheitskultur in Ereignisanalysen.

3.2.3.4 Kulturmodell nach Schein

Die Organisationskultur ist ein zentrales Element für das Verständnis von Verhalten, Entscheidungsprozessen und Veränderungsdynamiken in Organisationen. Edgar H. Scheins Drei-Ebenen-Modell der Organisationskultur, erstmals umfassend dargestellt in „Organizational Culture and Leadership“ /SCH 10/, bietet eine differenzierte Perspektive auf die kulturellen Strukturen innerhalb von Organisationen und deren Einfluss auf das Handeln der Mitglieder.

Schein definiert Kultur als ein Muster grundlegender Annahmen, das von einer Gruppe im Umgang mit Problemen der externen Anpassung und internen Integration entwickelt wurde und als gültig angesehen wird, sodass es neuen Mitgliedern als „richtige“ Art des Denkens und Handelns vermittelt wird.

Zielsetzung

Das Modell verfolgt das Ziel, die Komplexität organisationaler Kultur systematisch zu erfassen und zu erklären. Es dient als analytisches Instrument zur:

- Diagnose organisationaler Kulturphänomene
- Identifikation kultureller Barrieren in Veränderungsprozessen
- Förderung von Führungskompetenz und organisationalem Lernen

Insbesondere im Kontext von Sicherheitskultur dient Scheins Modell dazu, die tieferliegenden Ursachen sicherheitsrelevanten Verhaltens zu verstehen.

Gegenstandsbereich

Scheins Modell findet Anwendung in zahlreichen Bereichen der Organisationsforschung und -praxis, darunter:

- Change Management
- Führung und Personalentwicklung
- Organisationsdiagnostik
- Sicherheits- und Fehlerkultur
- Interkulturelles Management

Es wird sowohl in der Wissenschaft als auch in der Praxis breit rezipiert und bildet die Grundlage für viele weiterführende Kulturmodelle.

Bestandteile des Modells

Schein charakterisiert die Struktur einer Kultur (und damit auch einer Unternehmenskultur) durch Ebenen und Beziehungen zwischen diesen Ebenen.

Nach Schein umfasst jede Kultur drei Ebenen /SCH 10/. Ebene eins ist die der Artefakte. Sie umfasst beobachtbare Gegenstände, Sachverhalte und Ereignisse. Im Einzelnen sind dies

- die Handlungsweisen, Manieren, Gefühlsäußerungen, Sprache und Kleidung der Unternehmensangehörigen,

- das Betriebsklima,
- die Strukturen und Prozesse im Unternehmen sowie die Ausstattung mit Gebäuden, Technik, Arbeitsmitteln,
- Erzeugnisse des Unternehmens,
- Publikationen und Materialien für die Öffentlichkeit, für potentielle Bewerber und für das Training der Neumitglieder,
- Symbole, Zeremonien und Rituale sowie
- Geschichten und Mythen, die über das Unternehmen in Umlauf sind (/SCH 92/,/SCH 10/)

Die zweite Ebene ist die der bekundeten Überzeugungen und Werte. Zu dieser zweiten Ebene der Bekundungen gehören:

- explizit formulierte Gebote, Normen und Regeln für das Verhalten,
- Ziele, Strategien und Philosophien, die Artefakte (wie zum Beispiel ein bestimmtes Handeln) rechtfertigen, sowie
- Anleitungen und Lösungsmuster für bestimmte Situationen, die Erfüllung bestimmter Aufgaben bzw. die Bewältigung bestimmter Probleme der Anpassung an die Umwelt oder der sozialen Integration (/SCH 10/).

Bekundete Überzeugungen und Werte sind bewusst und können beschrieben bzw. benannt werden. Diese Ebene kann nach Schein folglich dadurch erfasst werden, dass man die Mitarbeiter nach ihren Überzeugungen bzw. den Werten des Unternehmens oder einer Organisationseinheit fragt: „Warum machen Sie, was Sie machen?“

Den Kern der Unternehmenskultur stellt die dritte Ebene der wesentlichen, grundlegenden Annahmen dar. Die Kategorie der Grundannahmen erfasst und erklärt,

- wie Mitglieder eines Unternehmens Situationen erleben und verstehen,
- wie sie sich in einer gegebenen Situation fühlen,
- worauf sie achten,
- was für sie real ist und Wert hat,
- welche Bedeutung die Artefakte für sie haben und
- was sie als angemessenes Handeln in der Situation ansehen /SCH 10/.

Grundannahmen sind direkter Beobachtung entzogen und haben für die Mitglieder des Unternehmens den Status von Selbstverständlichkeiten.

Tab. 3.5 Bewertungskriterien für das Kulturmodell

Relevanz für den Kontext:
Das Kulturmodell eignet sich besonders für komplexe Organisationen und bietet hier eine theoretische Grundlage, um kulturelle Strukturen zu erklären.
Flexibilität und Anpassbarkeit:
Das Kulturmodell ist konzeptionell flexibel und erlaubt eine breite Anwendung. In der Stilllegung kann es genutzt werden, um spezifische kulturelle Herausforderungen (z. B. neue Arbeitsabläufe) sichtbar zu machen.
Führung und Kommunikation:
Schein betont stark die Rolle der Führung bei der Vermittlung und Verstetigung von Werten. Für Stilllegungsvorhaben ist das relevant, da Vertrauen, Transparenz und Kommunikation über Risiken zentral sind.
Motivation und Engagement:
Das Modell bietet keinen direkten Ansatz zu Motivation und Engagement, zeigt aber auf, wie tief verankerte Werte und Annahmen Verhalten prägen.
Kulturelle Sensibilität:
Schein hebt die Bedeutung von Grundannahmen hervor, die kulturell geprägt sind. Das Modell ist daher geeignet, Unterschiede zwischen Organisationskulturen und nationalen Kulturen zu berücksichtigen.
Entscheidungsfindung:
Das Modell bietet keinen Ansatz zur Entscheidungsfindung, zeigt aber, wie Werte und Grundannahmen Entscheidungslogiken beeinflussen können.
Kontinuierliches Lernen und Verbesserung:
Das Modell bildet den Aspekt kontinuierliches Lernen und Verbesserung nicht ab.
Praktische Anwendbarkeit:
Das Modell eignet sich gut zur Diagnose, ist aber in der Praxis schwer mess- oder operationalisierbar. Für eine Bewertung braucht es Konkretisierung in Form von Leitfäden oder Checklisten.

Interdisziplinäre Integration:
Da das Modell auf grundlegende menschliche Annahmen abzielt, ist es in verschiedensten Disziplinen anwendbar (Soziologie, Psychologie, Technik, Management).

3.2.4 Gegenüberstellung möglicher Beiträge der verschiedenen Modelle anhand der Auswahlkriterien

Zusammenfassend bietet die Theory of Planned Behavior einige Vorteile, wenn es um die Vorhersage individuellen Verhaltens in komplexen Umgebungen geht. Dennoch könnte sie möglicherweise nicht alle spezifischen Anforderungen und Herausforderungen des Rückbaus kerntechnischer Anlagen umfassend berücksichtigen. Das Drift-to-Danger-Modell veranschaulicht, dass sich kleine, vermeintliche Optimierungen und Anpassungen im Laufe der Zeit ansammeln und Systeme sich damit von ihren ursprünglichen Entwurfparametern entfernen können. Wenn es kein Gegengewicht zu diesem „Abdriften“ gibt, sei es durch das Betriebspersonal, das auf die Gefahren der Normalisierung von Abweichungen aufmerksam wird, durch Sicherheitsfunktionen oder durch eine wirksame Regulierungsbehörde, driften die Systeme mit hoher Wahrscheinlichkeit über die Grenzen der funktional akzeptablen Leistung und damit in ein mögliches Unfallszenario. Sowohl die Theory of Planned Behavior als auch das Drift-to-Danger-Modell können als Teil eines größeren Rahmens oder in Kombination mit anderen Modellen und Theorien verwendet werden, um eine umfassendere und kontextspezifische Analyse zu ermöglichen.

Das Reifegradmodell von Westrum bietet eine praxisnahe und theoretisch fundierte Grundlage zur Bewertung und Entwicklung organisationaler Sicherheitskultur. Es hebt die Bedeutung von Informationsflüssen und organisationalem Lernen hervor und ermöglicht eine differenzierte Einordnung von Organisationen entlang eines Stufenmodells. In sicherheitskritischen Branchen stellt es ein wertvolles Instrument zur Förderung von Resilienz und Sicherheitsbewusstsein dar. Durch seine Anpassbarkeit und Kombinationsfähigkeit kann es sich direkt für die Analyse von Ereignissen eignen.

Das Kulturmodell von Edgar Schein bietet eine tiefgreifende Analyse organisationaler Kultur, die über oberflächliche Beobachtungen hinausgeht. Es zeigt, dass nachhaltige Veränderungen nur möglich sind, wenn die unsichtbaren Grundannahmen adressiert

werden. Im Kontext der Sicherheitskultur hilft das Modell, kulturelle Ursachen für sicherheitsrelevantes Verhalten zu erkennen und zu analysieren.

Die Modelle stehen nicht in Konkurrenz, sondern beleuchten unterschiedliche Analyseebenen desselben Problems. Die Theory of Planned Behavior erklärt sicherheitsrelevantes Handeln auf individueller Ebene, das Drift-to-Danger-Modell beschreibt schleichende riskante Entwicklungen auf prozessualer und systemischer Ebene. Westrum fokussiert organisationale Kommunikations- und Lernprozesse, während Schein die zugrunde liegenden kulturellen Annahmen sichtbar macht. Zwar betont die Theory of Planned Behavior eher bewusste Entscheidungen, während Drift-to-Danger schleichende, oft unbeabsichtigte Grenzverschiebungen beschreibt, doch widersprechen sich beide Perspektiven nicht. Vielmehr zeigt sich, dass individuelles Verhalten immer in organisationale, kulturelle und systemische Zusammenhänge eingebettet ist. Es erscheint daher sinnvoll, diese Ebenen in einer gemeinsamen Analyse zu berücksichtigen.

3.3 Übersicht relevanter Ereignisanalysemethoden

Ereignisanalysemethoden dienen dazu, durch eine möglichst systematische Vorgehensweise die Kausalitäten von unerwünschten Ereignissen zu ermitteln und zu verstehen. Die Erkenntnisse einer Ereignisanalyse können dazu beitragen, geeignete Sicherheitsmaßnahmen zu etablieren und so die Wiederholung unerwünschter Ereignisse zu verhindern. Ereignisanalysemethoden können aber auch als proaktive Methode zur Risikobewertung eingesetzt werden, um wirksame Instrumente zur Verbesserung der Sicherheit und zur Vermeidung von Unfällen zu ermitteln. Im Folgenden wird die historische Entwicklung der Ereignisanalysemethoden nachgezeichnet und solche Methoden, die für dieses Vorhaben relevant sind, näher erläutert.

3.3.1 Entwicklung der Ereignisanalysemethoden

Im Allgemeinen werden Ereignisanalysemethoden in drei Kategorien unterteilt: das Sequentielle-, das Epidemiologische und das Systemische-Ereignisanalysemodell. Die Klassifizierung dieser Modelle und ihrer Eigenschaften wird im Folgenden beschrieben.

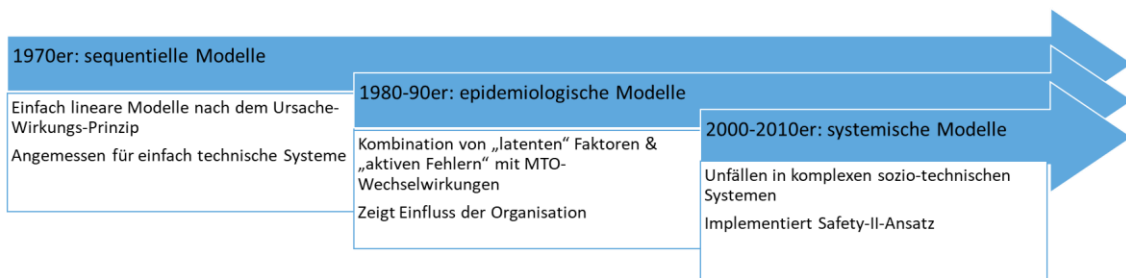


Abb. 3.5 Kategorisierung und zeitliche Einordnung von Ereignisanalysemethoden

Sequentielle Modelle sind einfach lineare Modelle, bei denen das Ereignis als eine zeitliche Abfolge von Aktionen oder Vorgängen betrachtet wird. Dabei wird angenommen, dass jedem Vorgang ein eindeutiger Zeitpunkt zugeordnet werden kann und diese schrittweise Abfolge von Vorgängen zum Ereignis führt. Zudem wird angenommen, dass für alle Vorgänge ein Ursache-Wirkungs-Verhältnis besteht, so dass ein Vorgang den nächsten nach sich zieht. Beispiele für Sequentielle Modelle sind das Domino-Model, die CCA (Critical Consequence Analysis), die FTA (Fault Tree Analysis), die ETA (Event Tree Analysis) und die FMEA (Failure Mode & Effect Analysis). Dieses Ursache-Wirkungsmodell schien angemessen, als technische Systeme noch leicht zu verstehen waren und es keine oder nur wenig Unwissenheit über die Wirkungsweise der betriebenen Systeme gab.

Im Laufe der Jahre wurden technische Systeme jedoch deutlich komplexer. Viele Faktoren, die zu Unfällen in komplexen soziotechnischen Systemen beitrugen, konnten mit diesen Modellen nicht ermittelt werden. Die Notwendigkeit für robustere Analysemethoden führte in den 1980er Jahren zur Entwicklung der epidemiologischen Modelle.

Epidemiologische Modelle sind komplex lineare Modelle, bei denen davon ausgegangen wird, dass Unfälle durch eine Kombination von „latenten“ Faktoren, wie Managementfunktionen und Organisationskultur, sowie durch „aktive Fehler“ verursacht werden /DEL 22/. Ein Beispiel für ein epidemiologisches Modell ist Reasons Schweizer-Käse-Modell /REA 90/ (Swiss Cheese Model, SCM). Ebenfalls zu den epidemiologischen Modellen zählt die SOL-Methode (Sicherheit durch Organisationales Lernen), die als Ereignisanalysemethode für die kerntechnische Industrie entwickelt wurde (siehe Abschnitt 3.3.2). Im Schweizer-Käse-Modell wird die wichtige Bedeutung von organisatorischen Sicherheitsmaßnahmen betrachtet und die Faktoren, die zu einem Versagen der relevanten Schutzbarrieren führen, werden genauer analysiert. Es ist die bildhafte Darstellung von latenten und aktiven Fehlern bzw. Fehlerursachen, die zu Störungen oder Zusammenbrüchen in komplexen Systemen führen und visualisiert die Unfallentstehung.

Dabei werden die Sicherheitsebenen im Modell mit den hintereinanderliegenden Scheiben eines Schweizer Käses verglichen. Die Löcher im Käse symbolisieren die Mängel / Schwachstellen der Sicherheits- und Schutzmaßnahmen in einem Sicherheitssystem, die unerwartet ihre Größe und Position verändern können. Durch eine ungünstige Kombination der ursächlichen Faktoren können die Löcher auf einer Achse liegen, wodurch es zu Unfällen kommen kann. In diesem Modell werden die menschlichen Fehler, die unmittelbar mit dem Regelungsprozess oder der Technologie wechselwirken, zu den wichtigsten Faktoren für Unfälle. Es wird davon ausgegangen, dass in Sicherheitsebenen durch aktive Fehler oder latente Faktoren, Sicherheitslücken entstehen können /DEL 22/. In diesem Modell werden die Unfallursachen als dynamisch angesehen, d. h., dass sich Sicherheitslücken öffnen, schließen oder im Laufe der Zeit verschieben können.

Die Epidemiologischen Modelle sind dynamisch in Bezug auf die Entstehung von Unfallursachen, gehen jedoch weiterhin (wie die Sequentiellen Modelle) von einer kausalen, linearen Abfolge von Ereignissen aus. Im Gegensatz dazu sind die Wechselwirkungen zwischen den organisatorischen Faktoren, die zu Unfällen im soziotechnischen System führen, komplexer und dynamischer als die der sequenziellen und epidemiologischen Modelle. Ursachen für Unfälle lassen sich in soziotechnischen Systemen nicht auf einfache Fehler zurückführen und die wichtigsten Faktoren für Unfälle in solchen Systemen hängen mit den Wechselwirkungen zwischen den Systemkomponenten zusammen. Daher ist es für die Erforschung von Unfällen in soziotechnischen Systemen notwendig, die Wechselwirkung zwischen den wichtigsten sozialen, technischen, menschlichen und organisatorischen Aspekten des Systems zu verstehen /DEL 22/.

In den letzten Jahrzehnten haben moderne soziotechnische Systeme die Anforderungen an menschliche Aufgaben und Aktivitäten drastisch verändert. Während in früheren Zeiten überwiegend manuelle Aufgaben erforderlich waren, wurden im Laufe der Zeit immer mehr kognitive und wissensbasierte Aufgaben relevant /DEL 22/. Das hatte zur Folge, dass verschiedene Fehlfunktionen und Sicherheitsprobleme in solchen Systemen auftraten, die sich mit den herkömmlichen Unfallmodellen nicht ausreichend analysieren ließen. Daher wurden neue Modelle für das Risiko- und Sicherheitsmanagement auf Grundlage der Systemtheorie eingeführt /DEL 22/. Beispiele für systemische Modelle sind STAMP (Systems-Theoretic Accident Model and Processes), das „hierarchical sociotechnical framework“ und FRAM (Functional Resonance Accident Model) (siehe Abschnitt 3.3.3), die teilweise einen Safety-II-Ansatz verfolgen, demzufolge Sicherheit nicht

nur als Abwesenheit von Fehlern verstanden wird, sondern als die Fähigkeit eines Systems, erfolgreich unter variablen Bedingungen zu funktionieren und Abweichungen flexibel zu bewältigen (siehe Abschnitt 3.3.4).

3.3.2 Epidemiologische Ereignisanalyse: Die Methode SOL – Sicherheit durch Organisationales Lernen

Sicherheit durch Organisationales Lernen (SOL) ist ein Analyseansatz, der Anfang der 1990er Jahre entwickelt wurde, um Ereignisse in komplexen Organisationen systematisch zu untersuchen. Die Methode kombiniert das von Reason (1990) entwickelte "Schweizer Käsemodell" mit dem soziotechnischen Systemansatz von Trist und Bamforth (1951) und integriert beide in ein Modell zur Entstehung von Ereignissen in soziotechnischen Systemen /FAH 17/.

Diesem Modell liegt die Annahme zugrunde, dass Ereignisse nicht auf eine einzelne Ursache zurückzuführen sind, sondern aus dem Zusammenwirken mehrerer beitragender Faktoren entsteht. Diese Faktoren stammen aus den Subsystemen Individuum, Team, Organisation, Organisationsumwelt und Technik und beeinflussen sich gegenseitig. Ereignisse werden als eine Abfolge einzelner Einzelereignisse gesehen, die durch verschiedene Einflussfaktoren beeinflusst werden. Die SOL-Analyse betrachtet die Untersuchung von Ereignissen als sozialen Rekonstruktionsprozess. Anhand der verfügbaren Informationen wird der Ablauf Schritt für Schritt rekonstruiert, um die Ursachen und Einflussfaktoren zu identifizieren. /FAH 17/

Das im Folgenden beschriebene Vorgehen basiert im Wesentlichen auf der Darstellung im Kapitel 5.3 „Manual SOL 3.0 – Sicherheit durch Organisationales Lernen“ aus dem Bericht „Ausarbeitung von Arbeitshilfen zur methodischen Ereignisanalyse und Ergebnisauswertung zur Fortschreibung des Standes der Technik“ /FAH 17/.

Die Analyse nach SOL 3.0 erfolgt in drei Schritten /FAH 17/:

- Informationssammlung,
- Beschreibung des Ereignisses (Situationsbeschreibung) und
- Ursachensuche (Identifikation der beitragenden Faktoren).

Diese Dreiteilung soll ein systematisches Vorgehen sicherstellen und typische Fehler verhindern, wie eine oberflächliche Analyse oder eine einseitige Ursachenzuschreibung,

etwa die ausschließliche Fokussierung auf menschliches Fehlverhalten oder eine verkürzte Betrachtung der Ursachen.

3.3.2.1 Informationssammlung

Nach /FAH 17/ ist die Informationssammlung der erste und zugleich wichtigste Schritt jeder Ereignisanalyse. Ziel ist es, überprüfbare und nachvollziehbare Fakten zu erheben. Dabei liegt der Schwerpunkt auf belastbaren Informationen, die nachvollziehbar sind.

Die Informationssammlung stützt sich nach /FAH 17/ auf drei zentrale Quellen:

- Beweissicherung und Inaugenscheinnahme vor Ort,
- Analyse relevanter Dokumente sowie
- Interviews und Gespräche mit Beteiligten.

In der Praxis hat sich jedoch ergeben /FAH 17/, dass es oft schwierig ist, den Umfang und die Art der benötigten Informationen festzulegen. Gründe hierfür sind beispielsweise Stresssituationen, unübersichtliche Situationen, und das verschiedene Akteure, wie Einsatzkräfte und Betriebspersonal, gleichzeitig vor Ort sind. Unter solchen Bedingungen besteht die Gefahr, so /FAH 17/, dass wichtige Fragen nicht gestellt oder relevante Dokumente nicht gesichert werden.

Um dies zu vermeiden, empfiehlt /FAH 17/ den Einsatz einer Checkliste zur Informationsbeschaffung. Diese Checkliste umfasst unter anderem folgende Bereiche:

- Anlagenzustand
- Ereignisablauf, Folgen und Sofortmaßnahmen
- Genehmigung, Auflagen, Vorschriften und Änderungen
- Anlage, Technik und Komponenten
- Chemische Reaktionen
- Personal (Bediener und Management)
- Managementsystem, betriebliche Unterlagen und Vorgaben
- Kontrollen und Eigenüberwachung

Je nach Anlage und Ereignis können einige Aspekte nicht relevant sein, während andere besonders detailliert untersucht werden sollten. Die vollständige Checkliste mit allen Fragen ist in /FAH 17/ zu finden.

3.3.2.2 Beschreibung des Geschehens (Situationsbeschreibung)

In dem Arbeitsschritt „Beschreibung des Geschehens“ wird das Ereignis systematisch anhand der verfügbaren Informationen beschrieben, die durch Inaugenscheinnahme, Dokumentenanalyse und Gesprächen gewonnen wurden. Ziel ist es /FAH 17/, eine objektive und nachvollziehbare Darstellung zu erstellen, die auf belegbare Fakten oder Mehrfachinformationen basiert. Kausale Interpretationen sollen an der Stelle vermieden werden, daher sollen Verknüpfungen wie „weil“ oder „deshalb“ vermieden werden. Stattdessen wird eine Verbindung der einzelnen Informationen durch „und“ angestrebt.

Zunächst erfolgt die Identifikation aller beteiligten Akteure /FAH 17/. Diese können sowohl Personen als auch technische Komponenten sein. Es ist eine Liste der beteiligten Akteure zu erstellen. Anschließend werden die jeweiligen Handlungen bzw. Reaktionen jedes einzelnen Akteurs beschrieben.

Die Darstellung des Ereignisses erfolgt in Form einer Abfolge von sogenannten Ereignisbausteinen /FAH 17/. Jeder Ereignisbaustein besteht aus einem Akteur (Mensch oder technische Komponente) und einer einzigen Handlung, die von diesem Akteur ausgeführt wird. Ergänzende Informationen, wie etwa situative Gegebenheiten, geltende Vorschriften oder relevante Umstände, werden als Bemerkungen aufgeführt. Dabei ist zu beachten, dass Bedingungen oder Umstände keine Akteure oder Handlungen darstellen und daher nicht als Ereignisbaustein gelten.

Zusätzlich sollen, wie in /FAH 17/ beschrieben, Angaben zu Ort und Zeit festgehalten werden. Die Ereignisbausteine werden anschließend sowohl nach Akteuren als auch nach zeitlicher Abfolge geordnet. Auf dieser Grundlage wird ein Zeit-Akteur-Diagramm erstellt, das eine strukturierte Übersicht über den gesamten Ereignisverlauf bietet. In diesem Diagramm werden die Ereignisbausteine vertikal nach den jeweiligen Akteuren und horizontal entlang der Zeitachse angeordnet.

3.3.2.3 Systematische Ursachensuche (Identifikation beitragender Faktoren)

Um Fehlerquellen und oberflächliche Analysen zu vermeiden, ist ein strukturiertes und methodisch fundiertes Vorgehen bei der Ursachensuche unerlässlich. Solch ein Vorgehen wird in /FAH 17/ beschrieben, das eine ganzheitliche Betrachtung der Faktoren Mensch, Technik und Organisation vorsieht. Mit Hilfe eines systematischen Ansatzes lassen sich tieferliegende Ursachen eines Ereignisses zuverlässig identifizieren.

Die Ursachensuche erfolgt für jeden einzelnen Ereignisbaustein separat und nacheinander. Ziel ist es, für jeden Ereignisbaustein möglichst viele Ursachen bzw. beitragende Einflussfaktoren zu ermitteln, die zu dessen Entstehung beigetragen haben. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es auch Ereignisbausteine geben kann, bei denen keine identifizierbaren Ursachen gefunden wurden.

Die Analyse beginnt mit dem ersten Ereignisbaustein, zu dem eine passende Warum-Frage formuliert wird. Zur Unterstützung dient die in /FAH 17/ beschriebene Identifikationshilfe (siehe Abschnitt 5.3.4 „Identifikationshilfe für SOL 3.0 – Sicherheit durch Organisationales Lernen“ in /FAH 17/), die potenzielle Einflussfaktoren aus fünf Subsystemen berücksichtigt: Individuum, Team, Organisation, Organisationsumwelt und Technik. Die Subsysteme sowie deren Wechselwirkungen helfen dabei, den Untersuchungsumfang zu strukturieren und die Bildung von Hypothesen zu erleichtern.

Die Antwort auf die erste Warum-Frage stellt die erste identifizierte Ursache bzw. den ersten beitragenden Faktor dar. Dieser wird auf einer Faktorenkarte dokumentiert. Die Analyse des Ereignisbausteins ist damit jedoch nicht abgeschlossen, da mehrere Ursachen oder Faktoren möglich sind. Jede identifizierte Ursache oder Faktor kann durch eine weitere Warum-Frage vertieft werden. Die daraus resultierende Antwort führt zu einer weiteren Ursache oder einem zusätzlichen Faktor, der ebenfalls auf der Faktorenkarte festgehalten wird. Dieser iterative Prozess wird fortgesetzt, bis keine weiteren sinnvollen Warum-Fragen mehr gestellt werden können.

Für alle weiteren Ereignisbausteine wird die Analyse analog zum Ersten durchgeführt. Die ermittelten Ursachen und Einflussfaktoren werden anschließend in einem Zeit-Akteurs-Diagramm unterhalb der jeweiligen Ereignisbausteine vermerkt. Dadurch entsteht eine vollständige und strukturierte Übersicht über den gesamten Ereignisverlauf sowie die zugrunde liegenden Ursachen /FAH 17/.

3.3.3 Systemische Ereignisanalyse: Das Modell FRAM (Hollnagel, 2012)

Die Funktionsresonanzanalyse („Functional Resonance Analysis Method“, FRAM) von Hollnagel beschreibt im Ansatz ein soziotechnisches System nicht wie es bei linearen und linear-komplexen Methoden üblich ist, als ein System aus Komponenten und Untersystemen, in denen der Mensch ebenso modelliert wird, sondern als Ensemble von Funktionen. Das Zustandekommen eines gewünschten Ergebnisses, beispielsweise der sichere Transport von radioaktiven Reststoffen in einer kerntechnischen Anlage, ist danach als ein Zusammenwirken verschiedener Funktionen zu verstehen. Die Funktionen werden nicht mit „erfüllt“ oder „nicht erfüllt“ attribuiert, sondern weisen eine Resonanz auf. Die Notwendigkeit dieser Herangehensweise ergibt sich aus der Komplexität moderner, soziotechnischer Systeme, die sowohl einfach, aber auch komplex kausal nicht erfassbar sind.

Ereignisse, deren Systeme diese Komplexität aufweisen und deren Analyse die Grenzen der Kausalitätsmodellierung aufzeigen sind beispielsweise die Explosion des Challenger Spaceshuttles und der Unfall von Tschernobyl im Jahr 1986. Nach Hollnagel liegt dann ein komplexes System vor, wenn Kausalität nicht mehr nachvollziehbar („intractable“) ist. Für einfache soziotechnische Systeme, zu denen beispielsweise Maschinen, wie sie im 18. Jahrhundert verwendet wurden, zählen, läge eine solche kausale Nachvollziehbarkeit vor, und damit auch die Rechtfertigung lineare und linear-komplexe Ereignisanalysemethoden zu verwenden.

Die FRAM baut auf folgenden vier Prinzipien auf:

- Fehler und Erfolg sind in dem Sinne gleichwertig, als dass sie den gleichen Ursprung haben. Mit anderen Worten: Die Gründe dafür, dass etwas Erfolg hat, sind die gleichen wie dafür, dass etwas fehlschlägt.
- Die alltägliche Leistung eines soziotechnischen Systems, inklusive der Menschen auf individueller Ebene wie auch im Kollektiv, richtet sich immer danach, den Bedingungen zu entsprechen.
- Viele der Ergebnisse, die wir bemerken – und auch viele, die wir nicht bemerken – müssen als Entstehung und nicht als Resultat beschrieben werden.
- Schließlich müssen die Beziehungen und Abhängigkeiten zwischen den Funktionen des Systems so beschrieben werden, wie sie sich in einer bestimmten Situation entwickeln, und nicht als vorherrschende Ursache-Wirkungs-Beziehungen. Dies geschieht mit Hilfe der funktionalen Resonanz.

Im Folgenden werden die Prinzipien näher erläutert.

Gleichwertigkeit von Fehler und Erfolg

Die einseitige Betrachtung und Untersuchung von unerwünschten Ergebnissen (Unfälle und Zwischenfällen) und die Umstände, die zu Ihnen geführt haben, verschließt den Blick auf die Handlungen, die sonst zum gewünschten Ergebnis führen oder in komplexen Systemen dazu geführt haben, dass Fehler an anderer Stelle nicht zu einem unerwünschten Ergebnis geführt haben. Untersuchungen zielen darauf ab, zu verstehen, was falsch lief. Eine Handlung sei an sich nicht falsch, jedoch aber die Erwartung an das Ergebnis, das durch die Handlung hervorgerufen werden soll. Fehler und Erfolg sind in diesem Sinne gleichwertig, als das nur anhand des Ergebnisses und der Übereinstimmung mit der Erwartung beurteilt werden kann, ob eine Fehlhandlung vorliegt.

Leistungsanpassung

Die menschliche Leistungsfähigkeit variiert laut Hollnagel aufgrund einer Vielzahl interner und externer Faktoren:

- Inhärente psychologische und / oder physiologische Charakteristika. Dies sind bspw. Müdigkeit, zirkadianer Rhythmus, Wachsamkeit, Aufmerksamkeit, Ermüdungszeiten, Vergesslichkeit, etc.
- Psychologische Phänomene wie Einfallsreichtum, Kreativität und Anpassungsfähigkeit, um bspw. zeitlichen Einschränkungen, unklaren Anweisungen oder Langeweile zu begegnen.
- Organisationale Faktoren, wie etwa externe Anforderungen bezüglich Qualität und Quantität, Fristen die zu Ressourcenausweitung führen, Neusetzung von Zielen, organisationale Verpflichtungen, etc.
- Soziale Faktoren, wie die Erwartungen an einen selbst oder an Kollegen, die Einhaltung von etablierten Arbeitsmethoden, etc.
- Kontextfaktoren, wie Arbeitsbedingungen (Hitze, Lärm, Luftfeuchtigkeit, Beengtheit, etc.)
- Unerwartete Änderungen der Arbeitsumgebung, bspw. Wetter

Da zum einen die Arbeitssituation eines großen soziotechnischen Systems partiell nicht nachvollziehbar („intractable“) ist, und zum anderen der Einsatz von Ressourcen (Material, Personal, Informationen und Zeit) oftmals begrenzt ist, werden Menschen – sowohl

individuell als auch kollektiv – ihre Arbeitsweise so anpassen, dass sie mit den bestehenden Bedingungen vereinbar ist. Hier sind Parallelen zum Drift-to-Danger-Modell erkennbar (vgl. Kapitel 3.2.3.2).

Auftreten

Es gibt eine Vielzahl an Ereignissen, bei denen es nicht möglich ist, auf Grundlage der bekannten Prozesse und Entwicklungen zu erklären, was tatsächlich passiert ist. In diesen Fällen spricht Hollnagel davon, dass ein Ereignis auftritt und nicht aus etwas resultiert. „Auftreten“ soll in diesem Zusammenhang bedeuten, dass das Ereignis praktisch nicht nach den Prinzipien der Dekomposition und Kausalität erklärbar ist. Dies ist ein typisches Kennzeichen eines Systems, das in Teilen oder vollständig nicht nachvollziehbar („intractable“) ist.

