



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI
Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN
Ispettorato federale della sicurezza nucleare IFSN
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate ENSI

Fukushima Daiichi Menschliche und organisatorische Faktoren

Teil 3:
Implikationen für die Aufsicht im Bereich
von Mensch und Organisation



Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1 Einleitung	8
1.1 Der zehnte Jahrestag des Unfalls im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi	8
1.2 Die Sektion MEOS und ihre Aufsichtstätigkeit	8
1.3 Die Themen im vorliegenden Bericht	11
2 Der Unfall von Fukushima Daiichi aus systemischer Perspektive	12
2.1 Berücksichtigung des systemischen Ansatzes	15
2.2 Schlussfolgerungen für die Aufsicht hinsichtlich der Berücksichtigung des systemischen Ansatzes	17
2.2.1 Aufsicht im Bereich Mensch und Organisation unter Berücksichtigung des systemischen Ansatzes	18
2.2.2 Aufsichtsthemen im Bereich Mensch und Organisation im Rahmen der Berücksichtigung des systemischen Ansatzes	20
3 Die resiliente Organisation	24
3.1 Resilienz	25
3.2 Safety-I und Safety-II	28
3.3 Die Aufgabe der Aufsichtsbehörde vor dem Hintergrund von Resilienz und Safety-II	34
3.3.1 Zwischenfazit	38
3.4 Schlussfolgerungen für die Sektion MEOS	39
3.4.1 Grundsätzliches	40
3.4.2 Methoden für eine Safety-II-Aufsicht im Bereich Mensch und Organisation	42
4 Entscheiden in Notfallsituationen: Einflussfaktoren	48
4.1 Entscheiden unter Unsicherheit (situative Effekte)	49
4.2 Personenbezogene negative Effekte im Entscheidungsprozess	50
4.3 Personen, die gut entscheiden	51
4.4 Wirkmodell menschlicher Leistung unter extremen Bedingungen	53
4.5 Aufsicht rund um das Thema Entscheiden	54
4.6 Fazit	55
5 Exkurs zur Resilienz: Ein Input aus der Zivilluftfahrt	56
5.1 Ausbildung und Training: Prozessanpassung, Improvisation und Entscheidungen	57
5.2 Von der Flugvorbereitung bis zur Enddestination: Sensibilisierung auf das Unerwartete im Arbeitsalltag	58
5.3 Die vier Potenziale zur Resilienz	60
5.4 Reflexion – Lernen von den Besonderheiten der Zivilluftfahrt	61
5.5 Reflexion – Schlussfolgerungen für die Aufsicht der Sektion MEOS	61
6 Schlusswort	62
7 Referenzen	64
8 Endnoten	68

Zusammenfassung

Seit dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi am 11. März 2011 befasst sich die Sektion Mensch und Organisation (MEOS) des ENSI kontinuierlich mit den Lehren, welche sich daraus ableiten lassen. Zum zehnten Jahrestag des Unfalls veröffentlicht sie einen Bericht, in dem es um die aus den gewonnenen Erkenntnissen abgeleiteten Implikationen für ihre Aufsichtstätigkeit geht.

Der Unfall aus systemischer Perspektive

Die Analyse des Unfalls von Fukushima Daiichi hat ergeben, dass zur Unfallentstehung und zum Unfallverlauf eine Vielzahl von sich wechselseitig beeinflussenden Faktoren aus dem menschlichen, technischen und organisatorischen Bereich beigetragen haben. Das Unfallgeschehen lässt sich nicht über einfache lineare Kausalzusammenhänge erklären. Auch ist eine Fokussierung ausschliesslich auf das MTO-System (Mensch-Technik-Organisation) des Kernkraftwerks Fukushima Daiichi unzureichend. Vielmehr muss der Blick auf das komplexe Verhalten und Geflecht des übergeordneten Systems unterschiedlicher Akteure, inklusive der Aufsichtsbehörden, ausgeweitet werden. Es ist also ein systemischer Ansatz sowohl bei der Unfallanalyse als auch beim Betrieb und der Beaufsichtigung von Kernanlagen erforderlich.

Ein zentrales Instrument zur Anwendung eines systemischen Ansatzes und dessen Überwachung ist ein wirksames Managementsystem, welches die Wechselwirkung zwischen den Systemteilen Mensch, Technik und Organisation berücksichtigt. Dieses ist nach dem Prinzip der kontinuierlichen Verbesserung zyklisch aufgebaut und deckt auf der Basis des systemischen Ansatzes jeweils Elemente des betreffenden MTO-Systems auf der Arbeits-, der Prozess- und der Strategieebene ab.

Aufsichtsthemen unter Berücksichtigung des systemischen Ansatzes

In ihrer Aufsicht überprüft die Sektion MEOS die Berücksichtigung des systemischen Ansatzes durch die beaufsichtigten Organisationen entlang dieser Elemente des

kontinuierlichen Verbesserungszyklus anhand konkreter Aufsichtsgegenstände und -schwerpunkte. Diese Aufsichtsgegenstände betreffen Themen wie beispielsweise den Zweck, die Vision und die Strategie des Systems, die Systemgrenzen und den externen Kontext des Systems (auf der Strategieebene), die Prozesse und Aktivitäten für den effektiven und sicheren Betrieb (vorwiegend auf der Prozessebene), die MTO-bezogenen Einflussfaktoren bei sicherheitsbezogenen Aktivitäten im Arbeitsalltag der Mitglieder des betrachteten MTO-Systems (auf der Arbeitsebene) sowie die Wirksamkeit von Massnahmen (auf der Prozessebene) und die kontinuierliche Verbesserung der Systemrobustheit bzw. -resilienz (auf der Strategieebene).

Aufsicht unter Berücksichtigung des systemischen Ansatzes

Ein zentraler Grundsatz der Aufsicht ist, dass die Verantwortung für die Sicherheit bei den Bewilligungsinhabern und damit Betreibern von Kernanlagen liegt. Je nachdem, wie die Aufsichtsbehörde ihren Auftrag interpretiert und in der Praxis wahrnimmt, beeinflusst sie die Fähigkeit und den Willen der Beaufsichtigten zur Verantwortungsübernahme. Für die Aufsicht über komplexe MTO-Systeme unter Berücksichtigung des systemischen Ansatzes sind deshalb nicht nur die Aufsichtsgegenstände von Bedeutung, sondern auch die Art der Ausübung der Aufsicht selbst.

In der Literatur wird vielfach zwischen zwei grundsätzlichen «Aufsichtsstilen» unterschieden. Eine «compliance»-orientierte Aufsicht fokussiert auf vorgegebene Vorschriften und prüft deren strikte Einhaltung durch die Beaufsichtigten. Bei der «performance»-orientierten Aufsicht beurteilt die Aufsichtsbehörde die Leistung der Beaufsichtigten hinsichtlich vordefinierter Kriterien, wobei die Art und Methode der Zielerreichung in der Verantwortung der Beaufsichtigten belassen wird. Für komplexe MTO-Systeme wird eine ausschliesslich «compliance»-orientierte Aufsicht insbesondere für die Beaufsichtigung von menschlichen und organisatorischen Faktoren als ungeeignet und für die Verantwortungsübernahme der beaufsichtigten Organisationen hinderlich beurteilt. Komplexe MTO-Systeme wie die

vom ENSI beaufsichtigten Kernanlagen erfordern deshalb eine auf dem systemischen Ansatz basierende Aufsichtsstrategie und Aufsichtsansätze, welche geeignet sind, der Komplexität und Kontextabhängigkeit dieser Systeme gerecht zu werden und deren Verantwortungsübernahme zu stärken bzw. nicht zu behindern. Es ist nicht möglich, diese Ansprüche mit einer «standardisierten», immer gleichbleibenden Aufsichtsstrategie und -methodik zu erfüllen. Das Konzept der «responsive regulation» zeigt einen möglichen Weg auf, wie mit der Dynamik komplexer MTO-Systeme in der Aufsicht umgegangen werden könnte. Unter «responsive regulation» wird eine Form der Aufsicht verstanden, bei welcher nicht von einem für alle beaufsichtigten Organisationen einheitlichen und gleichbleibenden Aufsichtsansatz ausgegangen wird, sondern unterschiedliche Aufsichtsansätze und Interventionen von der Aufsichtsbehörde angewandt werden, in Abhängigkeit von Kontext und Verhalten, der Kultur und dem Sicherheitsniveau der beaufsichtigten Organisationen, wobei eine Eskalation von einer auf Dialog, Überzeugung und Selbstregulation beruhenden Aufsicht über zunehmend fordernde und präskriptive Interventionen bis zum Entzug von Bewilligungen und Lizenzen oder Strafverfolgung möglich ist.

Die resiliente Organisation

Organisationen müssen angesichts der hohen Komplexität moderner MTO-Systeme mit der Einsicht und Tatsache leben, dass sie sich trotz einer bestmöglichen Vorbereitung auf antizipierbare Ereignisse nicht gegen alle möglichen (unerwünschten) Eventualitäten mit technischen und organisatorischen Mitteln schützen bzw. sich auf alle Eventualitäten spezifisch vorbereiten können. Sie müssen mit dem Unerwarteten rechnen und mit diesem umgehen können, wenn es eintritt. In anderen Worten: Sie – und ihre Mitarbeitenden – müssen resilient sein. Die Leistung einer Organisation ist resilient, wenn die Organisation sowohl unter erwarteten als auch unter unerwarteten Bedingungen den Anforderungen entsprechend (gut) funktionieren kann. Ein zentrales Element des Resilienzkonzepts ist die Adaptivität (Anpassungsfähigkeit) des betrachteten Systems (z. B. einer Organisation) und die Entwicklung

und Aufrechterhaltung dieser Fähigkeit. Es geht dabei nicht lediglich um die Fähigkeit, sich von Gefahren und Belastungen zu erholen, sondern vielmehr um die Fähigkeit, die erforderliche Leistung unter der Vielfalt unterschiedlicher Bedingungen zu erbringen und angemessen sowohl auf Störungen als auch auf Opportunitäten zu reagieren. Dieser Konzeption von Resilienz liegt ein Sicherheitsverständnis zugrunde, welches in den Sicherheitswissenschaften mit «Safety-II», gegenüber dem traditionellen Verständnis von «Safety-I», bezeichnet wird. Vereinfacht ausgedrückt, impliziert Safety-I das Lernen aus Dingen, die schlecht laufen, mit dem Fokus auf «work-as-imagined», und zielt auf eine Stärkung der «compliance» ab. Safety-II hingegen impliziert Lernen aus Dingen, die gut laufen, mit Fokus auf «work-as-done», und zielt auf eine Stärkung der Resilienz ab. Die Safety-II-Sicht auf Sicherheit fokussiert auf die Fähigkeit einer Organisation, die Anpassungsfähigkeit von Personal und Systemen zu lenken, indem verstanden wird, wie komplexe Systeme meistens erfolgreich sind und gelegentlich scheitern. Safety-I und Safety-II schliessen einander gegenseitig nicht aus. Vielmehr umfasst bzw. erweitert die Safety-II-Perspektive die Safety-I-Perspektive und ermöglicht es somit, Situationen zu begegnen, in denen der Safety-I-Ansatz aufgrund der zunehmenden Komplexität von MTO-Systemen nicht (mehr) zielführend ist.

Aufsicht vor dem Hintergrund von Resilienz und Safety-II

Die Aufsichtsbehörde beeinflusst mit ihrer Aufsicht die Fähigkeit der beaufsichtigten Organisationen zu einer resilienten Funktionsweise. Sie muss deshalb ihre Aufsicht derart gestalten, dass sie die Weiterentwicklung der Praktiken und Kulturen in den beaufsichtigten Organisationen zur Stärkung der Resilienz und Integration des Safety-II-Ansatzes stärkt bzw. nicht behindert. Der Dialog mit den Beaufsichtigten ist ein zentrales Element einer geeigneten Aufsichtsstrategie im Kontext von Resilienz und Safety-II. In der Aufsicht ist es für die Aufsichtsbehörde unerlässlich, zu verstehen, wie die beaufsichtigte Organisation im Alltag funktioniert und

welche (auch situativen und kontextbezogenen) Faktoren dieses Funktionieren beeinflussen. Aufsicht muss durch Einsicht in die normale Funktionsweise geprägt sein.

Die Sektion MEOS hat sich zum Ziel gesetzt, ihre Aufsichtsarbeit vor dem Hintergrund von Safety-II und Resilienz zu hinterfragen und weiterzuentwickeln, und Aufsichtsansätze und -methoden zu erarbeiten, welche zur Stärkung der Fähigkeit zur Resilienz und des Safety-II-Ansatzes bei den beaufsichtigten Organisationen geeignet erscheinen. Beispielsweise soll der Fokus der Aufsichtstätigkeit im Bereich von Mensch und Organisation nicht ausschliesslich auf «compliance» liegen, sondern auch auf der Stärkung der Reflexion und der Eigenverantwortung der Beaufsichtigten im Sinne einer «performance»-orientierten Aufsicht sowie auf dem Verstehen des normalen, alltäglichen Funktionierens der beaufsichtigten Organisation in ihrem situativen Kontext. Gegenstand der Aufsicht soll also vermehrt auch «work-as-done», also die Art, wie Arbeit tatsächlich ausgeübt wird, sein, im Vergleich zu «work-as-imagined», also einer idealtypischen Vorstellung, wie sie ausgeübt werden sollte. Dies bedeutet auch, dass sich die Aufmerksamkeit in der Aufsicht nicht nur auf das «Negative» richten soll, sondern ebenso auf das «Positive» bzw. «Normale». Eine solche, auf Safety-II ausgerichtete Aufsicht im Bereich von Mensch und Organisation legt ihren Schwerpunkt auf Methoden, welche den Dialog mit den Beaufsichtigten und deren Selbstreflexion fördern.

Entscheiden in Notfallsituationen

In Situationen, in welchen Resilienz gefordert ist, beispielsweise in Notfallsituationen wie jener während des Unfalls im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi, spielen Entscheidungen eine zentrale Rolle. Diese müssen unter solchen Umständen unter Ungewissheit, Zeitdruck und Stress und häufig ohne die dafür erforderlichen Informationen erfolgen. In komplexen Notfallsituationen wird die Entscheidungsfindung sowohl von situativen Faktoren als auch durch Faktoren beeinflusst, die auf eine Person oder auf ganze Gruppen wirken. Hilfsmittel wie z. B. Störfallvorschriften helfen dabei, durch Stan-

daralisierung und Reduktion von Handlungsspielräumen die Komplexität der Situation zu reduzieren. Dem gegenüber ermöglicht jedoch auch die Erweiterung von Handlungsspielräumen durch Flexibilität und Lernen, mit Komplexität umzugehen. Dabei wird auf Lernen und Integration von Wissen gesetzt, wobei Lerngelegenheiten im Betriebsalltag eine wichtige Rolle spielen.