Resonanz

Mithilfe des Prinzips der funktionalen Resonanz soll erklärt werden, was in komplexen soziotechnischen Systemen passiert. Viele Funktionen arbeiten gleichzeitig und sind miteinander verknüpft. Jede dieser Funktionen ist nicht völlig stabil, sondern kann in ihrer Leistung variieren. Wenn sich mehrere solcher Leistungsvariationen gleichzeitig und ungünstig überlagern, kann daraus eine systemische Störung entstehen – ähnlich wie bei einer physikalischen Resonanz, bei der sich kleine Schwingungen verstärken, bis ein kritischer Zustand erreicht wird. Durch die Analyse mittels FRAM werden somit nicht lineare Fehlerketten analysiert. Vielmehr wird untersucht, wie normale Variabilität in einem System durch Kopplung zu einem unerwünschten Ergebnis „resonieren“ kann. Das Ziel ist es, systemisches Verständnis zu schaffen und nicht einzelne Fehler oder Personen zu „finden“.

Kommentar im Hinblick auf die Sicherheitskultur in der Stilllegung

Das Modell FRAM bietet mehrere Ansätze, die bei der Erstellung eines Analysemodells für die Analyse von Ereignissen in der Stilllegung mit Bezug zu sicherheitskulturellen und MTO-Aspekten berücksichtigt werden können. Im Folgenden sollen diese Aspekte besprochen und deren Potential für die Einbeziehung in ein solches Modell bewertet werden.

Die Stilllegung kann als ein komplexes soziotechnisches System verstanden werden, auf die die Prinzipien der FRAM angewendet werden können. Die Analysemethode FRAM versucht das dynamische Verhalten eines komplexen soziotechnischen Systems zu modellieren. Während ein System traditionell durch Zerlegung in Strukturelemente modelliert wird, wird das dynamische Verhalten von Systemen und Akteuren durch Zerlegung des Verhaltensablaufs in Ereignisse modelliert. Eine solche Zerlegung ist die Grundlage für die Identifizierung von Aktivitätselementen, dies sind Aufgaben und Aufgabenelementen in Form von Entscheidungen, Handlungen und Fehlern. Dieser Ansatz sollte bei der Entwicklung eines Erklärungs- und Analysemodells berücksichtigt werden.

Mit FRAM wird ein Safety-II Ansatz verfolgt. Dies zeigt sich in den Grundprinzipien – insbesondere der „Gleichwertigkeit von Erfolg und Fehler“ und der „Leistungsanpassung“ – des Modells. Abschnitt 3.3.4 widmet sich explizit dem Safety-II-Ansatz.

Eine gängige Kritik an FRAM lautet, dass die Empfehlungen, die aus der Analyse generiert werden, bestehende Empfehlungsmuster durch (lediglich) zwei weitere Aspekte: („monitoring“ (Performance Indicators) und „dampening“ (Dämpfung von Resonanzen)) ergänzen. Des Weiteren bezieht sich Hollnagels Definition einer Funktion auf die Aktivitäten - oder eine Reihe von Aktivitäten - die erforderlich sind, um ein bestimmtes Ergebnis zu erzielen. Eine Funktion beschreibt, was Menschen - individuell oder kollektiv - tun müssen, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Eine Funktion kann sich aber auch darauf beziehen, wie eine Organisation handelt und auch auf das Handeln eines technischen Systems, entweder allein oder in Zusammenarbeit mit einem oder mehreren Menschen. Die Definition einer Funktion ist durch Hollnagel damit eher vage, dies lässt viel Spielraum für Interpretationen. Die Modellierung eines Ereignisses unterliegt damit im hohen Maße dem subjektiven Urteil des Anwenders und setzt detaillierte Kenntnisse des zu untersuchenden soziotechnischen Systems voraus. Nach Einschätzung der in diesem Vorhaben beteiligten Experten ist die direkte Anwendung der FRAM für die in diesem Vorhaben zu untersuchenden Ereignisse daher unpraktikabel.

3.3.4 Safety-II Ansatz und Ereignisanalyse

Da Ereignisse oft die Folge von technischen, menschlichen und organisatorischen Fehlern sind, konzentriert sich die Untersuchung von Ereignissen in der Regel auf die Analyse, die Korrektur und das Lernen aus diesen Fehlern. Die Tendenz, sich auf die Dinge zu konzentrieren, die falsch gelaufen sind, wird in vielerlei Hinsicht verstärkt, z. B. durch Vorgaben von Behörden sowie durch etablierte Prozesse und Methoden der

Ereignisanalyse /HOL 13/. Wenig Aufmerksamkeit wird der Analyse, Verbesserung und dem Lernen aus erfolgreichen Leistungen gewidmet, die möglicherweise den Schaden oder Verlust begrenzt oder die Wiederherstellung erleichtert haben. Wenn alles nach Plan verläuft, gibt es zunächst keinen Unterschied zwischen dem Erwarteten und dem Tatsächlichen, also nichts, was die Aufmerksamkeit erregt oder eine Reaktion auslöst /HOL 13/. Des Weiteren führt Hollnagel /HOL 13/ aus, dass die Untersuchung dessen, was gut funktioniert, von den Behörden und Regulatoren nicht verlangt wird. Darüber hinaus gibt es nur wenige Theorien oder Modelle darüber, was die Leistung von Menschen und Organisationen erfolgreich macht, und nur wenige Methoden, die uns helfen, diese Faktoren zu untersuchen /HOL 13/. Der Abbau von Kernkraftwerken ist ein komplexer Prozess mit zum Teil nicht vorhersehbaren Elementen, der eine hohe Anpassungsfähigkeit und Flexibilität der Mitarbeiter erfordert. Daher ist es insbesondere hier wichtig, nicht nur die Risiken und Gefahren zu minimieren, sondern auch die Erfolgsfaktoren und guten Praktiken zu identifizieren und zu fördern. Konzeptionell lassen sich die beiden Ansätze mit dem Safety-I und dem Safety-II Ansatz beschreiben.

3.3.4.1 Safety-I und Safety-II Ansatz

Safety-I ist ein klassischer Sicherheitsansatz, der Sicherheit als einen Zustand mit möglichst wenigen unerwünschten Ereignissen (Unfälle, Zwischenfälle, Beinaheunfälle) definiert. Dieser Ansatz fördert eine dualistische Sichtweise: Aktivitäten sind entweder erfolgreich oder fehlerhaft. Methoden wie die Fehlerbaumanalyse spiegeln diese Sichtweise wider. Im Fokus steht die Analyse von Fehlern, um deren Ursachen zu identifizieren und künftig zu vermeiden. Die Wirksamkeit wird daran gemessen, inwiefern die Fehlerquote sinkt.

Safety-I geht davon aus, dass Systeme gut funktionieren, weil sie gut konstruiert und gewartet sind, weil Verfahren und Prozesse vollständig und korrekt sind, weil die Entwickler (alle) Eventualitäten vorhersehen und antizipieren konnten und weil die Menschen, die das System bedienen, sich entsprechend den Erwartungen und dem Erlernen verhalten. Bezogen auf den Menschen wird dadurch der Schwerpunkt auf die Einhaltung der Vorschriften bei der Ausführung der Arbeiten gelegt. Ziel ist es, Sicherheitsrisiken durch die Begrenzung aller Arten von Leistungsvariabilität zu minimieren, etwa durch Barrieren, Prozeduren, Standardisierung, Regeln und Vorschriften /HOL 13/.

Safety-II ist ein Ansatz im Sicherheitsmanagement, der besonders für komplexe und dynamische Systeme relevant ist. Er definiert Sicherheit nicht als das Vermeiden von

Fehlern, sondern die Fähigkeit, unter verschiedenen Bedingungen erfolgreich zu handeln. Das Ziel ist es, möglichst viele beabsichtigte und akzeptable Ergebnisse zu erzielen /HOL 13/. Safety-II geht davon aus, dass Systeme funktionieren, weil Menschen in der Lage sind, ihr Handeln an die Arbeitsbedingungen anzupassen. Menschen können erkennen und korrigieren, wenn etwas „schief läuft“ oder kurz davor steht, „schief zu laufen“. So können sie eingreifen, bevor sich die Situation ernsthaft verschlechtert.

Safety-II betrachtet Sicherheit als Ergebnis eines Prozesses der ständigen Anpassung an sich verändernde Bedingungen und Herausforderungen zur Erreichung gemeinsamer Ziele. Safety-II ist sich der Tatsache bewusst, dass das Verständnis von Systemen unvollständig ist, dass Beschreibungen kompliziert sein können und dass Änderungen häufig und unregelmäßig statt selten und regelmäßig sind /HOL 13/. Unter diesen Bedingungen ist der Mensch eindeutig ein Aktivposten und keine Belastung, und seine Fähigkeit, sein Handeln an die Bedingungen anzupassen, ist eine Stärke und keine Gefahr /HOL 13/.

Obwohl Safety-I und Safety-II beide auf die Reduktion unerwünschter Ergebnisse abzielen, unterscheiden sie sich grundlegend in ihrer Herangehensweise, mit wichtigen Konsequenzen für das Management und die Messung des Prozesses. Praktische Möglichkeiten, den Safety-II Ansatz zu berücksichtigen, sind:

- Es ist darauf zu achten, was gut läuft, sowie was schiefgeht. Es reicht nicht, nur Fehler zu analysieren. Auch Situationen, in denen „nichts passiert“, bieten Möglichkeiten wertvolle Erkenntnisse zu gewinnen. Die Dinge laufen gut, weil die Menschen sinnvolle Anpassungen an die Anforderungen der Situation vornehmen. Ziel ist es, diese erfolgreichen Anpassungen zu erkennen und daraus zu lernen. /HOL 13/
- Wenn etwas schief läuft, sollte man nach der täglichen Variabilität der Leistung suchen und nicht nur nach den spezifischen Ursachen. Die Menschen finden sehr schnell heraus, welche Leistungsanpassungen funktionieren, und sie verlassen sich sehr schnell auf diese Anpassungen, eben weil sie funktionieren. Man sollte versuchen herauszufinden, welche Leistungsanpassungen die Menschen normalerweise vornehmen und warum. /HOL 13/

- Man sollte sich anschauen, was regelmäßig passiert und sich auf Ereignisse aufgrund ihrer Häufigkeit (Häufigkeit) statt ihrer Schwere (Schweregrad) konzentrieren, so /HOL 13/. Eine kleine Verbesserung in der alltäglichen Leistung könne von größerer Bedeutung sein als eine große Verbesserung in Ausnahmesituationen /HOL 13/.

Für soziotechnischen Systeme, welche an Komplexität zunehmen, ist es laut Hollnagel offensichtlich, dass ein Sicherheitsansatz nach dem Prinzip Safety-I auf lange Sicht nicht ausreichen wird; möglicherweise ist das sogar schon auf kurze Sicht der Fall /HOL 13/.

3.3.4.2 Anwendung des Safety-II Ansatzes in der Ereignisanalyse

In zunehmend komplexen soziotechnischen Systemen wird schnell deutlich, dass ein reiner Safety-I-Ansatz langfristig nicht ausreiche, so /HOL 13/. Der logische nächste Schritt sei daher die Integration von Safety-II. Der Weg dorthin besteht jedoch nicht darin, Safety-I vollständig durch Safety-II zu ersetzen, sondern vielmehr in einer Kombination der beiden Denkweisen. Viele unerwünschte Ereignisse sind weiterhin einfach und lassen sich mit klassischen Methoden bewältigen. Aber es gibt eine wachsende Zahl von Ereignissen, bei denen dieser Ansatz nicht ideal sei, so /HOL 13/. Für diese ist es hilfreich, eine Safety-II-Perspektive einzunehmen. Dieser legt den Fokus bei der Ereignisanalyse auf diejenigen Aspekte, die sich positiv auf die Verhinderung oder die Abschwächung der Auswirkungen eines Ereignisses auswirken.

Für die Verbesserung der Sicherheit kerntechnischer Anlagen ist die Identifizierung und Behebung von Fehlern, die zu Ereignissen und Störfällen geführt haben, zweifellos wichtig. In diesem Zusammenhang sollten jedoch nicht nur Fehler, sondern auch erfolgreiche Leistungen untersucht werden. Dies gilt umso mehr, als dass die Tendenz bestehen könnte, erfolgreiche Leistungen stabilen und kontrollierbaren Faktoren zuzuschreiben (zum Beispiel dem Design der Anlagen und der Arbeiten) und dabei die Rolle instabiler und weniger kontrollierbarer Faktoren (z. B. positive menschliche Leistungsvariabilität, Zufall) zu unterschätzen /SOL 22/.

Levesons (2011) /LEV 11/ Ansatz des systemischen Denkens für die Analyse von und das Lernen aus Ereignissen veranschaulicht die Idee, dass fehlerorientierte Ereignisuntersuchungen Annahmen über erfolgreiche Leistungen machen, die problematisch sein können. Erstens wird argumentiert, dass dieser Ansatz davon ausgeht, dass eine erfolgreiche Leistung sicher ist. Erfolgreiche Leistung kann jedoch auch außerhalb der

sicheren Grenzen einer Handlung stattfinden. Darüber hinaus weist Leveson (2011) /LEV 11/ darauf hin, dass fehlerorientierte Ereignisstudien zudem unterstellen, dass erfolgreiche Leistungen zuverlässig seien und nicht zufälligen Gegebenheiten zugrunde liegen können. Viitanen et al. (2016) /VII 16/ beschreibt z. B. ein Ereignis, bei dem ein Operator eine Gegebenheit beobachtet, da er zufällig zur richtigen Zeit am richtigen Ort war, was dazu führte, dass die Situation erfolgreich entschärft und ein schwerwiegender Ausfall verhindert wurde.

In der Studie “Improving Learning by Adding the Perspective of Success to Event Investigations” /SOL 22/ wurde folgender Ansatz gewählt, um erfolgreiche Leistungen in Ereignissen zu untersuchen:

Auswahl der Ereignisgrundlage: Die FINAS-Ereignisberichte (IAEA/NEA Fuel Incident Notification and Analysis System) wurden als besonders relevant identifiziert, da die FINAS-Berichtsverfahren vorsehen, dass die Beschreibung des Ereignisses Informationen über die Art und den Zeitpunkt der ergriffenen Wiederherstellungsmaßnahmen sowie über Misserfolge und Erfolge dieser Wiederherstellungsmaßnahmen enthalten sollte. Es wurden 29 Ereignismeldungen, die in FINAS zwischen 2016-2020 gemeldet wurden, analysiert /SOL 22/, /IAEA 06b/.

Methode der Ereignisauswahl: Bei der Analyse wurde zunächst festgehalten, ob die Ereignisbeschreibung Informationen über eine erfolgreiche Leistung enthält. Darüber hinaus wurde auch die Art der erfolgreichen Leistung kodiert, die in der Ereignisbeschreibung beschrieben oder indirekt angedeutet wird /SOL 22/.

Analyse der Ereignisse: Nachdem festgestellt wurde, ob erfolgreiche Leistungen im Ereignisbericht enthalten waren, wurde bewertet, ob die festgestellten erfolgreichen Leistungen untersucht oder bei der Formulierung von Lehren oder Korrekturmaßnahmen berücksichtigt wurden /SOL 22/.

Ergebnisse der Studie: In den meisten Ereignisberichten wurden erfolgreiche Aktionen in irgendeiner Form beschrieben, aber in keinem Bericht wurde die erfolgreiche Ausführung näher untersucht. Mit anderen Worten, in keinem Ereignisbericht wurde die Sicherheit der Ausführung in Frage gestellt (d. h. ob sie innerhalb der sicheren Grenzen und in Übereinstimmung mit den geltenden Vorschriften und Verfahren durchgeführt wurde). Darüber hinaus wurde in keinem der Berichte die Zuverlässigkeit der Aktion oder die Zuverlässigkeit der Voraussetzungen für eine erfolgreiche Aktion untersucht. Es wurden

jedoch in vier Ereignisberichten Lehren oder Folgemaßnahmen aus der, in der Ereignisbeschreibung erwähnten, erfolgreichen Aktion gezogen. In einem Fall hörte beispielsweise ein Mitarbeiter einen Rauch-/Evakuierungsalarm in einem Raum, in dem ein anderer Mitarbeiter allein arbeitete. Er betrat daraufhin den Raum, beendete die dortigen Arbeiten und evakuierte den Raum zusammen mit dem anderen Mitarbeiter. Aus diesem Ereignis wurde die Lehre gezogen, dass bei dieser Tätigkeit immer ein zweiter Mitarbeiter im Raum anwesend sein sollte. Damit soll sichergestellt werden, dass die Arbeit in Zukunft sicher durchgeführt werden kann (In diesem Fall handelte der Mitarbeiter, der die Arbeit allein in dem Raum ausführte, nicht sicherheitsgerichtet). Die Anwesenheit eines zweiten Mitarbeiters bei dieser Tätigkeit gewährleistete auch die Zuverlässigkeit der während des Ereignisses beobachteten erfolgreichen Aktivität. Es war Zufall, dass der zweite Mitarbeiter zur richtigen Zeit am richtigen Ort war, um den Rauchalarm und das Evakuierungssignal zu hören. Wenn nicht sichergestellt ist, dass ein zweiter Mitarbeiter in Zukunft bei dieser Tätigkeit anwesend ist, gibt es keine Garantie dafür, dass die gleiche erfolgreiche Intervention stattfinden würde. In einem anderen Ereignis, in dem bei einer ad-hoc-Inspektion eine gebrochene Kupplung an einer Pumpe entdeckt wurde, wurden Pumpen und Kupplungen in die wöchentlichen Anlageninspektionen aufgenommen. In dem dritten Ereignis, in dem die Evakuierung des Personals aus dem Arbeitsbereich wegen eines Strahlungsdosimeters erforderlich war, wurde die Notwendigkeit der Durchführung von Evakuierungsübungen festgestellt, damit eine angemessene Reaktion auf solche Situationen gewährleistet werden kann. Bei dem letzten Ereignis verspürte ein Arbeiter bei der Ausführung einer Routinearbeit einen Schmerz in der Hand. Es lag keine Verletzung vor, aber er rief sofort einen Arbeitsmediziner. Es wurde eine Exposition festgestellt und der Arbeiter zur persönlichen Dekontamination geschickt. Eine Lehre/Folgemaßnahme dieses Ereignisses war, dass das Personal informiert werden sollte, dass auch ohne sichtbare Verletzung eine Kontamination vorliegen kann /SOL 22/.

Es wurden weitere Berichte identifiziert, bei denen eine Untersuchung der erfolgreichen Leistung zusätzliche Erkenntnisse hätte liefern können. In den meisten Fällen war die beobachtete erfolgreiche Leistung darauf zurückzuführen, dass das Personal ein gutes Bewusstsein und Verständnis für sicherheitsrelevante Informationen in seiner Umgebung hatte (z. B. Luftströmungen, Gerüche, Brandeigenschaften) und gute Entscheidungen auf der Grundlage einer erfolgreichen Ereigniserkennung traf (z. B. Überdrucksituationen, Verschütten von Chemikalien) oder zu Eindämmungs- und Wiederherstellungsmaßnahmen führte (z. B. Evakuierung, Anforderung von

Einsatzteams oder Feuerwehr). Bei den Ereignisuntersuchungen wurde jedoch nicht untersucht, ob diese Leistung sicher oder zuverlässig war /SOL 22/.

Diskussion: Basierend auf den Ergebnissen der Studie vermuten die Autoren, dass die Untersuchung von Ereignissen verbessert werden könnte, indem sowohl aus den Fehlern als auch aus den erfolgreichen Leistungen, die während der Ereignisse gezeigt wurden, gelernt wird. Zu diesem Zweck sollten die Ermittler bei der ersten Sammlung von Informationen über das Ereignis und die Rekonstruktion des Ereignisablaufs auch die erfolgreichen Leistungen identifizieren und auf der Zeitachse des Ereignisses einordnen.

Die Analyse der Ergebnisse von Ereignisuntersuchungen wird, nach Ansicht der Autoren der Studie, wahrscheinlich nur dann zu Abhilfemaßnahmen führen, wenn es sich bei dem festgestellten Verhalten um ein unsicheres Verhalten gehandelt hat. Sie könnte jedoch zu einem Aktionsplan führen, der darauf abzielt, die Bedingungen zu verbessern oder zu verstärken, die erforderlich sind, um die beobachtete erfolgreiche Leistung zu gewährleisten. Dies könnte eine Ergänzung zu Korrekturmaßnahmen sein, die zur Behebung von Fehlern oder von unsicherem Verhalten identifiziert wurden. /SOL 22/

3.3.5 Ableitung stilllegungsbezogener Elemente

Mit Blick auf die Stilllegung eines Kernkraftwerks als ein sozio-technisches, komplexes System, in dem Ereignisse mit unerwünschten Folgen auftreten, zeigen die besprochenen Beispiele:

- SOL, als epidemiologisches Ereignisanalysemodell
- FRAM, als systemisches Ereignisanalysemodell und
- Safety-II, als ein Ansatz die Sicherheit nicht nur durch das Vermeiden oder Reduzieren von Fehlern und unerwünschten Ereignissen zu erreichen, sondern auch durch das Fördern und Nutzen von erfolgreichen Anpassungen und Leistungen der Menschen, die in diesen Systemen arbeiten,

jeweils zu berücksichtigende Aspekte. Das Zusammenwirken mehrerer beitragender Faktoren, wie sie durch die SOL-Methode berücksichtigt werden, stellt einen grundlegenden und etablierten Ansatz dar, Verhaltensweisen zu identifizieren. Das für Ereignisanalysen vorliegende Datenmaterial in Form von Ereignismeldungen und Analyseberichten macht den dreiteiligen, schrittweisen Analyseansatz möglich. So beschränkt die in diesem Vorhaben durchgeführte Re-Analyse von Ereignissen, also die Analyse von

Ereignissen auf Grundlage bereits ausgeführter Analysen, die Analysetiefe. Es gilt damit einschränkend, dass eine konsequente Nachfrage nach dem „Warum“ zur Identifizierung weiterer, tieferliegender Faktoren nicht möglich ist und damit eine abweichende Vorgehensweise gefragt ist.

Die Entwicklungen der letzten Jahre, beispielhaft an der FRAM zu erkennen, brachten Erklärungs- und Analyseansätze hervor, die das dynamische Verhalten von Systemen und Akteuren modellieren und so das Verständnis über die Wechselwirkungen von Mensch, Technik und Organisation vertiefen können. Kritisch ist hierbei jedoch zu sehen, dass eine solche Modellierung ein Detailwissen voraussetzt, das über die vorliegende Datenbasis nicht abgedeckt wird und des Weiteren aufgrund des Umfangs einer einzelnen Analyse eine ereignisübergreifende Analyse erschwert. Der Safety-II-Ansatz, der diesen Modellen innewohnt, sollte im Weiteren dennoch berücksichtigt werden.

4 Entwicklung eines Erklärungs- und Analysemodells

4.1 Methodische Grundlagen zum Analysemodell

Ereignisanalyse

Insgesamt soll die Methode folgenden Anforderungen gerecht werden:

- Die Methodik soll auf einem Ereignisentstehungsmodell basieren, dass dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik gerecht wird, d. h. auf der Betrachtung von Ursachen aus den Bereichen Mensch, Technik, Organisation und Management beruht.
- Die Methodik soll universell anwendbar und flexibel sein, d. h. auf möglichst viele der zugrunde liegenden Ereignisberichte und -informationen anwendbar sein.
- Die Methode soll es ermöglichen, einzelne Ereignisse zu analysieren, und die gesammelten Einzelergebnisse in einem weiteren Schritt zusammengefasst einer Gesamtanalyse zu unterziehen.
- Die Methodik soll eine Einschätzung darüber ermöglichen, wie belastbar die jeweilige Datenbasis ist.
- Die Methodik soll das individuelle Verhalten im Rahmen der im Vorhaben betrachteten soziotechnischen Modelle in den Kontext zur Organisation setzen.
- Durch die Methodik sollen die vorliegenden, im Vorhaben betrachteten, spezifischen Aspekte des Ereignisses, die im Zusammenhang mit der Stilllegung stehen, herausgestellt und soweit möglich Abweichungen zum Leistungsbetrieb bewertet werden können.
- Durch die Methodik soll die Fehlerkultur der Organisation bewertet werden können

Aus Sicht der Projektmitarbeiter besteht eine Analysemethodik, die diesen Anforderungen gerecht wird, aus der Kombination verschiedener Ansätze. Die SOL-Methode basiert auf einem epidemiologischen Ereignisanalysemodell, das Mensch, Technik, Organisation und Management gleichermaßen berücksichtigt. Das IAEA-Modell ergänzt diese Sicht, indem es kulturelle Dimensionen integriert. Beide Modelle bilden den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik ab. SOL ist für unterschiedlichste Ereignisse in Hochrisikoidustrien einsetzbar und somit universell adaptierbar und ermöglicht eine detaillierte Untersuchung einzelner Ereignisse entlang klarer Analyseschritte. Die

Ergebnisse lassen sich im Anschluss systematisch auswerten, um Muster und systemische Schwächen zu erkennen. Durch die Kombination mit dem IAEA-Modell und Westrums Reifegradmodell kann die Gesamtanalyse zudem auf die kulturelle Verankerung von Sicherheit ausgedehnt werden. Damit entsteht eine mehrdimensionale Bewertung einzelner, wie auch mehrerer Ereignisse.

Des Weiteren ermöglicht die Kombination der Modelle individuelles Verhalten in den organisationalen Kontext einzubetten. SOL analysiert Handlungen und Entscheidungen in Bezug auf organisatorische Rahmenbedingungen, während das IAEA-Modell aufzeigt, wie Werte und Einstellungen diese prägen. Das Reifegradmodell macht sichtbar, wie beispielsweise der Umgang mit Fehlern und die Weitergabe von Informationen auf organisationaler Ebene das individuelle Verhalten beeinflussen. Hierbei wird auch der Safety-II-Ansatz einbezogen, um die Methode an aktuelle Entwicklungen in der Sicherheitsforschung anzupassen. Es sollen nicht nur Fehler, sondern auch Erfolge systematisch erfasst und über das Reifegradmodell dargestellt werden.

Das Konzept des hier verwendeten Reifegradmodells basiert auf der Veröffentlichung „A framework for understanding the development of organisational safety culture“ von Dianne Parker, Matthew Lawrie und Patrick Hudson /PAR 06/. Basierend auf 26 halbstrukturierten Interviews mit erfahrenen Führungskräften aus der Öl- und Gasindustrie, entwickelten die Autoren ein Modell, das auf R. Westrums Typologie organisatorischer Kulturen /WES 04/ aufbaut und durch J. Reasons Vorschläge erweitert wurde. Das Ergebnis ist eine Reihe von kurzen Beschreibungen verschiedener Aspekte der organisatorischen Sicherheit auf fünf Ebenen des Fortschritts der Sicherheitskultur. Die fünf dargestellten Reifestufen reichen von einer pathologischen, über eine reaktive und berechnende, bis hin zu einer proaktiven und schließlich generativen Sicherheitskultur. Jede Stufe wird von den Autoren in /PAR 06/ durch spezifische Merkmale in Bezug auf Führung, Kommunikation, Mitarbeiterengagement und Lernbereitschaft charakterisiert.

Die im Rahmen dieser Arbeit verwendeten fünf Ebenen des Fortschritts der Sicherheitskultur werden wie folgt beschrieben (hier die Ebenen des Fortschritts aufsteigend dargestellt):

- **Pathologisch:** In dieser Stufe wird Sicherheit als notwendiges Übel betrachtet, und es gibt wenig bis gar keine echte Verpflichtung zur Verbesserung der Sicherheitspraktiken. Es gibt wenig Bewusstsein für Sicherheit und Fehler werden oft als individuelles Versagen angesehen.

- **Reaktiv:** Hier reagieren Organisationen hauptsächlich auf Unfälle und Vorfälle, anstatt proaktiv Maßnahmen zur Vermeidung zu ergreifen. Sicherheitsmaßnahmen werden implementiert, um auf bereits aufgetretene Vorfälle zu reagieren.
- **Berechnend:** Auf dieser Ebene beginnen Organisationen, systematische Prozesse für Sicherheitsmanagement einzuführen, aber oft fehlt es noch an einer tiefgreifenden kulturellen Verankerung. Sicherheit wird als Kosten-Nutzen-Analyse betrachtet.
- **Proaktiv:** Organisationen mit einer proaktiven Sicherheitskultur arbeiten kontinuierlich daran, potenzielle Risiken zu identifizieren und zu mindern, bevor diese zu Problemen führen. Es gibt eine Kultur des Lernens aus Fehlern und der kontinuierlichen Verbesserung.
- **Generativ:** Dies ist die höchste Reifegradstufe, in der Sicherheit als integraler Bestandteil der Organisationskultur gesehen wird und von allen Mitarbeitern getragen und ständig verbessert wird. Es besteht ein starkes Engagement für Sicherheit auf allen Ebenen der Organisation. Es wird proaktiv nach neuen Risiken gesucht und innovative Lösungen entwickelt. Die Sicherheit hat höchste Priorität.

Die Auswahl beitragender Faktoren orientiert sich an denen der SOL-Methode, wobei nur Faktoren berücksichtigt wurden, die im Zusammenhang mit der Sicherheitskultur und MTO-Aspekten stehen. Diese wurden durch die Dimensionen des „Harmonized Safety Culture Model“ der IAEA ergänzt. Die vollständige Tabelle der verwendeten Faktoren, sowie deren Spezifizierung durch Merkmale findet sich in Anhang A. In Anlehnung an die Charakterisierung spezifischer Merkmale im Reifegradmodell durch /PAR 06/ wurden auch hier die faktorbezogenen Merkmale anhand kurzer Beschreibungen abgestuft.

Inhaltsanalyse Interview

Die methodische Grundlage der in diesem Vorhaben durchgeführten Interviews basieren auf der durch /SCH 18/ charakterisierten Methodik zu Leitfadengesprächen. In /SCH 18/ diskutieren Schnell et al. verschiedene Interviewformen und ordnen das Leitfadengespräch als eine Mischform zwischen standardisierten und offenen Verfahren ein. Leitfadengespräche – häufig synonym mit halbstrukturierten Interviews verwendet – basieren auf einem thematisch gegliederten Fragenkatalog, der den Interviewprozess steuert, ohne ihn vollständig zu determinieren. Damit unterscheiden sie sich sowohl von hochstandardisierten Interviews, die nur wenig Spielraum für Flexibilität lassen, als auch von narrativen Interviews, in denen Befragte weitgehend frei berichten können /SCH 18/.

Nach /SCH 18/ erfüllt der Interviewleitfaden mehrere zentrale Funktionen: Er sorgt für inhaltliche Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Interviews, indem er sicherstellt, dass alle Befragten zu denselben Themen Stellung nehmen. Gleichzeitig ermöglicht er Flexibilität, da Interviewer die Reihenfolge anpassen, Nachfragen stellen oder auf unerwartete Aspekte eingehen können. Das Leitfadengespräch ist damit besonders geeignet, wenn Forschende einerseits eine gewisse Standardisierung für die Auswertung benötigen, andererseits aber auch die Subjektperspektiven der Befragten erschließen möchten /SCH 18/.

Hinsichtlich der Datenqualität betonen Schnell et al., dass Leitfadengespräche durch ihre Balance zwischen Struktur und Offenheit ein hohes Maß an Validität erreichen können, da sie sowohl die Vergleichbarkeit sichern als auch individuelle Deutungen berücksichtigen. Allerdings ist die Reliabilität stärker gefährdet als bei streng standardisierten Interviews, da Interviewer Spielräume unterschiedlich nutzen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer klaren methodischen Schulung der Interviewenden und einer präzisen Ausarbeitung des Leitfadens /SCH 18/.

4.2 Kombinierte Analysemethode

Die in diesem Vorhaben durchgeführte Analyse mehrerer Ereignisse mit Fallbeispielcharakter basiert im Wesentlichen auf den Berichten zu Ereignissen von Betreibern und Sachverständigen, wie etwa ganzheitlichen Ereignisanalysen (GEA) und der Recherche im Rahmen des Ereignisscreenings der GRS, sowie im Fall von Ereignissen, die nicht durch die Meldekriterien der AtSMV erfasst werden können, auf dem Erfahrungsbericht der Unterauftragnehmer. Um auf dieser Datengrundlage eine Analyse zu sicherheitskulturellen und MTO-Aspekten machen zu können, bedarf es einer angepassten Methodik die u. a. den Umstand der eingeschränkten Informationsverfügbarkeit berücksichtigt.

Die einzelnen Schritte der Analysemethodik werden im Folgenden näher erläutert:

Schritt 1: Informationssammlung

Zunächst werden die zur Verfügung stehenden Daten des jeweiligen Ereignisses aufgeführt. Dabei wird in den aller meisten Fällen der Meldetext des meldepflichtigen Ereignisses nach AtSMV oder im Falle von nicht meldepflichtigen Ereignissen eine kurze

Beschreibung des Ereignishergangs vorliegen. Der Analyst macht sich mit dem vorhandenen Datenmaterial vertraut. Weitere Dokumententypen können sein:

- Ganzheitliche Ereignisanalysen
- Berichte von Sachverständigen der Aufsichtsbehörden
- Betreiberberichte
- WLN-Rücklauf
- etc.

Schritt 2: Kurzbeschreibung des Ereignisses

Der Ereignishergang wird anhand der vorhandenen Informationen in einer kurzen Beschreibung zusammengefasst. Insbesondere sollen folgende Ereignismerkmale herausgestellt werden:

- Deskriptive Sachverhalte:
 - Phase der Stilllegung in der das Ereignis auftrat
 - Beschreibung der Tätigkeiten bei denen das Ereignis auftrat (z. B. während betrieblicher Anforderung, Instandhaltung, Arbeitsvorbereitung, Rückbauarbeiten)
 - Handlungsorte an denen Fehler auftraten (z. B. Freigelände, Warte, Schaltanlagegebäude)?
 - handelnde Personen (nur Funktion und Unternehmenszugehörigkeit, z. B. Fremdpersonal, Führungspersonal, schaltberechtigtes Schichtmitglied, E-Meister)?
- Ereignisverlauf
- Sachverhalte, die zum Zustandekommen des Ereignisses beitrugen
- Kurz- und langfristigen Maßnahmen des Betreibers
- mitigierende Sachverhalte

Schritt 3 Bestimmung der Analysebausteine (Ereignisanalyse)

In Anlehnung an die Methode SOL zur ganzheitlichen Ereignisanalyse werden die einzelnen Handlungen und Abläufe in Analysebausteine eingeteilt. Der Analysebaustein ist als Bestandteil des Ereignisses zu verstehen. Die Gesamtheit aller Analysebausteine stellt die wesentlichen, auf den Ablauf des Ereignisses wirkenden Aspekte dar. Beispielsweise sind dies

- die Handlungen der involvierten Personen,
- Entscheidungen und deren Konsequenzen,
- Bedingungen und Umstände mit Wirkungen auf die handelnden Personen.

Bei der Erstellung eines Analysebausteins werden keine Bewertungen vorgenommen.

Schritt 4: Bewertung der Analysebausteine anhand festgelegter Faktoren und mittels des Reifegradmodells

Ziel dieses Schrittes ist es nun den einzelnen Analysebausteinen die beschriebenen Faktoren (Anhang A) zuzuordnen. Für jedem Faktor eines Analysebausteins wird nun anhand der fünf Reifegradstufen und mithilfe der Merkmale die Sicherheitskultur qualitativ bewertet. Dies soll anhand der in der Ereignisbeschreibung vorzufindenden Praktiken und Verhaltensweisen in einem Analysebaustein geschehen. Das Vorgehen in diesem Schritt sieht konkret wie folgt aus:

- **Kategorisierung:** Die im Analysebaustein vorherrschenden Faktoren (Anhang A) bzw. im Falle der Dokumentenanalyse relevanten Themenkomplexe sind zu ermitteln.

Safety-II wird in dieser Methodik durch die Einbeziehung von Analysebausteinen, die sich positiv auf ein Ereignis bzw. einen Themenkomplex ausgewirkt haben, in die Analyse einbezogen. Daher können bei der Identifizierung der Analysebausteine sowohl solche,

- die zum Ereignis beigetragen haben, oder
- die mitigativ gewirkt haben,

aufgeführt und bewertet werden.

- **Analyse:** Es ist eine Analyse durchzuführen, um zu bewerten, wie gut die im Analysebaustein vorzufindenden Praktiken und Verhalten mit den Merkmalen jeder Reifegradstufe übereinstimmen (siehe dazu u. a. Anhang A).

Wichtiger Hinweis:

Die Zuordnung einer Reifegradstufe zu einem Analysebaustein stellt kein Urteil über die Sicherheitskultur der Anlage oder einer Unternehmenseinheit dar. Da die Sicherheitskultur durch „die Gesamtheit der Eigenschaften und Verhaltensweisen innerhalb eines Unternehmens und beim Einzelnen“

/BMU 22/ definiert wird, kann die hier beschriebene Analyse aufgrund der eingeschränkten Verfügbarkeit von Informationen nur als stichprobenartige Analyse von Artefakten im Sinne des Kulturmodells von Scheins verstanden werden. Durch die Betrachtung eines einzelnen Ereignisses kann somit nicht direkt auf den Reifegrad der Sicherheitskultur des Unternehmens geschlossen werden. Dennoch bietet die qualitative Analyse Einsichten und Erkenntnisse, um Einflussfaktoren und Zusammenhänge nachzuvollziehen und sinnvolle Maßnahmen und Empfehlungen daraus abzuleiten.

Anhang A enthält als Analysehilfe Merkmale für jede Reifegradstufe für die in diesem Vorhaben betrachteten Faktoren in Form einer Tabelle. Diese ist entsprechend Tab. 4.1 aufgebaut. Die Bewertung unterliegt dem Urteil des Experten nach dem Prinzip einer Likert-Skala². Im Kontinuum zwischen den beiden Extrempositionen Reifegradstufe 1 „Pathologisch“ und Reifegradstufe 5 „Generativ“, für die in der Tabelle in Anhang A beispielhafte Ausprägungen beschrieben sind, wird eine ganzzahlige Bewertung vorgenommen und entsprechend begründet.

Tab. 4.1 Aufbau der Tabelle im Anhang A

SOL/IAEA-Faktor	Reifegradstufe 1 „Pathologisch“	Reifegradstufe 2 „Reaktiv“	Reifegradstufe 3 „Berechnend“	Reifegradstufe 4 „Proaktiv“	Reifegradstufe 5 „Generativ“
Faktor 1 1. Merkmal 2. Merkmal - etc.	1. Merkmal Reifegradstufe 1 2. Merkmal Reifegradstufe 1 - etc.	- Merkmal Reifegradstufe 2 - etc.	etc.	...	...
Faktor 2					

² Mithilfe einer Likert-Skala werden im Rahmen von Meinungsumfragen üblicherweise persönliche Einstellungen der Befragten zu bestimmten Aussagen anhand eines Zustimmungswertes von 1 (keine Zustimmung) bis 5 (volle Zustimmung) abgefragt.

Schritt 5: Gesamtbewertung eines einzelnen Ereignisses

Abschließend soll für das einzelne Ereignis oder Dokument eine qualitative Gesamtbewertung und Einordnung aller Analysebausteine vorgenommen werden.

- Würdigung von positiven, wie negativen Reifegradstufen
- Rolle der Hierarchieebene
- Betroffene Gruppen / Anzahl betroffener unterschiedlicher Arbeitsgruppen
- Rolle der Führungsebene / MA auf unterer Hierarchieebene
- unterschiedliche Zeiträume / Zeitpunkte (negativ / positiv)
- etc.

Die Gesamtbewertung eines einzelnen Ereignisses bietet darüber hinaus die Möglichkeit, die Analysebausteine und Faktoren, die bei der Analyse der vorhandenen Dokumente nicht betrachtet wurden, zu hinterfragen. Welche Schlüsse / Erfahrungen / Lektionen hätten durch eine genauere Untersuchung gezogen werden können. Insbesondere können hierbei bemerkenswerte Faktoren, die

- indirekt / implizit positiv wie auch
- indirekt / implizit negativ gewirkt haben,

aufgezählt und bewertet werden. Dabei gilt stets der Vorbehalt, dass es sich hierbei um die Interpretation des analysierenden Sachverständigen handelt.

5 Inhalts- und Ereignisanalysen

5.1 Analyse nationaler Ereignisse

In Deutschland gemeldete Ereignisse in kerntechnischen Anlagen werden in an die GRS weitergeleitet, bearbeitet und anschließend in der Datenbanksoftware VERA hinterlegt. Die abrufbaren Ereignisse dieser Datenbank wurden im Hinblick auf das Thema Sicherheitskultur in der Stilllegung betrachtet und beurteilt. In einer ersten Durchsicht der meldepflichtigen Ereignisse in der VERA-Datenbank wurde eine Suchanfrage mit der Kodierung „Anlage in Stilllegung“ durchgeführt. Diese Suchanfrage ergab 716 Ereignisse. Damit im weiteren Verlauf dieses Vorhabens die zu beurteilenden Ereignisse deduzierter betrachtet werden können, wurde aus den 716 meldepflichtigen Ereignissen jene gewählt, bei denen detaillierte Informationen, wie TÜV- und Betreiberberichte, ganzheitliche Ereignisanalysen der GRS oder Ereignismeldungen, die einen direkten Bezug zu Fehlhandlungen zeigen, zur Verfügung standen. Dadurch wurde die Anzahl der zu betrachtenden Ereignisse auf 228 reduziert. Im nächsten Schritt wurden diese Ereignisse einem Screening unterzogen, um solche Ereignisse auszuschließen, die offenkundig nicht im Zusammenhang mit der Sicherheitskultur oder mit MTO-Aspekten stehen und denen zumeist ein technischer Ausfall zugrunde liegt. Die dabei identifizierten 25 Ereignisse weisen somit ein Potential zur Erkennung von Faktoren gemäß Anhang A auf. Im weiteren Verlauf wurde nach dem in Abschnitt 4 beschriebenen Analysemodell vorgegangen.

Abb. 5.1 zeigt die häufigsten beitragenden Faktoren, die zusammen etwa 2/3 der insgesamt 265 bestimmten beitragenden Faktoren einnehmen und Abb. 5.2 zeigt die Anzahl der in den jeweiligen Reifegradstufen vorgenommenen Bewertungen.

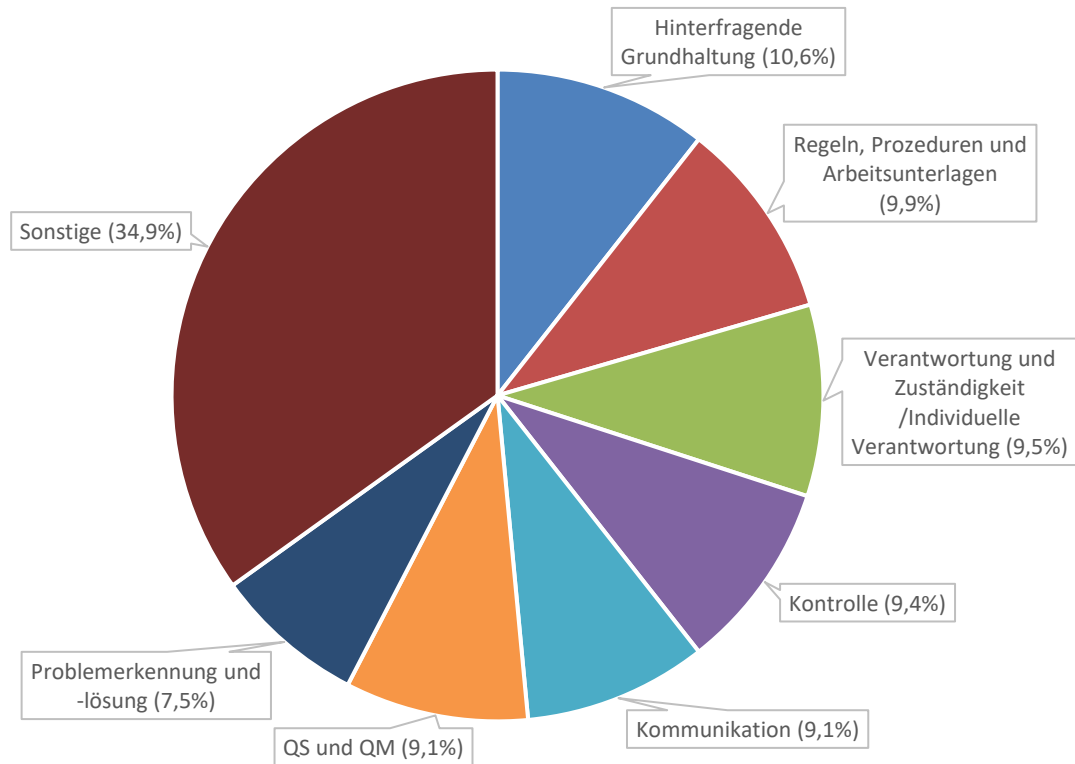


Abb. 5.1 Anteil der häufigsten beitragenden Faktoren bei der Analyse von 25 meldepflichtigen Ereignissen

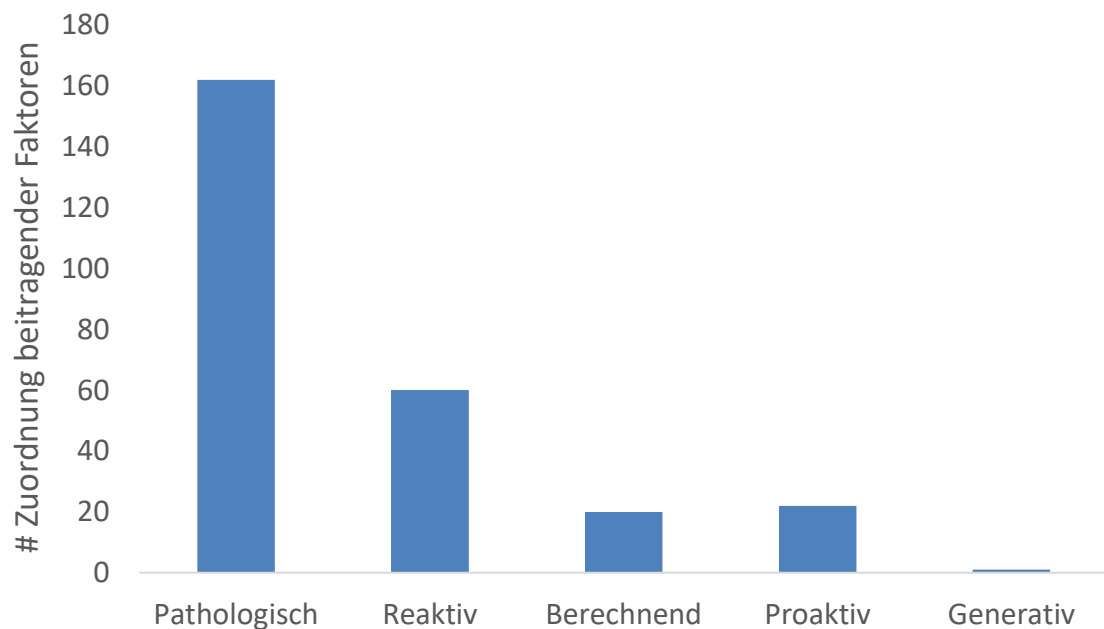


Abb. 5.2 Anzahl der Bewertungen von beitragenden Faktoren nach dem Reifegradmodell

5.2 Analyse internationaler Ereignisse

Für die Analyse internationaler Ereignisse wurde die IRS-Datenbank der IAEA genutzt. Die Anwendung des Suchfilters *Post-operational (decommissioning/dismantling/decontamination)* /IAEA 22b/ ohne deutsche Ereignisse ergab 36 Ereignisse. Im nächsten Schritt wurden diese Ereignisse einem ersten Screening unterzogen, um solche auszuschließen, die offenkundig nicht im Zusammenhang mit der Sicherheitskultur oder mit MTO-Aspekten stehen und denen zumeist ein technischer Ausfall zugrunde liegt. Danach wiesen 23 Ereignisse ein Potential zur Erkennung von Faktoren gemäß Anhang A auf. Die Zuordnung der Faktoren erfolgte anhand der in der IRS-Datenbank aufgeführten Ereignis- und Ursachenbeschreibungen und der Kodierung von *Root Causes* und *Causal Factors*.

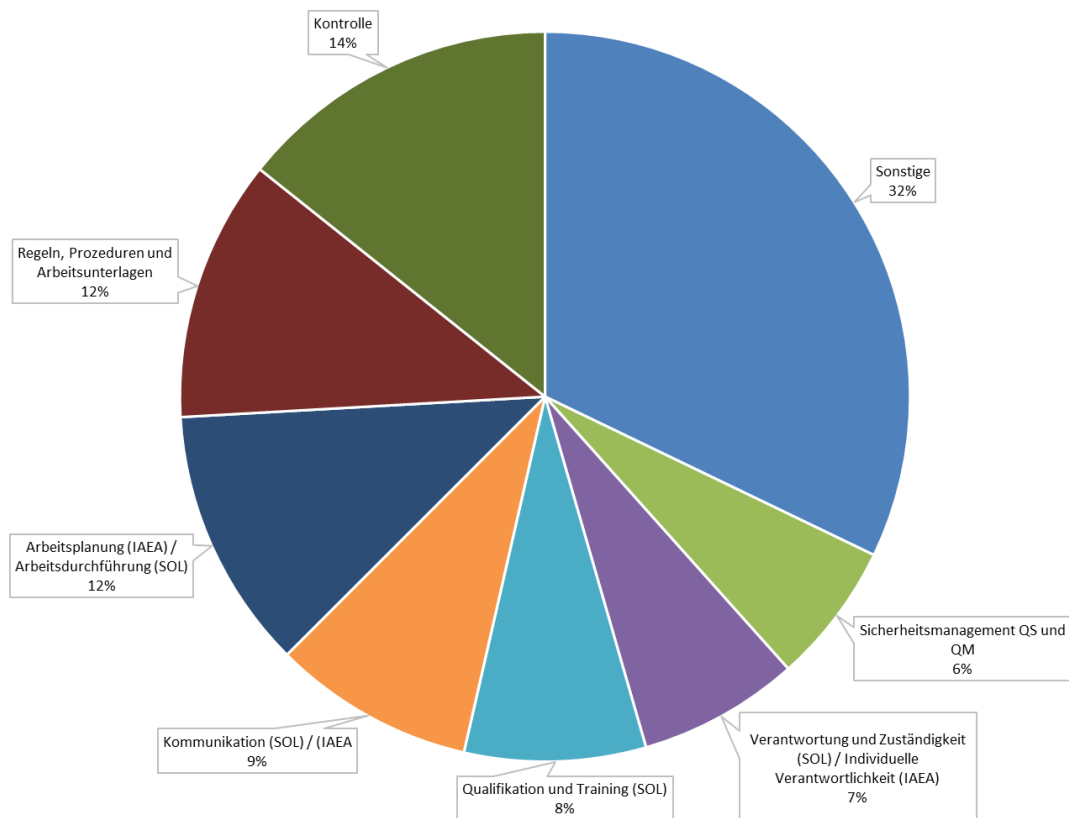


Abb. 5.3 Anteil der häufigsten beitragenden Faktoren bei der Analyse von 23 internationalen Ereignissen

5.3 Erfahrungsbericht der Sachverständigenorganisationen

Die Ereignisanalysen zu spezifischen Aspekten der Sicherheitskultur in der Stilllegung aus der Praxis auf Grundlage gutachterlicher Erfahrung durch Experten auf dem Gebiet der Sicherheitskultur und dem Themenfeld MTO wurden durch die Einbindung der Unterauftragnehmer erweitert. Die Erkenntnisse, die sich aus der Beurteilung von Ereignissen, die nicht durch Meldekriterien erfasst werden und der GRS daher nicht vorliegen, und die Beantwortung relevanter Fragen zu den spezifischen Aspekten, wurden in diese Analyse einbezogen. Dieses Vorgehen diente dazu, das Gesamtbild zum derzeitigen Diskussionsstand darzulegen und die Erfahrungen mit den Analysen der GRS vergleichbar zu machen. Ergebnisse des Analyseberichts finden Eingang in die abschließende Ergebnisdiskussion (Abschnitt 7).

Abb. 5.4 zeigt die häufigsten beitragenden Faktoren, die zusammen etwa 2/3 der insgesamt 264 bestimmten beitragenden Faktoren.

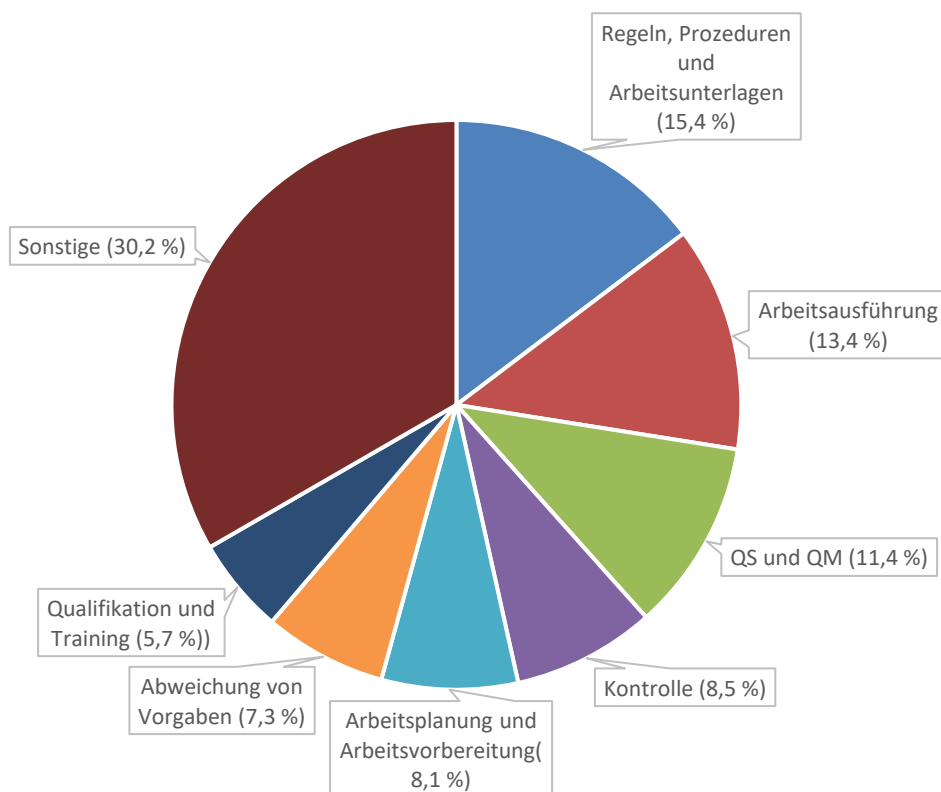


Abb. 5.4 Anteil der häufigsten beitragenden Faktoren bei der Analyse von 29 Ereignissen und nicht meldepflichtigen Vorkommnissen durch die Unterauftragnehmer

5.4 Experteninterviews

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden qualitative, leitfadengestützte Interviews durchgeführt, um vertiefte Einblicke in die subjektiven Perspektiven der Befragten zu Sicherheitskultur in der Stilllegung von Kernkraftwerken zu gewinnen. Die Methode wurde gewählt, um individuelle Erfahrungen und Deutungsmuster explorativ zu erfassen.

Insgesamt wurden 14 Interviews mit Experten von Betreibern, Behörden und Sachverständigenorganisationen geführt. Bei der Auswahl der Interviewteilnehmer wurden gezielt Personen mit spezifischem Erfahrungswissen und unterschiedlichen institutionellen Hintergründen berücksichtigt.

Die Interviews wurden anhand eines halbstrukturierten Leitfadens (vgl. Kapitel 4.1) geführt, der auf Basis der Forschungsfragen und mit den Erfahrungen aus den Ereignisanalysen entwickelt wurde. Der Leitfaden enthielt offene Fragen zu den Themenbereichen Sicherheitskultur im Allgemeinen, Faktoren und Merkmale der Sicherheitskultur, Change-Management, Personal- und Kompetenzentwicklung und Motivation, ließ jedoch auch Raum für individuelle Schwerpunktsetzungen und narrative Elemente (siehe Anhang 0). Die Gespräche wurden mit Einverständnis der Teilnehmenden protokolliert und anschließend anonymisiert.

Die so gewonnenen Erkenntnisse ermöglichen Einblicke in die betriebliche Praxis in der Stilllegung und zeigen die verschiedenen Sichtweisen der Akteure (Sachverständige, Behörden und Betreiber) auf das Thema Sicherheitskultur, wodurch Empfehlungen und Best-Practice Beispiele präzisiert werden können. Die Befragung mittels Interviewleitfaden zielt unter anderem darauf ab, die Sichtweise und damit auch die Beobachtung und das subjektive Urteil der Befragten zu erfassen. Hieraus soll ein Gesamtbild gezeichnet werden und aufgezeigt werden, wo sich Einschätzungen überlagern (siehe hierzu Kapitel 6 und 7.2).

6 Workshop zur Ausarbeitung von Empfehlungen und Best-Practices

Ziel des Workshops war es, die sich aus der bisherigen Arbeit gewonnenen relevanten Erkenntnisse mit Blick auf mögliche Empfehlungen und Best-Practice Beispiele zu erörtern. Grundlage für den Workshop bildeten die vorangegangenen Analysen der meldepflichtigen Ereignisse und der nicht meldepflichtigen Vorkommnisse. Hinzu kamen die Protokolle der Interviews mit Sicherheitskulturexperten aus Behörden, Sachverständigenorganisationen und Betreibern. Wie in Kapitel 7.1 gezeigt wird, lassen sich bestimmte Häufungen von Faktoren auf distale Faktoren projizieren. Diese sind Fremdfirmenbeteiligung, subkulturelle Unterschiede, Anpassung der Organisationsstruktur unter besonderer Berücksichtigung von Prozess- vs. Projektorientierung und die ganzheitliche Planung im Hinblick auf nicht ausgereifte bzw. unangepasste Regeln für die Stilllegung. Es handelt sich hierbei um eher indirekte und entfernte Faktoren, die strukturell oder systemisch sind, über einen längeren Zeitraum wirken und dabei einen Einfluss auf verschiedene Rückbauaspekte nehmen. Für den Workshop wurde weiterhin der distale Faktor Zusammenarbeit von Aufsichtsbehörde, Sachverständigen und Betreiber betrachtet. Dieser konnte zwar nicht aus einer Häufung bestimmter Faktoren bei den Ereignisanalysen festgestellt werden, wurde jedoch in zahlreichen Interviews explizit als problematisch und mit Beispielen erwähnt und lässt sich demnach als strukturell oder systematisch mit Einfluss auf verschiedene Rückbauaspekte charakterisieren.

Zu jedem distalen Faktor wurden mehrere Hypothesen aufgestellt, die sich aus den Ereignisanalysen und Interviews ableiten ließen. In Vorbereitung auf den Workshop wurden diesen Hypothesen Zitate aus den Interviewprotokollen zugeordnet, sofern diese zustimmende oder negierende Argumente enthalten oder eine gewisse Relevanz für die Hypothese aufweisen. Diese Hypothesen und Zitate wurden im Hinblick auf folgende Fragestellung untersucht:

- Ist die Hypothese falsch oder irrelevant?
- Bieten die Zitate einen Anhaltspunkt für eine Änderung der Hypothese oder eine andere Betonung oder Gewichtung?
- Muss die Hypothese ergänzt werden?
- Wird die Hypothese durch die Zitate gestützt oder sprechen Zitate gegen die Hypothese.
- Muss die Hypothese evtl. differenzierter formuliert werden? Wenn ja, wie?

- Gibt es aus der eigenen Erfahrung stützende oder widersprechende Beispiele?
- Welche Empfehlungen lassen sich aus der Hypothese ableiten?
- Gibt es für die Hypothese bekannte Best-Practice Beispiele?

Die Fragestellung regte den Erfahrungs- und Wissensaustausch zwischen den Workshopteilnehmern an und erzielte die folgenden nach distalen Faktoren geordneten Ergebnisse.

6.1.1 Fremdfirmenbeteiligung

Die folgenden Hypothesen wurden während des Workshops mit Blick auf die Fragestellung erörtert:

- Fremdpersonal legt nicht immer die gleiche sicherheitsgerichtete Arbeitsweise an den Tag, wie sie in den Kraftwerken über Jahrzehnte etabliert wurde.
- Etablierte Verfahren und Sicherheitsmaßnahmen sind Fremdfirmenmitarbeitern nicht immer bekannt.
- Die Risikowahrnehmung bei Fremdfirmenmitarbeitern ist oft nicht angemessen.
- Die Verantwortung im Hinblick auf Arbeitsabläufe ist teilweise unklar, den beteiligten Mitarbeitern nicht bekannt oder wird nicht beachtet.

Zu den Best-Practice Beispielen im Umgang mit Fremdfirmen zählen der bereits bei den meisten Betreibern etablierte Abbauparcour für Fremd- und Eigenpersonal, der vor Beginn der Tätigkeit in der Anlage wichtige, sicherheitsgerichtet Arbeitsweisen vermittelt, wie beispielsweise der Umgang von Human-Performance-Tools (HPT) wie Stopp bei Abweichung. Ein weiteres Beispiel ist die Vermittlung von Wissen bei der K1-Belehrung (Betriebskunde Stufe 1, siehe auch /BAS 00/) in Form von Online-Lernmodulen mit Wissenskontrollen. Diese begünstigen und fördern einen individuellen zeitlichen Lernfortschritt und bilden damit einen Gegenpol zur früher üblichen Videobelehrung.

Die These, dass Fremdpersonal nicht immer die gleiche sicherheitsgerichtete Arbeitsweise an den Tag legt, wie sie in den Kraftwerken über Jahrzehnte etabliert wurde, bestätigt sich beispielweise durch den Eindruck mehrerer Interviewteilnehmer. Dienstleister seien fachlich nicht mehr so gut aufgestellt, was man an eingereichten Antragsunterlagen erkenne. Die QS verlagere sich zum Teil von den Betreibern zu den Behörden und Sachverständigen. Des Weiteren wird ausgeführt, dass immer weniger Firmen die VGB-

Qualifikation³ aufweisen. Da viele kleinere Betriebe die Qualitätsansprüche nicht erfüllen, die Betreiber aber auf diese angewiesen seien, führe dies zu Frust bei den Beteiligten und zu langen Planungsphasen. Ein anderer Interviewteilnehmer merkt an, man müsse sehr aufpassen, wenn man den Eindruck gewinnt, dass an der Qualifikation der Fremdfirmen gespart werde, betont dann wie wichtig es ist, dass fremdsprachiges Personal alle Informationen mitbekomme und verweist auf autorisierte Belehrungssysteme, beispielsweise auf Polnisch.

Zur These, dass etablierte Verfahren und Sicherheitsmaßnahmen Fremdfirmenmitarbeitern nicht immer bekannt sind, passen die Aussagen von Interviewteilnehmern, dass es sich als Herausforderung darstellt, die Fremdfirmenmitarbeiter in die Sicherheitskultur auf der Anlage einzubinden. Dennoch wird auch festgestellt, dass die Zusammenarbeit mit Fremdfirmen gut laufe, dass es jedoch wichtig sei, eine gute Kommunikation untereinander zu etablieren und Anforderungen und Erwartungen an die Fremdfirmen klar zu formulieren. Hierbei sei die gemeinsame Schulung von Fremd- und Eigenpersonal eine Möglichkeit, die gegenseitige Akzeptanz und das gemeinsame Verständnis zu erhöhen. Darüber hinaus teilt ein Interviewteilnehmer die Einschätzung, dass Abneigung gegen Werkzeuge (Human-Performance-Tools) hauptsächlich entstehen, wenn Personen nicht genau wissen, wie sie angewendet werden.

Eine mangelhafte Risikowahrnehmung bei Fremdfirmenmitarbeitern zeigt sich beispielhaft in den durch einen Interviewteilnehmer geschilderten Situationen, in denen z. B. beim An- und Ablegen von Schutzausrüstung im Bereich von Alphakontaminationen auf die Anwesenheit einer zweiten, kontrollierenden Person verzichtet wird, was zu Inkorporationen führen kann. Ein weiterer Interviewteilnehmer gibt an, dass öfter negative Äußerungen gegenüber dem Fremdpersonal geäußert wurden, dennoch sei die Motivation, eine hohe Qualität zu erbringen, ebenso wie beim Eigenpersonal gegeben. Jedoch müssten hierfür die entsprechenden Randbedingungen bspw. durch Schulungen geschaffen werden.

Aus Sicht der Workshopteilnehmer lassen sich hieraus folgende Empfehlungen ableiten:

³ Ein durch den vgbe energy e.V. dokumentierter Eignungsnachweis gemäß Regel KTA 1401

- Etablierung eines Fremdfirmenkonzepts, dass darstellt, wie die Fremdfirmenmitarbeiter dazu befähigt werden sollen, ein sicherheitsgerichtetes Verhalten in der Anlage zu entwickeln. Hierbei sollen insbesondere Mitarbeiter aus anderen Betriebskulturen, mit anderem Fachwissen und aus anderen Industrien sowie Mitarbeiter mit fehlenden Kenntnissen des Betriebsreglements berücksichtigt werden.
- Ein weiterer Punkt ist die klare Vermittlung von Erwartungen an die Fremdfirmenmitarbeiter sowie der relevanten Risiken.
- Etablierung einer zentralen, praktischen und tätigkeitsnahen Einführung von Fremdfirmenmitarbeitern vor Aufnahme ihrer Tätigkeit auf der Anlage, mit dem Schwerpunkt auf der Vermittlung notwendiger und erwarteter Fähigkeiten.
- Die Erwartungshaltung an die eigenen Mitarbeiter im Umgang mit Fremdfirmenmitarbeitern soll zudem klar sein.

6.1.2 Subkulturelle Unterschiede

Die folgenden Hypothesen wurden während des Workshops mit Blick auf die Fragestellung erörtert:

- Unterschiedliche Subkulturen in der Firmenzentrale und am Kernkraftwerksstandort führen zu verschiedenen Erwartungshaltungen in Bezug auf Wirtschaftlichkeit und Sicherheit
- Einzelne Individuen haben einen starken Einfluss auf die Sicherheitskultur und das individuelle Fehlverhalten trägt vereinzelt auslösend und wesentlich zu einem Ereignis bei.