In Notfallsituationen gibt es neben den situationsbedingten Einflüssen auch personenbezogene Effekte, welche die Entscheidungsfähigkeit von Einzelpersonen oder Personengruppen beeinflussen können, wie beispielsweise die so genannte kognitive Notfallreaktion bei Einzelpersonen oder das Gruppendenken bei Personengruppen. Solchen personenbezogenen negativen Effekten kann, u. a. durch Training, vorgebeugt werden. Ein gutes Selbstmanagement ist zur Vermeidung einer kognitiven Notfallreaktion wichtig. Personen mit guten Entscheidungsfähigkeiten kommunizieren effektiv und übernehmen Führung und Verantwortung. Zur Vermeidung von Gruppendenken ist beispielsweise eine rationale und ausgewogene Informationssuche wichtig und jedes Gruppenmitglied sollte seine Gedanken und Argumente unabhängig von den anderen äussern können. In komplexen Situationen ist ein planvolles Vorgehen anhand von klar definierten Verfahrensanforderungen und mithilfe von geeigneten Entscheidungshilfen (z. B. Checklisten) empfehlenswert.

Zusammengefasst wirken auch in Notfallsituationen sowohl menschliche Fähigkeiten und Eigenschaften als auch technische und organisatorische Faktoren auf vielfältige Art und Weise auf die menschliche Leistung bei Entscheidungen. Allen Einflussfaktoren muss deshalb Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Entscheidungen sind bei vielfältigen Gelegenheiten Gegenstand der Aufsicht der Sektion MEOS. Beispielsweise werden sie in Fachgesprächen oder Inspektionen, in welchen die formalen Prozessabläufe geprüft werden, thematisiert. Das Entscheidungsverhalten wird bei Notfallübungen oder Zulassungsprüfungen am Anlagensimulator beobachtet oder bei der Beurteilung von Vorkommnissen bewertet.

Lernen aus anderen Branchen

Aus den Methoden und Erfahrungen der Zivilluftfahrt können auch für die nukleare Sicherheitsaufsicht im Bereich von Mensch und Organisation wertvolle Erkenntnisse und Ansätze abgeleitet werden.

Eine resiliente Organisation strebt nach Achtsamkeit und Flexibilität, damit sie sich jederzeit der vorherrschenden Situation anpassen kann und somit auch auf unerwartete Situationen vorbereitet ist.

Ein kurzer Einblick in die Ausbildung und das Training sowie die Umsetzung in den Arbeitsalltag bei der Vorbereitung und Durchführung eines Flugs durch die Kabinenbesatzung einer Fluggesellschaft zeigt auf, wie in einer anderen Branche die Vorbereitung auf das Unerwartete konkret erfolgt.

Neben einer soliden Ausbildung im Bereich der Sicherheit, flugzeugspezifischen Schulungen und einer Einführungszeit «on the job» dienen auch regelmässige Wiederholungsschulungen und Trainingssequenzen der Übung, mit immer unterschiedlichen Situationen und Anforderungen umzugehen. Dabei wird z. B. gelernt, bei fehlendem Equipment zu improvisieren und mit neuartigen Situationen umzugehen. Auch Crew-Briefings vor einem Flug werden zum gemeinsamen Lernen aus Erfahrungen der einzelnen Crew-Mitglieder und zur gedanklichen Vorbereitung auf mögliche unerwartete Ereignisse genutzt. Jedes einzelne Mitglied der Kabinenbesatzung richtet seine Aufmerksamkeit ausserdem vor dem Flug, im Rahmen des Sicherheits-Checks im Flugzeug, beim Boarding der Passagiere, bei der Startvorbereitung, während des Flugs und nach dem Flug immer wieder auf unerwartete Situationen, achtet auf mögliche Signale und bereitet sich gedanklich auf verschiedene Szenarien vor. Dabei wendet es eingeübte Techniken und Prozesse an.

Die Besatzungsmitglieder werden dabei mit ihrem impliziten und expliziten Wissen, ihren Erfahrungen, ihrem Training, ihrer Achtsamkeit, ihrem Situationsbewusstsein, ihrer Flexibilität und Kreativität, ihren Entscheidungen und dem vorgegebenen Handlungsspielraum, den sie für ihre Anpassungen beim Handeln und Verhalten benötigen, als Sicherheitsfaktoren angesehen, welche auf unerwartete Situationen vorbereitet und befähigt sind, zu reagieren.

Ausblick

Der vorliegende Bericht ist der Ausgangspunkt für die weitere Reflexion und Entwicklung der Aufsicht der Sektion MEOS vor dem Hintergrund der gewonnenen Erkenntnisse aus dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi und des aktuellen Stands der Sicherheitswissenschaften. Aus den identifizierten Themen und dargelegten Methoden und Ansätze für die zukünftige Aufsicht wird die Sektion MEOS einen Aktionsplan für die kurz-, mittel- und langfristige Umsetzung erarbeiten.

1 Einleitung

1.1 Der zehnte Jahrestag des Unfalls im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi

Am 11. März 2021 jährt sich der Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi zum zehnten Mal und noch immer sind die damit verbundenen Erinnerungen an dieses Ereignis sehr präsent. Die Mitarbeitenden des ENSI erinnern sich nach wie vor an die nach und nach eingetroffenen Bilder und Nachrichten und an die wachsende Gewissheit, dass sich in Fukushima Daiichi Ereignisse von grosser Tragweite abspielten.

Seit dem Unfall befasst sich die Sektion Mensch und Organisation (MEOS) mit den Geschehnissen während des Unfalls und mit dessen Ursachen. Diese hat sie unter anderem in den Teilen 1 ([11]) und 2 ([15]) dieser Berichtsreihe erörtert. Sie hat sich seither ausserdem kontinuierlich mit den Lehren befasst, welche sich für ihre Aufsicht ableiten lassen. Obschon seit dem Unfall zehn Jahre vergangen sind, haben sich aus den Erfah-

rungen der eigenen Aufsichtstätigkeit und aus den von anderen Aufsichtsbehörden weltweit in den internationalen Gremien geteilten Erfahrungen auch in jüngerer Zeit noch neue Erkenntnisse ergeben, aus denen die Sektion MEOS Schlussfolgerungen für ihre Aufsicht ableitet.

Zum zehnten Jahrestag veröffentlicht die Sektion MEOS des ENSI deshalb einen dritten Bericht. Anders als in den ersten beiden Berichten, in welchen es in erster Linie um die Analyse, also das Verstehen des Unfallhergangs und der Umstände ging ([11], [15]), handelt der vorliegende Bericht von den aus den gewonnenen Erkenntnissen abgeleiteten Implikationen für die Aufsichtstätigkeit der Sektion MEOS.

1.2 Die Sektion MEOS und ihre Aufsichtstätigkeit

Die Sektion MEOS ist die Organisationseinheit innerhalb des ENSI, welche, basierend auf den einschlägigen rechtlichen und behördlichen Regelungen, über die Einhaltung der sicherheitsrelevanten Aspekte des Zusammenwirkens von Mensch, Technik und Organisation in einer Kernanlage wacht und die damit verbundenen Projekte prüft. Zu ihrem Aufgabenbereich gehört ebenfalls, die in ENSI-Richtlinien festgelegten behördlichen Regelungen im Kontext von Mensch und Organisation einer Kernanlage periodisch zu prüfen und nötigenfalls zu revidieren. Dabei orientiert sie sich an international harmonisierten Anforderungen sowie am Stand der Sicherheitsforschung.

Die Sektion MEOS des ENSI ist ein interdisziplinär zusammengesetztes Team, bestehend aus Arbeits- und Organisationspsychologinnen sowie aus Ingenieuren. Beide Berufsgruppen bilden sich in den Themengebieten der Sektion MEOS sowohl fachlich als auch aufsichtsmethodisch weiter.

Die Aufsichtstätigkeit der Sektion MEOS umfasst insbesondere die folgenden Themengebiete: Wirksamkeit und kontinuierliche Verbesserung des Managementsystems; Eignung, Ausbildung und Zulassung von zulassungspflichtigem Personal; Kontrolle von Meldungen der Beaufsichtigten; Gestaltung von organisatorischen Prozessen, Arbeitssystemen und Arbeitsmitteln beispielsweise im Zuge technischer Änderungen einer Kernanlage; Massnahmen zur Förderung der Sicherheitskultur wie u. a. Führung, Verantwortung oder Entscheidungsfindung; Bewertung von Vorkommnissen im Kontext von Mensch und Organisation; Gestaltung der Organisation und mitarbeiterbezogene Aspekte im Rahmen von organisatorischen Änderungen.

Der gesetzliche Auftrag des ENSI besteht darin, die Einhaltung der geltenden gesetzlichen und behördlichen Regelungen durch die Betreiber von Kernanlagen (vgl. Art. 72 KEG [36]) zu überprüfen. Der Umsetzung dieses Auftrags liegt die Auffassung zugrunde, dass unter Aufsicht neben der Kontrolle der Einhaltung des Regelwerks auch die Stärkung der Sicherheit zu verstehen ist ([10], [14]). Auch gilt es zu berücksichtigen, dass im Kontext von Mensch und Organisation die oben erwähnten Regelungen oft allgemein und abstrakt formuliert sind¹ und damit nicht immer klar messbar gemacht werden können. Diese Sachverhalte widerspiegeln sich in den von der Sektion MEOS angewandten vielfältigen Aufsichtsmethoden. Diese Methoden sind nachstehend kurz beschrieben.

Die von der Sektion MEOS angewandten Aufsichtsmethoden können grundsätzlich entweder in Methoden des «Soll-Ist-Vergleichs» (Aufsicht «im engeren Sinne», vgl. [12]) oder in Methoden zum Anstoss der (Selbst-)Reflexion über die Sicherheit (Aufsicht «im weiteren Sinne», vgl. [12]) unterteilt werden.

Der «Soll-Ist-Vergleich» repräsentiert den klassischen «Compliance»-Ansatz. Dabei prüft das ENSI, ob die internen Vorgaben der Beaufsichtigten und die in der Praxis des Anlagenalltags ausgeführten Arbeiten den gesetzlichen Vorgaben entsprechen. Zu dieser Kategorie von Aufsichtsmethoden gehören insbesondere Inspektionen, die Kontrolle von Meldungen der Beaufsichtigten und die Bewertung meldepflichtiger Vorkommnisse (vgl. [13]). Mit Methoden des «Soll-Ist-Vergleichs» werden Themengebiete beaufsichtigt, für die im Regelwerk klar messbare Anforderungen existieren.

Der «Anstoss der (Selbst-)Reflexion» erfolgt in Gruppengesprächen mit Hilfe einer spezifischen Gesprächsführung durch das ENSI. Das ENSI erachtet die Fähigkeit zur (Selbst-)Reflexion als eine unabdingbare Voraussetzung, um beispielsweise aus Erfahrungen zu lernen. Zu dieser Kategorie von Aufsichtsmethoden gehören insbesondere Fachgespräche, bei welchen Themengebiete mit abstrakt und allgemein formulierten rechtlichen Regelungen geprüft werden.

1 | Ein Beispiel einer solchen allgemein formulierten Anforderung findet sich in Art. 5 des Kernenergiegesetzes KEG ([36]), wo der Aufbau einer geeigneten Organisation als Schutzmassnahme für die nukleare Sicherheit gefordert wird. Es wird jedoch nicht präzisiert, was unter einer «geeigneten» Organisation zu verstehen ist.

Im Kasten 1 sind die auf Gesprächen basierenden Aufsichtsmethoden mit Beispielen von Aufsichtsgegenständen der Sektion MEOS illustriert².

Kasten 1: Von der Sektion MEOS in Gesprächen mit den Beaufsichtigten angewandte Methoden

- *Inspektionen*: Inspektionen dienen dem Soll-Ist-Vergleich von Aufsichtsgegenständen. Die Sektion MEOS führt z. B. Inspektionen zum Managementsystem durch und beteiligt sich an Inspektionen anderer Sektionen. Letztere sind beispielsweise Inspektionen, die vor Ort in der Anlage stattfinden und deren Inspektionsgegenstände eine grössere Organisation und Koordination der beteiligten Personen seitens der Beaufsichtigten erfordert (z. B. Durchführung von wiederkehrenden Prüfungen, Inbetriebsetzungen von geänderten Anlageteilen).
- *Fachgespräch zum Dialog über die Sicherheitskultur* (vgl. [12]): Mit diesen offen und konstruktiv geführten Fachgesprächen will die Sektion MEOS bei den Beaufsichtigten eine Selbstreflexion über ihre Sicherheitskultur anstossen. Die Gespräche finden alle drei Jahre statt und bestehen aus zwei jeweils ca. dreistündigen Teilen im Abstand von einigen Wochen. Im ersten Teil findet eine Diskussion über eine von der Sektion MEOS festgelegte sicherheitskulturbezogene Fragestellung statt. Im zweiten Teil wird die Reflexion vertieft weitergeführt. Diese Vertiefung gründet auf Feststellungen und Hypothesen, welche die Sektion MEOS aus dem ersten Teil des Gesprächs erarbeitet hat.
- *Exploratives Fachgespräch*: Dieses Gespräch dient ebenfalls der Anregung der (Selbst-) Reflexion. Es wird von der Sektion MEOS in alleiniger Regie oder zusammen mit Fachexpertinnen und -experten anderer Sektionen durchgeführt. Im Ankündigungsbrief sind explizit Fragen enthalten, die die Hinterfragung und Reflexion des zu besprechenden Sachverhalts anstossen sollen. Diese Gespräche dauern in der Regel – je nach Thema – eineinhalb bis drei Stunden und sind danach abgeschlossen. Explorative Fachgespräche werden durchgeführt, um insbesondere sensiblere Themen im Kontext «Mensch und Organisation» (z. B. zu Themen wie Ressourcen und Führung) oder Fragen zum organisationalen Lernen mit den Beaufsichtigten zu besprechen.
- *Informationsgespräch*: Diese Art von Fachgesprächen dient der Sammlung von Informationen z. B. nach Ereignissen, bei organisatorischen Änderungen oder im Rahmen von technischen Modernisierungsprojekten. Fachgespräche zur Informationsbeschaffung werden oftmals durchgeführt, um Änderungen, die vom ENSI freigegeben werden müssen, zu verstehen bzw. um das für die Erteilung einer Freigabe notwendige Sachverständnis zu erhalten. Die Sektion MEOS führt zudem mit den Betreibern der Kernkraftwerke jährlich ein Fachgespräch zu aktuellen Themen und anstehenden Änderungen im Zusammenhang mit dem Personal oder der Organisation.

Wie sich die Aufsichtstätigkeit und -methoden der Sektion MEOS aufgrund der Erkenntnisse aus dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi und vor dem Hintergrund der neueren Entwicklungen in den Sicherheitswissenschaften weiterentwickeln soll, wird im vorliegenden Bericht behandelt.

2 | Die Aufsichtstätigkeit der Sektion MEOS basiert nicht nur auf Gesprächen, sondern zu einem wesentlichen Teil auch auf Dokumenten und sonstigen schriftlich vorliegenden Daten (z. B. Sicherheitsindikatoren) der Beaufsichtigten.

1.3 Die Themen im vorliegenden Bericht

Die zahlreichen Ereignisanalysen zum Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi ergeben eine grosse Anzahl beitragender Faktoren. Eine Auswahl dieser Themen wird im vorliegenden Bericht behandelt. Im Rahmen einer Reihe von Workshops bestimmte die Sektion MEOS die folgenden Hauptthemen, welche sie als für ihre Aufsichtstätigkeit zentral erachtet und im Rahmen des vorliegenden Berichts vertiefen möchte.

Der **systemische Ansatz** erkennt die Komplexität von Systemen an und betrachtet diese mit deren Schnittstellen und Wechselwirkungen in ihrer Ganzheitlichkeit. Das Ganze ist mehr als die Summe der einzelnen Bestandteile. Die Notwendigkeit der Anwendung eines systemischen Ansatzes beim Betrieb von Kernanlagen und der Aufsicht darüber stellt eine der zentralen Erkenntnisse und Empfehlungen aus den Analysen des Unfalls im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi dar (z. B. [31]). Kapitel 2 dieses Berichts behandelt den Unfall von Fukushima aus systemischer Perspektive und dessen Implikationen für die Aufsicht der Sektion MEOS.

Organisationen müssen angesichts der hohen Komplexität moderner MTO-Systeme mit der Einsicht und Tatsache leben, dass sie sich trotz einer bestmöglichen Vorbereitung auf antizipierbare Ereignisse nicht gegen alle möglichen (unerwünschten) Eventualitäten mit technischen und organisatorischen Mitteln schützen bzw. sich auf alle Eventualitäten spezifisch vorbereiten können. Sie müssen mit dem Unerwarteten rechnen¹ und mit diesem umgehen können, wenn es eintritt. In anderen Worten: Sie – und ihre Mitarbeitenden – müssen **resilient** sein. Kapitel 3 dieses Berichts behandelt das Konzept der (organisationalen mit einem Exkurs zur individuellen) Resilienz und das der Resilienz zugrunde liegende Verständnis von Sicherheit («**Safety-II**»). Ein Schwerpunkt des Kapitels liegt dabei auf der Bedeutung von Resilienz und Safety-II für die Aufsicht. Daraus leitet die Sektion MEOS Implikationen für ihre eigene Aufsichtsarbeit ab.

Der Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi hat auch gezeigt, welche zentrale Bedeutung einer angemessenen **Entscheidungsfindung** zukommt. Diesem Thema widmet sich Kapitel 4 dieses Berichts.

Kapitel 5 enthält einen Exkurs zu den behandelten Themen aus der **Zivilluftfahrt**. Es wird dabei anhand konkreter und praktischer Beispiele beschrieben, wie sich Mitglieder der Crew eines Fluges auf diesen vorbereiten und welche Methoden sie anwenden, um stets **auf das Unerwartete vorbereitet** zu sein.

Schliesslich werden in Kapitel 6 die **Implikationen**, welche die Sektion MEOS für ihre Aufsicht identifiziert hat, sowie ihre Absichten bezüglich deren Umsetzung zusammenfassend dargelegt.

Im Rahmen der einzelnen Kapitel werden jeweils, neben der theoretischen Erörterung der Themen und Konzepte, Implikationen für die Aufsicht der Sektion MEOS abgeleitet. Diese sind als langfristiges Vorhaben der Sektion MEOS zu verstehen und werden in der zukünftigen Aufsicht nach und nach eingeführt und stets weiterentwickelt. Der Bericht erhebt zudem keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Vielmehr dient er als Grundlage und Ausgangspunkt für die kontinuierliche Weiterentwicklung der Themen und Aufsichtsmethoden und die Weiterverfolgung der relevanten Literatur.

Der Bericht richtet sich an ein fachlich interessiertes Publikum. Er hat den Anspruch, die behandelten Themen zu vertiefen und für die Aufsicht direkt anwendbare Schlussfolgerungen und Methoden abzuleiten. Ausserdem soll er den fachlichen Austausch mit interessierten Parteien (z. B. den Beaufsichtigten oder Spezialistinnen und Spezialisten im Bereich von Mensch und Organisation in anderen Aufsichtsbehörden oder internationalen Arbeitsgruppen) anregen. Aus diesem Grund werden im Bericht, wo dies erforderlich scheint, auch fachspezifische Begriffe und Konzepte aus dem Bereich der menschlichen und organisatorischen Faktoren verwendet.

2 Der Unfall von Fukushima Daiichi aus systemischer Perspektive

Die Analyse des Unfalls von Fukushima Daiichi hat ergeben, dass zur Unfallentstehung und zum Unfallverlauf eine Vielzahl von Faktoren aus dem menschlichen, technischen und organisatorischen Bereich beigetragen haben. Diese Faktoren haben sich zudem wechselseitig beeinflusst. Der sehr dynamische Unfallverlauf und die extrem komplexe Situation während des Unfalls haben gezeigt, dass das Unfallgeschehen nicht über einfache lineare Kausalzusammenhänge zu erklären ist. Es wäre auch zu kurz gegriffen, die Unfallentstehung ausschließlich durch eine unzureichende technische Vorsorge in Form eines ungenügenden Tsunami-Schutzes und einer mangelnden technischen Notfallvorsorge zu erklären, denn für die Defizite bei der Auslegung der Anlage gab es wiederum tieferliegende Gründe in nicht-technischen Bereichen. Die Frage im Zusammenhang mit der Unfallentstehung lautet also, warum es zu den Defiziten bei der Sicherheitsvorsorge kommen konnte und warum diese so lange toleriert wurden. Hierbei zeigt sich, dass die Ursachen nicht allein in dem MTO-System (Mensch-Technik-Organisation) des Kernkraftwerks von Fukushima Daiichi zu suchen sind, sondern weit darüber hinaus reichen.

Kasten 2: MTO-System (Mensch-Technik-Organisation) und dessen Verhalten

Ein MTO-System, wie z. B. eine Kernanlage, ist eine dynamische Ganzheit mit einer Vielzahl von unterschiedlichen Funktionen, die miteinander vernetzt sind und wechselseitig aufeinander wirken. Eine Funktion bezieht sich auf eine oder mehreren Aktivitäten zur Erreichung eines bestimmten Ziels (Output) als Teilaufgabe zur Erfüllung des Systemzwecks. Dabei ist es unerheblich, wer die Funktion innerhalb des Systems ausübt, die Organisation, die Technik oder der Mensch. In einem MTO-System werden die funktionsbezogenen Aktivitäten durch eine Vielzahl menschlicher, organisatorischer und technischer Faktoren beeinflusst (siehe Abbildung 1).

Das Verhalten von MTO-Systemen ist komplex, da die Funktionen in einer spezifischen, dynamischen Beziehung zueinanderstehen und in vielfältiger Weise miteinander interagieren ([44]).

Eingriffe in solche komplexen Systeme (z. B. Arbeiten vor Ort) beeinflussen nicht nur einzelne Funktionen, sondern können eine Vielzahl von Veränderungen in benachbarten Funktionen bewirken und auf das Gesamtsystem wirken ([44]). Durch die hohe Vernetztheit und Abhängigkeit und die möglichen kombinierten Effekte ist es nicht mehr möglich, alle Funktionen mit ihren Eigenschaften und allen potenziellen Wechselwirkungen vollständig zu beschreiben ([6, 44]). Kleine, lokale Abweichungen können sich möglicherweise auf schwer vorhersehbare Weise im System ausbreiten (Nichtlinearität). Die Vorhersehbarkeit des Systemverhaltens (Output) und die Steuerbarkeit sind in komplexen Systemen daher besonders anspruchsvoll ([44]).

Wenn im Folgenden von «System», «Gesamtsystem» etc. die Rede ist, ist damit jeweils ein solchermaßen verstandenes MTO-System gemeint.

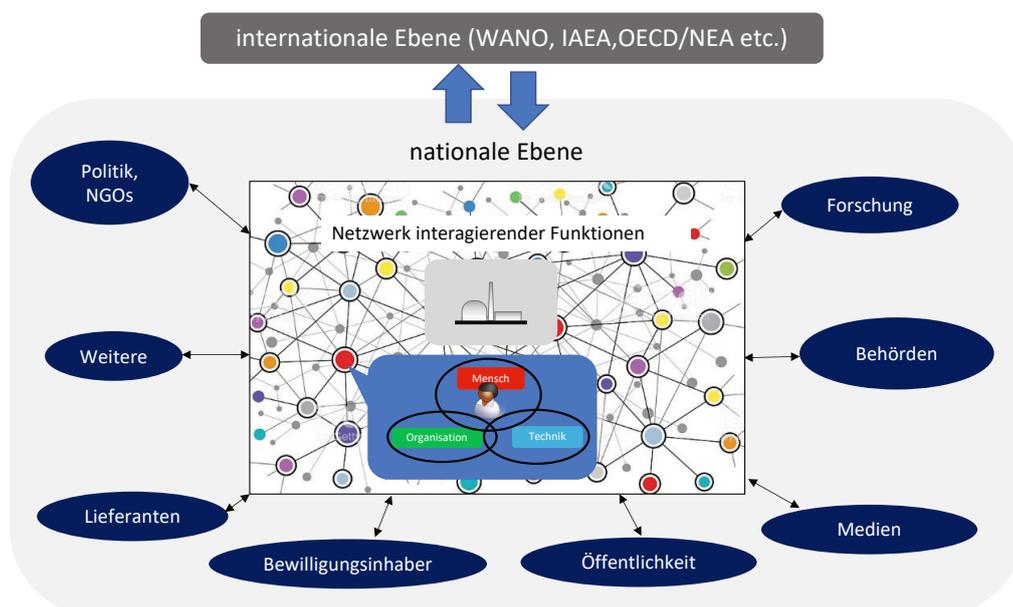


Abbildung 1: Das MTO-System «Kernanlage» und seine externen Anspruchsgruppen

Externe Anspruchsgruppen, wie der übergeordnete Konzern TEPCO als Bewilligungsinhaber, die Aufsichtsbehörden, die japanische Regierung, die Politik und die Öffentlichkeit in Japan nahmen entscheidend Einfluss auf die Sicherheit des Kernkraftwerks Fukushima Daiichi. Dieses war in dem Sinne in das übergeordnete System der Kernenergie in Japan eingebettet. Diese externen Anspruchsgruppen standen ihrerseits untereinander in ständiger Wechselwirkung. Für die Unfallanalyse war es also erforderlich, auch über das MTO-System des Kernkraftwerks von Fukushima Daiichi hinauszugehen und ausserhalb dessen nach beitragenden Faktoren für die Unfallentstehung zu suchen.

Beitragend für die Defizite bei der Sicherheitsvorsorge des Kernkraftwerks von Fukushima Daiichi waren u. a. auch Faktoren, die den übergeordneten TEPCO-Konzern als Bewilligungsinhaber betreffen. So führte ein ineffektives Programm zur Nutzung der nationalen und internationalen Betriebserfahrung zu einer zögerlichen Bewertung und Behandlung von externen Gefährdungen wie Erdbeben und Tsunami ([31]).

Die Unfallanalyse zeigte auch, dass die Aufsichtsbehörden, namentlich die Nuclear and Industrial Safety Agency (NISA), ihre Aufsichtsarbeit nicht ausreichend systemisch gestalteten. Unter anderem wurde in dem Bericht der IAEA aus 2015 ([31]) hervorgehoben, dass sie Sachverhalte häufig basierend auf einem Silodenken und nicht ausreichend umfassend und systemisch betrachtete, d. h. es wurden nicht alle für die Sicherheit relevanten Aspekte einbezogen. Besondere Aufmerksamkeit wurde den technischen Aspekten gewidmet, wenig hingegen den betrieblichen Aspekten bzw. den menschlichen und organisatorischen Faktoren. Zudem waren die Aufsichtsbehörden nicht ausreichend geneigt, aus internationalen Erfahrungen zu lernen, und zeigten eine Tendenz, sich zu isolieren. Häufig argumentierten sie dabei, Erfahrungen und Ansätze aus dem Ausland seien in Japan nicht anwendbar ([31])ⁱⁱ.

Aus dem Unfall von Fukushima ergeben sich hinsichtlich der Anwendung des systemischen Ansatzes insofern die folgenden Erkenntnisse:

- Einerseits konnten durch die systemische Betrachtung bei der Unfallanalyse eine Vielzahl von beitragenden Faktoren aus dem menschlichen, technischen und organisatorischen Bereich und deren wechselseitige Beeinflussung identifiziert werden. Dabei war es notwendig, über die Grenzen des MTO-Systems «Kernkraftwerk Fukushima Daiichi» hinauszugehen und den externen Kontext mit den unterschiedlichen, sich wechselseitig beeinflussenden Anspruchsgruppen in die Analyse mit einzubeziehen.
- Andererseits hat die Analyse auch gezeigt, dass der systemische Ansatz zur Beurteilung und Verbesserung der Sicherheitsvorsorge der Kraftwerke in der Zeit vor dem Unfall nicht ausreichend im Bewusstsein der verantwortlichen Führungskräfte war. Dies wird durch den Untersuchungsbericht der IAEA bestätigt ([31]). Es hat sich gezeigt, wie wichtig die kontinuierliche Anwendung des systemischen Ansatzes für eine effektive Sicherheitsvorsorge ist. Eine der zentralen Empfehlungen der IAEA aus der Analyse des Unfalls betrifft demnach die Anwendung eines systemischen Ansatzes durch alle beteiligten Akteure ([1])ⁱⁱⁱ.

2.1 Berücksichtigung des systemischen Ansatzes

Eine zentrale Forderung aus dem Regelwerk der IAEA ([32]) ist ein wirksames Managementsystem. Dies gilt für alle Phasen des Lebenszyklus einer Kernanlage. Zur Erreichung und Aufrechterhaltung eines wirksamen Managementsystems betonen das IAEA-Regelwerk und die ENSI-Richtlinie zur Organisation von Kernanlagen, ENSI-G07 ([9]), die Wichtigkeit, die Wechselwirkung zwischen den Systemteilen Mensch, Technik und Organisation, zu berücksichtigen. Führungskräfte auf allen Stufen der Organisation sind aufgefordert, bei der Umsetzung des Managementsystems diese Wechselwirkungen im Sinne der Wirksamkeit des Gesamtsystems zu identifizieren und zu berücksichtigen. Die Ergebnisse der regelmässigen Überprüfung von der Wirksamkeit des Managementsystems sollten genutzt werden, um das Gesamtsystem mit der Vielzahl von Wechselwirkungen besser zu verstehen und im Sinne der Sicherheit kontinuierlich zu verbessern. Es zeigt sich also, dass die Berücksichtigung des systemischen Ansatzes zum Betrieb eines wirksamen Managementsystems im nationalen und internationalen Regelwerk bereits verankert und seine Anwendung im Rahmen der kontinuierlichen Verbesserung unausweichlich ist.