Der Diskussionsschwerpunkt lag hier auf dem Konflikt, der sich aus den teilweise abweichenden Zielsetzungen der Führungskräfte vor Ort (insbesondere des LdA⁴) und den Entscheidungsträgern in der Firmenzentrale ergeben. So spielte nach Aussage eines Interviewteilnehmers der externe Faktor Geld für die Sicherheitskultur eine große Rolle. Außerdem führten Vorgaben durch die Konzernleitung zu Schwierigkeiten bei der Zielerfüllung auf der Arbeitsebene. Beispielsweise würde die Entsorgung zentral und nicht vor Ort geplant, was immer „hakelig“ sei. Es käme zu Situationen, in denen Zeit gegen

⁴ Leiter der Anlage

Strahlenschutz abgewogen würde. Laut einer weiteren Aussage ständen Zielvorgaben zur Entsorgung wie Tonnage pro Jahr und Bezeichnungen wie „Abbaufabrik“ im Managementsystem konträr zur Sicherheitskultur. Ein anderer Interviewteilnehmer beobachtete bei früheren Stilllegungsprojekten noch gute Bedingungen, weil Betreiber noch Gewinn aus den laufenden Anlagen erzielen konnten und sich mit einem erfolgreich demonstrierten Rückbau profilieren mussten. Diese Situation sei mit der Abschaltung aller Kernkraftwerk „zerschossen“ worden, weil die betrieblichen Zwänge nun strenger seien. Gemäß einer weiteren Interviewaussage sollte nach den Empfehlungen einer Unternehmensberatung die Stilllegung mehr dem „Fabrikgedanken“ folgen. Die Zentrale der Betreiber sei dem nachgekommen und habe damit die neue Unternehmensstruktur geprägt. Das alte Sicherheitskonzept sei dabei verloren gegangen. Dennoch hielten die LdA die Linie hoch und seien von den Konzernzentralen bisher nicht überregelt worden.

Zum Fehlverhalten von Individuen passt die Interviewaussage, das sog. „alte Hasen“ eine Vorstellung von der Vorgehensweise hätten und sich die Planung von Arbeiten aus den Ärmeln schüttelten. Einen systematischen Ansatz würden diese nicht kennen, da dies noch nie so gemacht worden sei und ein PDCA-Zyklus nicht angenommen würde. Einzelnes Fehlverhalten führte zudem auch zum Nichtmelden von Vorkommnissen. Was in dem Beispielfall aus Sicht des Interviewten zu einer zu geringen Ahndung in Form einer Abmahnung führte.

Im Verlauf des Workshops wurden zum Thema Zeitdruck bei Stilllegungstätigkeiten verschiedene Zitate und Ereignisabläufe diskutiert. Zwar konnte dies in den Analysen verschiedener Ereignisse als ein Faktor identifiziert werden, jedoch sind sich die Experten und Interviewten in diesem Punkt nicht sicher, ob es sich dabei um einen entscheidenden Faktor handelt bzw. wie hoch sein tatsächlicher Einfluss auf die Abläufe ist.

Aus Sicht der Workshopteilnehmer lassen sich hieraus folgende Empfehlungen ableiten:

- Subkulturellen Unterschieden sollte durch die Führungskräfte entgegengewirkt werden, die ein Bewusstsein für diese Unterschiede schaffen und durch ihre Sichtbarkeit in der Anlage eine positive Sicherheitskultur vorleben.
- Die Kommunikation der Führungskräfte sollte vermitteln, dass der Sicherheit auch gegenüber ökonomischen Belangen die höchste Priorität eingeräumt wird.

6.1.3 Anpassung der Organisationsstruktur, Prozesse vs. Projektorientierung

Die folgenden Hypothesen wurden während des Workshops mit Blick auf die Fragestellung erörtert:

- Durch den Fokus auf die Arbeit in Projekten steigt die Wahrscheinlichkeit, dass die aus dem Gesamtprozess resultierenden Abhängigkeiten bzw. die Anforderungen anderer Fachbereiche (bspw. Vorgaben der Entsorgung oder des Strahlenschutzes) im Rahmen eines spezifischen Projektes nicht oder nur unzureichend berücksichtigt werden.
- Die kontinuierlichen Veränderungen der Anlage und von Arbeitsunterlagen begünstigen Ereignisse.
- Wissensmanagement als essenzieller Teil einer ausgeprägten Sicherheitskultur wird oft nicht ausreichend berücksichtigt.

Zur ersten Hypothese passt die Aussage eines Interviewteilnehmers, der eine wesentliche Problematik bei den Schnittstellen zwischen Restbetrieb und Abbau und dem Reststoffmanagement sieht. Die Analysen zu nicht meldepflichtigen Ereignissen zeigen im Ergebnis genau diese Problematik zwischen den Fachbereichen. Zudem begünstigt die Veränderung der Anlage Ereignisse. Zu dieser Einschätzung gelangen verschiedene Interviewteilnehmer. Zitate aus den Interviewprotokollen hierzu sind:

- Im Betrieb sind die Arbeitsmittel „dreimal getestet“. Jetzt sind viele neu und es ist nicht klar, ob diese ebenso erprobt sind. Neue Handlungen mit neuen Arbeitsmitteln werden nun zum ersten Mal ausgeführt. Es besteht die Erwartung, dass diesbezüglich Ereignisse auftreten werden.
- Da aktuell Arbeiten parallel laufen, kommt es im Übergang zum tatsächlichen Abbau zu hohen Arbeitsbelastungen.
- Eine Veränderung zeigt sich eher im Handeln, aber nicht in angepassten Betriebsdokumenten oder Vorschriften.
- Es sind individuelle Anlagen, die sich ständig verändern, daher kann es immer nur Richtlinien geben, die man entsprechend auslegen muss. Das ist aber oftmals schwierig.
- Zu Veränderungen in den angewendeten Regelwerken: Früher waren hauptsächlich KTA und SiAnf, nun zunehmend nicht kerntechnisch spezifische Regelwerke relevant (DINs). DINs erfordern zum Teil auch höhere Standards bei

Rückbautätigkeiten als im kerntechnischen Regelwerk. Hier wären auch Anpassung auf Seite der Behörde notwendig

Ein Interviewteilnehmer beschreibt die Problematik folgendermaßen und zeigt sogleich Lösungen auf: „Das Entsorgungskonzept ist hoch akademisch mit Anweisungen, die für die Betriebsmannschaft zu komplex sind. Es müssen daher einfachere Anweisungen her – wenige einfache Schaubilder“. Als Ausnahmen werden Freimessanlagen gesehen, da in dem Fall Akademiker die Aufgabe durchführen. Als Beispiele werden zudem: „Sicherheits-Kartensatz, Sicherheitsparcours, AVO beim Auftragnehmer, VDA vom Eigenpersonal oder unabhängig“ genannt.

Aus Sicht der Workshopteilnehmer ist das Bewusstsein für die mangelhaften Dokumentation von Schnittstellenbetrachtungen zu Beginn der Stilllegung bei Betreibern, Sachverständigen und Behörden inzwischen vorhanden. In diesem Zusammenhang empfehlen sie eine Evaluation sowohl des nationalen als auch des internationalen Erfahrungsrückflusses.

Zu den identifizierten Best-Practice Beispielen zählen aus Sicht der Experten, dass Führungskräfte ihre Präsenz vor Ort demonstrieren und dass Vorgesetzte in Pre-job, Schicht- und Post-job-briefings regelmäßig diese Aspekte betrachten und einbeziehen. Ein Interviewteilnehmer bemerkte hierzu, dass die Vorbereitung von Tätigkeiten einen wesentlichen Aspekt der Sicherheitskultur darstellt. Hierbei sind zum Beispiel bei Verpackungstätigkeiten Aspekte wie, von welchen Firmen welche Werkzeuge oder welche Kisten zum Verpacken genutzt werden, etc. zu betrachten. Während des Leistungsbetriebs hätte man hierzu einfach auf einen Ordner zurückgreifen können. Bei Aufgaben im Rückbau, wie beispielsweise „einen Raum leer machen“, müssten bei der Planung Aspekte, betroffene Systeme und Nachbarräume berücksichtigt werden. Es wird als hilfreich betrachtet, wenn die Abbauplanung durch das Eigenpersonal durchgeführt würde.

Ein weiterer Themenschwerpunkt bildete das Wissensmanagement. Dieses funktioniere laut Aussage eines Interviewteilnehmers nicht. Es gebe zwar unterschiedliche Ansätze, diese schiefen allerdings wieder ein. Viele Interviewteilnehmer wiesen insbesondere auf die Problematik hin, dass erfahrene, ältere Mitarbeiter das Unternehmen verließen und ihr Wissen verloren ginge. Jedoch gestalte sich nicht nur der Transfer von erfahrenen, älteren zu neuen, jüngeren Mitarbeitern schwierig, sondern auch der Transfer von einem Bereich in einen anderen, besonders unter dem Aspekt

einer sich ständig verändernden Anlage. Als ein Beispiel für diese Problematik werden etwa rostige Abfallfässer genannt, bei denen der Inhalt und die Umstände der Einlagerung nicht mehr bekannt sind. Laut Aussage des Interviewteilnehmer werden Übergaben nicht ausreichend geschult. Erfahrungsträger mit umfangreichem Wissen sind mit dem Eintritt in die Stilllegung gegangen, während Nachfolger nicht ausreichend geschult wurden. Ein Interviewteilnehmer merkt hierzu an, dass neues, anforderungsbezogenes Wissen und Fertigkeiten vermittelt werden müssen und dass in der Stilllegung der Frontalunterricht hierfür weniger gut geeignet ist.

Die Herausforderungen beim Wissensmanagement sind jedoch nicht nur bei den Betreibern aufgetreten. So bemerkt ein Interviewteilnehmer einer Behörde, dass ein Wissensmanagement nicht stattfinden würde und dass die Archive zwar voll seien, die neuen Leute jedoch nicht wüssten, welche Informationen dort zu finden seien. Insbesondere wird ausgeführt, dass die neuen Mitarbeiter nicht aus der Kernkraftbranche kommen und den Rückbau lediglich verwalten, was bei den Sachverständigen auch so sein soll. So wirken Gutachten auf den Interviewteilnehmer auch qualitativ dünner und wirken manchmal lediglich abgeschrieben. Des Weiteren führt der Interviewteilnehmer aus: „Ich kann das noch bewerten, aber wenn jemand Neues kommt, hat der nicht die ausreichende Anlagenkenntnis. Aber das kann man auch nicht ändern. Da hätte man viel früher ansetzen müssen und die Leute vier bis fünf Jahre parallel einarbeiten müssen. In den 90ern und 2000ern war das noch so. Aber das ist nun weg und wird auch nicht mehr kommen.“

Aus Sicht der Workshopteilnehmer lassen sich hieraus folgende Empfehlungen ableiten:

- Für neue Mitarbeiter sollte eine hinreichende Übergangszeit geschaffen werden, in der sie von ihren Vorgängern lernen können. Dies sollte möglichst einfach für die Mitarbeiter gestaltet werden (Automatisierung) und der Dialog als wichtiges Mittel etabliert werden.
- Die Möglichkeiten die künstliche Intelligenz für das Wissensmanagement bieten könnte, sollten von Betreibern, Sachverständigen und Behörden eruiert werden.

6.1.4 Ganzheitliche Planung

Die folgenden Hypothesen wurden während des Workshops mit Blick auf die Fragestellung erörtert:

- Durch ganzheitliche Planung, das Einbeziehen aller beteiligten Organisationseinheiten und einer hinterfragenden Grundhaltung ließen sich latente beitragende Ereignisfaktoren frühzeitig beseitigen.

Die Workshopteilnehmer stellten eine geringe Anzahl an Zitaten in den Interviewprotokollen mit Bezug „ganzheitliche Planung“ fest. Dies spiegelt aus Workshopteilnehmersicht nicht die Bedeutung in den Ereignisanalysen wider. Die Bedeutung zeigt sich möglicherweise erst durch ereignisübergreifende Analysen. Die voneinander unabhängigen Analysen durch GRS und die Unterauftragnehmer zeigen beide eine Relevanz in der Stilllegung für dieses Thema. Es empfiehlt sich daher, diesen Aspekt als ein wichtiges Argument für die ereignisübergreifende Analyse von sicherheitskulturellen Aspekten anzusehen. Laut Aussage eines Interviewteilnehmers ist die Vorbereitung einer Tätigkeit ein wesentlicher Aspekt, besonders sei dabei in Betracht zu ziehen, mit welcher Firma man die Tätigkeit bestreitet, und welche Werkzeuge und welches Material verwendet werden sollen. Hierbei sei die Planung durch Eigenpersonal hilfreich, da Aufgaben im Rückbau wie etwa „einen Raum leer machen“ bei der Planung Aspekte wie Übergang von Systemgrenzen und Rückwirkungsfreiheit auf Nachbarräume beinhalten können. Dies sei besonders mit Bezug auf den Brandschutz entscheidend, so ein weiterer Interviewteilnehmer, da sich die Summe der Wanddurchbrüche auswirken können, und durch eine Einzelbetrachtung ggf. deren Auswirkung unterschätzt werden könnte. Zur Kommunikation und Arbeitsplanung haben sich Pre-Job- und Post-Job Briefings etabliert.

Die Workshopteilnehmer weisen auf die sicherheitsfördernde Bedeutung eines Schichtbriefings hin, also einer geregelten Arbeitsübergabe mit Besprechung zu jeder neuen Schicht und verweisen im Zuge dessen auf die Empfehlung der RSK /RSK 25/.

Aus Sicht der Workshopteilnehmer lassen sich hieraus folgende Empfehlung ableiten:

- Da sich Mängel bei der Arbeitsplanung oft nicht bei der Analyse von Einzelereignissen als solche feststellen lassen, empfiehlt sich zur Förderung einer Ganzheitlichen Arbeitsplanung eine ereignisübergreifende Analyse unter besonderer Berücksichtigung der folgenden Faktoren:

- Regeln, Prozeduren und Arbeitsunterlagen,
- Arbeitsplanung und Arbeitsvorbereitung,
- Qualifikation und Training.

6.1.5 Zusammenarbeit von Betreibern, Sachverständigen und der Aufsichtsbehörde

Die folgenden Hypothesen wurden während des Workshops mit Blick auf die Fragestellung erörtert:

- Lange Prüfungen und ausstehende Genehmigung von Dokumenten können einen negativen Einfluss auf den Ereignishergang haben.
- Für (neue) Sachverständige und Behördenmitarbeiter werden zu wenig Schulungen durchgeführt, dies führt zu Mängeln in der Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Parteien.

Mehrere Interviewaussagen zeigten den Workshopteilnehmern einen grundlegenden Konflikt in der Zusammenarbeit von Behörden, Sachverständigen und Betreibern. So ist aus der Sicht der Workshopteilnehmer an den Interviewaussagen die Zielsetzung der Beteiligten erkennbar:

- Es gibt zwischen Behörde und Betreiber eher Spannungen darüber, wieviel geprüft werden muss. Da hätte der Betreiber gerne schlankere Verfahren, was man bei dem Aufwand in vielen Fällen auch nachvollziehen kann.
- Sorgen macht aber auch der Sparkurs des Bundes. Es werden große und wichtige Projekte verschoben. Das hat Auswirkungen auf die Sicherheitskultur und die Moral. Was sind Termine denn noch wert, wenn klar ist, dass sie nicht eingehalten werden?
- Früh mit Behörden kommunizieren (per Telefon), auch bei Ereignissen unterhalb der Meldeschwelle. Aufbau von Vertrauen untereinander. Wünschenswert wäre es, wenn Betreiber, Behörde und Sachverständige es verstehen, an einem gemeinsamen Ziel zu arbeiten. Es wird nicht immer als sinnvoll erachtet bzw. es demotiviert, wenn Sachverständige Forderungen an diese noch kurz vor der Abschaltung stellen. Wenn nochmal nach einer Sache gefragt wird, obwohl bereits Austausch darüber stattgefunden hat, um noch einen weiteren Brief zu schreiben.

- Je „härter“ die Behörde die Anlage konfrontiert, umso mehr erzeugt dies beim Betreiber die Reaktion nur noch das Nötigste an die Behörde zu kommunizieren.
- Ereignisbewertung müsste eigentlich die Sachverständigen und Behörden mit umfassen, denn die Sicherheitskultur ist keine reine Betreiberangelegenheit, sondern es gibt eben den Einfluss von Sachverständigen und Behörde. Junges Personal setzt eher auf einen gewissen „Dokumentationszwang“, während Leute früher eher vor Ort waren, wo auch die Sicherheitskultur ist, wo man sie erleben kann.

Die Landesbehörden verfolgen das Ziel, juristisch unanfechtbare, korrekte Genehmigungen auszustellen und unterliegen dabei einem politischen Einfluss. Die Sachverständigen haben zum Ziel, korrekte Gutachten zu erstellen und Prüfungen nach wissenschaftlichen und ingenieurtechnischen Standards durchzuführen. Beide Zielstellungen fördern dabei eine Absicherungskultur. Dem gegenüber stehen Betreiber, deren Ziel es ist, nach dem Ende des Leistungsbetriebs, zu möglichst geringen Kosten zurückzubauen (siehe hierzu Cost- vs. Profit-Center, Kapitel 2.1.1). Ein Beispiel für das unterschiedliche Rollenverständnis und eines möglichen Lösungsansatzes gibt ein Interviewteilnehmer:

- In der Praxis muss man immer irgendwo vom Plan abweichen, aber das muss nicht immer über einen Änderungsantrag laufen, sonst blockiert man den Bau und kommt nie zur Fertigstellung. Besseres und übliches Vorgehen: Nach Fertigstellung gibt es dann einen zusammenfassenden Abgleich, bei dem dann die Änderungen erfasst und genehmigt werden können. Diese Gepflogenheiten haben Kapazitäten für Wesentliches geschaffen und man hat sich nicht im Klein-Klein verloren. „Der SV muss nicht immer alles stempeln“.

Des Weiteren zeugen Interviewaussagen von einem hohen Aufwand für Genehmigungsverfahren, der für alle Beteiligten zu mangelnder Motivation und Überforderung führen kann. So seien laut Aussage eines Interviewteilnehmers durch die Abstimmung mit den Sachverständigen Arbeitsabläufe in der Stilllegung schwieriger planbar als in der Betriebsphase und der damit erhöhte Aufwand ein Grund für Motivationsprobleme. Erschwerend komme hinzu, dass zu viele Vorplanungen automatisch Änderungen erzeugten. Zu allgemeine Planungen ließen sich aber auch nicht durch Sachverständige begutachten. Die richtige Balance werde nicht immer gefunden. Des Weiteren sei bei Stilllegungsgenehmigungen, aufgrund der höheren Arbeitslast, Arbeit an Stellen wie Anlagenbesuche reduziert und stattdessen auf Videokonferenzen ausgewichen worden.

Ein Behördenmitarbeiter weist außerdem auf Rahmenbedingungen beim Vergabeprozess an Sachverständige hin, die zu Problemen bei Gutachten führen können. So dürfen Sachverständige „nur bis zu einem Betrag von 250.000 €“ beauftragt werden, da es sonst zu einer EU-weiten Ausschreibung kommen muss. Dies fördere die Kleinteiligkeit und führe zu einem „Hin und Her“ zwischen Behörde und Sachverständigen.

In den Interviews wurde der mangelhafte Kompetenzerhalt häufig thematisiert. Neue Mitarbeiter, sowohl bei Behörden als auch bei Sachverständigen, seien nicht ausreichend eingearbeitet worden. Dies sei besonders problematisch, da das Personal, das bei der Errichtung der Anlage anwesend war, mittlerweile nicht mehr tätig ist und auch jenes Personal, das den Betrieb noch erlebt habe, stetig abnehme. Diese Schwierigkeiten gäbe es bei Behörden, Sachverständigen und Betreibern. Zudem fehle es teilweise an Perspektiven zur langfristigen Weiterentwicklung. Neue Mitarbeiter bei den Aufsichtsbehörden hätten laut Aussage eines weiteren Interviewteilnehmers nicht die Routine in der Sicherheitskultur und seien unsicher in der Auslegung von Regeln. Verbesserungsmöglichkeit sei es zum einen, Austauschräume und eine Vernetzung zwischen den Behörden im Bereich der Sicherheitskultur zu schaffen und zum anderen eine Übergangsphase zu ermöglichen, in der ausscheidende Mitarbeiter die neuen Mitarbeiter einarbeiten, wogegen jedoch rechtliche und organisatorische Gründe, insbesondere bei Behörden bestehen. Früher seien Einarbeitungen umfangreicher gewesen, es gilt dabei laut Aussage eines Interviewteilnehmers jedoch zu bedenken, dass zu Zeiten des Leistungsbetriebs das Gefährdungspotential noch höher war und damit eine umfangreichere Einarbeitungszeit gerechtfertigt gewesen sei.

Aus Sicht der Workshopteilnehmer lassen sich hieraus folgende Empfehlungen ableiten:

- Durch verbindliche Absprachen zwischen Genehmigungsbehörde, Antragssteller und Sachverständigen bezüglich des Prüfgegenstands und des Bewertungsmaßstabs soll möglichst im Vorfeld eines Genehmigungs- bzw. Zustimmungsprozesses ein gemeinsames Verständnis geschaffen werden.
- Die Erfahrungen aus Genehmigungsverfahren sollten hinsichtlich Sicherheitskultur durch eine Arbeitsgruppe mit Behörden, Betreiber und Sachverständigen länderübergreifend ausgetauscht und aufbereitet werden.

7 Ergebnisdiskussion

7.1 Sachstand zur Sicherheitskultur in der Stilllegung

Auf Grundlage der analysierten Ereignisse aus der Stilllegung lassen sich verschiedene Muster und wiederkehrende Merkmale erkennen. Die einzelnen Ereignisanalysen zeigen jeweils spezifische Abläufe, Konstellationen von beteiligten Personen und Organisationen, sowie spezifische Situationsbedingungen, die sich unabhängig vom jeweiligen Bundesland und Betreiber in einer Vielzahl verschiedener Anlagen in Deutschland feststellen ließen. Ein besonderer Mehrwert ergibt sich aus der Analyse mehrerer Ereignisse mithilfe des entwickelten systematischen Ansatzes. Nach der Bestimmung von Analysebausteinen für jedes analysierte Ereignis und einer Bewertung des jeweiligen Reifegrades konnten Häufungen von Faktoren identifiziert werden, die sich im Anschluss als übergeordnete (distale⁵) Einflussfaktoren zusammenfassen lassen. Hierdurch werden die systemischen Faktoren herausgestellt, die Einfluss auf die Sicherheitskultur und somit letztlich auf das Eintreten von Ereignissen ausüben.

Während die GRS 25 meldepflichtige Ereignisse analysierte, untersuchten die Unterauftragnehmer weitere 19 meldepflichtige Ereignisse (gemäß AtSMV) und 10 nicht meldepflichtige Ereignisse. Nachfolgend werden die häufigsten Faktoren, bezogen auf die jeweilige Gesamtzahl der beiden Analysen, aufgeführt:

Analyse der Unterauftragnehmer:

- Regeln, Prozeduren und Arbeitsunterlagen“ (15,4 %)
- Arbeitsausführung“ (13,4 %)
- Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement“ (11,4 %)
- Kontrolle“ (8,5 %)
- Arbeitsplanung und Arbeitsvorbereitung“ (8,1 %)
- Abweichung von Vorgaben“ (7,3 %)

⁵ Ein distaler Faktor ist strukturell oder systemisch, wirkt über einen längeren Zeitraum und nimmt dabei Einfluss auf verschiedene Rückbauaspekte.

- Qualifikation und Training“ (5,7 %)

Analyse der GRS:

- Hinterfragende Grundhaltung (10,6 %)
- Regeln, Prozeduren und Arbeitsunterlagen (9,9 %)
- Verantwortung und Zuständigkeit / Individuelle Verantwortlichkeit (9,5 %)
- Kontrolle (9,4 %)
- Kommunikation (9,1 %)
- Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement (9,1 %)
- Problemerkennung und -lösung (7,5 %)

Auffällig und leicht nachvollziehbar ist, dass die identifizierten Faktoren überwiegend auf der Ebene konkreter Arbeitsabläufe und Arbeitsorganisation wirken, also dort, wo Fehler direkt sichtbar werden. Übereinstimmend wurden dabei „Regeln, Prozeduren und Arbeitsunterlagen“, „Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement“ sowie „Kontrolle“ als wichtige Faktoren genannt. Auch die weiteren Faktoren betreffen überwiegend die Ebene des praktischen Handelns, wie etwa Abweichung von Vorgaben, unzureichende Arbeitsvorbereitung oder Unklarheiten bei Zuständigkeiten und Verantwortlichkeit. Insgesamt zeigt sich, dass viele der analysierten Faktoren unmittelbar mit der Gestaltung, Umsetzung und Kontrolle von Arbeitsprozessen verknüpft sind.

Einen modelltheoretischen Ansatz hierzu liefert eine Adaption des Schweizer-Käse-Modells nach Reason. Nach dieser Anpassung stehen die Käsescheiben für wirksame Barrieren durch eine etablierte Sicherheitskultur in Form Merkmalen, Einstellungen und Verhalten auf einer individuellen und organisationalen Ebene. Die beitragenden Faktoren Qualifikation und Regeln, Prozeduren und Arbeitsplanung zeigen hier die Löcher in der ersten Barriere an und bilden einen latenten Beitrag zum Zustandekommen des Ereignisses. Auf der nächsten Ebene bildet das aktive Handeln der Individuen, insbesondere durch die beitragenden Faktoren Arbeitsausführung und Abweichung von Vorgaben, die Löcher in der Barriere ab. Es kommt zu einer Fehlhandlungen, deren Auswirkungen durch Mängel in der letzten Barriere, etwa durch die latent vorliegenden, beitragenden Faktoren QS und QM und Kontrolle letztlich zu einem Ereignis führen.

Die Bewertung der Analysebausteine anhand der Reifegradstufen zeigt eine deutliche Tendenz zu den Stufen „pathologisch“ und „reaktiv“. So sind

- 61,2 % pathologisch
- 23,2 % reaktiv
- 7,6 % berechnend
- 7,6 % proaktiv und
- 0,4 % generativ

bewertet worden. Dieses Ergebnis ist insofern nachvollziehbar, als dass sich die Auswertung auf tatsächlich eingetretene Ereignisse konzentrierte, bei denen sicherheitsrelevante Schwächen bereits zum Tragen gekommen sind. Dadurch werden vor allem Situationen erfasst, in denen niedrigere Reifegrade mit höherer Wahrscheinlichkeit sichtbar werden. Situationen, in denen hingegen von einem höheren Reifegrad auszugehen ist, beispielsweise wenn Ereignisse durch das korrekte Handeln proaktiv verhindert wurden, werden nicht abgedeckt.

In einer weitergehenden Analyse wurde geprüft, ob sich bei den analysierten Ereignissen Gemeinsamkeiten erkennen lassen, die als übergeordnete (distale) Einflussfaktoren die Wirksamkeit bestehender Barrieren beeinträchtigt haben könnten. Es wurden folgende Einflussfaktoren identifiziert:

- Fremdfirmenbeteiligung
- Subkulturelle Unterschiede
- Anpassung der Organisationsstruktur unter besonderer Berücksichtigung von Prozess- vs. Projektorientierung
- Ganzheitliche Planung im Hinblick auf nicht ausgereifte bzw. unangepasste Regeln

Diese dienten anschließend als Grundlage für die Auswertung der durchgeführten Interviews. Aus der Auswertung der Interviews ergab sich jedoch, dass zusätzlich der distale Einflussfaktor „Zusammenarbeit von Betreibern, Sachverständigen und der Aufsichtsbehörde“ in die Analyse einbezogen werden sollte. Zwar konnte dieser nicht direkt aus den Ereignisanalysen abgeleitet werden, wurde jedoch in zahlreichen Interviews explizit und anhand konkreter Beispiele als relevant beschrieben. Somit ließ sich dieser Faktor als

strukturell oder systematisch mit Einfluss auf verschiedene Rückbauaspekte charakterisieren. Darüber hinaus wurde die zentrale Rolle des Kompetenzerhalts und Wissensmanagements von nahezu allen Interviewteilnehmern hervorgehoben. Die geschilderten Situationen und damit einhergehende Probleme ermöglichten hier eine gezielte Adressierung in Form von Empfehlungen. Diese betreffen beispielsweise die Einarbeitung neuer Mitarbeiter und die Gestaltung eines Generationenwechsels.

Zu jedem distalen Einflussfaktor wurden mehrere Hypothesen aufgestellt, die sich aus den Ereignisanalysen und Interviews ableiten ließen. Diesen Hypothesen wurden Zitate aus den Interviewprotokollen in einem ersten Analyseschritt zugeordnet, sofern diese zustimmend oder negierende Argumente enthielten oder eine Relevanz für die Hypothese aufwiesen. Die Projektmitarbeiter untersuchten diese Hypothesen und Zitate. Dabei wurde geprüft, ob diese durch Zitate gestützt oder widerlegt werden können, ob sie angepasst, ergänzt oder differenzierter formuliert werden müssen und ob eigene Erfahrungen sowie Best-Practice-Beispiele zur Bewertung und Ableitung von Empfehlungen beitragen können.

Im Ergebnis wurde zu jedem der fünf distalen Faktoren mehrere Thesen identifiziert, um im Anschluss Empfehlungen hieraus abzuleiten und Best-Practice-Beispiele aus den Interviews entsprechend zu benennen. Die Best-Practices basieren dabei beispielsweise auf den von verschiedenen Interviewteilnehmern geschilderten und in verschiedenen Bundesländern integrierten Human-Performance-Tools (HPT) und deren Schulung für Fremd- und Eigenpersonal in Form von Sicherheitsparcours, ergonomischer Anpassungen für rückbaurelevante Tätigkeiten und organisatorische Anpassungen, wie die Benennung von Sicherheitskulturbeauftragten.

7.2 Zusammenfassung sicherheitsrelevanter Aspekte in Bezug auf Sicherheitskultur in der Stilllegung

7.2.1 Fremdfirmenmanagement und Subkulturelle Unterschiede: Analyse der Sicherheitskultur und des Sicherheitsklimas im Kontext der Stilllegung in Bezug zu Behörden, Sachverständigenorganisationen und Fremdfirmen

Aufgrund der dynamischen Arbeitsumgebung, in der sich sowohl die räumliche Umgebung sowie die Zusammensetzung der Belegschaft und insbesondere die projektbezogenen Fremdfirmen ständig ändern, stellt sich die Frage, inwiefern eine stabile,

einheitliche Sicherheitskultur herstellbar ist (siehe Abschnitt 2.4.2 „Stabiler Leistungsbetrieb vs. sich beständig ändernde (dynamische) Bedingungen in der Stilllegung“). Hier wird einerseits betont, dass die Sicherheitskultur nicht nur innerhalb der eigentlichen Organisation gedacht werden sollte /OED 15/, sondern auch die beteiligte Organisation (u. a. Fremdfirmen) miteinschließen muss, um ein gemeinsames Sicherheitsverständnis zu schaffen. Inwiefern sich im Kontext eines dynamischen Arbeitsumfeldes in der Bauindustrie eine gemeinsame Sicherheitskultur herausbilden lässt, wird im Beitrag /SHE 25/ kritisch reflektiert. Dabei wird die konkrete Betrachtung von Aspekten wie Sicherheitsklima (z. B. wahrgenommene Sicherheitspriorität im Unternehmen), Management Commitment, Supervisory Practices u. a. als potenziell zielführender betrachtet.

Aus den Interviews lässt sich ableiten, dass sich der Umgang mit Sicherheit im Stilllegungsbetrieb je nach Akteursgruppen unterscheidet. Während sich zwischen Betreibern, Sachverständigenorganisationen und Behörden in den Interviews Hinweise auf eine langjährig gewachsene Routine im Umgang miteinander und bezüglich der Sicherheit finden lassen, sind die Hinweise zu den Beziehungen zu Fremdfirmen im Abbau mehr von kurzfristigen und projektbezogenen Aspekten geprägt. Im Folgenden werden entsprechende Hinweise aus den Interviews dargestellt.

Sicherheitskultur: Stabilität und gemeinsame Werte

In den Interviews lassen sich zwischen Betreibern, Sachverständigenorganisationen und Behörden Hinweise auf ein gemeinsames verankertes Sicherheitsverständnis identifizieren, das sich über Jahre der Zusammenarbeit herausgebildet hat. Dabei wird jedoch auch auf Unterschiede in der Sicherheitskultur zwischen verschiedenen Anlagen hingewiesen. Ein Vertreter einer Sachverständigenorganisation führt diese Unterschiede unter anderem auf den Faktor Bundesland zurück. Einige Landesbehörden legen mehr Wert auf eine gelebte Sicherheitskultur auf der Anlage als andere, was sich dann auch bemerkbar macht.