Die genannten Anforderungen der IAEA ([32]) zum systemischen Ansatz resultieren nicht zuletzt aus den Erfahrungen der Analyse des Unfalls von Fukushima Daiichi. Die Frage, wie der systemische Ansatz anzuwenden ist, kann nicht einfach beantwortet werden, da das Netzwerk der sich beeinflussenden menschlichen, technischen und organisatorischen Faktoren in einem System wie einem Kernkraftwerk zu komplexen Wirkzusammenhängen führt. Die technischen Nachrüstungen und eine Erhöhung der organisatorischen Reglungsdichte haben in den Kernanlagen zu einer Zunahme der Funktionen und deren Vernetzungsgrad geführt. Das Systemverhalten ist dadurch tendenziell noch komplexer geworden, was es somit noch schwerer verständlich bzw. vorhersagbar macht. Dies bedeutet, dass die Berücksichtigung des systemischen Ansatzes zwar noch wichtiger, aber auch anspruchsvoller geworden ist.

Die in dem Bericht der Working Group on Human and Organizational Factors (WGHOF) der Nuclear Energy Agency (NEA) der OECD zum Thema «Human and Organizational Performance» eingeführten Themen in Abbildung 2 geben eine Hilfestellung, was auf der strategischen, der prozessualen und der Arbeitsebene bezüglich des systemischen Ansatzes besonders zu berücksichtigen ist. Je nachdem, welches System betrachtet wird, sind die einzelnen Themen aus Abbildung 2 mehr oder weniger detailliert zu behandeln. Für ein technisches Sicherheitssystem mit dem Zweck, im Notfall Kühlmittel in den Reaktor einzuspeisen, liegen die zu betrachtenden Themen schwerpunktmässig auf der Prozess- bzw. Arbeitsebene, während das gesamte Kernkraftwerk als MTO-System mit seinem Zweck der Stromproduktion auch auf der strategischen Ebene wichtige Themen zu behandeln hat. Die Erläuterung der einzelnen Themen erfolgt im Zusammenhang mit der Ableitung von aufsichtsrelevanten Themen unter Kapitel 2.2.2 dieses Berichtes.

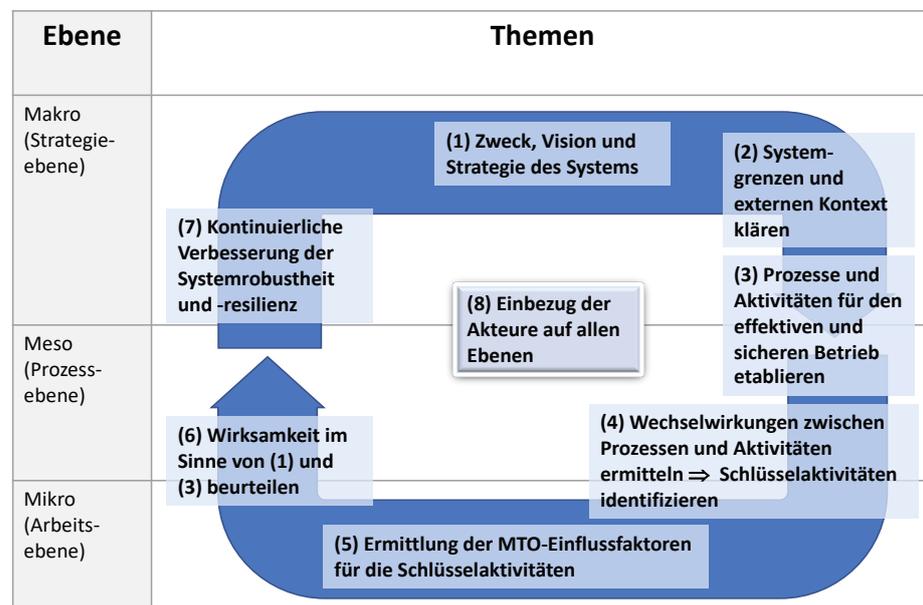
Die genannten Themen folgen dem Prinzip der kontinuierlichen Verbesserung des Managementsystems (PDCA-Prinzip «Plan-Do-Check-Act»), auf Basis dessen auch die Wirksamkeit des Managementsystems überprüft und kontinuierlich verbessert wird. Die zyklische Anwendung der Themen ist von zentraler Bedeutung, da nur so ein kontinuierlicher Lernprozess gewährleistet wird, der den Fortschritt beim Verstehen und Verbessern des Systemverhaltens sicherstellt. Dies ist aufgrund der oben beschriebenen Komplexität und Dynamik des Systems unausweichlich erforderlich.

Die Berücksichtigung der Themen verläuft von der Makroebene über die Mesoebene zur Mikroebene und wieder zurück in zyklischer Abfolge. Die Detailbetrachtung auf der Mikro- bzw. Arbeitsebene ist nicht hierarchiegebunden. Sie betrifft alle Hierarchiestufen in einer Organisation, vom Top-Management bis zur ausführenden Ebene.

Die Themen lassen sich nach der Definition der Systemgrenzen auf jedes MTO-System anwenden. Diese Systemgrenzen können im Prinzip frei gewählt werden.

Die Grenzen eines Systems gegenüber seiner Umwelt, d. h. gegenüber einem umgebenden System, sind nicht absolut gegeben, sondern in Abhängigkeit von der jeweiligen Perspektive der Systembetrachtung zu definieren. So ist z. B. eine bestimmte Abteilung eines Betriebes aus Organisationsperspektive ein Subsystem, während die Organisation aus Sicht der Abteilung als Teil der Systemumwelt anzusehen ist ([44]). In den Kernanlagen können auch einzelne Prozesse oder technische Systeme in dieser Form betrachtet werden. Allerdings ist dabei zu beachten, dass eine ausschließlich isolierte Betrachtung von einzelnen Subsystemen für das Verständnis des Gesamtsystemverhaltens nicht ausreicht, da diese Subsysteme wiederum untereinander vernetzt sind und in Wechselwirkung zueinander stehen. Aus systemtheoretischer Sicht ist es demnach sinnvoll, alle Funktionen in die Betrachtung einzuschließen, die zum Ergebnis (Output) des betrachteten Systems beitragen, beispielsweise bezüglich der Produktivität, der Innovation oder der Sicherheit ([59]). Unabhängig von den gewählten Systemgrenzen sind immer die externen Einflussfaktoren, also Einflüsse, welche aus dem jeweils übergeordneten auf das betrachtete System wirken, in die Betrachtung einzubeziehen.

Abbildung 2:
Kontinuierlicher
Verbesserungszyklus auf
Grundlage des
systemischen Ansatzes



2.2 Schlussfolgerungen für die Aufsicht hinsichtlich der Berücksichtigung des systemischen Ansatzes

Der Unfall des Kernkraftwerks von Fukushima Daiichi ereignete sich, weil die Sicherheits- bzw. Notfallvorsorge des Werks gegen eine externe Gefährdung durch Tsunamis unzureichend war. Verantwortlich für die Sicherheit der Anlage war die Betreiberin TEPCO. Allerdings hatten sich die damaligen japanischen Aufsichtsbehörden von der Übernahme der Verantwortung zu überzeugen. Dazu mussten sie beurteilen, dass die Sicherheitsvorsorge für das Kernkraftwerk von Fukushima Daiichi dem geltenden Regelwerk entsprach.

Wie vorhergehend beschrieben, sind die Ursachen des Unfalls nicht allein auf die mangelnde Übernahme der Verantwortung des Betreibers zurückzuführen. Beitragend waren u. a. ebenfalls die damalige Rolle der Aufsicht im übergeordneten System der Kernenergie in Japan, die Beziehungen zwischen Betreiber und Aufsichtsbehörden und das zugrundeliegende Regelwerk.

Vor dem Hintergrund einer kollektiven Grundannahme, wonach die technische Auslegung der Anlage ausreichend robust gegen jegliche externe Gefährdungen sei (vgl. [31] und Kap. 3), erkannten auch die Aufsichtsbehörden nicht, dass es Defizite in der Sicherheitsvorsorge gab, und adressierten diese demzufolge auch nicht wirkungsvoll.

Dieses Versäumnis der Aufsichtsbehörden wurde zwar durch ein unzureichendes nationales Regelwerk begünstigt. Es gab allerdings damals schon das internationale Regelwerk ([32]), welches ein wirksames Managementsystem des Betreibers forderte. Dies impliziert eine kontinuierliche Verbesserung mit einer aktiven Suche nach Chancen und Risiken für das MTO-System.

Eine wichtige Erkenntnis aus dem IAEA-Bericht ([31]) und den Unfallberichten der japanischen Regierung ist, dass die beteiligten Stakeholder, insbesondere der Betreiber und die Aufsichtsbehörden, in dem System der Kernenergie in Japan nicht aktiv genug nach Defiziten in der Sicherheitsvorsorge gesucht haben.

Diese Lehre aus dem Unfall sollte auch für die Betreiber und die Aufsicht in der Schweiz langfristig richtungweisend sein. Ein aktives Bestreben, mögliche latent vorhandene Defizite in der Sicherheitsvorsorge zu entdecken, bedarf der Grundhaltung des besseren Verstehen-Wollens des betrachteten Systems bei gleichzeitiger Akzeptanz, dass dieses Verständnis nie abschliessend sein wird, sondern aufgrund der Komplexität und Dynamik der betrachteten MTO-Systeme einen kontinuierlichen Lernprozess darstellt.

In der Schweiz verfolgt das ENSI mit seiner integrierten Aufsicht dieses Ziel. Voraussetzung für die Stärkung der Sicherheit (Mission aus dem ENSI-Leitbild [10]) ist das Bestreben, die beaufsichtigten MTO-Systeme unter sich ändernden Rahmen- und Randbedingungen fortlaufend besser verstehen zu wollen. Hier stellt sich die Frage, wie dies im Rahmen der Aufsichtstätigkeit am besten erreicht bzw. wie die Aufsicht weiterentwickelt werden kann, damit die Aufsichtsbehörde möglichst effektiv zur kontinuierlichen Verbesserung der Sicherheitsleistung der beaufsichtigten MTO-Systeme beiträgt.

Dabei geht es im Zusammenhang mit dem systemischen Ansatz einerseits grundsätzlich um die Art der Aufsicht im Bereich Mensch und Organisation (Kap. 2.2.1) und andererseits um die Fokussierung auf bestimmte Aufsichtsthemen (Kap. 2.2.2).

2.2.1 Aufsicht im Bereich Mensch und Organisation unter Berücksichtigung des systemischen Ansatzes

Ein zentraler Grundsatz der Aufsicht ist, dass die Verantwortung für die Sicherheit bei den Bewilligungsinhabern und damit Betreibern von Kernanlagen liegt (vgl. Art. 22 KEG [36] sowie [14]). Je nachdem, wie die Aufsichtsbehörde ihren Auftrag interpretiert und in der Praxis wahrnimmt, beeinflusst sie die Fähigkeit und den Willen der Beaufsichtigten zur Verantwortungsübernahme. Im ungünstigsten Falle kann sie diese gar negativ beeinflussen, etwa indem sie einen zu präskriptiven Aufsichtsstil pflegt, indem sie also den Beaufsichtigten zu detailliert vorschreibt, was diese zu tun haben. In der Literatur wird in diesem Zusammenhang vielfach zwischen zwei grundsätzlichen «Aufsichtsstilen» unterschieden, wobei diese in der Regel nicht in der einen oder anderen reinen Form angewandt werden, sondern zumeist in einer Kombination mit unterschiedlichen Ausprägungen auftreten ([59]): präskriptive Aufsicht («compliance»-orientierte Aufsicht) im Gegensatz zu zielorientierter Aufsicht (oder ergebnisorientierter, leistungsorientierter, «performance»-orientierter Aufsicht). «Compliance»-orientierte Aufsicht fokussiert sich auf vorgegebene Vorschriften und prüft deren strikte Einhaltung durch die Beaufsichtigten. Bei der «performance»-orientierten Aufsicht beurteilt die Aufsichtsbehörde die Leistung der Beaufsichtigten hinsichtlich vordefinierter Kriterien, wobei die Art und Methode der Zielerreichung in der Verantwortung der Beaufsichtigten belassen wird ([59]). Wilpert ([59]) identifiziert eine Reihe potenzieller negativer Auswirkungen einer (strikten) «compliance»-orientierten Aufsicht, wie beispielsweise eine starke Zunahme von (behördlichen) Vorschriften, einen übermässigen Eingriff der Aufsichtsbehörde in die alltäglichen betrieblichen Tätigkeiten der Beaufsichtigten, eine Zunahme von Konflikten und Misstrauen in der Beziehung zwischen der Aufsichtsbehörde und den Beaufsichtigten, eine zunehmende Demotivation und eine Tendenz zu blindem Erfüllen der behördlichen Anforderungen von Seiten der Beaufsichtigten, einen negativen Einfluss auf das Lernen bei allen involvierten Parteien und eine zunehmende Verantwortungsübernahme durch die Aufsichtsbehörde. Er kommt zum Schluss, dass in komplexen MTO-Systemen eine solche Art der Aufsicht

insbesondere für die Beaufsichtigung von menschlichen und organisatorischen Faktoren ungeeignet ist. Im Rahmen einer «performance»-orientierten Aufsicht erhält die Selbstbeurteilung durch die beaufsichtigte Organisation eine grössere Bedeutung. Ein zentraler Aspekt der Aufsichtsarbeit stellt dabei der Dialog zwischen der Aufsichtsbehörde und den Beaufsichtigten zur Festlegung geeigneter Leistungsindikatoren dar. Wilpert sieht eine Kultur offener und selbstkritischer Kooperation zwischen den Parteien und eine Art gemeinsames «management by objectives» als erforderlich, was für beide Seiten in einem gemeinsamen Lernprozess resultiert.

Dass komplexe Systeme nicht (ausschliesslich) mittels eines «compliance»-basierten Ansatzes beaufsichtigt werden können, legt Sidney Dekker ([6]), dar. Die Aufsicht wird als Teil der «Schutz-Strukturen» im System betrachtet, deren Zweck es ist, Diversität ins System zu bringen. Inspizierende bekleiden in diesem Aufsichtsverständnis eine anspruchsvolle Rolle und müssen sowohl «Insider» als auch «Outsider» sein. Dies bedeutet, dass sie einerseits ausreichend Kenntnis und Erfahrung mit dem zu beaufsichtigenden System haben müssen, damit sie wissen, worauf sie achten müssen, und in der Lage sind, auch schwache Signale zu erkennen. Sind sie andererseits zu stark «Insider», so sind sie nicht mehr in der Lage, Diversität in das System zu bringen, also eine Aussensicht und dadurch Impulse zur weiteren Verbesserung der Sicherheit, zu welcher die Beaufsichtigten auf Grund ihrer zu starken Betroffenheit selbst eventuell nicht mehr in der Lage sind. Aufsicht impliziert nach Dekker demnach eine Sensibilität für die Eigenschaften von Komplexität, beispielsweise Vernetzung, Wechselwirkungen, Diversität oder Lernen. Dies bedeutet, dass Inspektionen von Systemteilen insbesondere nach möglichen Wechselwirkungen mit umliegenden Teilen des Systems bzw. anderen Systemen suchen müssen. Dabei ist es zentral, auf verschiedene Narrative zu hören, also vielfältige Sichtweisen von unterschiedlichen Akteuren aus unterschiedlichen Teilen des Systems einzubeziehen ([6]).

Die Ausführungen zur Aufsicht im Zusammenhang mit dem systemischen Ansatz in komplexen Systemen verdeutlichen, dass es nicht möglich ist, eine «standardisierte», immer gleichbleibende Aufsichtsstrategie und -methodik zu definieren und anzuwenden. Das Konzept der «responsive regulation» zeigt einen möglichen Weg auf, wie mit der Dynamik komplexer MTO-Systeme in der Aufsicht umgegangen werden könnte. Unter «responsive regulation» wird eine Form der Aufsicht verstanden, bei welcher nicht von einem für alle beaufsichtigten Organisationen einheitlichen und gleichbleibenden Aufsichtsansatz ausgegangen wird, sondern unterschiedliche Aufsichtsansätze und Interventionen von der Aufsichtsbehörde angewandt werden, in Abhängigkeit vom Kontext und Verhalten, der Kultur und dem Sicherheitsniveau der beaufsichtigten Organisationen ([2]^{iv}, [24]). Zur Illustrierung des

Ansatzes der «responsive regulation» wird im Allgemeinen eine so genannte Regulierungspyramide (vgl. Abbildung 3) verwendet, welche die Eskalationsstufen von einer auf Dialog, Überzeugung und Selbst-Regulation beruhenden Aufsicht auf den untersten Ebenen über zunehmend fordernde und präskriptive Interventionen hinauf bis zum Entzug von Bewilligungen und Lizenzen oder Strafverfolgung beschreibt. Die Rolle der Aufsichtsbehörde bzw. der Inspizierenden ist entsprechend auf der untersten Ebene die Eröffnung eines Dialogs mit der beaufsichtigten Organisation und deren Motivierung zu bestimmten Veränderungen. Auf den obersten Ebenen stehen ihnen punitive Instrumente mit strengen Sanktionen zur Verfügung ([52]).



Abbildung 3: Beispiel einer Regulierungspyramide (Quelle: Queensland Workplace Health and Safety (Australien) [63])

2.2.2 Aufsichtsthemen im Bereich Mensch und Organisation im Rahmen der Berücksichtigung des systemischen Ansatzes

Ausgehend von dem Verbesserungszyklus zum systemischen Ansatz (vgl. Abbildung 2) hat die Sektion MEOS anhand der dort genannten Themen Aufsichtsgegenstände auf der Makro-, Meso- und Mikroebene abgeleitet, deren Beaufsichtigung ein besseres Bild darüber vermittelt, ob und wie die Beaufsichtigten einen systemischen Ansatz zur Sicherstellung eines wirksamen Managementsystems verfolgen (vgl. Abbildung 4). Im Rahmen des unter Kapitel 2.2.1 erläuterten aufsichtlichen Vorgehens sollte sich mit dem wachsenden Verständnis zu den Themen bzw. zu dem MTO-System auch die Chancen erhöhen, die Sicherheitsvorsorge zu verbessern.

Die grundsätzliche Akzeptanz, dass es aufgrund der Komplexität und Dynamik des MTO-Systems immer Schwächen in der Sicherheitsvorsorge geben kann, die den Betreibern und der Aufsichtsbehörde nicht bewusst sind, führt zu der Erkenntnis, dass parallel zu den Bestrebungen, diese zu identifizieren und zu behandeln, auch die Vorbereitung auf unerwartete Situationen unerlässlich ist (siehe Kap. 3).

Auf der Makroebene in Abbildung 4 geht es bei **Thema (1)** um den Zweck und die Ziele des Systems und die Strategie zu deren Erreichung. Bezogen auf die Beaufsichtigung der Kernanlagen in der Schweiz lässt sich hierzu als zentraler Aufsichtsgegenstand das besondere Verhältnis zwischen Bewilligungsinhaber und dem Inhaber der Stelle für den technischen Betrieb (Kraftwerksleiter) identifizieren. Grundsätzlich gilt, dass die Verantwortung für Entscheide in Bezug auf Sicherheit nicht an Dritte übertragen werden kann. Der Bewilligungsinhaber trägt die Verantwortung für die Sicherheit seiner Kernanlage gemäss Art. 22 des Kernenergiegesetzes ([36]). Der Bewilligungsinhaber hat (gemäss Art. 30 Abs. 4 KEV [37]) den Inhaber der Stelle für den technischen Betrieb, also den Kraftwerksleiter, zu bezeichnen. Dieser ist für die Entscheide in Bezug auf die Sicherheit verantwortlich. Hieraus ergibt sich also eine geteilte Übernahme der Verantwortung, die im ungünstigsten Fall zu einem Zielkonflikt zwischen Bewilligungsinhaber, repräsentiert durch die vom Bewilligungsinhaber eingesetzte Geschäftsleitung, und dem Kraftwerksleiter führen kann.

Eine aus einer möglichen Konfliktsituation resultierende unklare Zielrichtung bzw. Strategie könnte sich negativ auf die beteiligten Menschen des MTO-Systems «Kernanlage» auswirken und somit einen ungünstigen Einfluss auf die Sicherheit haben. Die Sektion MEOS nimmt sich dem Thema der geteilten Verantwortung in ihrer Aufsicht schon seit längerer Zeit an und wird es auch in Zukunft kontinuierlich weiterverfolgen.

Ein weiterer wichtiger Aufsichtsgegenstand auf der Makroebene ist das **Thema (2)** «Systemgrenzen und externer Kontext» in der Abbildung 4. Es ist erforderlich, die Grenzen des betrachteten MTO-Systems klar zu definieren.

Der externe Kontext ausserhalb der Grenzen des betrachteten Systems der Kernanlage kann beispielsweise in Form von politischen und wirtschaftlichen Einflüssen die Kernanlage beeinflussen. Ein anderes Beispiel ist eine negative öffentliche Wahrnehmung der Kernenergie, welche eine Auswirkung auf die Attraktivität von Unternehmen in der Kernenergie-Branche als potenzielle Arbeitgeber haben kann ([50]). Die Folgen können langfristige Rekrutierungsprobleme von neuen Mitarbeitenden sein, welche durch ein rückläufiges Angebot an Ausbildungsmöglichkeiten im Bereich der Kerntechnik noch verschärft werden können. Auch wirtschaftlicher Druck, welcher aus sinkenden Erträgen auf den Märkten entstehen kann, kann sich in Form von Kostenreduktionsprogrammen bei den Betreibern von Kernanlagen äussern. Für die Aufsicht im Bereich von Mensch und Organisation bedeutet dies, dass der externe Kontext, in dem sich die Kernanlagen befinden, aufmerksam zu verfolgen ist. Dabei sind gesellschaftliche, politische und wirtschaftliche Veränderungen zu berücksichtigen.

Auf der Mesoebene geht es bei den **Themen (3)** «Prozesse und Aktivitäten für den effektiven und sicheren Betrieb etablieren» **und (4)** «Wechselwirkungen ermitteln» um die Gestaltung der erforderlichen Prozesse und Aktivitäten für einen effektiven und sicheren Betrieb des MTO-Systems. Dabei sind die erforderlichen Prozesse und Aktivitäten für ein MTO-System wie der Kernanlage derart umfangreich, dass zwischen ihnen ein komplexes Netzwerk von Wechselwirkungen entsteht, die insbesondere in ihrer Gesamtwirkung nicht vollständig erfassbar sind. Da das Gesamtsystemverständnis aber das übergeordnete Ziel und die Basis für dessen kontinuierliche Verbesserung des Systems ist, bedarf es des ständigen Lernens aus der laufenden Betriebserfahrung. Bei dem entsprechenden Bewusstsein kann durch diesen iterativen Lernprozess ein besseres Verständnis für die Wechselwirkungen zwischen Prozessen und Aktivitäten erwachsen.

Darüber hinaus wird es möglich, Schlüsselaktivitäten mit besonders hohem Vernetzungsgrad und damit besonderer Bedeutung für die Systemleistung zu identifizieren.

Die Sektion MEOS beaufsichtigt schon seit Jahren die regelwerkskonforme Gestaltung der Managementsystemprozesse und identifiziert dabei im Sinne der Sicherheit besondere Schwerpunktprozesse. Allerdings wurden in dem Zusammenhang die Wechselwirkungen zwischen Prozessen und Aktivitäten nur in Ansätzen thematisiert. Insofern kann dies ein zukünftiger Aufsichtsfokus sein, um ein besseres Verständnis zu besonders stark vernetzten Prozessen und Aktivitäten und ein noch vertiefteres Systemverständnis zu erlangen.

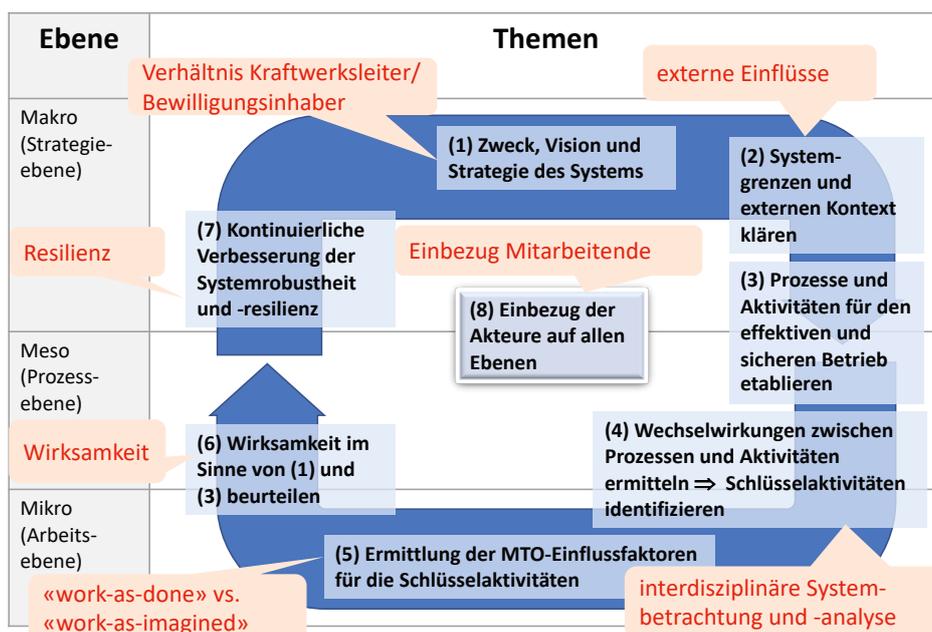


Abbildung 4: Ableitung von Aufsichtsgegenständen aus dem kontinuierlichen Verbesserungszyklus

Die bisherigen Erfahrungen aus der Aufsichtspraxis der Sektion MEOS zeigen, dass ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die Identifikation von Wechselwirkungen die interdisziplinäre Zusammenarbeit ist. Es haben sich z. B. Vorkommnisse ereignet, deren Ursachen nur durch den engen Austausch zwischen den Fachdisziplinen sowohl beim Betreiber als auch beim ENSI geklärt werden konnten. Ein regelmässiger interdisziplinärer Austausch fördert diese Zusammenarbeit und bietet die Möglichkeit, Wechselwirkungen organisationsübergreifend zu identifizieren und zu adressieren. Die Sektion MEOS möchte zukünftig durch ihre Aufsicht diese interdisziplinäre Zusammenarbeit bei den Betreibern fördern und strebt für sich selbst einen noch intensiveren interdisziplinären Austausch an.

Mit den unter Thema (4) identifizierten Schlüsselaktivitäten, d. h. Aktivitäten mit besonders hohem Vernetzungsgrad und damit besonderer Bedeutung für die Systemleistung, ist es möglich auf der Mikroebene unter **Thema (5)** «MTO-Einflussfaktoren für Schlüsselaktivitäten ermitteln» die beeinflussenden Faktoren, bezogen auf jede dieser Schlüsselaktivitäten, gezielter zu betrachten. Aus Behördensicht liegt der Fokus hier immer auf der sicherheitsbezogenen Bedeutung dieser Aktivitäten für das MTO-System. Auf dieser Ebene ist es nun möglich, eine menschenzentrierte Bewertung der Aktivität samt den beeinflussenden Faktoren für eine erfolgreiche Durchführung dieser Aktivität vorzunehmen. Es geht bei dieser Betrachtung um die Identifikation der Einflussfaktoren, bezogen auf den Menschen (individuelle Fähigkeiten, Situationsbewusstsein, mentaler Zustand etc.), die Technik (Mensch-Maschinen-Schnittstelle, Zugänglichkeit, technische Automation etc.) und die Organisation (Arbeitsunterlagen, Zeitplan, Arbeitsmittel etc.).

Die Sektion MEOS sucht insbesondere bei der Bewertung meldepflichtiger Vorkommnisse, welche durch individuelle Fehlhandlungen ausgelöst wurden, die Ursachen für diese Vorkommnisse nicht in erster Linie bei der Person, die den Fehler begangen hat. Vielmehr geht es darum, Faktoren in der Organisation zu identifizieren, welche dazu beigetragen haben, dass ein

individueller Fehler am Ende der Kette von Akteuren zu (sicherheitsrelevanten) Konsequenzen führen konnten.

Solche Fehlhandlungen werden der Sektion MEOS zur Kenntnis gebracht, wenn die zugehörigen Vorkommnisse meldepflichtig sind. Anders sieht es für die Vielzahl der täglichen Aktivitäten aus, die im MTO-System der Beaufsichtigten erfolgreich verlaufen und dieser Erfolg auch darauf beruht, dass die Menschen aufgrund ihrer Fähigkeit und Motivation in der Lage sind, auf die in der Realität immer auftretenden Unwägbarkeiten richtig zu reagieren und die erforderlichen Anpassungen vorzunehmen, sodass die Aktivität erfolgreich durchgeführt werden kann. Die genaue Betrachtung der täglich erfolgreich durchgeführten Aktivitäten seitens der Aufsichtsbehörde kann auf zwei Arten wichtige Erkenntnisse zum Funktionieren des MTO-Systems liefern. Einerseits geht es darum zu erkennen, ob die Vorgaben, die auf der strategischen und der prozessualen Ebene aufgestellt wurden («work-as-imagined»³), auf der Arbeitsebene auch wirklich praktikabel und anwendbar sind. Andererseits gibt die Anpassungsfähigkeit der Menschen und der Teams auf der Arbeitsebene im Sinne der erfolgreichen Reaktion auf die unvorhersehbaren, alltäglichen Umweltschwankungen Hinweise darauf, wie gut die Menschen und damit das System mit unvorhersehbaren Ereignissen umgehen können («work-as-done»⁴) (vgl. dazu auch Kap. 3). An dieser Stelle wird deutlich, wie wichtig das Verständnis jedes einzelnen Akteurs im MTO-System für den Zweck, die Ziele und die Strategie des Gesamtsystems ist, damit die Anpassungsleistung auf der Arbeitsebene im Sinne des Systems und seiner Sicherheit erfolgt.