Ein Betreibervertreter hebt die langjährige, vertrauensvolle Zusammenarbeit mit Behörden und Sachverständigen positiv hervor. Man kenne sich, arbeite lösungsorientiert zusammen und pflege einen fairen Umgang. Dies ist ein deutlicher Hinweis auf eine gewachsene Sicherheitskultur. Im Interview mit einem Behördenvertreter werden zudem die gemeinsamen Fachgespräche zwischen Betreiber und Behörde angesprochen. Diese bieten die Chance das gemeinsame Verständnis zu fördern und auch Erkenntnisse über tiefere Überzeugungen im Sinne des Kulturmodells nach Schein

(Kapitel 3.2.3.4) zu ermitteln. Behördenvertreter betonen zudem, dass ihr eigenes Auftreten bei Anlagenbesuchen zur Sicherheitskultur beiträgt, etwa durch das Einhalten der vor Ort geltenden Regeln und das Ansprechen von Auffälligkeiten. Ein Vertreter einer Sachverständigenorganisation hebt zudem die Bedeutung einer etablierten Fehlerkultur hervor, also einer herausgebildeten Erfahrung im Umgang mit gemachten Fehlern.

Die Aussagen sprechen dafür, dass Sicherheit hier als organisationsübergreifendes Prinzip verstanden wird. Die langjährige Zusammenarbeit hat zu stabilen Strukturen, klaren Rollenverteilungen und einem gemeinsamen Werteverständnis geführt.

Gleichzeitig wird deutlich, dass die Rahmenbedingungen für die Weitergabe von Wissen und Erfahrungen sowie für den Erhalt einer guten gemeinsamen Sicherheitskultur wichtig sind. Ein Behördenvertreter wies darauf hin, dass im eigenen Haus passende Organisationsstrukturen und ausreichende finanzielle Mittel vorhanden sein müssen, um beispielsweise eine gute Zusammenarbeit mit Sachverständigenorganisationen zu ermöglichen. Fachliche Kompetenz sei notwendig, um die Gutachten der Sachverständigenorganisation richtig zu verstehen und bewerten zu können. In einem weiteren Interview wird von einem Behördenvertreter kritisch angemerkt, dass Anforderungen an den Betreiber teilweise nur formal in Prozesse umformuliert werden. Andererseits bleibt die behördliche Prüfung mangels Personals ebenfalls oberflächlich. Die Aussagen deuten darauf hin, dass gute Rahmenbedingungen (personell, strukturell und finanziell) eine wichtige Voraussetzung für die Herausbildung, den Erhalt und die Festigung einer guten gemeinsamen Sicherheitskultur sind.

Sicherheitsklima: Aktive Steuerung und Herausforderungen mit dem (projektbezogenen) Fremdpersonal

Im Gegensatz zum langjährig aufgebauten gemeinsamen Sicherheitsverständnis zwischen Betreiber, Behörden und Sachverständigenorganisationen zeigen die Interviews mit Bezug zu Fremdfirmen in der Stilllegung eine eher situatives, und durch aktive Steuerung geprägtes Sicherheitsverständnis. Zudem äußern mehrere Interviewteilnehmer Zweifel daran, ob sich unter den gegebenen Bedingungen überhaupt eine gemeinsame, hohe Sicherheitskultur mit Fremdfirmen entwickeln lässt.

So wird in einem Interview mit einer Sachverständigenorganisation darauf hingewiesen, dass es eine Herausforderung sei, Fremdfirmenmitarbeiter in die bestehende Sicherheitskultur der Anlage einzubeziehen. Ein weiterer Vertreter einer

Sachverständigenorganisation hebt hervor, dass Fremdfirmen eine ganz andere Unternehmenskultur mitbringen, die sehr schwer auf das Niveau des Kernkraftwerkspersonal anzuheben ist. Auch ein Behördenvertreter äußerte Unsicherheit darüber, ob die Sicherheitskultur erhalten bleibt, wenn künftig vermehrt Fremdpersonal die Rolle des Verantwortlichen vor Ort (VdA) übernimmt. In diesem Zusammenhang wird die Rolle des Leiters der Anlage (LdA) als entscheidend gesehen, um auf die Sicherheitsverantwortlichen der Fremdfirmen einzuwirken. Ein weiterer Behördenvertreter äußert zudem den Eindruck, dass Fremdfirmen eine andere Herangehensweise an Aufgaben zeigen als das Eigenpersonal. Dies kann sich auch im Sicherheitsverständnis zeigen.

Die Einbindung von Fremdpersonal wird als zusätzlicher Aufwand für das Eigenpersonal beschrieben, insbesondere beim Eigenpersonal im Bereich der Qualitätssicherung, so ein Behördenvertreter. Auch die nötige Kommunikation mit Fremdfirmen wird als umfangreicher dargestellt. Als wichtig werden eine klare Kommunikation der Anforderungen und Erwartungen an die Fremdfirma sowie eine gute Arbeitsvorbereitung genannt.

Besondere Bedeutung kommt dem Strahlenschutz zu, so ein Vertreter einer Sachverständigenorganisation, um sicherzustellen, dass Prozesse korrekt ablaufen. Dies wird ebenfalls von einem Betreibervertreter genannt, nämlich dass neben dem Arbeitsschutz insbesondere der Strahlenschutz nochmal an Bedeutung gewinnt. Auch legen die Führungskräfte vor Ort, so der Betreibervertreter, ein besonderes Augenmerk auf das Fremdfirmenmanagement und stellen Fragen beispielsweise zum Arbeitsschein und ob die relevanten Personen ansprechbar sind. Ein weiterer Betreibervertreter spricht im Zusammenhang mit dem Fremdfirmenmanagement, dass die Schnittstellen klar sein müssen (z. B. Schnittstelle zur Entsorgung), die Koordination der Fremdfirmen eindeutig ist und es sauber abgegrenzte Leistungsbeschreibungen und Anweisungen gibt (z. B. wie eine Baustelle zu übergeben ist).

Auch die Qualifikation und Qualität des Fremdpersonals wird kritischer bewertet. In einem Interview mit einem Betreiber wird unter anderem auf die unterschiedlichen Qualifikationen der Fremdfirmen im Leistungsbetrieb und im Abbau hingewiesen. So waren im Leistungsbetrieb beispielsweise mehr spezielle Fachkräfte, wie Pumpenspezialisten, auf der Anlage. Beim Abbau könne man sich nicht mehr darauf verlassen, dass alle erforderlichen Qualifikationen bereits vorhanden sind. In einem anderen Interview führte ein Betreibervertreter aus, dass immer weniger Firmen über eine VGB-Qualifizierung verfügen. Zudem können in der Zusammenarbeit mit Fremdfirmenmitarbeitern auch Sprachbarrieren auftreten. Sicherheitsaspekte müssen von Anfang an bei Fremdfirmen

berücksichtigt und gefordert werden. Die nukleare und konventionelle Sicherheit muss dabei genau beschrieben werden. In einem Interview merkt ein Behördenvertreter an, dass Fremdfirmen oft nicht so gut sind, was man an dem geringeren Niveau der Genehmigungsunterlagen erkenne. So schaffen es kleinere Firmen oft nicht den Qualitätsanspruch zu erfüllen, was zu betriebswirtschaftlichen Risiken führen würde. Ein weiterer Behördenmitarbeiter führt aus, dass die abnehmende Qualität eigentlich auf das Schwinden der kerntechnischen Industrie und den damit einhergehenden Kompetenzverlust zurückzuführen ist. Mitarbeiter werden nicht mehr so lange benötigt und daher nicht mehr so sorgfältig ausgebildet.

Die Interviewaussagen verdeutlichen, dass die Sicherheitsorientierung im Kontext von Fremdfirmen nicht kulturell verankert ist. Vielmehr muss sie durch formale Prozesse, klare Zuständigkeiten und intensivere Kontrollen sichergestellt werden. Dies sind typische Merkmale zum Herstellen eines Sicherheitsklimas. Besonders der Strahlenschutz übernimmt hier eine wichtige Rolle bei der Überwachung. Führungskräfte achten gezielt auf die Umsetzung von Vorgaben durch Fremdfirmen. Auch die Kommunikation mit Fremdfirmen wird als aufwendiger beschrieben. Um Missverständnisse zu vermeiden und Sicherheitsanforderungen klar zu vermitteln, sind klare Schnittstellen, saubere Leistungsbeschreibungen und eine gute Arbeitsvorbereitung erforderlich. Insgesamt zeigt sich ein Sicherheitsklima, das unter anderem von einzelnen Personen, Projektstrukturen und organisatorischer Kontrolle abhängt.

Schulungsmaßnahmen zur Förderung eines gemeinsamen Sicherheitsverständnisses

Zur Förderung eines gemeinsamen Sicherheitsverständnisses zwischen Eigen- und Fremdpersonal sowie zur Förderung eines sicherheitsgerichteten Verhaltens werden Schulungen, insbesondere HPO-Trainings und Sicherheitsparcours, als wichtiges Instrument genannt. In einem Interview mit einem Betreibervertreter wird ausgeführt, dass die gemeinsame Teilnahme von Eigen- und Fremdpersonal an Schulungen die Akzeptanz und ein gemeinsames Verständnis erhöht hat. Widerstände gegenüber HPO-Werkzeugen entstehen demnach vor allem, wenn deren Zweck nicht ausreichend erklärt wird.

Ein anderer Betreibervertreter führt aus, dass Sicherheitsparcours, technische und administrative Vorgaben sowie insbesondere das HPO-Werkzeug „Stopp bei Abweichung“ als wichtiges Werkzeug geschult werden, da viele Fremdfirmenarbeiter keine

Vorerfahrung mit kerntechnischen Anlagen haben. In einem Interview mit einem Sachverständigenvertreter wird ausgeführt, dass nun Abbauparcours von Eigen- und Fremdpersonal genutzt werden (zuvor nur von Eigenpersonal). Die Wirksamkeit der Parcours in Bezug auf Sensibilisierung und der Klärung der Erwartungshaltung wird als hoch bewertet. Darüber hinaus werden Verantwortlichkeitsschnittstellen gezielt trainiert.

Ein Behördenvertreter berichtet von speziell eingerichteten Online-Tools, mit denen sich Fremdfirmen bereits vor ihrem Einsatz auf der Anlage auf die dortigen Prüfungen vorbereiten können. In einem Interview mit einem Betreibervertreter wird allerdings auch die Herausforderung angesprochen, dass immer neue Fremdfirmen auf die Anlage kommen und man immer wieder neue Personen geschult sowie über Zuständigkeiten und Entscheidungsbefugnisse informiert werden müssen.

Die Aussagen zeigen, dass Schulungsmaßnahmen eine wichtige Rolle bei der Förderung eines gemeinsamen Sicherheitsverständnisses zwischen Eigen- und Fremdpersonal spielen. Besonders positiv ist hier die gemeinsame Teilnahme von Eigen- und Fremdpersonal an Schulungen zu nennen. Gleichzeitig wird deutlich, dass die Fluktuation von Fremdfirmen eine Herausforderung darstellt. Dies zeigt auch, dass eine tief verankerte Sicherheitskultur, die auf gemeinsamen Werten und über längere Zeit gemachten Erfahrungen basiert, für Teile des Fremdpersonals im Abbau unter den gegebenen Bedingungen schwer zu erreichen ist.

Fazit

Die Analyse zeigt, dass in stabilen, langjährig gewachsenen Beziehungen, wie zwischen Betreibern, Behörden und Sachverständigenorganisationen, eine Sicherheitskultur vorhanden ist. Diese wird durch gemeinsame Werte, Routinen und gemachte Erfahrungen getragen.

In dynamischen und projektbezogenen Konstellationen, wie dem Einsatz von Fremdfirmen beim Abbau von Gewerken, dominiert hingegen die Herausbildung eines Sicherheitsklimas, das aktiv gesteuert werden muss. Betreiber müssen deshalb Kompetenzen in der Koordination und Kontrolle von Fremdfirmen aufbauen, klare Strukturen und Qualifikationsanforderungen definieren sowie geeignete Rahmenbedingungen wie gemeinsame Schulungen schaffen, um Sicherheitsstandards zu sichern.

7.2.2 Sicherheitskultur und Gremienarbeit

Im obigen Abschnitt wurde die Bedeutung des Zusammenspiels von Betreiber, Sachverständigenorganisationen und Behörden sowie eines gemeinsamen Sicherheitsverständnisses beschrieben. Des Weiteren wurde ein vertrauensvolles und lösungsorientiertes Miteinander als positive Charakteristik genannt. Auch Gremien wie die ESK oder die RSK kann man als Teil des sicherheitskulturellen Gesamtsystems verstehen.

In einem Interview mit einem Betreibervertreter wurden dargestellt, dass Gremiensitzungen zu meldepflichtigen Ereignissen öfters als unangenehm empfunden wurden. Dies lag insbesondere daran, dass Anhörungen zum Teil in einem scharfen Ton geführt wurden, sowie mit persönlichen Angriffen verbunden waren. Des Weiteren wurden in RSK-Empfehlungen Aussagen gefunden, die für den Betreiber nicht nachvollziehbar waren und welche man in den durchgeführten Befragungen hätte diskutieren bzw. erfragen können.

Damit sicherheitsrelevante Informationen offen geteilt und effektive Maßnahmen entwickelt werden können, sind Merkmale wie ein gegenseitiger Respekt und eine konstruktive Fehlerkultur wichtig. Daher sollte im Zusammenspiel von Betreibern und Gremien auch auf die Förderung einer konstruktiven Zusammenarbeit sowie auf die Aspekte einer guten Sicherheitskultur geachtet werden.

7.2.3 Motivation in der Stilllegung: Erkenntnisse aus den Interviews

Die Motivation der Mitarbeiter in der Stilllegung wird in den durchgeführten Interviews insgesamt als positiv eingeschätzt. Diese Einschätzung wurde unter anderem durch Gespräche einer Aufsichtsbehörde mit Betriebsräten bestätigt. Trotz dieser grundsätzlich positiven Bewertung lassen sich in den Aussagen der Interviewten verschiedene spezifische Aspekte identifizieren, die die Motivation beeinflussen können. Diese betreffen sowohl individuelle als auch strukturelle bzw. organisatorische Faktoren und werden im Folgenden näher erläutert.

Ein Sachverständiger berichtete, dass nach dem politischen Beschluss zum Ausstieg aus der Kernenergie im Jahr 2011 zunächst eine Phase „Schockstarre“ auf der Anlage zu beobachten war, die für zwei Jahre andauerte. Die Motivation der Mitarbeiter war in dieser Zeit deutlich reduziert, und es wurde als „kollektive Depression“ wahrgenommen.

Auch ein Behördenvertreter bestätigte in einem Interview einen Rückgang („Dip“) der Motivation nach dem Ausstiegsbeschluss.

In diesem Zusammenhang verwies die Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) in ihrem Dokument „Drohende Gefährdung der kerntechnischen Sicherheit durch Know-How- und Motivationsverlust“ vom Juli 2012 /RSK 12/ auf die zentrale Bedeutung der Mitarbeitermotivation für die Aufrechterhaltung der nuklearen Sicherheit. Die RSK stellte fest, dass die begrenzten Laufzeiten deutscher Kernkraftwerke zu Unsicherheiten hinsichtlich der beruflichen Perspektiven vieler Fachkräfte führten, was sich negativ auf deren Motivation auswirken kann. Um dem entgegenzuwirken, wurde empfohlen, die Tätigkeit der Fachkräfte als gesellschaftlich relevant, fachlich anspruchsvoll und wertgeschätzt darzustellen. Es dürfe nicht der Eindruck entstehen, dass Mitarbeiter der Kerntechnik innerhalb ihrer Organisation als störende Randgruppe wahrgenommen würden. Die RSK rief zudem die Politik und Medien auf, eine „faire und sachgerechte Darstellung in der Öffentlichkeit zu erzeugen“ /RSK 12/.

Eine Verbesserung der Motivation konnte laut einem Sachverständigen ab den Jahren 2013/2014 beobachtet werden. Dies sei insbesondere durch das Aufzeigen beruflicher Alternativen und die Schaffung von Arbeitsplatzsicherheit erreicht worden. Gleichzeitig wurde eine teilweise Abwanderung von Fachkräften ins Ausland festgestellt. Auch in Interviews mit Behörden- und Betreibervertretern wurde die Bedeutung von Perspektiven und Sicherheit für die Mitarbeiter betont. Es gelang auch, motivierte Mitarbeiter für den Abbau zu gewinnen. Für Mitarbeiter, die nicht aktiv am Abbau beteiligt sein wollten, wurden alternative Tätigkeiten, etwa im Schichtbetrieb, angeboten. Betreiberseitig wurde auf die Strategie des Einsatzes von Eigenpersonal verwiesen, die zur Sicherheit der Mitarbeiter beiträgt und die Motivation fördert.

In zwei Interviews mit Sachverständigen wurden die Genehmigungsverfahren als aufwendig beschrieben. So führte ein Sachverständiger aus, dass insbesondere die umfangreiche Antragsarbeit als nicht förderlich für die Motivation der betroffenen Mitarbeiter eingeschätzt wird. Ein weiterer Sachverständiger führte aus, dass die Behörde jedoch gezielt darauf hingearbeitet hat, eine zügige Genehmigungserteilung zu ermöglichen, um den Zustand des Nachbetriebs nicht unnötig zu verlängern.

Nach Abschluss der Genehmigungsverfahren war laut Aussagen von Sachverständigen und Behördenvertretern ein spürbarer Anstieg der Motivation zu bemerken. Dies wurde darauf zurückgeführt, dass nun konkrete Abbaumaßnahmen umgesetzt werden konnten

und die Stilllegung als neue, sinnstiftende Aufgabe wahrgenommen wurde. Zudem entfiel die zuvor als belastend empfundene Phase der Genehmigungsdokumentation.

Ein Betreiber betonte in einem Interview, dass bereits vor der Genehmigung erste Maßnahmen ergriffen wurden, um die Motivation der Mitarbeiter zu fördern. Tätigkeiten wie vorbereitende Rückbaumaßnahmen, Stillsetzungen oder der Abbau nicht genehmigungspflichtiger Anlagenteile (z. B. Zerlegung der Altturbine) wurde als positiv für die Motivation bewertet. Darüber hinaus wurde hervorgehoben, wie wichtig es sei, die Mitarbeiter kontinuierlich über den aktuellen Stand und das weitere Vorgehen zu informieren.

Auch während des Abbaus ist es von Wichtigkeit, den Mitarbeitern zu vermitteln, wie ihre Arbeit zum Gesamtprojekt beiträgt. Ein Betreiber hob hervor, dass die Förderung von Selbstwirksamkeit, also das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten, Aufgaben erfolgreich zu bewältigen, ein wesentlicher Motivationsfaktor sei. Dies wurde beispielsweise durch die Kommunikation gefördert, die den Mitarbeitern klarmachen sollte, dass jeder in den Abteilungen einen Nutzen bzw. Mehrwert erzeugen kann. Der individuelle Beitrag wurde sichtbar gemacht und die Veränderung unmittelbar erlebbar. So konnten die Mitarbeiter erkennen, dass ihr Handeln konkrete Auswirkungen hat.

Bezüglich der Motivation von Fremdfirmenmitarbeitern wurde in einem Interview mit einem Behördenmitarbeiter betont, dass auch hier eine transparente Kommunikation über den Sinn und Zweck der jeweiligen Tätigkeit sowie regelmäßiges Feedback entscheidend seien. Im Interview mit einem Betreiber wurde ergänzend betont, dass auch Fremdfirmenmitarbeiter eine hohe Motivation zeigen können, qualitativ hochwertige Arbeit zu leisten. Dafür müssen geeignete Rahmenbedingungen geschaffen werden, beispielsweise durch wirksame Schulungsmaßnahmen.

In Interviews mit Behördenvertretern wurde betont, dass Regeln und Prüfverfahren im Verlauf des Abbaus des Kernkraftwerkes an das sinkende Risiko angepasst werden sollten. Andernfalls könne dies negativen Auswirkungen auf die Motivation der Mitarbeiter des Kernkraftwerkes haben. Aufwendige Hürden durch die Behörde oder aufwendige Prüfprozesse, die nicht mehr dem tatsächlichen Gefährdungspotential der Anlage entsprechen, wurden als demotivierend beschrieben. Wenn Mitarbeiter erkennen, dass bestimmte Systeme oder Tätigkeiten kein sicherheitsrelevantes Risiko mehr haben, sinkt die Bereitschaft, weiterhin strikte Vorgaben einzuhalten.

Auch Betreiber äußerten in Interviews Kritik an umfangreichen behördlichen Anforderungen für Systeme, die nicht mehr sicherheitsrelevant sind. Ebenfalls als demotivierend empfunden wurde es, wenn Sachverständige (größere) Forderungen an Systeme stellten, die kurz vor der endgültigen Abschaltung standen.

Ein weiterer Aspekt, der sich negativ auf die Motivation auswirken kann, betrifft die zunehmende Monotonie der Tätigkeiten im fortgeschrittenen Abbaustadium. In zwei Interviews mit Behördenvertretern wurde darauf hingewiesen, dass trotz des Einsatzes von Rotationsprinzipien die Motivation leidet, da Mitarbeiter nach einiger Zeit sämtliche Abläufe und Tätigkeiten kennen. Zudem sind nicht alle Mitarbeiter gleichermaßen für alle Tätigkeiten geeignet. Als mögliche Gegenmaßnahmen wurde die Automatisierung monotoner Prozesse, etwa bei Freimessungen, diskutiert, um einer Demotivation vorzubeugen.

Bezüglich der Entwicklung der Motivation in der Phase kurz vor der Entlassung der Anlage aus dem Atomgesetz liegen bislang keine belastbaren Erkenntnisse vor.

7.2.4 Ganzheitliche Planung: Wissensmanagement als wichtiges Element einer nachhaltigen Sicherheitskultur

Die International Atomic Energy Agency (IAEA) definiert Wissensmanagement („Knowledge Management“) als einen „integrierten, systematischen Ansatz zur Identifikation, Verwaltung und Weitergabe des Wissens einer Organisation. Es ermöglicht Gruppen von Menschen, gemeinsam neues Wissen zu schaffen, um die Ziele der Organisation zu erreichen“ /IAEA 22c/. Diese Definition ist organisationszentriert und zielt insbesondere auf die aktive und kontinuierliche Entwicklung von Human Ressource in kerntechnischen Einrichtungen ab.

In den durchgeführten Interviews zeigt sich zunächst die hohe Relevanz des Erhalts von Wissensträgern, insbesondere im Kontext der Stilllegung kerntechnischer Anlagen. Ein Behördenvertreter äußerte dazu, dass das Wissen in der Anlage noch stark vorhanden sei, da es weiterhin durch langjährig beschäftigte Mitarbeiter (Wissensträger) getragen werde. Die hohe Mitarbeiterbindung wurde mit einem ausgeprägten Zusammenhalt innerhalb des Unternehmens begründet. Ein weiterer Behördenvertreter berichtete, dass die Übernahme des Personals aus dem Leistungsbetrieb bisher gut gelungen sei. Ein dritter Behördenvertreter wies darauf hin, dass zwar zu Beginn der Stilllegung zahlreiche Mitarbeiter entlassen wurden, jedoch erfahrene Kollegen in der Anlage verblieben sind.

Diese Aussagen sprechen für eine gelungene Identifikation und Bindung von Wissensträgern im Übergang zur Stilllegung.

Gleichzeitig wurden in einem Gespräch mit einem Vertreter einer Sachverständigenorganisation Herausforderungen angesprochen. Im Rahmen eines Ereignisses im Bereich Entsorgung wurde darauf hingewiesen, dass mit dem Ausscheiden erfahrener Mitarbeiter (mit dem Eintritt in die Stilllegung) umfangreiches Wissen verloren gegangen sei. Die Nachfolger seien nicht ausreichend geschult worden und die Dokumentation habe Defizite aufgewiesen.

Der beobachtete Generationswechsel und das sukzessive Ausscheiden von Wissensträgern machen gezielte Strategien und Techniken des Wissenstransfers erforderlich. Im IAEA-Dokument „Guide to Knowledge Management Strategies and Approaches in Nuclear Energy Organizations and Facilities“ /IAEA 22c/ werden unter anderem Mentoring, Coaching und Begleitung als Instrumente genannt, die häufig Bestandteil der Nachfolgeplanung innerhalb von Organisation sind.

Diese Techniken fanden auch in den durchgeführten Interviews wiederholt Erwähnung. Ein Behördenvertreter schilderte, dass innerhalb der Behörde Wissen und Erfahrungen unter anderem durch Stellvertretung sowie gemeinsame Anlagenbesuchen weitergegeben werden. Ein Vertreter eines Betreibers berichtete, dass ein Mitarbeiter, der demnächst in den Ruhestand geht, seinen Nachfolger bereits seit einem Jahr einarbeitet. Ein Behördenvertreter berichtete hingegen auch von Beobachtungen bei einem Betreiber, wo dem neuen Mitarbeiter der Vorgänger nicht bekannt war. In seinem eigenen Fall habe er zwei Jahre mit seinem Vorgänger zusammengearbeitet, was eine gute Übergabe und einen erfolgreichen Wissenstransfer ermöglichte. Solch eine Übergabe sei allerdings die Ausnahme. Ein weiterer Behördenvertreter berichtete, dass neue Mitarbeiter in der Vergangenheit, anders als heute, über mehrere Jahre parallel von einem Wissensträger eingearbeitet wurden. Ein Vertreter einer Behörde führte auch rechtliche und organisatorische Gründe an, die eine solche Überlappungsphase nicht möglich machen.

In dem IAEA-Dokument /IAEA 22c/ wird zwischen explizitem Wissen und implizitem Wissen unterschieden. Während sich explizites Wissen in Form von Handbüchern, technischen Berichten oder Datenbanken systematisch dokumentieren und verbreiten lässt, ist der Umgang mit implizitem Wissen herausfordernder. Dieses beruht auf persönlichen Erfahrungen, Intuition und nicht formalisiertem Know-how. Es ist häufig schwer artikulierbar und kann meist nur durch direkte Interaktion weitergegeben werden.

Diese Herausforderungen wurden auch in den Interviews thematisiert. Ein Behördenvertreter wies darauf hin, dass ehemalige Kollegen selber noch an der Entwicklung des BHB beteiligt waren, während neue Mitarbeiter, sowohl beim Betreiber als auch bei der Behörde, die Zusammenhänge nicht mehr in der gleichen tiefen Weise verstehen. Zudem wurde angemerkt, dass viele der ehemaligen Wissensträger über umfangreiches implizites Wissen verfügten, dessen Umfang und Bedeutung ihnen selbst nicht so bewusst war und daher nicht ausreichend weitergegeben wurde. Ein weiterer Behördenvertreter hat zudem angemerkt, dass auch das Wissen darüber, welches explizite Wissen überhaupt vorhanden ist, verloren gegangen ist. So sei das Wissensmanagement innerhalb der Behörde faktisch nicht vorhanden. Die Archive seien zwar voll, doch neue Mitarbeiter wüssten nicht, welche Informationen genau dort abgelegt sind.

Zur Sicherung und Weitergabe von Wissen empfiehlt die IAEA /IAEA 22c/ verschiedene Maßnahmen, darunter Wissensinterviews mit ausscheidenden Experten, die Erstellung von Wissenslandkarten sowie die Förderung einer offenen Wissenskultur. Technische Lösungen wie Wissensdatenbanken und systematische Schulungsprogramme ergänzen diese Ansätze und sollen dazu beitragen, kritisches Wissen langfristig verfügbar zu halten.

In einem Interview mit einer Vertreterin einer Sachverständigenorganisation wird ausgeführt, dass unterschiedliche Ansätze zum Wissensmanagement ausprobiert worden sind, diese jedoch häufig nicht nachhaltig umgesetzt würden („einschlafen“). Auch fehle es an der Bereitschaft, die notwendigen finanziellen Mittel bereitzustellen. Auch das in der eigenen Organisation eingesetzte System funktionierte nicht zufriedenstellend. So wurden Interviews mit erfahrenen Mitarbeitern geführt und deren Inhalte in eine Datenbank überführt, doch die Verschlagwortung und Nutzbarkeit für neue Mitarbeiter seien unzureichend. Zwar könnten diese Interviews beim Einstieg von neuen Mitarbeitern unterstützen, jedoch fehle häufig ganz spezielles Wissen. Häufig würden Informationen erfasst, die ohnehin bereits an anderer Stelle dokumentiert sind. In Diskussionen mit einem Betreiber wurde auch die Idee eines internen Wikis angesprochen, welches jedoch als sehr aufwendig eingeschätzt wird.

Die Untersuchung zeigt, dass der Erhalt und die Weitergabe von Wissen durch strukturelle, personelle und organisatorische Herausforderungen beeinflusst werden. Die Interviews deuten einerseits auf strukturelle Defizite und unzureichende Ressourcen hin, andererseits darauf, dass die vorhandenen Techniken in der Praxis nur eingeschränkt wirksam sind. Um Wissen langfristig zu sichern, sollten daher sowohl technische

Lösungen als auch geeignete organisatorische Rahmenbedingungen betrachtet werden, die den Wissenstransfer aktiv unterstützen und erleichtern.

KI-gestützte Ansätze eröffnen in diesem Kontext potenziell neue Perspektiven für das Wissensmanagement. Besonders die Erschließung und semantische Verknüpfung von Archivbeständen kann dazu beitragen, bislang ungenutzte Informationsressourcen zugänglich zu machen. KI-Systeme ermöglichen eine intelligente Suche, Kontextualisierung und Aufbereitung von Inhalten und könnten so das vorhandene Wissen besser nutzbar machen. Dabei ist jedoch eine systematische Integration in bestehende Prozesse ebenso wichtig wie eine Organisationskultur, die den offenen Informationsaustausch fördert.

7.2.5 Zielkonflikte: Zusammenarbeit von Betreibern, Behörden und Sachverständigen

Die Gewährleistung nuklearer Sicherheit in Deutschland beruht auf der Zusammenarbeit zwischen Betreibern kerntechnischer Anlagen, staatlichen Aufsichtsbehörden und unabhängigen Sachverständigenorganisationen. Während die rechtlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen dieser Zusammenarbeit klar definiert sind, stellt die Etablierung einer gemeinsamen Sicherheitskultur über institutionelle Grenzen hinweg eine besondere Herausforderung dar. Sicherheitskultur – verstanden als das kollektive Muster von Einstellungen, Werten und Verhaltensweisen in Bezug auf Sicherheit – ist ein entscheidender Faktor für die Prävention von Ereignissen und die kontinuierliche Verbesserung sicherheitsrelevanter Prozesse.

Besonders die Aussagen der Interviewteilnehmer zeigen jedoch, dass divergierende Rollenverständnisse, institutionelle Ziele und Interessen und Kommunikationsbarrieren die Entwicklung einer interinstitutionellen, kohärenten Sicherheitskultur erschweren. Die föderale Struktur der atomrechtlichen Aufsicht, die Vielzahl beteiligter Akteure sowie unterschiedliche Auffassungen über Sicherheitsprioritäten führen zu Spannungen und Koordinationsproblemen. Dies zeigt sich beispielsweise im Verständnis darüber, wie häufig Prüfungen durchzuführen seien. Insbesondere die Integration sicherheitskultureller Aspekte in Entscheidungsprozesse und die systematische Nutzung von Feedback aus sicherheitstechnischen Bewertungen und der Erfahrungsrückfluss bleiben häufig unzureichend umgesetzt, woraus sich die im Workshop dieses Vorhabens abgeleitete Forderung nach einer verstärkten interinstitutionellen Verständigung auf Ziele und Erwartungen bezieht.

Dennoch lassen sich in den Aussagen der Interviewteilnehmer auch positive Entwicklungen erkennen. So seien in einigen Bundesländern Behörden und Sachverständige als der „Feind“ angesehen worden, was sich ab ca. 2009 in einigen Bundesländern gewandelt habe. Diese werden nun in einer Beraterrolle wahrgenommen.