Eine Intensivierung der Aufsicht auf der Arbeitsebene erscheint zielführend, um das Verständnis zu den zwei oben genannten Punkten weiter zu vertiefen (siehe auch Kap. 3.4).

3 | Der Ausdruck «work-as-imagined» bezieht sich auf die Annahmen oder Erwartungen, wie eine Arbeit ausgeführt werden *müsste* (vgl. [29]). Dies wird beispielsweise bei der Planung von Arbeiten, in Vorschriften oder in Prozessen im Managementsystem festgelegt.

4 | Der Ausdruck «work-as-done» bezieht sich auf die Art und Weise, wie eine Arbeit durch die Mitarbeitenden *tatsächlich* ausgeführt wird (vgl. [29]).

Entlang des kontinuierlichen Verbesserungszyklus geht es bei **Thema (6)** «Wirksamkeit» darum, die Wirksamkeit der Systemleistung im Sinne der strategischen und prozessualen Zielsetzungen zu bewerten. Die Bewertung sollte möglichst vielschichtig erfolgen und quantitative sowie qualitative Methoden zur Wirksamkeitsbeurteilung berücksichtigen.

Die Frage nach der Wirksamkeit von Massnahmen stellt die Sektion MEOS schon seit Jahren im Zusammenhang mit Vorkommnissen in den beaufsichtigten Kernanlagen. Die Herausforderung besteht darin, die vielen Erkenntnisse aus der betrieblichen Praxis zusammenzuführen und in ihrer Gesamtheit einer Wirksamkeitsbetrachtung auf gesamtorganisationaler Ebene zu unterziehen. So können die Betriebsergebnisse in aggregierter Form genutzt werden, um die nötigen Entscheidungsgrundlagen für die weitere strategische Führung durch die Kraftwerksleitung zu schaffen. Ein kontinuierliches, gesamtorganisationales Lernen ergibt sich nur dann, wenn aus den Betriebsergebnissen und deren Wirksamkeitsbeurteilung auf der strategischen Ebene auch Verbesserungspotentiale abgeleitet werden und zur Nachjustierung der Ziele und der Strategie des Systems führen. Diese Nachjustierung sollte immer den Zweck des MTO-Systems im Auge haben.

Die Sektion MEOS wird auch zukünftig einen Aufsichtsfokus auf die Beurteilung der Wirksamkeit von Massnahmen der Beaufsichtigten als Grundlage für einen funktionierenden kontinuierlichen Verbesserungszyklus legen ([51]).

Das **Thema (7)** «Kontinuierliche Verbesserung der Systemrobustheit und -resilienz» richtet sich auf die kontinuierliche Verbesserung des MTO-Systems. Auf Basis der Erkenntnisse aus der Wirksamkeitskontrolle gilt es, das System in zwei Richtungen weiterzuentwickeln. Einerseits geht es darum, im Rahmen der Vorsorge mögliche Sicherheitslücken zu identifizieren und durch entsprechende Massnahmen zu schliessen. Hier ist eine kontinuierliche Suche und Bewertung der Risiken aber auch der sich ergebenden Chancen,

bezogen auf die Sicherheit des Gesamtsystems, gefragt. Andererseits sollte auch eine Verbesserung bezüglich des Umgangs mit dem Unerwarteten angestrebt werden, was sich aus dem Bewusstsein ergibt, dass trotz einer umfangreichen Sicherheitsvorsorge, unerwartete Zustände oder Ereignisse immer auftreten können. Dies gilt insbesondere für sehr seltene Krisensituationen. Eine detaillierte Erörterung der Resilienz des MTO-Systems und daraus abgeleitete Erkenntnisse für die aufsichtliche Behandlung findet in Kapitel 3 statt.

Der Treiber für die zyklische Anwendung des systemischen Ansatzes sind die an der Systemleistung beteiligten Menschen. Ein nachhaltiger Lernprozess entsteht nur dann, wenn die Beteiligten auf allen Ebenen in den kontinuierlichen Verbesserungsprozess einbezogen werden (**Thema (8)**). Jede Person sollte ihren Beitrag für das Gesamtsystem verstehen und motiviert sein, diesen bestmöglich zu leisten und ständig zu verbessern.

Es sollte ebenfalls eine differenzierte Auseinandersetzung mit den Risiken und Chancen bezüglich der Systemleistung stattfinden, die die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Funktionen des MTO-Systems berücksichtigt. Vor diesem Hintergrund sollten ein fortwährender interdisziplinärer Austausch und interdisziplinäre Zusammenarbeit der Menschen in dem System stattfinden.

Die Frage des Einbezugs der Mitarbeitenden im Sinne des Systemverständnisses, der interdisziplinären Zusammenarbeit und ihrer Motivation zum Lernen und Verbessern beschäftigt die Sektion MEOS schon lange und wird im Rahmen der Aufsicht, insbesondere im Zusammenhang mit der Sicherheitskultur, dauerhaft adressiert.

3 Die resiliente Organisation

Die Analyse des Unfalls in Fukushima Daiichi zeigte, dass im Verlauf der Jahrzehnte eine tief verankerte kollektive Grundannahme in der japanischen Nuklearindustrie, den Aufsichtsbehörden, der Politik und der Gesellschaft entstanden war und kontinuierlich aufrechterhalten wurde, wonach die japanischen Kernkraftwerke auf Grund ihrer robusten technischen Auslegung und der getroffenen administrativen und organisatorischen Vorkehrungen ausreichend gegen externe und interne Ereignisse geschützt seien und ein Unfall grossen Ausmasses nicht eintreten könne ([31]). Diese tief verankerte, kollektive Grundannahme führte dazu, dass die Akteure ein solches Ereignis nicht antizipierten. Die Anlagen waren in der Folge technisch unzureichend ausgelegt und ungenügend organisatorisch vorbereitet. Die Auswirkungen des Erdbebens und der nachfolgenden Tsunami-Wellen trafen sie unerwartet.

Die herrschende Grundannahme, die japanischen Kernkraftwerke seien ausreichend sicher, führte auch dazu, dass das Regelwerk mangelhafte Vorgaben für die Berücksichtigung der Tsunami-Gefährdung umfasste. Die Aufsichtsbehörde NISA war der Ansicht, bezüglich der Notfallvorsorge sei es nicht notwendig, ein Ereignis zu antizipieren, welches so grosse Mengen an radioaktiven Abgaben verursachen würde, dass Schutzmassnahmen erforderlich würden, da rigorose Sicherheitsvorgaben und Sicherheitsinspektionen sowie ein

adäquates Betriebsmanagement in Japan implementiert seien⁹. Entsprechend übte die Aufsichtsbehörde ihre Aufsichtstätigkeit nicht ausreichend proaktiv und wirksam aus (siehe dazu Kap. 2) ([31]).

Andererseits konnte das Personal während des Unfalls, trotz ausserordentlich schwieriger Arbeits- und Einsatzbedingungen, durch seinen unermüdlichen, selbstlosen und mutigen Einsatz, das Wissen und die Erfahrung der Beteiligten und deren Fähigkeit, mit den wenigen verfügbaren Einsatzmitteln und den technischen Systemen improvisieren. Das Personal konnte die Organisation an die dynamischen Erfordernisse der Situation anpassen und verhindern, dass der Unfall noch gravierendere Ausmasse annahm ([17]; siehe dazu auch die ausführliche Beschreibung der Ereignisse in den ersten Tagen nach dem Erdbeben und dem Tsunami aus Sicht der beteiligten Menschen vor Ort in Teil 2 des Berichts des ENSI [15]).

3.1 Resilienz

Die hier dargestellten Ereignisse rund um den Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi – die Art der Reaktion der Mitarbeitenden vor Ort nach Eintreten des Unfalls, aber auch die fehlende Antizipation der Möglichkeit eines solchen Ereignisses und die entsprechend ungenügende Vorbereitung sowie die daraus, in Japan und anderswo, gezogenen Lehren – können durch die Brille des Konzepts der «Resilienz»^{5,vi} betrachtet werden. Dieses Konzept wird in verschiedenen wissenschaftlichen und technischen Disziplinen genutzt (z.B. Ökologie, Psychologie, Soziologie, Medizin, Ingenieurwissenschaften etc.) (vgl. z.B. [17], [29], [61]) und wird insbesondere auch in den Sicherheitswissenschaften in unterschiedlichen Branchen besprochen (z.B. im Gesundheitswesen, im Bereich der Flugüberwachung etc. ([61])). Spätestens seit dem Unfall in Fukushima wird das Konzept der Resilienz auch in der Nuklearindustrie diskutiert (z.B. [38], [39], [47]). Eine der zentralen Schlussfolgerungen, welche die IAEA aus ihrer Analyse des Unfalls im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi ableitete, weist auf die Notwendigkeit der Fähigkeit zur Resilienz in Organisationen hin, wobei diese Fähigkeit bereits lange vor dem Eintreten unerwarteter Ereignisse, also unter normalen Betriebsbedingungen, entwickelt werden muss und entsprechende Mittel dafür zur Verfügung stehen müssen ([31]^{vii}).

Es gibt in der Literatur eine Vielzahl von Definitionen des Begriffs der Resilienz. Je nach Anwendungsfeld werden unterschiedliche Aspekte und Ebenen im Gesamtsystem betont (vgl. [17], [43], [65]). Gemeinsam ist den verschiedenen Konzepten das Grundprinzip, wonach die gesamte organisierte menschliche und technische Tätigkeit zu einem gewissen Grad durch inhärente Variabilität gekennzeichnet ist. Eine solche Variabilität ist für das erfolgreiche Funktionieren soziotechnischer Systeme erforderlich, da sich die Bedingungen, unter welchen die Menschen operieren, ständig ändern und die Menschen deshalb ihre Tätigkeit konstant diesen Veränderungen und der jeweils aktuellen Situation anpassen müssen ([56]). Als weitere Gemeinsamkeit impliziert Resilienz die aktive Anwendung unterschiedlicher soziotechnischer Ressourcen (z.B. Fähigkeiten, Wissen, Beziehungen zwischen Akteuren, technische Einrichtungen, Werte, Kreativität

etc.), um jene Situationen zu bewältigen, welche die gegenwärtig verfolgten Ziele bedrohen ([43]).

Ein zentrales Element des Resilienzkonzepts ist demnach die Adaptivität (Anpassungsfähigkeit) des betrachteten Systems (z. B. einer Organisation) und die Entwicklung und Aufrechterhaltung dieser Fähigkeit. Nach Weick und Sutcliffe ([58]) erfordert Resilienz Elastizität und Erholung («recovery»): In einer «Resilienzepisode» braucht es etwas, was sich einerseits dehnen und biegen kann, ohne zu brechen, und andererseits anschliessend mindestens teilweise wieder zurück in seine ursprüngliche Form findet. Dies bedeutet jedoch nicht zwangsläufig, dass der ursprüngliche Zustand des Systems vollständig wiederhergestellt werden muss. Die Anpassung (Adaptation) umfasst auch eine Transformation des Systems, damit dieses mit den neuen bzw. sich verändernden Anforderungen zurechtkommt (vgl. [65]). Resiliente Organisationen sind nicht fehlerfrei, aber sie werden durch Fehler nicht gelähmt (vgl. z.B. [58]^{viii}). Anders ausgedrückt: «resilient systems fail gracefully» ([65], S. 18).

Soziotechnische Systeme sind häufig komplex und agieren in komplexen Umwelten (siehe Kap. 2; vgl. dazu auch z. B. [28]). Sie sind deshalb mit Unsicherheiten konfrontiert und müssen mit diesen in ihrem Alltag umgehen. In den Organisationswissenschaften wird zwischen zwei grundsätzlichen Arten des Umgangs mit Unsicherheiten unterschieden: Die Minimierung von Unsicherheiten durch Standardisierung und Reduktion des Handlungsspielraums der Akteure durch zentralisierte Steuerung einerseits, sowie der kompetente Umgang mit Unsicherheiten durch Flexibilität, Erhöhung des Handlungsspielraums der Akteure und Dezentralisierung andererseits ([18], [44], [49]; vgl. dazu auch Kap. 4 dieses Berichts). Eine Organisation bzw. ein Team müssen nach Grote, in Abhängigkeit von den Unsicherheiten und Anforderungen, denen sie genügen bzw. auf die sie reagieren müssen, eine geeignete Balance zwischen Stabilität und Flexibilität finden ([19]). Eine Organisation muss bei sich verändernden Bedingungen und Anforderungen ihre Funktionsweise rasch anpassen können ([21]).

5 | Unter «Resilienz» wird verstanden, wie Menschen, alleine oder gemeinsam, alltägliche, geringfügige oder bedeutende Situationen durch Anpassung ihrer Leistung an die Situationsbedingungen bewältigen. Die Leistung einer Organisation ist resilient, wenn die Organisation sowohl unter erwarteten als auch unter unerwarteten Bedingungen (Änderungen/Störungen/Opportunitäten) (gut) funktionieren kann ([29]).

Die Fähigkeit, auf diese Weise den sich verändernden Anforderungen durch Anpassung der Funktionsweise gerecht zu werden, ist ein Merkmal von Resilienz in Organisationen.

Resilienz ist Gegenstand eines der fünf Kriterien von sogenannten «High Reliability Organisations» (HRO) («commitment to resilience» [58]). Im Verständnis von Weick & Sutcliffe ([58]) ist Resilienz eine Kombination von Kleinhalten von Fehlern, Improvisation von Notlösungen, um das System am Funktionieren zu halten, und Absorption von Veränderungen, um fortzubestehen. Als zentrale Bedingung für die Bildung bzw. Aufrechterhaltung von Resilienz erachten sie u. a. die Entwicklung eines reichhaltigen Repertoires an Fähigkeiten, beispielweise durch das Vorhandensein von Personal mit vielfältigem Wissen, Erfahrung und Fähigkeiten, also das Vorhandensein von Diversität innerhalb der Organisation. Damit stehen für auftretende unerwartete Situationen ein breites Handlungsrepertoire und die Fähigkeit zur Improvisation zur Verfügung.

Erik Hollnagel ([29]) unterscheidet vier Potenziale oder Fähigkeiten, welche in einer Organisation vorhanden sein müssen, damit diese resilient funktionieren kann. Resilient ist also im Verständnis von Hollnagel nicht die Organisation, sondern deren Leistung bzw. deren Funktionieren. Die vier Potenziale der Resilienz sind:

- *das Potenzial zu reagieren (to RESPOND):* «Wissen, was tun»; Fähigkeit, auf normale oder abnormale Veränderungen, Störungen und Opportunitäten durch Aktivierung vorbereiteter Handlungen, durch Anpassung der gegenwärtigen Funktionsweise oder durch Erfindung oder Schaffung neuer Arten, Dinge zu tun, zu reagieren^{ix};
- *das Potenzial zu beobachten/überwachen (to MONITOR):* «Wissen, wonach schauen»; Fähigkeit, das, was die Leistung einer Organisation beeinflusst oder in naher Zukunft (also innerhalb der Zeitspanne des laufenden Betriebs oder laufender Arbeitsvorgänge, z. B. der Dauer eines Flugs) – positiv oder negativ – beeinflussen könnte, zu beobachten. Die Überwachung muss sowohl die eigene Leistung der Organisation als auch deren Umfeld umfassen^x;

- *das Potenzial zu lernen (to LEARN):* «Wissen, was vorgefallen ist»; Fähigkeit, aus Erfahrung zu lernen, insbesondere die richtigen Lehren aus den richtigen Erfahrungen zu ziehen. Dies umfasst sowohl den kleinen Lernkreis (single-loop) aus spezifischen Erfahrungen, als auch den grossen Lernkreis (double-loop), welcher genutzt wird, um Ziele zu verändern^{xi};
- *das Potenzial zu antizipieren (to ANTICIPATE):* «Wissen, was zu erwarten ist»; Fähigkeit Entwicklungen zu antizipieren, welche ferner in der Zukunft liegen, beispielsweise potenzielle Störungen, neue Anforderungen oder Hemmnisse, neue Opportunitäten oder sich ändernde Bedingungen^{xii}.

Das Konzept der Resilienz wird häufig in Zusammenhang mit der Fähigkeit, auf negative, unerwünschte Ereignisse oder Bedingungen zu reagieren, gebracht. Wie Macrae & Wiig ([43]) jedoch darlegen, sollte eine integrierte Konzeption von Resilienz auch die positive Sichtweise integrieren^{xiii}. Diese Akzentuierung des Positiven bzw. des normalen Funktionierens und die Entwicklung hin zu einem umfassenderen Verständnis des Konzepts von Resilienz schlägt sich auch in der Entwicklung der Definition dieses Begriffs über die Zeit nieder ([29]). Es geht demnach bei der Resilienz nicht lediglich um die Fähigkeit, sich von Gefahren und Belastungen zu erholen, sondern vielmehr um die Fähigkeit, die erforderliche Leistung unter einer Vielfalt unterschiedlicher Bedingungen zu erbringen und angemessen sowohl auf Störungen als auch auf Opportunitäten zu reagieren^{xiv}.

Einer solch umfassenden Konzeption von Resilienz liegt ein Sicherheitsverständnis zugrunde, welches in den Sicherheitswissenschaften in neuerer Zeit mit «Safety-II», gegenüber dem traditionellen Verständnis von «Safety-I», bezeichnet wird ([28]).

Kasten 3: Individuelle Resilienz

Individuelle Resilienz ist kein Aufsichtsthema. Als Ergänzung zur Resilienz von Organisationen wird der Begriff der individuellen Resilienz hier dennoch kurz skizziert.

Ein treffendes Bild für die individuelle Resilienz ist der Lotos-Abperleffekt. Der lateinische Begriff *resilire* bedeutet «abprallen» oder «zurückspringen» und kann bei Lospflanzen beobachtet werden ([5]). Resilienz ist die Fähigkeit mit Herausforderungen, schwierigen Umständen und Krisen erfolgreich umzugehen. Sie ist keine «Ganz-oder-gar-nicht»-Eigenschaft und wie Charaktereigenschaften der

Menschen ist sie relativ stabil. Trotzdem kann die Resilienz verändert werden. Es gibt verschiedene Ansätze, die persönliche Resilienz weiterzuentwickeln und zu fördern, beispielsweise durch Achtsamkeitstrainings ([35]), Embodiment-Übungen ([5]), autogenes Training, Meditation, Yoga etc.

Die in der positiven Psychologie erwähnten Charakterstärken und Tugenden bilden eine Grundlage für die Weiterentwicklung der persönlichen Resilienz ([48] und [23]). Es sind dies:

Tugenden

Weisheit und Wissen

Mut

Menschlichkeit

Gerechtigkeit

Mässigung

Transzendenz

Von resilienten Mitarbeitenden kann eine Organisation profitieren, weil die Leistung, die Ideen und die Beweglichkeit im Denken von den Mitarbeitenden kommt. Wenn Mitarbeitende resilient sind, stärkt das auch die Organisation ([1]). Es wäre jedoch für beide Seiten fatal, eine nicht-resiliente Organisation von resilienten Mitarbeitenden tragen zu lassen. Im Extremfall könnte das heissen, dass Mitarbeitende immer wieder Mittel und Wege finden müssen, die Unternehmensleistung zu erfüllen, ohne dass sich die Organisation um funktionierende Infrastruktur und Prozesse kümmert. Ein Ausbrennen der

Charakterstärken

Kreativität, Neugierde, Urteilsvermögen, Liebe zum Lernen, Perspektive

Tapferkeit, Ausdauer, Ehrlichkeit, Elan

Liebe, Freundlichkeit, soziale Intelligenz

Soziale Verantwortung, Fairness, Führung

Vergebung, Bescheidenheit, Besonnenheit, Selbstregulierung

Würdigung von Schönheit, Dankbarkeit, Hoffnung, Humor, Spiritualität

Mitarbeitenden wäre eine Frage der Zeit und das Weiterfunktionieren der Organisation würde von weiteren resilienten Mitarbeitenden abhängen.

Resilienzförderung in einer Organisation ist eine Haltung der Organisation und ein Ausdruck der Unternehmenskultur, die sich auf vielen Ebenen widerspiegelt. Resiliente Teams sind gekennzeichnet durch Diversität, eine grosse Wissens- und Ideenvielfalt sowie Offenheit für verschiedene Reaktionsmöglichkeiten. Hinzu kommt ein von Vertrauen getragenes Netzwerk ([1]).

3.2 Safety-I und Safety-II

Vereinfacht ausgedrückt, impliziert Safety-I das Lernen aus Dingen, die schlecht laufen, mit Fokus auf «work-as-imagined»³ ([28]), und zielt auf eine Stärkung der «compliance» ab. Safety-II hingegen impliziert Lernen aus Dingen, die gut laufen, mit Fokus auf «work-as-done»⁴ ([28]), und zielt auf eine Stärkung der Resilienz ab ([41]^{vi}). Die Safety-II-Sicht auf Sicherheit fokussiert sich auf die Fähigkeit einer Organisation, die Anpassungsfähigkeit von Personal und Systemen zu lenken («guided adaptability»), indem verstanden wird, wie komplexe Systeme meistens erfolgreich sind und gelegentlich scheitern ([49]).

Folgende Elemente von Safety-II werden in der Literatur beschrieben (vgl. [28]^{vi}, [29], [41]):

- *Verständnis von Sicherheit*: Sicherheit ist nicht definiert als die Abwesenheit von Fehlern oder unerwünschten Ereignissen (Safety-I), sondern als die Fähigkeit, sicherzustellen, dass die Dinge gut laufen.
- *Verständnis von Sicherheitsmanagement*: Das Sicherheitsmanagement zielt darauf ab, die adaptive Fähigkeit zu erhalten, um wirksam auf unerwartete Ereignisse zu reagieren.
- *Rolle des Menschen*: Menschen werden nicht primär als Risikofaktoren gesehen, sondern als eine für die Flexibilität des Systems und die Resilienz notwendige Ressource.
- *Unfall-/Ereignisuntersuchung*: Das Ziel von Ereignisuntersuchungen ist es zu verstehen, wie die Dinge normalerweise richtig laufen, da dies die Grundlage ist, um zu verstehen, weshalb sie manchmal schief laufen.
- *Risikobewertung*: Die Bewertung von Risiken fokussiert sich darauf, Bedingungen zu verstehen, unter welchen die Variabilität der Leistungen schwer oder unmöglich zu überwachen und zu kontrollieren sind.

Basierend auf einem Resilienz-Modell, welches vom französischen Energiekonzern EDF spezifisch für die Anwendung bei Kernkraftwerken entwickelt wurde, erarbeiteten Park, Kim, Lee & Kim ([47]) ein Modell von Safety-II und prüften dieses anhand von unerwarteten Reaktorschnellabschaltungen bei koreanischen Kernkraftwerken. Das Modell, welches von den Autoren als Möglichkeit zur Ergänzung der traditionellen probabilistischen und deterministischen Sicherheitsanalysen betrachtet wird, unterscheidet fünf Elemente von Safety-II:

- *Antizipation*: Massnahmen, welche vor Eintritt eines Ereignisses vorbereitet wurden und verfügbar sind. Elemente der Antizipation sind Notfallvorschriften, Trainingsprogramme, personelle Ressourcen, Organisations- bzw. Sicherheitskultur sowie ergonomische Mensch-Technik-Schnittstellen wie Alarmsysteme, Anzeigen, Bedienelemente, Unterstützungssysteme etc. Antizipation stellt demnach ein Mass für die Bereitschaft des Notfallsystems in Bezug auf ein Ereignis dar.
- *Robustheit*: Art, in welcher das Notfallsystem die geeignete Strategie in Abhängigkeit vom Ereignis festlegt und in welcher es die erforderlichen Tätigkeiten umsetzt. Elemente der Robustheit sind die Reaktion des Systems, die Entscheidungsfindung und die Ausführung.
- *Anpassung*: Art, wie das Notfallsystem die Strategie entwickelt, um ein Ereignis zu bewältigen bzw. sich diesem anzupassen. Elemente der Anpassung sind die Verifikation (die Fähigkeit des Personals zu verifizieren, ob die aktuellen Strategien, Regeln oder Vorschriften für die aktuellen Verhältnisse geeignet sind) und die Rekonfiguration (die Fähigkeit des Personals, die Strategie oder die Regeln aufgrund der Entwicklung der Ereignisse anzupassen).
- *Kollektives Funktionieren*: Ausmass, in dem das Anlagenpersonal als Team zusammenarbeitet, um eine Aufgabe zu erfüllen oder ein gemeinsames Ziel zu erreichen. Elemente des kollektiven Funktionierens sind die Kommunikation und die Teamarbeit.

- *Organisationales Lernen*: Prozess, durch welchen die Organisation neues Wissen generiert oder bestehendes Wissen modifiziert. Die Wirksamkeit des Lernens hängt davon ab, welche Ereignisse und Erfahrungen betrachtet und wie die Ereignisse analysiert und bewertet werden.

Im Rahmen seiner Bachelorarbeit zur Standortbestimmung von Safety-II in der Aufsichtspraxis der Sektion MEOS des ENSI (vgl. Kap. 3.3) ermittelte G.R. Geeser ([16], S. 14ff.) aus der Forschungsliteratur zum Thema Safety-II die folgenden grundlegenden Merkmale von Safety-II:

- *Proaktiv*: Safety-II ist ein proaktiver Ansatz. Er erfordert die kontinuierliche Antizipation von unerwünschten Ereignissen. Er setzt voraus, dass verstanden wird, wie das betrachtete System funktioniert, wie die Umwelt und Umstände sich entwickeln bzw. verändern und wie Funktionen voneinander abhängen und sich gegenseitig beeinflussen.
- *Just Culture*: Eine «Just Culture» stellt eine Grundvoraussetzung für den Safety-II-Ansatz dar. Um die Funktionsweise eines Systems («work-as-done») zu verstehen, muss es möglich sein, ohne Furcht vor Sanktionen offen über «work-as-done» zu sprechen.
- *Ganzheitliche Systembetrachtung*: Mit der Safety-II-Perspektive wird ein System nicht in seine Einzelkomponenten unterteilt, sondern als Ganzes betrachtet. Die Arbeitsflüsse und Interaktionen im System, dessen Strukturen, Barrieren und Ressourcen sollten möglichst ganzheitlich verstanden werden.
- *Breadth before depth*: Im Gegensatz zum Safety-I-Ansatz, bei welchem jedes Ereignis als einzigartig betrachtet wird und bei der Ereignisanalyse nach den spezifischen Ursachen dieses Ereignisses gesucht wird, wird das Ereignis im Safety-II-Ansatz nicht als einzigartig verstanden, sondern als eines, das (in ähnlicher Form) in der Vergangenheit schon passiert ist und auch in der Zukunft wieder passieren kann. Damit werden verschiedene Wege, die zum Ereignis geführt haben können, untersucht und verschiedene Perspektiven auf das Ereignis betrachtet und es wird nach Mustern und Beziehungen zwischen verschiedenen Ereignissen gesucht.
- *Variabilität und Ausführungsanpassungen*: Variabilität und Leistungsanpassungen sind inhärente Eigenschaften aller Systeme und fester Bestandteil der täglichen Arbeit (siehe Kap. 3.1). Sie können zu Erfolg aber auch zu Misserfolg führen. Die Variabilitäten müssen deshalb überwacht und gehandhabt werden, damit sie rechtzeitig erkannt und eingedämmt werden können, wenn sie in die falsche Richtung laufen, und gefördert werden, wenn sie in die richtige Richtung laufen.
- *Verstehen von Ressourcen und Einschränkungen*: Um Variabilität und Ausführungsanpassungen zu identifizieren und zu verstehen, ist es notwendig, die vorhandenen Ressourcen und Einschränkungen im Arbeitskontext zu verstehen.
- *Involvieren von Feldexperten*: Um «work-as-done» im betrachteten System zu verstehen, müssen Feldexperten, also diejenigen Personen, welche die Arbeit ausführen, involviert werden. Dadurch wird es möglich, sich ein realistisches Bild der Arbeitsbedingungen vor Ort zu machen und das Verständnis über das Gesamtsystem wird gestärkt.
- *Ausrichtung auf das Positive bzw. das normale Funktionieren*: Um Erfolg und Misserfolg zu verstehen, müssen die alltägliche Arbeit und deren tatsächliche Ausführung verstanden werden. Die Unterschiede zwischen «work-as-done» und «work-as-imagined» müssen verstanden werden. Der Fokus richtet sich nicht darauf, welche Probleme bestehen, sondern wie diese gelöst werden.