7.2.6 Liste der Best-Practice-Beispiele

Die nachfolgende Liste fasst die im Rahmen des Workshops (Kapitel 6) und bei der Zusammenfassung sicherheitsrelevanter Aspekte (Kapitel 7.2) benannten Best-Practices mit entsprechenden Verweisen zusammen:

- Abbauparcour für Fremd- und Eigenpersonal, der vor Beginn der Tätigkeit in der Anlage wichtige, sicherheitsgerichtete Arbeitsweisen vermittelt, wie beispielsweise der Umgang von Human-Performance-Tools (HPT) wie Stopp bei Abweichung
(aus Kapitel 6.1.1)
- Vermittlung von Wissen bei der K1-Belehrung (Betriebskunde Stufe 1, siehe auch /BAS 00/) in Form von Online-Lernmodulen mit Wissenskontrollen. Diese begünstigen und fördern einen individuellen zeitlichen Lernfortschritt und bilden damit einen Gegenpol zur früher üblichen Praxis der Videobelehrung.
(aus Kapitel 6.1.1)
- Nutzung von autorisierten Belehrungssystemen für fremdsprachiges Personal
(aus Kapitel 6.1.1)
- Etablierung einer Kommunikation, bei der Anforderungen und Erwartungen an die Fremdfirmen klar formuliert werden
(aus Kapitel 6.1.1)
- gemeinsame Schulung von Fremd- und Eigenpersonal als eine Möglichkeit, die gegenseitige Akzeptanz und das gemeinsame Verständnis zu erhöhen
(aus Kapitel 6.1.1)
- Zusammenfassender Abgleich nach Fertigstellung bei dem die Änderungen erfasst und genehmigt werden können
(aus Kapitel 6.1.5)

7.3 Implikationen für die soziokulturelle Modellbildung

Ansätze zur Bewertung der Sicherheitskultur durch ereignisübergreifende Analysen

Die Ereignisanalysen zeigen, dass sich ein Großteil der identifizierten beitragenden Faktoren auf wenige zentrale Faktoren konzentriert. Diese Häufung legt nahe, dass bestimmte Faktoren eine besonders hohe Relevanz für die Bewertung sicherheitsbezogener Ereignisse besitzen. Gleichzeitig wird ersichtlich, dass bei einigen Faktoren die konzeptuelle Trennschärfe nicht ausreichend gegeben ist. Dies äußert sich unter anderem darin, dass einzelne beitragende Faktoren mehreren SOL-Faktoren zugeordnet werden können oder dass die Abgrenzung zwischen den Faktoren in der praktischen Anwendung unscharf bleibt. Insbesondere die mangelnde Trennschärfe kann zu Interpretationsspielräumen führen, die die Vergleichbarkeit und Konsistenz der Ergebnisse beeinträchtigen können. Vor diesem Hintergrund erscheint eine Weiterentwicklung der Methode nicht nur sinnvoll, sondern notwendig. Ziel einer solchen Weiterentwicklung sollte es sein, die konzeptuelle Klarheit der Faktoren zu erhöhen, ihre Operationalisierbarkeit zu verbessern und die Validität der Zuordnungen zu stärken.

Ein möglicher Ansatzpunkt wäre die systematische Überprüfung und ggf. Neustrukturierung der bestehenden Faktoren auf Basis empirischer Daten und theoretischer Modelle. Dabei könnte beispielsweise der Clusteransatz durch Adaption des Schweizer-Käse-Modells (siehe Kapitel 7.1) weiterverfolgt werden, um die tatsächlichen Zusammenhänge zwischen beitragenden Faktoren zu untersuchen. Darüber hinaus wäre zu prüfen, inwiefern die SOL-Methode durch die Integration zusätzlicher Dimensionen – etwa aus der Verhaltenspsychologie oder Organisationsforschung – erweitert werden kann, um komplexe Wechselwirkungen besser abzubilden.

Sicherheitskulturbegriff und individuelles Verhalten

Obwohl Sicherheitskultur ein abstraktes und nicht direkt beobachtbares Konzept darstellt, manifestiert sie sich letztlich im sicherheitsbezogenen Verhalten der Mitarbeiter. Dieses Verhalten lässt sich beispielsweise durch die Theory of Planned Behavior (TPB) erklären, die individuelle Handlungsentscheidungen auf Basis von Einstellungen, subjektiven Normen und wahrgenommener Verhaltenskontrolle modelliert (siehe Kapitel 3.2.3.1). Das gezeigte Verhalten wirkt dabei nicht isoliert, sondern ist eingebettet in soziale Kontexte, in denen es sowohl durch das Verhalten anderer beeinflusst wird als

auch selbst Einfluss auf die Wahrnehmung und das Verhalten anderer Mitarbeiter nimmt. In diesem Sinne kann individuelles Verhalten eine Rückkopplung zur Sicherheitskultur erzeugen, wodurch ein dynamischer Interaktionsprozess entsteht: Auf der individuellen Ebene zeigen zahlreiche Akteure (im Sinne agentenbasierter Modelle) sicherheitsrelevantes Verhalten, das die kulturelle Ebene beeinflusst, welche wiederum die Wahrscheinlichkeit zukünftigen, sicherheitsgerichteten Verhaltens erhöht. Sicherheitskultur ist demnach nicht statisch, sondern entwickelt sich kontinuierlich durch das Zusammenspiel individueller und kollektiver Verhaltensmuster.

Es lässt sich beobachten, dass Sicherheitskultur zum Teil als ein abstraktes, quasi automatisch wirksames Konzept verstanden wird, das sich in den Mitarbeitern ausbildet und sie dadurch zu sicherheitsgerechtem Verhalten veranlasst. Demgegenüber existieren theoretische Ansätze – etwa die Theory of Planned Behavior (TPB) oder die Social Cognitive Theory (SCT) – die das menschliche Verhalten auf grundlegende psychologische Mechanismen zurückführen. Aus diesen Modellen lassen sich konkrete Handlungsempfehlungen ableiten, wie individuell gelebte Sicherheitskultur gezielt gefördert werden kann. Diese Perspektive wird auch durch praktische Beobachtungen gestützt, etwa im Umgang mit unerfahrenem Fremdpersonal, bei dem eine Art ‚Swift Safety Culture‘ erforderlich erscheint – ein Konzept, dass eine schnell etablierbare sicherheitsbezogene Grundhaltung beschreibt, die mit minimalem Input ein Maximum an sicherheitsgerichtetem Verhalten ermöglichen soll. Dieses Erfordernis korrespondiert mit Verweis auf Kapitel 7.2.1 mit aktuellen organisationalen Veränderungen sowie dem Wandel innerhalb der Belegschaft.

8 Zusammenfassung

Literaturrecherchen (Kapitel 2) zeigen, dass der Übergang vom Leistungsbetrieb hin zur Stilllegung tiefgreifende wirtschaftliche und organisatorische Veränderungen mit sich bringt. Die Sicherheitskultur, die im Leistungsbetrieb durch Stabilität und gemeinsame Erfahrungen geprägt war, wird in der dynamischen Stilllegungsphase durch wechselnde Teams und externe Dienstleister herausgefordert. Ein Ziel des Vorhabens war daher die Analyse von Ereignissen während der Stilllegung von Kernkraftwerken, bei der Faktoren aus den Bereichen Mensch, Technik, Organisation und der Sicherheitskultur berücksichtigt werden. Zur Umsetzung wurden verschiedene soziotechnische Modelle evaluiert (Kapitel 3.2). Die Kombination dieser Modelle ermöglichte eine umfassende und kontextspezifische Ereignisanalyse (Kapitel 4).

Die entwickelte Methode vereint Modelle wie SOL, das Harmonized Safety Culture Model der IAEA und Westrums Reifegradmodell. Durch die Kombination wurde eine mehrdimensionale Analyse, bei der sowohl sicherheitsrelevante Schwächen als auch erfolgreiche Anpassungen (Safety-II-Ansatz) berücksichtigt wurden, ermöglicht. Das Reifegradmodell bot dabei eine Bewertung der Sicherheitskultur entlang fünf Entwicklungsstufen – von pathologisch bis generativ. Die Auswahl und Bewertung der Faktoren orientierte sich an MTO-Aspekten und Dimensionen der Sicherheitskultur, die in einer strukturierten Tabelle spezifiziert wurden. So entstand ein systematischer Ansatz zur Analyse von Ereignissen in der Stilllegung (Anhang A).

Auf Grundlage der analysierten Ereignisse (Kapitel 5) aus der Stilllegung ließen sich verschiedene Muster und wiederkehrende Merkmale erkennen. Die einzelnen Ereignisanalysen zeigten jeweils spezifische Abläufe, Konstellationen von beteiligten Personen und Organisationen, sowie spezifische Situationsbedingungen. Ein besonderer Mehrwert ergab sich aus der Analyse mehrerer Ereignisse mithilfe des entwickelten systematischen Ansatzes. Nach der Bestimmung von Analysebausteinen und einer Bewertung des jeweiligen Reifegrades konnten Häufungen von Faktoren identifiziert werden, die sich im Anschluss als übergeordnete, distale Einflussfaktoren zusammenfassen ließen. Hierdurch wurden die systemischen übergeordneten Faktoren herausgestellt, die Einfluss auf die Sicherheitskultur und somit letztlich auf das Eintreten von Ereignissen ausüben (Kapitel 7.1). Dabei handelt es sich um Fremdfirmenbeteiligung, subkulturelle Unterschiede, Anpassung der Organisationsstruktur und ganzheitliche Planung.

Die Analyseergebnisse unter Anwendung des Reifegradmodells zeigen eine deutliche Häufung in den Stufen „Pathologisch“ und „Reaktiv“. Dieses Ergebnis erscheint insofern plausibel, als die Untersuchung gezielt auf Fehler und Schwächen fokussiert wurde, die jedoch lediglich einen begrenzten Ausschnitt der gesamten Prozesse im Rahmen der Stilllegung darstellen. Eine umfassende Bewertung der Sicherheitskultur erforderte daher die Berücksichtigung eines größeren Teils der betrieblichen Erfahrung und konnte nicht allein auf Basis einzelner Ereignisse erfolgen.

Die Interviews mit Experten aus Betreiberorganisationen, Behörden und Sachverständigenorganisationen boten in diesem Sinne eine wertvolle komplementäre Perspektive (Kapitel 5.4). Diese Erfahrungswerte trugen dazu bei, die Analyse zu kontextualisieren und die Sicherheitskultur über die reine Ereignisbetrachtung hinaus differenziert zu bewerten und ergänzten das Feld der distalen Faktoren um den Faktor Zusammenarbeit von Betreibern, Behörden und Sachverständigen.

Zu den fünf distalen Faktoren wurden in einem Workshop Hypothesen entwickelt, die aus Ereignisanalysen und Interviewprotokollen abgeleitet wurden (Kapitel 6). Diesen Hypothesen wurden relevante Zitate aus den Interviewprotokollen zugeordnet, um deren argumentative Stützung, Widerlegung oder Modifikation zu prüfen. Ziel war es, die Hypothesen kritisch zu hinterfragen, weiterzuentwickeln, praxisrelevante Empfehlungen abzuleiten und Best-Practices zu benennen. Die Ergebnisse wurden nach distalen Faktoren geordnet dokumentiert und bilden die Grundlage für die weitere Analyse.

Abschließend wurde der Sachstand zur Sicherheitskultur in der Stilllegung anhand der durchgeführten Ereignisanalysen, der Interviews und den Ausarbeitungen im Workshop diskutiert und die sicherheitsrelevanten Aspekte in Bezug auf Sicherheitskultur in der Stilllegung zusammengefasst (Kapitel 7). Dabei zeigte sich, dass subkulturelle Unterschiede und Herausforderungen im Fremdfirmenmanagement einen wesentlichen Einfluss auf die Sicherheitskultur und das Sicherheitsklima in der Stilllegung haben. Insbesondere die Zusammenarbeit zwischen Betreibern, Behörden und Sachverständigen ist durch Zielkonflikte geprägt, die eine klare Rollenverteilung und abgestimmte Kommunikationsprozesse erfordern. Zudem wurde deutlich, wie Motivation und Wissensmanagement entscheidende Faktoren für eine nachhaltige Sicherheitskultur darstellen.

Literaturverzeichnis

- /BAS 00/ BASE: Richtlinie über die Gewährleistung der notwendigen Kenntnisse der beim Betrieb von Kernkraftwerken sonst tätigen Personen. 7 S., 30. November 2000.
- /BIR 18/ Birken, S. A., Rohweder, C. L., Powell, B. J., Shea, C. M., Scott, J., Lee-man, J., Grewe, M. E., Alexis Kirk, M., Damschroder, L., Aldridge, W. A., Haines, E. R., Straus, S., Presseau, J.: T-CaST: an implementation theory comparison and selection tool. *Implementation science : IS*, Bd. 13, Nr. 1, S. 143, DOI 10.1186/s13012-018-0836-4, 2018.
- /BLU 19/ Blum, S., Buchholz, M., Dewald, M., Forner, J., Kreuser, A., Paßens, M., Sommer, D., Stiller, J. Werheid, V.: Bewertung von organisatorischen Änderungen beim Übergang vom Leistungsbetrieb über den Nachbetrieb bis hin zur Stilllegung. *GRS*, Bd. 540, 338 S., ISBN 9783947685257, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH: Köln, Garching b. München, Berlin, Braunschweig, Juni 2019.
- /BMU 21/ Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 Atomgesetz zuletzt geändert 16. September 2021.
- /BMU 22/ Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke in der Fassung von vom 22. November 2012, Neufassung vom 3. März 2015 (BAnz AT 30.03.2015 B2), die zuletzt mit Bekanntmachung des BMUV (BAnz AT 15.03.2022 B3), zuletzt geändert 2022.
- /COO 05/ Cook, R., Rasmussen, J.: "Going solid": a model of system dynamics and consequences for patient safety. *Quality & safety in health care*, Bd. 14, Nr. 2, S. 130–134, DOI 10.1136/qshc.2003.009530, 2005.
- /DEL 22/ Delikhoon, M., Zarei, E., Valdez Banda, O., Faridan, M., Habibi, E.: Systems Thinking Accident Analysis Models: A Systematic Review for Sustainable Safety Management. *Sustainability*, Bd. 14, Nr. 10, S. 5869, DOI 10.3390/su14105869, 2022.

- /FAH 17/ Fahlbruch, B., Meyer, I.: Ausarbeitung von Arbeitshilfen zur methodischen Ereignisanalyse und Ergebnisauswertung zur Fortschreibung des Standes der Technik. TÜV NORD EnSys Hannover GmbH & Co. KG, Berlin, 117 S., 2016.
- /FAS 15/ Fassmann, W., Beck J.: Leitfaden für die Erfassung und Beurteilung wesentlicher Merkmale der Sicherheitskultur deutscher Kernkraftwerke durch die Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden. GRS, A - 3792, 233 S., Oktober 2015.
- /FIN 04/ Findley, M. E.: Group Differences in Safety Climate Among Workers in the Nuclear Decommissioning and Demolition Industry in the United States. Dissertation, 245 S., University of Tennessee: Knoxville, August 2004.
- /FON 25/ Fontaine, G., Mooney, M., Porat-Dahlerbruch, J., Cahir, K., Ellen, M., Spinewine, A., Taylor, N., Laritz, R., Bourbeau-Allard, È., Grimshaw, J. M.: Advancing the selection of implementation science theories, models, and frameworks: a scoping review and the development of the SELECT-IT meta-framework. Implementation science : IS, Bd. 20, Nr. 1, S. 24, DOI 10.1186/s13012-025-01436-5, 2025.
- /GAB 25/ Gabler Banklexikon: Definition: Cost Center. Stand vom 8. August 2025, erreichbar unter <https://www.gabler-banklexikon.de/definition/cost-center-56759/version-338805>, abgerufen am 8. August 2025.
- /GAR 16/ Garron, J.: Improving Control over Subcontracted Operations at Nuclear Power Plants in France. Hrsg.: Eurosafe, IRSN, 4 S., 2016.
- /GRS 21/ Blum, S., Buchholz, M., Dittmann-Schnabel, B.-A., Jopen, M., Schneider, S.: Erforschung eines methodischen Ansatzes zur Bestimmung der für den sicheren Rückbau von KKW notwendigen personellen Ressourcen. Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit, GRS, Bd. 625, GRS-625, 164 S., ISBN 9783949088131, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH: Köln, Garching b. München, Berlin, Braunschweig, März 2021.

- /HOL 13/ Hollnagel, E.: A Tale of Two Safeties. Nuclear Safety and Simulation, Vol. 4, Nr. 1, 2013.
- /IAEA 91/ IAEA: Safety Culture, Safety Series No. 75 - INSAG-4. 44 S.: Wien, 1991.
- /IAEA 99/ IAEA: Management of Operational Safety in Nuclear Power Plants, INSAG-13 A report by the International Nuclear Safety Advisory Group. International Nuclear Safety Advisory Group, STI/PUB, Bd. 1083, 43 S., ISBN 92-0-102899-7, International Atomic Energy Agency: Vienna, 1999.
- /IAEA 06a/ IAEA: Fundamental safety principles, Safety fundamentals No. SF-1. Europäische Atomgemeinschaft, STI-PUB, Bd. 1273, 37 S., ISBN 92-0-110706-4: Vienna, 2006.
- /IAEA 06b/ IAEA: IAEA/NEA Fuel Incident Notification and Analysis System (FINAS) Guidelines, Services Series 14. International Atomic Energy Agency, 57 S., 2006.
- /IAEA 18/ IAEA: IAEA Safety Glossary, Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection 2018 Edition. 278 S., ISBN 978-9207047182, 2018.
- /IAEA 20/ IAEA (Hrsg.): A Harmonized Safety Culture Model, IAEA Working Document. 12 S.: Wien, 5. Mai 2020.
- /IAEA 22a/ IAEA International Atomic Energy Agency: Training and Human Resource Considerations for Nuclear Facility Decommissioning, No. NG-T-2.3 (Rev.1). 98 S.: Vienna, 2022.
- /IAEA 22b/ IAEA / NEA: IRS Guidelines, Joint IAEA and OECD/NEA International Reporting System for Operating Experience (IRS), 2022 Edition. 73 S.: Wien, 2022.
- /IAEA 22c/ IAEA International Atomic Energy Agency: Guide to Knowledge Management Strategies and Approaches in Nuclear Energy Organizations and Facilities, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-G-6.1. 82 S.: Vienna, 2022.
- /KAP 06/ Kaplan, R. S.: The Demise of Cost and Profit Centers. 9 S., 2006.

- /KTA 17/ KTA 1402 (2017-11) Integriertes Managementsystem zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken zuletzt geändert 2017.
- /LEV 11/ Leveson, N. G.: Applying systems thinking to analyze and learn from events. *Safety Science*, Bd. 49, Nr. 1, S. 55–64, DOI 10.1016/j.ssci.2009.12.021, 2011.
- /MAR 17/ Marsden, E.: Rasmussen and practical drift: Drift towards danger and the normalization of deviance. Stand vom 24. März 2022, erreichbar unter <https://risk-engineering.org/concept/Rasmussen-practical-drift>, abgerufen am 13. November 2023.
- /OED 15/ Oedewald, P., Gotcheva, N.: Safety culture and subcontractor network governance in a complex safety critical project. *Reliability Engineering & System Safety*, Bd. 141, S. 106–114, DOI 10.1016/j.ress.2015.03.016, 2015.
- /OSW 20/ Oswald, D., Ahiaga-Dagbui, D. D., Sherratt, F., Smith, S. D.: An industry structured for unsafety? An exploration of the cost-safety conundrum in construction project delivery. *Safety Science*, Bd. 122, S. 104535, DOI 10.1016/j.ssci.2019.104535, 2020.
- /PAR 06/ Parker, D., Lawrie, M., Hudson, P.: A framework for understanding the development of organisational safety culture. *Safety Science*, Bd. 44, Nr. 6, S. 551–562, DOI 10.1016/j.ssci.2005.10.004, 2006.
- /PRO 18/ Prof. Dr. Dr. h.c. Jürgen Weber: Definition: Profitcenter. Stand vom 14. Februar 2018, erreichbar unter <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/profitcenter-44391/version-267702>, abgerufen am 8. August 2025.
- /RAS 97/ Rasmussen, J.: Risk Management in a Dynamic Society: A Modelling Problem. *Safety Science*, Bd. 27, Nr. 2/3, S. 183–213, 1997.
- /REA 90/ Reason, J.: The contribution of latent human failures to the breakdown of complex systems. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, Bd. 327, Nr. 1241, S. 475–484, DOI 10.1098/rstb.1990.0090, 1990.

- /RSK 12/ RSK Reaktor-Sicherheitskommission: RSK-MEMORANDUM - Drohende Gefährdung der kerntechnischen Sicherheit durch Know-How- und Motivationsverlust. 1 S., 12. Juli 2012.
- /RSK 13/ RSK Reaktor-Sicherheitskommission: RSK-Verständnis der Sicherheitsphilosophie. 8 S., 29. August 2013.
- /RSK 16a/ RSK: Monitoring von Know-how- und Motivationsverlust und geeignete Maßnahmen zur Stärkung von Motivation und Know-how-Erhalt in der deutschen Kernenergiebranche, (488. Sitzung der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) am 03.11.2016). Hrsg.: RSK Reaktor-Sicherheitskommission, 14 S., 2016.
- /RSK 16b/ RSK Reaktor-Sicherheitskommission: Monitoring von Know-how- und Motivationsverlust und geeignete Maßnahmen zur Stärkung von Motivation und Know-how-Erhalt in der deutschen Kernenergiebranche, RSK-Stellungnahme (488. Sitzung der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) am 03.11.2016. 14 S., 3. November 2016.
- /RSK 19/ RSK Reaktor-Sicherheitskommission: Aspekte der Qualitätssicherung bei wiederkehrenden Prüfungen und Instandhaltungsmaßnahmen sowie beim Einsatz von Fremdpersonal, RSK-Stellungnahme (508. Sitzung der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) am 06.02.2019). 13 S., 6. Februar 2019.
- /RSK 25/ RSK Reaktor-Sicherheitskommission: Erhöhung der Zuverlässigkeit von Maßnahmen gegen den Absturz von Brennelementtransport- und Lagerbehältern in Kernkraftwerken, Empfehlung der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK), verabschiedet in der 546. RSK-Sitzung am 30.04.2025. 22 S., 30. April 2025.
- /SCH 10/ Schein, E. H.: Organizational Culture and Leadership, 4th Edition. 4. Aufl., 457 S., ISBN 978-0-470-18586-5, John Wiley & Sons, 2010.
- /SCH 18/ Schnell, R., Hill, P. B., Esser, E.: Methoden der empirischen Sozialforschung. De Gruyter Studium, 11. Aufl., 534 S., ISBN 9783110577327, De Gruyter Oldenbourg: Berlin, Boston, 2018.

- /SHE 25/ Sherratt, F., Szabo, E., Hallowell, M. R.: Seeking a scientific and pragmatic approach to safety culture in the North American construction industry. Safety Science, Bd. 181, S. 106658, DOI 10.1016/j.ssci.2024.106658, 2025.
- /SOL 22/ Solberg, E., Bisio, R.: Improving Learning by Adding the Perspective of Success to Event Investigations, Proceedings of the 32nd European Safety and Reliability Conference. 8 S., 2022.
- /VII 16/ Viitanen, K., Bisio, R., Axelsson, C., Koskinen, H., Liinasuo, M., Skjerve, A. B.: Learning from Successes in Nuclear Power Plant Operation - Intermediate Report from the NKS-R LESUN, NKS-354. 112 S., ISBN 978-87-7893-438-3, 2016.
- /WES 04/ Westrum, R.: A typology of organisational cultures. Quality & safety in health care, 13 Suppl 2, Suppl 2, S. ii22-7, DOI 10.1136/qhc.13.suppl_2.ii22, 2004.

Abkürzungsverzeichnis

AtG	Atomgesetz
AtVfV	Atomrechtliche Verfahrensverordnung
AvO	Aufsichtsführender vor Ort
CCA	Critical Consequence Analysis)
DIN	Deutsches Institut für Normung
ESK	Entsorgungskommission
ETA	Event Tree Analysis
FINAS	Fuel Incident Notification and Analysis System
FMEA	Failure Mode & Effect Analysis
FTA	Fault Tree Analysis
GEA	Ganzheitliche Ereignisanalyse
HPO	Human Performance Optimization
HPT	Human Performance Tools
IAEA	International Atomic Energy Agency
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
KTA	Kerntechnischen Ausschuss
LdA	Leiter der Anlage
MTO	Mensch-Technik-Organisation

PDCA-Zyklus	Plan-Do-Check-Act-Zyklus (auch Deming-Kreis; Framework zur kontinuierlichen Prozessverbesserung)
RSK	Reaktor-Sicherheitskommission
SCM	Swiss Cheese Model
SCT	Social Cognitive Theory
SiAnf	Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke
SOL	Sicherheit durch Organisationales Lernen
STAMP	Systems-Theoretic Accident Model and Processes
TPB	Theory of Planned Behavior
VDA	Verantwortlicher für die Durchführung der Arbeiten
VGB	VGB PowerTech e.V.

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tab. 2.1	Merkmale von Cost- und Profit-Center	4
Tab. 3.1	Bewertungskriterien für Modellbildung	34
Tab. 3.2	Bewertungskriterien für die Theory of Planned Behavior.....	37
Tab. 3.3	Bewertungskriterien für das Drift-to-Danger-Modell	42
Tab. 3.4	Bewertungskriterien für das Reifegradmodell.....	45
Tab. 3.5	Bewertungskriterien für das Kulturmodell.....	49
Tab. 4.1	Aufbau der Tabelle im Anhang A	75
Tab. A.1	Faktoren und Merkmale in den unterschiedlichen Ausprägungen des Reifegradmodelles.....	127
Abb. 3.1	Grenzen im Raum der funktional anpassbaren Leistung im Drift-to-Danger-Modell /RAS 97/	39
Abb. 3.2	Drift-to-Danger-Modell: Druck von Seiten des Management zu einer höheren wirtschaftlichen Effizienz /MAR 17/	40
Abb. 3.3	Drift-to-Danger-Modell: Neigung zu geringstem Aufwand /MAR 17/.....	40
Abb. 3.4	Drift-to-Danger-Modell: Resultierender Drift zum Versagen von Sicherheitssystemen /MAR 17/	41
Abb. 3.5	Kategorisierung und zeitliche Einordnung von Ereignisanalysemethoden.....	52
Abb. 5.1	Anteil der häufigsten beitragenden Faktoren bei der Analyse von 25 meldepflichtigen Ereignissen	78
Abb. 5.2	Anzahl der Bewertungen von beitragenden Faktoren nach dem Reifegradmodell	78
Abb. 5.3	Anteil der häufigsten beitragenden Faktoren bei der Analyse von 23 internationalen Ereignissen.....	79
Abb. 5.4	Anteil der häufigsten beitragenden Faktoren bei der Analyse von 29 Ereignissen und nicht meldepflichtigen Vorkommnissen durch die Unterauftragnehmer.....	80
Abb. B.1	Interviewleitfaden mit Hauptfragen gegliedert in inhaltliche Aspekte/ Aufrechterhaltungsfragen/ spezifische Nachfragen.....	139

A Faktoren, Merkmale und Reifegradausprägung

Tab. A.1 Faktoren und Merkmale in den unterschiedlichen Ausprägungen des Reifegradmodelles

SOL/IAEA-Faktor und Merkmale	Pathologisch	Reaktiv	Berechnend	Proaktiv	Generativ
Verantwortung und Zuständigkeit (SOL) / Individuelle Verantwortlichkeit (IAEA) - Verantwortung der Mitarbeiter - Zuweisung von Arbeiten - Entscheidungsbefugnisse - Rollenverteilung	- Die Mitarbeiter werden nicht ermutigt, Verantwortung für Sicherheitsaspekte zu übernehmen. Individuelles Versagen wird stigmatisiert. - Die Aufgabenverteilung ist unklar oder fehlt ganz. Die Mitarbeiter wissen nicht, wer für welche Aufgaben zuständig ist, was zu Verwirrung und Frustration führt. - Entscheidungsbefugnisse sind unklar oder fehlen, so dass Mitarbeiter zögern, Entscheidungen zu treffen. - Es gibt große Diskrepanzen zwischen formaler und tatsächlicher Rollenverteilung. Die Mitarbeiter sind sich über ihre tatsächlichen Rollen und Verantwortlichkeiten nicht im Klaren.	- Mitarbeiter werden nach Sicherheitsvorfällen zur Verantwortung gezogen, aber es gibt keine klaren Erwartungen an die individuelle Verantwortung im Alltag. - Nach Vorfällen werden Aufgaben klarer zugewiesen. Es gibt keine (proaktive) Planung der Aufgabenverteilung. - Entscheidungsbefugnisse werden erst nach Vorfällen geklärt. Mitarbeiter wissen nicht, wer Entscheidungen treffen darf. - Diskrepanzen zwischen formaler und tatsächlicher Rollenverteilung werden erst nach Problemen oder Vorfällen thematisiert. Es findet keine proaktive Anpassung der Rollenverteilung statt.	- Die Organisation erkennt die individuelle Verantwortung für Sicherheit an, aber es gibt keine klare Erwartung oder Förderung dieser Verantwortung. - Eine formale Aufgabenverteilung ist vorhanden, wird aber nicht konsequent umgesetzt. Die Mitarbeiter sind sich ihrer Aufgaben bewusst, aber es gibt Überschneidungen und Lücken in der Umsetzung. - Entscheidungsbefugnisse sind formal festgelegt, werden aber nicht immer klar kommuniziert, was zu Unsicherheit führen kann. - Eine formale Rollenverteilung ist vorhanden, stimmt aber nicht immer mit der tatsächlichen Praxis überein. Die Mitarbeiter sind sich ihrer formalen Rollen bewusst, aber es gibt Diskrepanzen.	- Die Mitarbeiter werden ermutigt, ihre Verantwortung für die Sicherheit wahrzunehmen, Sicherheitsbedenken zu melden und sich aktiv an Sicherheitsinitiativen zu beteiligen. - Die Aufgabenverteilung ist eindeutig und wird in der Praxis umgesetzt, regelmäßig überprüft und gegebenenfalls angepasst. Die Mitarbeiter sind sich ihrer Aufgaben bewusst und werden ermutigt, Probleme bei der Aufgabenverteilung zu melden. - Entscheidungsbefugnisse sind klar definiert und werden an die Mitarbeiter kommuniziert und vermittelt. Die Mitarbeiter werden ermutigt, Probleme zu melden. Dies führt zu einer proaktiven Kultur, in der kontinuierliche Verbesserungen angestrebt werden. - Die Rollenverteilung ist klar definiert und wird regelmäßig überprüft und angepasst. Die Mitarbeiter werden in die Planung der Rollenverteilung einbezogen und Probleme mit der Rollenverteilung werden kommuniziert.	- Die individuelle Verantwortung für die Sicherheit ist fest in der Organisationskultur verankert. Die Mitarbeiter übernehmen proaktiv Verantwortung und handeln in Übereinstimmung mit den Sicherheitswerten. - Die Aufgabenverteilung ist optimal und wird kontinuierlich an neue Anforderungen angepasst. Die Mitarbeiter übernehmen Verantwortung für ihre Aufgaben und unterstützen sich gegenseitig. Dies führt zu einem hocheffizienten und kooperativen Arbeitsumfeld, in dem kontinuierliche Verbesserung und Innovation gefördert werden. - Entscheidungsbefugnisse sind optimal definiert, vermittelt und werden systematisch an neue Gegebenheiten angepasst. Mitarbeiter treffen proaktiv Entscheidungen und übernehmen Verantwortung. - Rollenverteilungen sind optimal definiert, vermittelt und werden systematisch an neue Gegebenheiten angepasst. Mitarbeiter übernehmen Verantwortung für ihre Rollen und arbeiten effektiv zusammen.

SOL/IAEA-Faktor und Merkmale	Pathologisch	Reaktiv	Berechnend	Proaktiv	Generativ
Hinterfragende Haltung (IAEA) - Hinterfragende Grundhaltung - Fragen von Mitarbeitern bei Vorgesetzten	- Es gibt keine hinterfragende Grundhaltung. Sicherheitsbedenken werden ignoriert oder abgewiesen. - Mitarbeiter werden entmutigt, Fragen zu stellen oder Kritik zu äußern. Hierarchische Autorität wird selten in Frage gestellt.	- Eine hinterfragende Grundhaltung wird erst nach Vorfällen eingenommen. Sicherheitsbedenken werden reaktiv behandelt. - Mitarbeiter werden ermutigt, Fragen zu stellen, aber erst im Nachhinein oder im Zusammenhang mit konkreten Sicherheitsvorfällen. Verbesserungen werden nur nach Vorfällen und/oder Problemen vorgenommen.	- Die Organisation erkennt die Bedeutung einer hinterfragenden Haltung an, jedoch nur in begrenztem Umfang und innerhalb bestimmter Grenzen. - Die Mitarbeiter äußern in bestimmten Grenzen Bedenken. Verbesserungen finden in einem begrenzten Umfang statt.	- Eine hinterfragende Haltung wird gefördert und als wertvolle Ressource für die Identifizierung von Risiken und Verbesserungsmöglichkeiten angesehen. Sicherheitsbedenken werden ernst genommen und proaktiv angegangen. - Die Mitarbeiter äußern regelmäßig Bedenken und hinterfragen Prozesse. Sie fühlen sich ermutigt, zu Verbesserungen beizutragen.	- Eine offene und hinterfragende Haltung ist fest in der Organisationskultur verankert. Es herrscht eine Kultur der Offenheit und Transparenz. - Die Mitarbeiter werden ermutigt, Autoritäten in Frage zu stellen und Verbesserungsvorschläge zu machen.
Kommunikation (SOL) / (IAEA) - Informationsweitergabe - Regeln zur Kommunikation - Umgang mit Kommunikationsdefiziten - Kommunikation über Sicherheit	- Informationen werden vom Personal, Management oder der Führungskraft zurückgehalten, verzerrt, verspätet, falsch vermittelt oder nicht erklärt und dadurch nicht nachvollziehbar (Frustration/Missverständnis). - Es fehlen Regeln für die Informationsweitergabe und Hindernisse verhindern den Informationsfluss oder sind vorhanden und werden nicht beachtet. - Vermehrtes Auftreten von Fehlern und Verzögerungen durch Kommunikationsstörungen und -fehler werden hingenommen. Kommunikation ist einseitig, oft hierarchisch, und die Meinungen der Beschäftigten werden ignoriert. - Kommunikation über Sicherheitsfragen und Sicherheitsaspekte der Tätigkeiten wird unterdrückt oder ignoriert. Eine offene Feedback-Kultur wird nicht geschätzt, gefördert oder sogar als Hindernis betrachtet.	- Kommunikation und Informationsweitergabe findet auf Nachfrage oder erst nach einem Sicherheitsvorfall statt. Gründe für Entscheidungen werden gelegentlich erklärt, oft nur nach Beschwerden oder Vorfällen. - Es fehlen klare Regeln für die Informationsweitergabe, Hindernisse behindern den Informationsfluss. Kommunikationsprozesse sowie -inhalte werden oft improvisiert. - Das Management und das Personal tauschen Informationen meist nur aus, um dringende Probleme zu lösen, was zu ineffizienter und unzuverlässiger Kommunikation führt. - Kommunikation über Sicherheitsfragen und Sicherheitsaspekte findet statt, ist aber ad hoc und nicht systematisch.	- Kommunikationsprozesse sind klar definiert und standardisiert. Es gibt formalisierte Kommunikationskanäle und -protokolle, die jedoch oft starr und unflexibel sind. Gründe für Entscheidungen werden regelmäßig und methodisch kommuniziert. - Es gibt standardisierte Regeln und Formen der Kommunikation weitergegeben an die Mitarbeiter. Die Führungskräfte überwachen die Einhaltung der standardisierten Kommunikationsprozesse, was zu einem erwartbaren Informationsfluss und -inhalt führt, kann aber durch strikte Einhaltung der Prozesse dazu führen, dass wichtige Informationen verloren gehen oder verzögert werden. - Soweit Defizit in der Kommunikation bemerkt werden, werden diese im notwendigen Maß behoben. - Die Organisation fördert eine formale Kommunikation über Sicherheitsaspekte, jedoch nur auf begrenzter Ebene.	- Informationen werden regelmäßig und offen vom Personal, dem Management und den Führungskräften in alle Richtungen ausgetauscht. Gründe für Entscheidungen werden zeitnah und umfassend kommuniziert. - Es gibt klare und effektive Regeln für die Informationsweitergabe. Es sind Mechanismen zur effektiven Kommunikation und zum Informationsaustausch vorhanden. Hindernisse für den Informationsaustausch werden aktiv identifiziert und beseitigt. - Die Organisation bemüht sich, Probleme frühzeitig zu erkennen und durch effektive Kommunikation zu verhindern. - Mitarbeiter werden motiviert Sicherheitsbedenken und Informationen weiterzugeben. Sicherheitsprioritäten werden regelmäßig und klar kommuniziert.	- Effektive Kommunikation ist fest in der Organisationskultur verankert und offen. Alle Beschäftigten sind beteiligt. Gründe für Entscheidungen werden transparent, umfassend und in Echtzeit kommuniziert. Informationen werden aktiv geteilt (und es gibt ein hohes Maß an Vertrauen zwischen Personal, Management und Führungskraft). - Kontinuierliche Verbesserungen in der Kommunikation und der Kommunikationswege werden angestrebt. Alle Ebenen der Organisation sind bestrebt, Barrieren in der Kommunikation abzubauen und sicherzustellen, dass relevante Informationen schnell, nachvollziehbar und effizient weitergegeben werden. - Die Organisation bemüht sich, Probleme frühzeitig zu erkennen und durch effektive Kommunikation zu verhindern. Die Kommunikationsprozesse werden fortwährend am Stand der Wissenschaft geprüft. - Die Kommunikation über Sicherheit ist fest in die Organisationsstruktur integriert. Es herrscht eine offene Feedback-Kultur.

SOL/IAEA-Faktor und Merkmale	Pathologisch	Reaktiv	Berechnend	Proaktiv	Generativ
Führungsverantwortung (IAEA) / Führung (SOL) - Umgang der Führungskräfte mit Sicherheitsproblemen - Vorbildfunktion und Kritikfähigkeit der Führungskräfte - Motivation der MA durch Führungskräfte	- Desinteresse oder Leugnung von Sicherheitsproblemen durch die Führungskräfte. Führungskräfte ignorieren Sicherheitsprobleme und übernehmen keine Verantwortung für Sicherheitsaspekte. - Mangelnde Priorisierung von Kontrollaufgaben und unzureichende Vorbildfunktion. Mangelnde Kritikfähigkeit der Führungskräfte. - Mitarbeiter werden durch das Verhalten der Führungskräfte demotiviert und verunsichert.	- Die Führung reagiert auf Sicherheitsprobleme, aber im Nachhinein und ad hoc. Führungskräfte handeln erst nach dem Auftreten von Sicherheitsvorfällen und Sicherheitsmaßnahmen werden erst im Nachhinein umgesetzt. - Führungskräfte übernehmen Verantwortung für die Bewältigung von Sicherheitsvorfällen, aber es fehlt eine klare Führungsverantwortung im Alltag. Die Vorbildfunktion wird nur in Krisenzeiten wahrgenommen. - Die Mitarbeiter sind oft frustriert vom Führungsverhalten und fühlen sich nicht unterstützt.	- Die Führung bekennt sich zu seiner Verantwortung für die Sicherheit, setzt formale Systeme zur Risikokontrolle ein und setzt formale Sicherheitsprotokolle um. Bei der Entscheidung spielen Kosten und Effizienz eine wichtige Rolle. - Führungstechniken sind formalisiert, aber oft bürokratisch. Die Kritikfähigkeit der Führungskräfte ist begrenzt vorhanden. - Die Mitarbeiter fühlen sich durch das Führungsverhalten eingeschränkt und wenig motiviert.	- Führungskräfte übernehmen aktiv Verantwortung für die Sicherheit, indem sie eine Sicherheitskultur fördern und unterstützen. Führungskräfte räumen Kontrollaufgaben Priorität ein. - Führungskräfte gehen mit gutem Beispiel voran und setzen klare Erwartungen an sicherheitsgerichtetes Verhalten und sind kritikfähig. Führungskräfte ermutigen Mitarbeiter Sicherheitsbedenken zu äußern. Sie geben regelmäßig Feedback und motivieren die Mitarbeiter. Die Vorbildrolle wird aktiv gelebt. - Die Mitarbeiter sind motiviert und engagiert.	- Sicherheit ist integraler Bestandteil der Organisationskultur. Die Führung setzt sich aktiv für Sicherheit ein und fördert Innovationen. Führungskräfte haben eine starke Verantwortung für Sicherheit auf allen Ebenen der Organisation. Die Führungskräfte sind bestrebt, Sicherheitsprobleme frühzeitig zu erkennen und durch proaktives Handeln zu verhindern. Führungskräfte integrieren Sicherheit in alle Geschäftsprozesse und fördern kontinuierliche Verbesserungen. - Die Vorbildfunktion wird auf allen Ebenen gelebt. Kontrollaufgaben, kontinuierliches Feedback und Förderung der Mitarbeiter haben hohe Priorität. Die Führungskräfte sind kritikfähig und fördern eine offene Kommunikation. - Die Mitarbeiter sind hoch motiviert und fühlen sich unterstützt und wertgeschätzt.
Entscheidungsfindung (SOL) / (IAEA) - Einfluss von Sicherheitsaspekten auf die Entscheidungsfindung - Systematischer Ansatz zur Entscheidungsfindung - Verantwortung für Entscheidungen - Risikoabschätzung	- Entscheidungsprozesse sind intransparent und Entscheidungen werden ohne Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten getroffen. Daher sind sie oft unvorsichtig und basieren auf minimalen Standards, anstatt auf Sicherheit. - Ein systematischer Ansatz zur Bewertung relevanter Faktoren und Risiken bei Entscheidungen ist nicht vorhanden. - Verantwortlichkeiten für Entscheidungen sind unklar und oft verwirrend. - Risikoabschätzungen und Sicherheitsbelange werden ignoriert oder als Hindernisse angesehen, wodurch die Organisation keine Fähigkeit zur Anpassung an unvorhergesehene Umstände entwickelt hat. - Die fehlende Weitergabe wichtiger Informationen, das Vorherrschen falscher Vorstellungen oder auch das Auslassen anderer Meinungen führt zu (häufigen) Fehlern.	- Entscheidungen werden als Reaktion auf Ereignisse oder Krisen und nur teilweise unter Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten getroffen. Sicherheitsbelange werden teilweise ignoriert. - Ein systematischer Ansatz zur Bewertung relevanter Faktoren und Risiken bei Entscheidungen wird teilweise als Reaktion auf Ereignisse verfolgt. - Verantwortung für Entscheidungen sind definiert, aber nicht immer konsequent durchgesetzt. - Risikoabschätzungen werden durchgeführt, aber nur, um unmittelbare Probleme zu lösen. Die Organisation zeigt einige Anpassungsfähigkeiten, aber diese sind nicht gut entwickelt und oft improvisiert.	- Entscheidungen sind methodisch und sicherheitsorientiert (werden unter Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten getroffen), jedoch primär auf der Grundlage wirtschaftlicher Überlegungen sowie Risikobewertungen und basieren auf standardisierten Prozessen. - Ein systematischer und konsistenter Ansatz wird routinemäßig verwendet, um alle relevanten Faktoren zu bewerten. Entscheidungsprozesse sind systematisiert und basieren auf klar definierten Methoden und Protokollen. Es gibt formalisierte Verfahren zur Anpassung an unvorhergesehene Umstände in einem standardisierten Rahmen, die Flexibilität ist nicht im Fokus. - Verantwortlichkeiten für Entscheidungen sind für einen definierten Entscheidungsrahmen deutlich eingeordnet. - Das Risiko und Sicherheitsbelange werden gründlich analysiert und es wird Wert auf eine ausgeprägte Datenbasis gelegt.	- Entscheidungsprozesse sind darauf ausgerichtet, potenzielle Probleme frühzeitig zu erkennen und zu vermeiden. - Ein systematischer Ansatz um alle relevanten Faktoren umfassend zu bewerten, wird aktiv gefördert und genutzt. Entscheidungsprozesse sind flexibel und anpassungsfähig. - Verantwortlichkeiten für Entscheidungen sind klar definiert und werden konsequent durchgesetzt. - Sicherheitsaspekte werden in den Entscheidungsprozess integriert, indem Risiken bewertet und präventive Maßnahmen ergriffen werden. Mögliche Konsequenzen von Entscheidungsprozessen werden sorgfältig evaluiert.	- Die Entscheidungsfindung ist offen, transparent und kollaborativ. Entscheidungen sind sowohl gewissenhaft als auch sicherheitsorientiert. Sicherheitsbelange sind wesentlicher Bestandteil des Entscheidungsprozesses. - Ein systematischer Ansatz um alle relevanten Faktoren umfassend zu bewerten, wird aktiv gefördert und genutzt. Entscheidungsprozesse sind flexibel und anpassungsfähig. Alle relevanten Akteure, einschließlich des Managements und des Personals, sind in den Entscheidungsprozess eingebunden und es herrscht eine Kultur des Vertrauens. - Verantwortlichkeiten sind klar definiert, transparent und werden konsequent durchgesetzt. - Sicherheitsaspekte werden in den Entscheidungsprozess integriert. Es wird proaktiv nach neuen Risiken gesucht und innovative Lösungen entwickelt, um sicherheitsrelevante Entscheidungen zu treffen.

SOL/IAEA-Faktor und Merkmale	Pathologisch	Reaktiv	Berechnend	Proaktiv	Generativ
Arbeitsklima (IAEA) - Arbeitsklima allgemein - Meinung einzelner Mitarbeiter - Vertrauen zwischen Mitarbeitern - Umgang mit Konflikten - Auswirkungen auf das Arbeitsumfeld	- Das Arbeitsklima beeinträchtigt die Sicherheitskultur. Es herrscht eine Atmosphäre von Gleichgültigkeit gegenüber Kollegen und Mitarbeitern. Persönliche Umstände der Mitarbeiter werden ignoriert oder sogar als Belastung empfunden. Die Führungsebene wirkt einem beeinträchtigenden Arbeitsklima nicht entgegen. - Unterschiedliche Meinungen werden unterdrückt oder nicht geschätzt. Mitarbeiter fühlen sich nicht gehört und ihre Anliegen werden ignoriert. - Das Arbeitsklima ist von Misstrauen geprägt und es gibt keine Bemühungen, Vertrauen aufzubauen. - Konflikte bleiben ungelöst oder werden unfair behandelt und es herrscht eine Kultur der Schuldzuweisung. - Das Arbeitsklima spiegelt sich in einem schlechten Arbeitsumfeld wider.	- Das Arbeitsklima wird durch Kenntnisnahme der Anliegen der Beschäftigten und unterschiedliche Meinungen verbessert, aber nur sporadisch und meist als Reaktion auf akute Probleme. Ein respektvoller Umgang wird nicht systematisch gefördert, sondern nur dann berücksichtigt, wenn es zu Konflikten kommt, was sich im Arbeitsumfeld widerspiegelt. - Meinung einzelner Mitarbeiter werden erst nach Sicherheitsvorfällen eingeholt. Der weitere Umgang hiermit ist oft unklar. - Vertrauen wird nicht aktiv aufgebaut und Konflikte werden nach Vorfällen angesprochen, aber nicht immer auf faire oder transparente Weise und oft spät und ineffizient. - Konflikte werden nur gelöst, wenn sie unmittelbar zu Sicherheitsproblemen führen können. - Verbesserungen des Arbeitsumfelds erfolgen nach Beschwerden, aber sie sind oft punktuell und nicht umfassend.	- Der Umgang im Betrieb ist kollegial und regelkonform, wodurch das Arbeitsklima und damit andere Faktoren der Sicherheitskultur im Unternehmen nicht negativ beeinflusst werden. Es wird in einem notwendigen Maße das Arbeitsklima gefördert oder Maßnahmen zur Verbesserung des Arbeitsklimas ergriffen. - Meinungen von erfahrenen Mitarbeitern werden diskutiert und berücksichtigt. - Vertrauen und Offenheit werden im erforderlichen Maß durch Berücksichtigung unterschiedlicher Meinungen deren Diskussion und deren Berücksichtigung gefördert. - Konflikte werden mit standardisierten Methoden ohne Bevorzugung gelöst. - Der Umgang spiegelt sich in einem geordneten Arbeitsumfeld wider, um einen produktiven und sicheren Arbeitsbereich im notwendigen Maße zu gewährleisten.	- Das Arbeitsklima unterstützt aktiv die Sicherheitskultur, indem Respekt und Vertrauen durch offene Kommunikation und Zusammenarbeit aktiv gefördert werden. Sichere Arbeitspraktiken, die die psychologische Sicherheit gewährleisten werden, unterstützt. - Unterschiedliche Meinungen werden in einer konstruktiven Weise diskutiert und berücksichtigt. - Vertrauen und Offenheit werden durch Berücksichtigung unterschiedlicher Meinungen deren Diskussion und deren Berücksichtigung gefördert. - Es herrscht eine Kultur der Offenheit und Ehrlichkeit, und Konflikte werden fair und zeitnah gelöst. - Das Arbeitsumfeld wird regelmäßig optimiert, um eine produktive und respektvolle Atmosphäre zu gewährleisten. Es werden Maßnahmen ergriffen, um sicherheitsrelevante Bedingungen und Ressourcen bereitzustellen.	- Das Arbeitsklima ist geprägt von einem sicherheitsorientierten Umgang und einem tief in der Unternehmenskultur verankerten Vertrauen und Respekt. Proaktives Handeln im Hinblick auf einen sehr guten Umgang innerhalb eines Unternehmens und der Arbeitsumgebung fördert Sicherheit aktiv. - Offene und ehrliche Diskussion und die Berücksichtigung von Meinungen werden auf allen Ebenen gefördert. - Es herrscht eine Atmosphäre des Vertrauens, in der Mitarbeiter Sicherheitsprobleme offen ansprechen können, und welches seitens der Führungskräfte eingefordert wird. - Konflikte werden schnell und transparent gelöst, was zu einem harmonischen und kooperativen Arbeitsklima führt. - Die Arbeitsumgebung ist exzellent gepflegt und spiegelt den hohen Respekt wider, den die Organisation gegenüber ihren Mitarbeitenden und ihrer Ausstattung hat. Das gesamte Arbeitsklima ist darauf ausgerichtet, das Wohlbefinden, die Sicherheit und die Produktivität der Mitarbeitenden zu maximieren.

SOL/IAEA-Faktor und Merkmale	Pathologisch	Reaktiv	Berechnend	Proaktiv	Generativ
Arbeitsbedingungen (SOL) - Einfluss der Führungskräfte auf Arbeitsbedingungen - Psychische Aspekte der Arbeitsumgebung - Kontrolle und Prüfung der Arbeitsbedingungen - Arbeitsmittel	- Die Führungskräfte ignorieren die Arbeitsbedingungen oder erachten diese nicht als wichtig. - Psychische Aspekte der Arbeitsumgebung belasten Mitarbeiter und Mitarbeiter werden u. a. bewusst unter starken Zeitdruck und Stress gesetzt, da die Hauptpriorität auf der Produktivität liegt. Dies geht zu Lasten der Gesundheit und des Wohlbefindens der Beschäftigten. - Beschwerden der Beschäftigten über schlechte Arbeitsbedingungen werden abgetan oder ignoriert und es gibt wenig bis keine Bemühungen, störende oder gefährliche Bedingungen zu vermeiden oder zu verringern. - Es werden veraltete und mangelhafte Arbeitsmittel verwendet. Die Arbeitsbedingungen belasten die Mitarbeitenden und führen zu Unsicherheit und Stress.	- Die Führungskräfte reagieren auf Beschwerden der Mitarbeiter über die Arbeitsbedingungen, oder nach Aufforderung aufgrund von Sicherheitsvorfällen, anstatt proaktiv Verbesserungen vorzunehmen. - Es gibt ein gewisses Bewusstsein für die Bedeutung der psychischen Aspekte der Arbeitsumgebung, aber die Maßnahmen sind reaktiver Natur und oft unzureichend. - Es gibt keinen systematischen Ansatz, um die Arbeitsbedingungen kontinuierlich zu überwachen und zu verbessern. Es werden nur nach Aufforderung neue Arbeitsmittel bereitgestellt. Arbeitsbedingungen werden hauptsächlich dann berücksichtigt, wenn Probleme auftreten oder Beschwerden eingereicht werden. - Arbeitsmittel weisen teilweise Mängel auf. Diese werden nach Sicherheitsvorfällen behoben.	- Die Führungskräfte erkennen die Bedeutung guter Arbeitsbedingungen an und setzen sich für die Einhaltung der Standards im notwendigen Maße für eine angemessene Arbeitsumgebung ein. - Psychische Aspekte werden in der Gestaltung der Arbeitsumgebung im notwendigen Maß berücksichtigt. - Es gibt Richtlinien und Verfahren zur Kontrolle und Verbesserung der Arbeitsbedingungen. Es gibt festgelegte Standards zur Gestaltung der Arbeitsumgebung. Es gibt einen systematischen Ansatz, um die Arbeitsbedingungen kontinuierlich zu überwachen. - Die Arbeitsmittel werden im notwendigen Maß gewartet und aktualisiert. Es gibt es noch Raum für weitere Verbesserungen.	- Die Führungskräfte haben ein starkes Engagement für gute Arbeitsbedingungen und ergreifen proaktive Maßnahmen, um die Sicherheit und das Wohlbefinden der Mitarbeiter zu gewährleisten. - Die Arbeitsbedingungen sind so gestaltet, dass die psychischen Aspekte der Arbeitsumgebung auf die Anforderungen der Mitarbeiter optimiert sind. Die Arbeitsumgebung wird anhand von Empfehlungen und Best Practices gestaltet. - Es werden systematische Kontrollen der Arbeitsbedingungen durchgeführt und kontinuierlich Verbesserungen umgesetzt. Standards werden in der Regel übertroffen. - Es werden ergonomische Arbeitsmittel und Schutzmaßnahmen des neusten Standes bereitgestellt.	- Die Führungskräfte schaffen eine Umgebung, in der exzellente Arbeitsbedingungen als Grundlage für sichere und effektive Arbeit angesehen werden. Es herrscht ein hohes Maß an Engagement und Verantwortungsbewusstsein gegenüber der Arbeitsumgebung. - Es gibt ein umfassendes Verständnis der Auswirkungen der psychischen Aspekte der Arbeitsumgebung auf die Leistung und Sicherheit. Es werden innovative und bewährte Ansätze angewendet, um optimale Arbeitsumgebungen zu schaffen. Beschäftigte sind aktiv in die Gestaltung und Verbesserung der Arbeitsbedingungen eingebunden. - Die Arbeitsbedingungen werden systematisch und umfassend überprüft und verbessert, um die Gesundheit, Sicherheit und Leistung der Beschäftigten zu gewährleisten. - Die Arbeitsmittel sind modern und ergonomisch, die Beleuchtung ist optimal, die Temperatur und der Lärmpegel sind kontrolliert.

SOL/IAEA-Faktor und Merkmale	Pathologisch	Reaktiv	Berechnend	Proaktiv	Generativ
Qualifikation und Training (SOL) - Qualifikation der Beschäftigten - Kompetenzentwicklung der Führungskräfte - Schulungsprogramme	- Es gibt keine Bemühungen, die Qualifikationen der Beschäftigten zu erhalten oder zu verbessern. - Die Kompetenzentwicklung der Führungskräfte wird mangelhaft durchgeführt. - Schulungsprogramme finden nicht statt und wenn, dann sporadisch und oft ineffektiv ohne einen Kontrollmechanismus über die gewonnenen Kenntnisse.	- Die Qualifikation der Beschäftigten wird als Reaktion auf Fehler oder auf hingewiesene Mängel gefördert. - Nach größeren Vorfällen erkannte Probleme in der Kompetenz der Führungskräfte werden als reaktive Maßnahme im Nachhinein angegangen. - Schulungsprogramme werden als Reaktion auf einen dringenden Bedarf oder oft nach Sicherheitsvorfällen, die einer Handlung bedürfen, eingeführt oder aufgefrischt. Die gewonnenen Kenntnisse werden nicht systematisch überprüft.	- Die Organisation bietet strukturierte und regelmäßige Schulungen an, die sowohl fachliche als auch soziale Kompetenzen im notwendigen Maß abdecken. - Die Organisation setzt formalisierte und teilsystematische Prozesse für Kompetenzentwicklung der Führungskräfte um. - Die Schulungen sind standardisiert, methodisch und praxisbezogen gestaltet. Gewonnene Kenntnisse werden durch entsprechenden Kontrollmechanismen überprüft. Schulungen finden regelmäßig statt.	- Die Organisation bietet umfassende Schulungsprogramme an, die praxisorientiert sind und regelmäßig stattfinden. Dadurch soll sowohl fachliche als auch soziale Kompetenzen ständig aktualisiert werden. - Es wird systematisch und kontinuierlich die Führungskompetenz der Führungskräfte unterstützt. Kompetenzentwicklung der Führungskräfte ist ein fester Bestandteil der Organisationskultur. - Die Qualifikationen der Beschäftigten werden durch kontinuierlich verbesserte Schulungen erweitert und an neue Herausforderungen angepasst. Schulungen werden nach verschiedenen Methoden durchgeführt. Gewonnene Kenntnisse werden durch unterschiedliche Kontrollmechanismen regelmäßig überprüft. Schulungen finden häufig statt.	- Qualifikationen in allen Bereichen einer Organisation werden durch hochwirksame, praxisnahe und regelmäßig durchgeführte Schulungsprogramme kontinuierlich verbessert und aktiv der Stand der Qualifikation geprüft. - Führungskräfte werden individuell durch hochwirksame sowie umfassende Programme weiterentwickelt. Die Entwicklung der Führungskräfte wird proaktiv vorangetrieben, um sie umfassend auf aktuelle und zukünftige Aufgaben vorzubereiten. - Die Qualifikationen der Beschäftigten werden durch individuelle Schulungen erweitert und an neue Herausforderungen angepasst. Schulungen werden nach verschiedenen Methoden durchgeführt. Gewonnene Kenntnisse werden durch unterschiedliche Kontrollmechanismen regelmäßig überprüft. Schulungen finden häufig statt. Es herrscht eine Kultur der kontinuierlichen Verbesserung und Anpassung der Fähigkeiten an neue Herausforderungen mit Blick auf zukünftige Entwicklungen.
Kontinuierliches Lernen (IAEA) /Erfahrungsrückfluss (SOL) - Gefahrensensibilisierung - Lernen aus Sicherheitsvorfällen und positiven Betriebserfahrungen - Lernen aus externen Erfahrungen	- Gefahrensensibilisierung und Verhaltenstraining fehlen weitgehend oder werden als gegeben betrachtet. - Lernen ist nicht Teil der Organisationskultur und es gibt keine systematischen Prozesse zum Sammeln, Analysieren, Bewerten und Kommunizieren von Erfahrungen. - Lehren aus externen Erfahrungen werden ignoriert und Wissenstransfer oder Maßnahmen aus Erkenntnissen finden nicht statt.	- Gefahrensensibilisierung und Verhaltenstraining werden nur nach Ereignissen durchgeführt. - Lernen aus Sicherheitsvorfällen findet oft nach Sicherheitsvorfällen statt. Es gibt keine systematischen Ansätze oder Mechanismen, um Lektionen zu identifizieren und zu teilen. - Gewonnene Erkenntnisse aus externen Quellen, wie anderen Organisationen werden nur nach größeren Vorfällen als reaktive Maßnahme angegangen.	- Gefahrensensibilisierung und Verhaltenstraining sind integriert, aber oft statisch oder nur ausreichend tiefgehend. - Die Organisation erkennt die Bedeutung des Lernens durch Sicherheitsvorfälle im Rahmen ihrer standardisierten Prozesse an. Das Lernen erfolgt für einen spezifischen Fall in einem ausreichenden Maß. - Es gibt etablierte Verfahren zum systematischen Sammeln, Analysieren, Bewerten und Kommunizieren von externen Erfahrungen, die dokumentiert werden und einer Routine unterliegen. Maßnahmen werden im notwendigen Maß umgesetzt.	- Gefahrensensibilisierung und Verhaltenstraining sind integrale Bestandteile der Organisation und dem Blick auf die Sicherheitskultur. - Lernen und Verbesserung aus Sicherheitsvorfällen und positiven Betriebserfahrungen (Safety-II) wird in allen Bereichen als kontinuierlicher Prozess verstanden und ist Teil der Organisationskultur. - Es gibt etablierte Verfahren zum systematischen Sammeln, Analysieren, Bewerten und Kommunizieren von externen Erfahrungen, die dokumentiert werden und einer Routine unterliegen. Maßnahmen werden umfassend umgesetzt.	- Gefahrensensibilisierung sowie Verhaltenstraining sind umfassend integriert und zukunftsorientiert. - Lernen und Verbessern aus Sicherheitsvorfällen und positiven Betriebserfahrungen (Safety-II) ist ein zentraler Wert der Organisation. Erfahrungen werden umfassend und systematisch aus allen relevanten Quellen gesammelt, analysiert und bewertet. - Es gibt etablierte Verfahren zum systematischen Sammeln, Analysieren, Bewerten und Kommunizieren von externen Erfahrungen, die dokumentiert werden und einer Routine unterliegen. Maßnahmen werden umfassend umgesetzt und weiterentwickelt. Der Transfer auf weitere Arbeitsbereiche / Arbeitssituationen wird erwogen.

SOL/IAEA-Faktor und Merkmale	Pathologisch	Reaktiv	Berechnend	Proaktiv	Generativ
Problemerkennung und -lösung (IAEA) - Identifikation von Problemen - Ermittlung von Ursachen - Maßnahmen zur Problembehandlung - Übergreifende Probleme	- Probleme und Risiken werden nicht identifiziert oder gelöst. Es ist keine Methodik zur Problemerkennung und -lösung etabliert. Probleme werden daher nicht rechtzeitig gelöst - Die Ursachenermittlung erfolgt nicht im ausreichenden Maße. Wenn ermittelt wird, werden nur vordergründige Ursachen benannt. - Die Maßnahmen zur Behebung der Probleme sind unzureichend und setzen nicht bei den grundlegenden Ursachen an. Gewonnene Erkenntnisse werden unzureichend kommuniziert. - Mechanismen zur Identifizierung von übergreifenden Problemen sind nicht etabliert. Da Probleme als Einzelphänomene beurteilt werden, wo dies nicht angemessen ist, können keine Trends und Muster erkannt werden.	- Probleme werden reaktiv, nachdem sie zu Ereignissen beigetragen haben, erkannt und gelöst, jedoch oft nur oberflächlich und isoliert. Es fehlt eine systematische Herangehensweise zur Identifizierung und Lösung von Sicherheitsproblemen. - Die Ermittlung einer Problemursache erfolgt als Reaktion auf ein Ereignis. Die Ursache des Problems wird isoliert bei den direkt zum Ereignis führenden Aspekten gesucht. - Die zur Behebung der Probleme ergriffenen Maßnahmen zielen nur auf die Aspekte, die direkt zu einem Ereignis geführt haben. - Da die Problemerkennung und -lösung reaktiv erfolgt, können Trends und Muster nicht erkannt werden. Ein Mechanismus zur Identifizierung von übergreifenden Problemen ist nicht etabliert.	- Die Organisation erkennt die Bedeutung der Problemerkennung und -lösung an und setzt Ressourcen ein, um Probleme zu identifizieren und angemessen zu lösen. Es werden jedoch hauptsächlich formale Prozesse und Ansätze verwendet. - Die Ermittlungen einer Problemursache und die Bewertung des Problems erfolgen in ausreichendem Maße und genügen den Anforderungen der Aufsicht. Der Zeitrahmen zur Bewertung des Problems orientiert sich an äußeren Vorgaben. - Es werden angemessene Maßnahmen zur Behebung der Probleme ergriffen. Die Effektivität dieser Maßnahmen wird, sofern dies vorgegeben wird, evaluiert und die daraus gewonnenen Erkenntnisse geteilt. - Es gibt Mechanismen zur Identifizierung von übergreifenden Sicherheitsproblemen. Nur offensichtliche Trends und Muster werden erkannt, um deren übergreifende Ursachen zu identifizieren.	- Problemerkennung und -lösung werden proaktiv gefördert und unterstützt. Eine Methode zum Sammeln von Problemen ist etabliert. Probleme werden rechtzeitig erkannt. - Probleme werden gründlich bewertet, um die zugrundeliegenden Ursachen zu ermitteln und festzustellen, ob das Problem auch in anderen Bereichen besteht. Probleme werden in einem angemessenen Zeitrahmen bewertet. - Es werden angemessene Maßnahmen zur Behebung der Probleme ergriffen. Die Effektivität dieser Maßnahmen wird evaluiert und die daraus gewonnenen Erkenntnisse geteilt. - Es gibt Mechanismen zur systematischen Identifizierung von übergreifenden Sicherheitsproblemen. Probleme werden in ihrer Gesamtheit betrachtet, um Trends und Muster und deren übergreifende Ursachen zu identifizieren.	- Problemerkennung und -lösung sind fester Bestandteil der Organisationskultur. Mitarbeiter auf allen Ebenen werden ermutigt, Sicherheitsprobleme zu identifizieren und an der Lösung aktiv mitzuwirken. Es herrscht eine Kultur des kontinuierlichen Verbesserns und Lernens aus Problemen. - Probleme werden umfassend bewertet, um die zugrundeliegenden Ursachen zu ermitteln und festzustellen, ob das Problem auch in anderen Bereichen besteht. Probleme werden schnell bewertet. - Es werden umfassende Maßnahmen zur Behebung der Probleme ergriffen. Die Effektivität dieser Maßnahmen wird evaluiert und die daraus gewonnenen Erkenntnisse geteilt und allen relevanten Parteien zugänglich gemacht. - Die Mechanismen zur systematischen Identifizierung von übergreifenden Sicherheitsproblemen sind sehr ausgefeilt. Probleme werden in ihrer Gesamtheit betrachtet, um Trends und Muster und deren übergreifende Ursachen zu identifizieren.
Äußern von Bedenken (IAEA) - Umgang mit Mitarbeitern mit Bedenken - Atmosphäre - Methode zum Äußern von Bedenken	- Mitarbeiter werden entmutigt, bestraft, belästigt, eingeschüchtert oder diskriminiert, wenn sie Bedenken oder Sicherheitsprobleme ansprechen. - Es herrscht eine Atmosphäre der Angst oder des Schweigens. - Eine Methode zur Äußerung von Bedenken ist nicht vorhanden und nicht gewünscht.	- Mitarbeiter können Bedenken äußern, jedoch nur in Bezug auf spezifische Sicherheitsvorfälle. - Es herrscht eine Atmosphäre des Schweigens. - Eine Methode zur Äußerung von Bedenken ist zwar vorhanden, diese ist aber nicht klar und wird selten angewendet.	- Mitarbeiter können Bedenken äußern - Die Organisation erkennt die Bedeutung des Äußerns von Bedenken an, jedoch werden Äußerungen oft als Einzelereignisse betrachtet und nicht systematisch behandelt. Eine Methode zur Äußerung von Bedenken ist vorhanden.	- Mitarbeiter werden ermutigt und unterstützt, Bedenken und Sicherheitsprobleme zu äußern ohne Angst vor negativen Konsequenzen haben zu müssen. - Eine klare Methode zur Äußerung von Bedenken ist vorhanden. Diese ist bekannt und wird angewendet.	- Mitarbeiter fühlen sich sicher und werden ermutigt Bedenken zu äußern. - Das Äußern von Bedenken ist ein integraler Bestandteil der Organisationskultur und es gibt Mechanismen zur effektiven Bearbeitung und Lösung von gemeldeten Bedenken.

SOL/IAEA-Faktor und Merkmale	Pathologisch	Reaktiv	Berechnend	Proaktiv	Generativ
Arbeitsplanung (IAEA) / Arbeitsausführung (SOL) / Auslegungsprinzipien (Design) (SOL) / Arbeitsdurchführung (SOL) - Ansätze zur Planung, Koordinierung und Fertigstellung - Sicherheitsmargen	- Die Ansätze zur Planung, Koordinierung und Fertigstellung von Arbeitsaktivitäten weist gravierende Mängel auf. Die Sicherheit steht nicht im Fokus. Der Arbeitsprozess berücksichtigt nicht die Identifizierung und das Management relevanter Faktoren, insbesondere des Risikos. - Sicherheitsmargen bleiben bei der Planung und Durchführung von Arbeiten nicht erhalten. Der Zweck von Sicherheitsabständen wird nicht verstanden.	- Die Ansätze zur Planung, Koordinierung und Fertigstellung von Arbeitsaktivitäten weisen Mängel auf, die erst nach Eintritt von Ereignissen korrigiert werden. Die Sicherheit wird nicht in ausreichendem Maße berücksichtigt. Der Arbeitsprozess berücksichtigt nicht ausreichend die Identifizierung und das Management relevanter Faktoren, insbesondere des Risikos. - Sicherheitsmargen werden bei der Planung und Durchführung von Arbeiten weitestgehend ausgenutzt. Sicherheitsabstände werden verstanden, jedoch nicht sorgfältig eingehalten. Bei Änderungen wird kein systematischer und strenger Prozess durchgeführt.	- Die Anforderungen an einen Ansatz für die Auswahl, Planung, Koordinierung und Fertigstellung von Arbeitsaktivitäten werden im erforderlichen Maß erfüllt. Sicherheitsaspekte werden entsprechend den Vorgaben berücksichtigt. - Sicherheitsmargen entsprechen den regulatorischen Anforderungen. Sicherheitsabstände werden verstanden und im erforderlichen Maß eingehalten. Die Prozesse bei Änderungen erfüllen die regulatorischen Anforderungen.	- Es gibt einen systematischen Ansatz für die Auswahl, Planung, Koordinierung, und Fertigstellung von Arbeitsaktivitäten, wobei Sicherheit hervorgehoben wird. Der Arbeitsprozess berücksichtigt die Identifizierung und das Management der relevanten Faktoren, einschließlich des Risikos. - Die Arbeiten werden so geplant und durchgeführt, dass die Sicherheitsmargen erhalten bleiben. Sicherheitsabstände werden verstanden, sorgfältig eingehalten und nur durch einen systematischen und strengen Prozess geändert.	- Ein systematischer Ansatz für die Auswahl, Planung, Koordinierung und Fertigstellung von Arbeitsaktivitäten orientiert sich konsequent an Sicherheitsbelangen und wird kontinuierlich evaluiert und verbessert. Der Arbeitsprozess berücksichtigt die Identifizierung und das Management der relevanten Faktoren, der Faktor Risiko wird besonders hervorgehoben. - Die Arbeiten werden so geplant und durchgeführt, dass die Sicherheitsmargen so hoch wie möglich bleiben. Am Verständnis für Sicherheitsabstände wird konsequent gearbeitet. Diese werden sorgfältig eingehalten und nur durch einen systematischen und strengen Prozess geändert.
Regeln, Prozeduren und Arbeitsunterlagen - Umgang mit Regeln und Prozeduren - Arbeitsunterlagen	- Regeln und Prozeduren sind den Mitarbeitern nicht bekannt oder werden bewusst ignoriert. - Die Arbeitsunterlagen liegen nicht vor oder werden wissentlich ignoriert.	- Regeln und Prozeduren werden nur teilweise umgesetzt und/oder bedarfsweise angewendet. - Die Arbeitsunterlagen liegen nur teilweise vor und/oder werden aus Unwissenheit nicht befolgt.	- Regeln und Prozeduren werden nur so weit eingehalten wie es durch Vorgesetzte oder Sachverständige überprüfbar ist. - Die Arbeitsunterlagen liegen zwar vollständig vor, werden aber nur teilweise befolgt.	- Regeln und Prozeduren werden nur in Einzelfällen nicht eingehalten. - Die Arbeitsunterlagen liegen vollständig vor und werden nur in Einzelfällen nicht befolgt.	- Regeln und Prozeduren werden eingehalten und bei Unstimmigkeiten hinterfragt und geklärt. - Die Arbeitsunterlagen liegen vollständig vor und werden vor Arbeitsbeginn hinsichtlich ihrer Schlüssigkeit geprüft und ggf. korrigiert.

SOL/IAEA-Faktor und Merkmale	Pathologisch	Reaktiv	Berechnend	Proaktiv	Generativ
Kontrolle - Integration von Kontrollen - Human Performance Tools - Planung und Durchführung von Kontrollen - Objektivität und Zuverlässigkeit - Verantwortung für Kontrollen	- Es gibt kaum bis keine Kontrollen der ausgeführten Arbeiten und wenn, dann sind sie oberflächlich und unzureichend. - Human Performance Tools (HPT) werden ignoriert oder als Hindernis betrachtet. - Kontrollen werden auch auf Aufforderung nicht umgesetzt. - Kontrollen werden nicht systematisch geplant oder durchgeführt - Kontrollen fehlt es an Objektivität und Zuverlässigkeit. - Es gibt keine klare Verantwortung für die Kontrolle der Arbeiten von Eigenpersonal oder Fremdfirmen/Herstellern/Unterauftragnehmern.	- Kontrollen werden sporadisch und hauptsächlich als Reaktion auf Fehler oder Beschwerden durchgeführt oder etabliert. - HPT werden nach Fehlern oder Mängeln etabliert. Diese sind teilweise nicht konsequent umgesetzt. - Die Planung und Durchführung der Kontrollen sind oft improvisiert und nicht systematisch. - Objektivität und Zuverlässigkeit der Kontrollen sind inkonsistent. - Verantwortung für die Kontrolle der Arbeiten von Eigenpersonal oder Fremdfirmen/Herstellern/Unterauftragnehmern wird nicht konsequent durchgesetzt.	- Es gibt etablierte Verfahren und Prozesse für Kontrollen, die regelmäßig im notwendigen Maße durchgeführt werden. - HPT zur Kontrolle von Prozessen und durchgeführten Aufgaben werden nur im unbedingt notwendigen Maße angewendet, sind formalisiert und werden routinemäßig angewendet. - Die Planung und Durchführung der Kontrollen sind vorgabengerecht organisiert und dokumentiert. - Objektivität und Zuverlässigkeit sind gewährleistet, aber die Kontrollen können standardisiert sein. - Verantwortung für die Kontrolle der Arbeiten von Eigenpersonal oder Fremdfirmen/Herstellern/Unterauftragnehmern ist klar definiert und wird routinemäßig den Vorgaben entsprechend durchgesetzt.	- Kontrollen sind systematisch, umfassend und regelmäßig geplant und durchgeführt. - HPT sind selbstverständlich und werden konsequent angewendet. - Die Planung und Durchführung der Kontrollen sind vorausschauend und berücksichtigen potenzielle zukünftige Probleme. - Objektivität und Zuverlässigkeit sind hoch, und die Kontrollen dienen nicht nur zur Überprüfung, sondern auch zur kontinuierlichen Verbesserung. - Verantwortung für die Kontrolle der Arbeiten von Eigenpersonal oder Fremdfirmen/Herstellern/Unterauftragnehmern ist klar definiert und wird proaktiv überwacht und verbessert.	- Kontrollen sind integraler Bestandteil der Arbeitsprozesse und werden kontinuierlich und umfassend durchgeführt. - HPT sind tief in der Organisationskultur verankert und werden proaktiv angewendet. - Die Planung und Durchführung der Kontrollen sind hochgradig organisiert, flexibel und adaptiv. - Objektivität und Zuverlässigkeit sind maximal, und Kontrollen werden als Mittel zur Förderung von Exzellenz und Innovation gesehen. - Kontrollen dienen nicht nur zur Sicherstellung der Qualität und Effizienz, sondern auch zur Förderung von Lernen und Verbesserung auf allen Ebenen der Organisation. - Verantwortung für die Kontrolle der Arbeiten von Eigenpersonal oder Fremdfirmen/Herstellern/Unterauftragnehmern ist klar definiert, tief verankert und wird kontinuierlich überwacht und verbessert.

SOL/IAEA-Faktor und Merkmale	Pathologisch	Reaktiv	Berechnend	Proaktiv	Generativ
Einflüsse aus Arbeitsgruppen und Unternehmenskultur - Unternehmenskultur - Einfluss der Unternehmenskultur auf individuelle Verhaltensweisen - Einfluss aus Arbeitsgruppen	- Die Unternehmenskultur und der Umgang innerhalb des Unternehmens sind geprägt von negativen Verhaltensweisen, die den Arbeitsfluss und Entscheidungen nachhaltig einschränken oder negativ lenken. In dessen Folge entsteht mangelndes Vertrauen in allen Bereichen, Misstrauen, Angst und Schuldzuweisungen. Der negative Umgang innerhalb der Organisation unterdrückt oder ignoriert warnende Meinungen und es gibt wenig bis gar keine Kooperationsbereitschaft. - Negative Verhaltensmuster bestimmen die Leistung und den Umgang der Akteure innerhalb der Organisation mit ihren Aufgaben. Dadurch werden Regeln ignoriert und eventuell durch inoffizielle Regeln ersetzt. Es herrscht eine Kultur der Überheblichkeit und übersteigerten Selbstsicherheit, die zu riskanten Verhaltensweisen führt. - Arbeitsgruppen bilden eine Eigendynamik, die sich negativ auf die gesamte Unternehmens- bzw. Sicherheitskultur auswirken.	- Die Organisation reagiert auf verhaltensprägende negative Einflüsse, nachdem sie zu Problemen geführt haben. Es gibt Bemühungen, die Unternehmenskultur, den Umgang und das Verhalten innerhalb des Unternehmens durch positive Entscheidungen und Handlungen zu verbessern, aber diese sind sporadisch, oft ineffektiv und sind eine Reaktion auf Probleme. Negative Verhaltensmuster, die zu stark einschränkenden Problemen führen, werden adressiert, aber nicht systematisch. - Überhebliche und riskante Verhaltensweisen werden nach Problemen oder Ereignissen untersucht, aber grundlegende kulturelle Veränderungen bleiben aus. Der negative Umgang innerhalb der Organisation greift warnende Meinungen nach Ereignissen oder Problemen auf, aber es gibt keine systematische Integration dieser Meinungen in die Entscheidungsprozesse oder den Umgang. - Als Reaktion auf Probleme passen sich die Arbeitsgruppen an spezifische Situationen an. Die Eigendynamik der Arbeitsgruppe und deren negativen Auswirkungen werden dabei geringfügig angepasst.	- Es gibt formale Prozesse und Verfahren zur Förderung einer Unternehmenskultur und einem Umgang, geprägt von positiven Entscheidungen und Handlungen. Formale und standardisierte Verhaltensmuster führen zu einem erwarteten Umgang und eine systematische Überwachung der Gruppenleistung sollen Über- oder Unterschätzungen der eigenen Fähigkeiten vermeiden. - Der Umgang innerhalb der Organisation fördert einen systematischen Meinungsaustausch, wodurch das Verhalten der Mitarbeiter nicht nachhaltig negativ beeinflusst wird. - Die Arbeitsgruppen sind bestrebt, die Leitlinien der Unternehmenskultur einzuhalten. Die Mitarbeiter sind sich der Bedeutung von Sicherheit bewusst und halten sich an die festgelegten Regeln.	- Die Organisation fördert aktiv eine positive Unternehmenskultur und interaktive Arbeitsgruppen. Die Unternehmenskultur ist eine, in den warnenden Meinungen aktiv berücksichtigt und in den Entscheidungsprozess integriert werden. - Die tägliche Arbeitspraxis ist geprägt durch positive Entscheidungen und Handlungen. Positive Verhaltensmuster werden aktiv durch vorbildliches Handeln gefördert oder Maßnahmen wie regelmäßige Team-Building-Aktivitäten und Workshops gefördert. - Die Arbeitsgruppe ist bestrebt, einen hohen Grad an Sicherheit zu erreichen. Die Sicherheitskultur in der Arbeitsgruppe zeigt sich als positives Beispiel innerhalb der Organisation.	- Positive Einflüsse aus der Unternehmenskultur sind tief in die Organisation integriert. Warnende Meinungen werden nicht nur gehört, sondern aktiv gefordert und als wertvoller Beitrag zur Entscheidungsfindung betrachtet. - Die tägliche Arbeitspraxis ist geprägt durch einen harmonischen Umgang in den positiven Entscheidungen und Handlungen. Es gibt eine Kultur der realistischen Selbstbewertung und überhebliche und riskante Verhaltensweisen werden durch eine Kultur der Bescheidenheit und ständigen Verbesserung vermieden. - Die Bedeutung der Sicherheit ist in allen Arbeitsprozessen der Arbeitsgruppe vollständig integriert und nimmt eine herausragende Stellung ein.

SOL/IAEA-Faktor und Merkmale	Pathologisch	Reaktiv	Berechnend	Proaktiv	Generativ
Sicherheitsmanagement QS und QM • Programm zur Qualitätssicherung • Maßnahmen zur Qualitätssicherung • Verbesserung von QM-Prozessen • Personen und Material	• Es gibt kein geeignetes Qualitätskontroll- oder Qualitätssicherungsprogramm. • Es gibt keine oder kaum wirksame Maßnahmen zur Qualitätssicherung vor, während oder nach dem Arbeitsprozess. • Qualitätsmanagementprozesse wie Planung, Steuerung, Überwachung und Verbesserung sind entweder nicht vorhanden oder ineffektiv und das spiegelt sich in dessen Anwendung im eigenen Betrieb, bei Fremdfirmen, Hersteller oder Unterauftragnehmer wider. • Eine Personen-, Materialkontrolle fehlt oder ist unzureichend und die Stichprobengröße für Prüfungen ist oft zu klein oder nicht existent.	• Es gibt Qualitätskontroll- oder Qualitätssicherungsprogramme, die jedoch unzureichend sind und oft erst als Resultat aus Ereignissen reifen. • Maßnahmen zur Qualitätssicherung werden hauptsächlich als Reaktion auf Probleme oder Ereignisse implementiert. • Qualitätsmanagementprozesse existieren, sind jedoch aufgrund des reaktiven Charakters lückenhaft und daher inkonsistent, sodass dessen Anwendung im eigenen Betrieb, bei Fremdfirmen, Hersteller oder Unterauftragnehmer sporadisch erfolgt und unvollständig ist. • Materialkontrollen werden unregelmäßig durchgeführt und die Stichprobengröße für Prüfungen ist oft unzureichend.	• Es existieren formelle Qualitätskontroll- und Qualitätssicherungsprogramme, die routinemäßig angewendet werden und einen Rahmen abdecken, der durch Vorgaben geprägt ist. • Es gibt etablierte und dokumentierte Maßnahmen zur Qualitätssicherung während des Arbeitsprozesses. • Qualitätsmanagementprozesse wie Planung, Steuerung, Überwachung und Verbesserung sind implementiert und werden regelmäßig überprüft, sodass dessen Anwendung im eigenen Betrieb, bei Fremdfirmen, Hersteller oder Unterauftragnehmer formell geregelt ist und regelmäßig überprüft wird. • Materialkontrollen sind etabliert und die Stichprobengröße für Prüfungen ist festgelegt und entsprechen den Vorgaben.	• Es gibt umfassende Qualitätskontroll- und Qualitätssicherungsprogramme, die regelmäßig überprüft und verbessert werden. • Maßnahmen zur Qualitätssicherung sind umfassend und werden proaktiv während des gesamten Arbeitsprozesses umgesetzt. • Qualitätsmanagementprozesse wie Planung, Steuerung, Überwachung und Verbesserung werden kontinuierlich optimiert, sodass dessen Anwendung im eigenen Betrieb, bei Fremdfirmen, Hersteller oder Unterauftragnehmer umfassend erfolgt. • Materialkontrollen sind umfassend und die Stichprobengröße für Prüfungen ist optimal festgelegt.	• Es gibt hochentwickelte und vorausschauende Qualitätskontroll- und Qualitätssicherungsprogramme, die ständig weiterentwickelt und optimiert werden, sodass Maßstäbe gesetzt werden. • Maßnahmen zur Qualitätssicherung sind tief in die Organisationskultur integriert und werden kontinuierlich und umfassend während des gesamten Arbeitsprozesses durchgeführt und verbessert. • Qualitätsmanagementprozesse wie Planung, Steuerung, Überwachung und Verbesserung sind integraler Bestandteil der Organisationskultur und fördern Innovation, sodass dessen Anwendung im eigenen Betrieb, bei Fremdfirmen, Hersteller oder Unterauftragnehmer proaktiv und umfassend und zukünftig mögliche Entwicklungen bedacht werden. • Materialkontrollen sind hochentwickelt und die Stichprobengröße für Prüfungen ist optimal und wird kontinuierlich überprüft, angepasst und wenn möglich verbessert und effizienter gestaltet.
Gutachter und Behörden • Kompetenz SV und Behörde • Philosophie, einschränken des Vorgehen • Ganzheitliche Betrachtung und Entscheidungsfindung	• Gutachter und Behörden haben einen negativen Einfluss auf das Sicherheitsniveau der Anlage. • Durch ihr Vorgehen kommt es zu Verzögerungen beim Arbeitsfortschritt. Der Betreiber nimmt die Gutachter und Behörden als Gegenspieler wahr. • Entscheidungen werden nur auf Grundlage einzelner Aspekte ohne Betrachtung von Umständen getroffen.	• Die Gutachter und Behörden reagieren im Rahmen von Sicherheitsvorfällen. • Zu weiterem Arbeitsfortschritt und zum Lösen einer unangemessenen Blockadehaltung kommt es erst durch externen Druck auf Gutachter und Behörden • Eine ganzheitliche Betrachtung aller Umstände erfolgt erst nach Sicherheitsvorfällen.	• Die Tätigkeit der Gutachter und Behörden beschränkt sich auf ein notwendiges Maß. • Gutachter und Behörden sind im erforderlichen Maß tätig. • Entscheidungen sind Ergebnisse standardisierter Prozesse.	• Gutachter und Behörden pflegen einen vertrauensvollen Umgang mit dem Betreiber. Differenzen über Sicherheitsaspekte können schnell beseitigt werden. • Gutachter und Behörden verfolgen das Ziel, Arbeitsfortschritt zu ermöglichen, soweit dies unter Sicherheitsaspekten zu vertreten ist. • Gutachter und Behörden verfolgen einen ganzheitlichen Ansatz zur Entscheidungsfindung.	• Gutachter und Behörden arbeiten gemeinsam mit dem Betreiber an Sicherheitskonzepten. Dies führt zur Akzeptanz aller Beteiligten. • Gutachter und Behörden verfolgen das Ziel, Arbeitsfortschritt zu ermöglichen, soweit dies unter Sicherheitsaspekten zu vertreten ist. Hierbei ist man bestrebt, sich mit dem Betreiber auf einer gemeinsamen Basis zu verständigen. • Gutachter und Behörden verfolgen einen ganzheitlichen Ansatz zur Entscheidungsfindung. Dabei - soweit dies sinnvoll ist - steht man in Kontakt mit den Betreibern.

SOL/IAEA-Faktor und Merkmale	Pathologisch	Reaktiv	Berechnend	Proaktiv	Generativ
Ergonomie - Informationsdarstellung - Gestaltung von Arbeitsplätzen - Mitarbeiter und Führungskräfte zur Verbesserung der Ergonomie	- Die Darstellung von Informationen ist chaotisch und unübersichtlich. Gestaltungsprinzipien wie Unterscheidbarkeit, Verständlichkeit, Lesbarkeit, Klarheit etc. werden nicht berücksichtigt. Anzeigen sind schlecht gestaltet und schwer zu interpretieren. - Arbeitsplätze und Arbeitsmittel sind schlecht gestaltet und führen zu hohen Belastungen. - Mitarbeiter haben Schwierigkeiten, Informationen richtig zu interpretieren. Missverständnisse und Fehler sind die Folge. Führungskräfte ignorieren ergonomische Probleme.	- Die Informationsdarstellung wird erst verbessert, nachdem Probleme oder Vorfälle aufgetreten sind. Anzeigen werden im Nachhinein angepasst, um spezifische Probleme zu lösen. Es gibt keine proaktive Planung zur Verbesserung der Ergonomie. - Arbeitsplätze und Arbeitsmittel werden erst nach Problemen und Vorfällen angepasst. - Mitarbeiter äußern ihre Bedenken erst nach einem Vorfall. Führungskräfte reagieren erst nach einem Vorfall auf ergonomische Probleme.	- Formale Mechanismen zur Verbesserung der Informationsdarstellung sind vorhanden, werden aber nicht konsequent genutzt. Ergonomische Grundsätze wie Unterscheidbarkeit, Verständlichkeit und Lesbarkeit werden teilweise berücksichtigt, es bestehen jedoch Lücken. - Arbeitsplätze und Arbeitsmittel entsprechen dem Standard, sind aber nicht an individuelle Bedürfnisse angepasst. - Die Führungskräfte wenden formale ergonomische Verfahren und Standards an, aber der Fokus liegt auf Kosten und Effizienz. Führungskräfte haben kein tiefes Verständnis für ergonomische Grundsätze.	- Die Darstellung der Informationen ist nutzerfreundlich und leicht verständlich. Sie wird regelmäßig überprüft und verbessert. Ergonomische Grundsätze werden aktiv berücksichtigt. - Die Arbeitsplätze und Arbeitsmittel werden regelmäßig überprüft und an individuelle Bedürfnisse angepasst. - Die Mitarbeiter werden aktiv in mögliche ergonomische Verbesserungen einbezogen. Führungskräfte fördern aktiv ergonomische Verbesserungen und stellen dafür Ressourcen zur Verfügung.	- Die Informationsgestaltung ist in einem hohen Maße nutzerfreundlich und unterstützt eine effiziente Informationsverarbeitung. Die Darstellung von Informationen wird kontinuierlich und systematisch verbessert. - Die Arbeitsplätze und Arbeitsmittel der Mitarbeiter sind optimal gestaltet und werden kontinuierlich und systematisch verbessert. - Die Mitarbeiter melden proaktiv Verbesserungsvorschläge zur Gestaltung ihrer Arbeitsmittel. Führungskräfte integrieren Ergonomie in alle relevanten Geschäftsprozesse und fördern die kontinuierliche Verbesserung.

B Interviewleitfaden

Abb. B.1 Interviewleitfaden mit Hauptfragen gegliedert in inhaltliche Aspekte/
Aufrechterhaltungsfragen/ spezifische Nachfragen

Bereich/Thema: Sichtweise auf Sicherheitskultur		
Hauptfrage / Stimulus / Narrative Frage: Um eine bessere Einsicht in Ihren beruflichen Alltag zu erhalten und um zu verstehen, wie Sie auf das Thema Sicherheitskultur blicken, würde ich Sie gerne bitten uns zu erzählen, wo Ihnen das Thema Sicherheitskultur im Kontext der Stilllegung in ihrer beruflichen Praxis begegnet. Wodurch zeichnet sich aus Ihrer Sicht eine gute Sicherheitskultur aus?		
Inhaltliche Aspekte	Aufrechterhaltungsfragen	Spezifische Nachfragen
- hinterfragende Grundhaltung in der Praxis - Kommunikation über Sicherheit - Umgang mit Fehlern - Modelle / Anwendung in der Praxis - ...	- Fällt Ihnen etwas zu [Aspekt] ein? - Können Sie bestimmte Situationen genauer schildern? - Fällt Ihnen dazu ein Beispiel ein? - ...	- Welche Veränderungen haben Sie in der Berufspraxis miterlebt? - Welches sind aus Ihrer Sicht die derzeit meistdiskutierten Aspekte im Bereich der Sicherheitskultur? - Wodurch könnte man aus Ihrer Sicht [Aspekt] verbessern? - ...

Bereich/Thema: Faktoren und Merkmale von Sicherheitskultur

Hauptfrage / Stimulus / Narrative Frage:

In dem von uns verwendeten Model zur Sicherheitskultur arbeiten wir mit 20 Faktoren. Wenn Sie sich die Liste einmal anschauen, nehmen Sie sich gerne etwas Zeit. Sehen Sie bestimmte Merkmale, die aus Ihrer Sicht im Vergleich zum Leistungsbetrieb in der Stilllegung eine stärkere Stellung einnehmen?

Fallen Ihnen zu den jeweiligen Faktoren besondere Ereignisse, Meldungen oder Verhaltensweisen von Führungskräften oder Mitarbeitern ein, von denen man Maßnahmen abgeleitet hat?

Inhaltliche Aspekte	Aufrechterhaltungsfragen	Spezifische Nachfragen
- Manifestationen bestimmter Faktoren - Maßnahmen und Ziele - Umgang mit Fehlern - ...	- Fällt Ihnen etwas zu [Aspekt] ein? - Können Sie bestimmte Situationen genauer schildern? - Fallen Ihnen weitere Beispiele zu bestimmten Faktoren ein? - ...	- Welches Ziel hat man mit der jeweiligen Maßnahme verfolgt? - Was wäre für Sie ein Beispiel für eine stark / schwach ausgeprägte Sicherheitskultur? - Wodurch könnte man aus Ihrer Sicht [Aspekt] verbessern? - Wo sehen sie besonderer Herausforderungen bei der Etablierung einer guten Sicherheitskultur? - Ohne genaue Benennung, können Sie Unterschiede bei den Anlagen feststellen und falls ja, welche sind dies und welche Erklärung haben Sie dafür? - Wie beeinflussen aus Ihrer Sicht Regeln und Randbedingungen von Seiten der Aufsicht die Sicherheitskultur in der Praxis? - ...

Bereich/Thema: Sicherheitskultur bei Tätigkeiten		
Hauptfrage / Stimulus / Narrative Frage: Wir wollen verstehen, wie sich die Maßnahmen zur Sicherheitskultur in der Stilllegung konkret auf die Arbeitswirklichkeit im Kernkraftwerk auswirken. Denken Sie dabei an die gerade besprochenen Faktoren. Können sie beschreiben wie sich die verschiedenen Aspekte der Sicherheitskultur wie zum Beispiel im Arbeitsprozess im Vergleich zum Leistungsbetrieb darstellen und welchen Einfluss dies auf die Tätigkeit hat. Welche stilllegungsspezifischen Situationen sind Ihnen aus Ihrer beruflichen Praxis bekannt, in denen die Sicherheitskultur eine besondere Rolle gespielt hat?		
Inhaltliche Aspekte	Aufrechterhaltungsfragen	Spezifische Nachfragen
- Kommunikation - Arbeitsplanung - Verantwortung Führung - Verantwortung der Mitarbeiter - Motivation am Rückbau - Ruhestand - Anstellung neuer Mitarbeiter - geeignete Fremdfirmen - ...	- Können Sie sich an besondere Herausforderungen Ihrerseits oder Seitens der Betreiber/SV/Behörden erinnern? - Können Sie bestimmte Situationen genauer schildern? - Fällt Ihnen dazu ein Beispiel ein? - ...	- Welchen externen Faktoren wirken aus Ihrer Sicht sowohl negativ wie auch positiv auf den Arbeitsprozess ein und wie beeinflusst das die Sicherheitskultur? - Welche Aspekte fallen Ihnen zum Thema Fremdfirmen ein? - Wo sehen Sie Schwierigkeiten eine gute Sicherheitskultur auch in der Praxis und bei der Aufnahme neuer Arbeiten aufrecht zu erhalten? - ...

Bereich/Thema: Change-Management		
Hauptfrage / Stimulus / Narrative Frage: Um nachvollziehen zu können, wie sich die veränderten Randbedingungen einer guten Sicherheitskultur im Übergang vom Betrieb zur Stilllegung auswirken, möchte wir gerne wissen, wie sie in der Praxis mit dem Thema Change-Management, also dem Management von Veränderung von Organisation und Prozessen, konfrontiert werden. Erzählen Sie mir bitte wie Sie den Umgang mit Sicherheitskultur vor dem Ende des Leistungsbetriebs und vor dem Bekanntwerden der vorzeitigen Abschaltung sich im Vergleich zur derzeitigen Stilllegungssituation erlebt haben.		
Inhaltliche Aspekte	Aufrechterhaltungsfragen	Spezifische Nachfragen
- Entscheidungsfindung - Auswirkungen der Unternehmensstruktur - Personalentwicklung - ...	- Können Sie sich an besondere Herausforderungen Ihrerseits oder Seitens der Betreiber/SV/Behörden erinnern? - Welche Veränderungen sind Ihnen besonders aufgefallen? - Können Sie bestimmte Situationen genauer schildern? - Fällt Ihnen dazu ein Beispiel ein? - ...	- Welche Rolle spielt der Umstand, dass im Betrieb weitestgehend im Rahmen stabiler Bedingungen gehandelt wird, diese in der Stilllegung aber einer häufigen Veränderung unterzogen werden. - ...

Bereich/Thema: Personal- und Kompetenzentwicklung		
Hauptfrage / Stimulus / Narrative Frage: Das Thema Sicherheitskultur ist eng mit Wissensmanagement und Kompetenzerhalt- und aufbau verbunden. Wir würden daher gerne eine Einschätzung aus Expertensicht zur Personal- und Kompetenzentwicklung für Anlagen in der Stilllegung bekommen. Wie stellt sich aus Ihrer Sicht die Aufrechterhaltung und Entwicklung von Personal und Fachwissen in der Praxis dar?		
Inhaltliche Aspekte	Aufrechterhaltungsfragen	Spezifische Nachfragen
- neue Mitarbeiter - Personalentwicklung - Änderungen Schulungskonzept - Wissensmanagement - Weitergabe von Erfahrungen - ...	- Können Sie sich an besondere Herausforderungen Ihrerseits oder Seitens der Betreiber/SV/Behörden erinnern? - Können Sie bestimmte Situationen genauer schildern? - Fällt Ihnen dazu ein Beispiel ein? - ...	- Sehen Sie Probleme bei der Akquirierung von Personal und Auftragnehmern mit den notwendigen Fachkompetenzen? - Wie begegnet man neuen Mitarbeitern (fremde oder eigene) mit dem Thema Sicherheitskultur? - Was sind aus ihrer Sicht die entscheidenden Maßnahmen in der Schulung und Kompetenzentwicklung des eingesetzten Personals im Hinblick auf die Sicherheitskultur? - Was sind Chancen und Risiken für die Wirksamkeit? - ...

Bereich/Thema: Motivation der Mitarbeiter		
Hauptfrage / Stimulus / Narrative Frage: Können Sie aus Ihrer Sicht beschreiben, wie sich die Motivation der Mitarbeiter über die letzten Jahre, mit Blick auf den vorzeitigen Ausstieg aus der Kerntechnik in Deutschland und dem Übergang zur Stilllegung entwickelt hat?		
Inhaltliche Aspekte	Aufrechterhaltungsfragen	Spezifische Nachfragen
- Motivation am Rückbau - Ruhestand - Anstellung neuer Mitarbeiter - geeignete Fremdfirmen - ...	- Können Sie sich an besondere Herausforderungen Ihrerseits oder Seitens der Betreiber/SV/Behörden erinnern? - Können Sie bestimmte Situationen genauer schildern? - Fällt Ihnen dazu ein Beispiel ein? - ...	- Sehen Sie Herausforderungen bei der Akquirierung von Personal und Auftragnehmern mit den notwendigen Fachkompetenzen? - Was für Maßnahmen haben Sie bereits erprobt bzw. können sie sich vorstellen zu erproben, um die Motivation der MA hinsichtlich Sicherheitskultur zu erhalten/herzustellen? - Haben Sie Anreizsysteme entwickelt? Was sind ihre Erfahrungen? Welche Anreize können Sie sich vorstellen? - Spielen Anreize hinsichtlich Sicherheitskultur eine Rolle in der Vertragsgestaltung mit Fremdfirmen? - Wie stellen Sie sicher, dass die Sicherheitskultur auch bei MA von Fremdfirmen gelebt wird? - ...

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

Schwertnergasse 1
50667 Köln

Telefon +49 221 2068-0

Telefax +49 221 2068-888

Boltzmannstraße 14

85748 Garching b. München

Telefon +49 89 32004-0

Telefax +49 89 32004-300

Kurfürstendamm 200

10719 Berlin

Telefon +49 30 88589-0

Telefax +49 30 88589-111

Theodor-Heuss-Straße 4

38122 Braunschweig

Telefon +49 531 8012-0

Telefax +49 531 8012-200

www.grs.de

ISBN 978-3-911727-32-7