Safety-I und Safety-II schliessen sich nicht aus. Vielmehr umfasst bzw. erweitert die Safety-II-Perspektive die Safety-I-Perspektive (vgl. Abbildung 5) und ermöglicht es somit, solchen Situationen zu begegnen, in welchen der Safety-I-Ansatz auf Grund der zunehmenden Komplexität von MTO-Systemen nicht (mehr) zielführend ist ([28]). In diesem Verständnis wird von der Einsicht ausgegangen, dass Variabilität unvermeidbar oder gar erforderlich ist. Das Ziel des Sicherheitsmanagements ist es dabei, eine sichere Variabilität zu ermöglichen bzw. zu erzielen («gelenkte Adaptivität») und nicht, die Variabilität zu unterdrücken ([49]). Provan et al. ([49]) bringen die Unterscheidung zwischen Safety-I und Safety-II durch folgende Gegenüberstellung auf den Punkt: Safety-I sei «plan and conform», während Safety-II bzw. gelenkte Adaptivität «plan and revise» sei^{vii}. Bei der gelenkten Adaptivität bzw. Safety-II geht es demnach nicht um die Wahl zwischen zentraler Steuerung und Anpassung, sondern darum, sichere Anpassungen zu unterstützen. Alle Akteure (Führungskräfte, Zuständige für das Sicherheitsmanagement, Mitarbeitende am Sharp End⁶) müssen, in Abhängigkeit vom jeweiligen Kontext, feststellen (können), wann der sichere Arbeitsverlauf durch Befolgung standardisierter Vorgehensweisen oder durch Anpassung erzielt wird ([49]^{viii}).

Ein solchermaßen integriertes Verständnis von Sicherheit wird durch die Arbeitsgruppe D des Comité d'orientation sur les facteurs sociaux, organisationnels et humains (COFSOH) ([4]), welches 2012 durch die französische Nuklearaufsichtsbehörde ASN (Autorité de sûreté nucléaire) ins Leben gerufen wurde, unter der Bezeichnung «sécurité construite», «konstruierte Sicherheit», dargelegt. Dabei wird auf das erforderliche Zusammenspiel zwischen den beiden Konzepten von «sécurité réglée» («regulierte Sicherheit», vergleichbar mit dem Konzept von Safety-I) und «sécurité gérée» (oder «sécurité adaptive», also adaptive Sicherheit) hingewiesen. Damit integriert das Konzept der «konstruierten Sicherheit» die oben beschriebenen Ansätze des Umgangs mit Unsicherheit (Minimierung von Unsicherheiten vs. kompetenter Umgang mit Unsicherheiten) und die erörterte Balance zwischen Flexibilität und Stabilität als ein zentrales Merkmal von Resilienz bzw. dem Safety-II-Ansatz in einer Organisation.

Das Konzept der «konstruierten Sicherheit» ([4]) versteht Sicherheit nicht als eine starre Grösse. Sicherheit ist immer kontextbezogen und wird im täglichen Handeln der Akteure, durch Entscheidungen und Reaktionen auf die angetroffenen Situationen immer von Neuem «konstruiert». Sie ist immer das Resultat von Abwägungen und Kompromissen zwischen widersprüchlichen Zielen und sich verändernden Bedingungen. Abwägungen und Kompromisse werden durch alle Akteure und auf allen Ebenen der Organisation vorgenommen bzw. eingegangen. Dieses Verständnis entspricht der den Konzepten von Resilienz und Safety-II zugrundeliegende Annahme einer in jedem System immanenten Variabilität von Leistung und Verhalten und deren kontinuierlichen Anpassung an unterschiedliche und wechselnde Anforderungen, welche aus dem System selbst oder von aussen kommen.

Abbildung 5:
Beziehung zwischen
den Konzepten von
Resilienz, Safety-I und
Safety-II (nach [28])



6 | Der Ausdruck «sharp end» bezeichnet jene Tätigkeiten bzw. Arbeitenden, welche direkt mit den (gefährlichen) Prozessen in ihrer Rolle als Piloten, Ärzte, Operateure etc. interagieren. Es sind demnach die Menschen, die in dem Moment und an dem Ort arbeiten, in welchem sich Unfälle ereignen (können) und Fehler direkte Konsequenzen haben. Dem gegenüber stehen die Tätigkeiten und Arbeitenden am «blunt end», die die Sicherheit indirekt beeinflussen, indem sie die Bedingungen und Ressourcen der Mitarbeitenden «im Feld», also am «sharp end» beeinflussen. Die Bedingungen am «sharp end» werden also bestimmt durch Handlungen und Entscheidungen anderer Mitarbeitenden zu einem früheren Zeitpunkt und an einem anderen Ort ([26]).

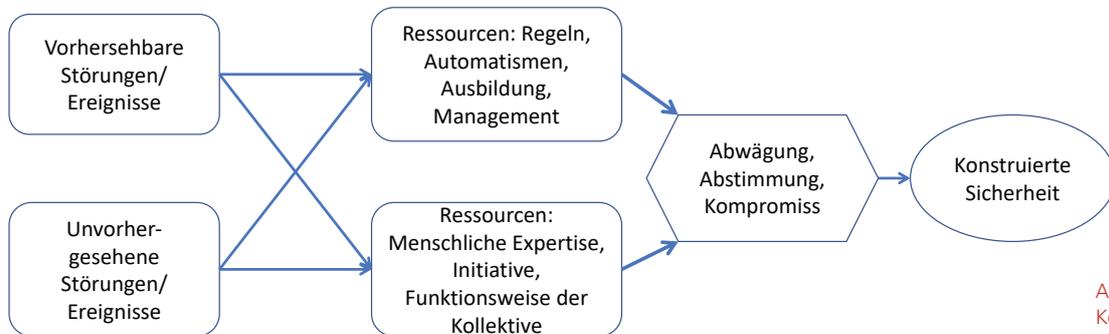


Abbildung 6:
Konzept der
«konstruierten
Sicherheit» nach [4]

Bei der Reaktion auf vorhersehbare bzw. unvorhergesehene Störungen und Ereignisse wird nach dem Konzept der «konstruierten Sicherheit» nicht von einer Entweder-oder-Anwendung der beiden Ansätze der «regulierten Sicherheit» (Reaktion auf die Störung durch Standardisierung und Formalisierung) oder der «adaptiven Sicherheit» (Reaktion auf die Störung durch Flexibilität und Lernen) ausgegangen. Die Reaktionen, Handlungen, Entscheidungen der Akteure beruhen jeweils vielmehr auf einer Kombination von Ressourcen beider Ansätze, also sowohl auf vorgegebenen Regeln, antrainierten Fähigkeiten und eingeübten Routinen einerseits, sowie auf der Expertise und Initiative der Beteiligten und deren Fähigkeit zur Innovation, Anpassung und Flexibilität andererseits (vgl. Abbildung 6).

Aus den obigen Ausführungen lässt sich ableiten, dass eine resiliente Leistung auf eine vorhersehbare, aber insbesondere auf eine unvorhergesehene, unerwartete Situation (z. B. ein plötzlich eintretender Störfall wie der Unfall in Fukushima oder auch eine sich im Vergleich dazu langsamer entwickelnde Krise wie die COVID-19-Pandemie) immer auf einer optimalen Kombination der unterschiedlichen Ansätze (Standardisierung/Stabilität/Safety-I vs. Flexibilität/Adaptivität/Safety-II) beruht. Dies bedeutet einerseits, dass vorbereitete, sofort abrufbare und eingeübte (Notfall-)Massnahmen, hohe Kompetenz und langjährige Erfahrung des Personals aller Stufen und Funktionen im Umgang mit den technischen Systemen und Arbeitsmitteln, vertiefte Kenntnisse der Anlagen und Systeme vonseiten des Personals, standardisierte organisatorische Abläufe und eine hohe technische Verfügbarkeit der relevanten Systeme, inklusive der wichtigen Informationen über den Zustand von Systemen und Prozessen, erforderlich

sind. Andererseits sind jedoch auch Flexibilität von Strukturen und Abläufen und die Fähigkeit der Organisation, in Abhängigkeit von den sich ändernden Erfordernissen, ihre Funktionsweise nach Bedarf anzupassen, und Innovations- und Improvisationsfähigkeit des Personals sowohl auf der individuellen als auch auf der kollektiven Ebene unerlässlich (siehe dazu auch die Ausführungen in Kap. 4 von [15]).

Kasten 4: Führungsstile zur Förderung von Resilienz

Der Unfall in den Kernkraftwerken

Fukushima Daiichi und Fukushima Daini im Hinblick auf den Führungsstil vor Ort

Die während des Unfallablaufs im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi herrschende Situation stellte für alle Beteiligten, insbesondere auch für die Führungskräfte, eine äusserst herausfordernde Situation dar (siehe dazu Teil 2 der Berichtreihe des ENSI [15]). Komplette ohne externe Stromversorgung und, mit Ausnahme der Blöcke 5 und 6, ohne funktionierende Notstromgeneratoren waren praktisch alle Anzeigen in den Kontrollräumen ausgefallen. Die meisten Anlagen in Fukushima Daiichi mussten von einem Augenblick auf den nächsten «blind» geführt werden. Die Strassen waren überflutet und zerstört, sodass Hilfe von aussen und Ersatzmaterial nicht rechtzeitig herangeschafft werden konnten, um

die Kernreaktoren zu kühlen und die Schäden zu reparieren (vgl. [15]). In vier Reaktorblöcken folgten Kernschmelzen und/oder Explosionen. Die Mitarbeitenden vor Ort waren hohen Dosen ionisierender Strahlung ausgesetzt und konnten sich wegen der ausgefallenen Kommunikationsmittel nicht darüber informieren, wie es ihren Familienangehörigen ging.

Etwas besser gestellt war das ebenfalls von TEPCO betriebene Kernkraftwerk Fukushima Daini, ca. zehn Kilometer weiter südlich, ebenfalls an der Küste Japans gelegen ([22]). In Fukushima Daini gab es noch Strom: Eine Stromleitung und ein Notstromgenerator waren funktionsfähig. Die Anzeigen im Kontrollraum funktionierten. Dennoch war enormes Führungsgeschick notwendig, um Schlimmeres zu verhindern. Daini überstand die Tsunamiflutwellen schliesslich ohne Kernschmelzen und Explosionen ([22]).

Das Vorgehen des Kraftwerksleiters Naohiro Masuda in Fukushima Daini wurde im Rahmen verschiedener Untersuchungen analysiert (z. B. [22]) und wurde als positives Beispiel für resilientes Führungsverhalten beschrieben. Besonders hervorzuheben ist u. a. die hohe Bereitschaft Masudas, sein Verständnis der Situation und das weitere Vorgehen immer wieder (iterativ) neuen Rückschlägen und Problemen anzupassen.

In Notfallsituationen kann es sein, dass nicht abgewartet werden kann und schnelle Entscheide getroffen werden müssen (z. B. bei einer Reanimation einer bewusstlosen Person; vgl. dazu auch Kap. 4). Es gibt aber auch Notfallsituationen, in denen es möglich ist, Entscheide hinauszuzögern. Noch keine Entscheidungen zu fällen, obwohl rundherum alle danach rufen, ist sehr schwierig auszuhalten und weckt ein unangenehmes Gefühl (welches in der Psychologie «kognitive Dissonanz» genannt wird). Der Mensch hat einen starken Reflex, Unsicherheiten, unangenehme Gefühle und kognitive Dissonanzen so rasch als möglich zu reduzieren, um sich wieder wohler zu fühlen. Dieser Drang ist so stark, dass sich Menschen in Notfallsituationen zu schnellen Entscheidungen hinreissen lassen können. Wenn Dissonanzen

jedoch möglichst lange ausgehalten werden können, bedeutet das mehr Zeit, über das Problem nachzudenken. Dem Kraftwerksleiter Masuda in Fukushima Daini ist das gelungen.

Masuda liess alle Mitarbeitenden vor Ort versammeln und ein Whiteboard herbeischaffen. Darauf stellte er die vorhandenen Informationen dar. Masuda traf keine übereilten Entscheide, inszenierte keine realitätsfremden Reden und verteilte nur die Informationen, die bewiesenermassen vorlagen. Er teilte mit den Mitarbeitenden die Belastung über die bestehende Unsicherheit und den Zweifel und liess ihnen Zeit, sich über das Ausmass der Situation bewusst zu werden ([22]).

Auf diese Weise liess Masuda die Mitarbeitenden am Prozess des «sensemaking» teilhaben, bei welchem die vorhandenen Informationen interpretiert werden, um den dahinterliegenden Sinn zu verstehen (vgl. [58]). Masuda und die Mitarbeitenden erarbeiteten gemeinsam ein Verständnis der aktuellen Situation ([22]).

Viele unerwartete Rückschläge und Probleme trafen Masuda und seine Mitarbeitenden. Sie zeigten sich bereit, ihr Wissen über die aktuelle Situation immer wieder zu hinterfragen, zu revidieren und iterativ den neuen Hindernissen, Schwankungen und Störungen anzupassen. Problem um Problem erarbeiteten sie ihren Weg hin zum Entschlüsseln, zum Verständnis und schliesslich zur Bewältigung der Gegebenheiten ([22]).

Resilientes bzw. situativ adaptives Führungsverhalten

Grote ([21]) beschreibt, dass organisationale Resilienz mit der Kernkompetenz verbunden ist, in verschiedenen Arbeitsweisen funktionieren zu können und erfolgreich zwischen verschiedenen Arbeitsweisen und Betriebsarten hin und her wechseln zu können (vgl. dazu auch Kap. 3.1). Mit resilientem Führungsverhalten können Organisationen, Führungskräfte und Teams situativ angepasst auf veränderte Umstände (Schwankungen und Störungen) adäquat reagieren ([40], [57]).

Einige Situationen können gleichzeitig Stabilität (z. B. der Betrieb muss weiterhin stabil und sicher laufen) und Flexibilität erfordern (z. B. eine Ursache oder eine Lösung muss gefunden werden). Dabei werden Führungskräfte mit einem sogenannten «managing paradox» konfrontiert, beispielsweise wenn Routineaufgaben gleichzeitig mit explorativen, innovativen Aufgaben stattfinden müssen ([21]). Grote schlägt vor, dass der Führungsstil jeweils adaptiv an die Stabilitäts- und Flexibilitätsanforderungen der Situation angepasst wird. Dafür müssen Führungskräfte in der Lage sein, kontinuierlich zu überprüfen, welche Stabilitäts- und Flexibilitätsanforderungen die aktuelle Situation stellt, und nötigenfalls Anpassungen vorzunehmen. Führungskräfte müssen selbst adaptiv sein und ihre Rolle und ihr Verhalten den Situationserfordernissen anpassen ([21]).

Führungskräfte sollen ein breites Portfolio an verschiedenen Führungsstilen für verschiedene Situationen mitbringen. Wenn die Stabilitätsanforderungen der Situation hoch sind, eignen sich direkte Vorgaben durch Regeln. Wenn die Flexibilitätsanforderungen hoch sind, beispielsweise beim informellen Lernen und dem Wissensaustausch, eignet sich eine geteilte Team-Leadership, bei welcher sich eine Führungskraft wie eine Arbeitskollegin oder ein Arbeitskollege auf Augenhöhe verhält ([21]), um einen möglichst guten Austausch im Dialog zu erhalten. Dieses Verhalten auf Augenhöhe kann nur dann gelingen, wenn sich eine Führungskraft bewusst ist, dass es Situationen gibt, in welchen das Hierarchiedenken die Sicherheit behindern kann ([21]).

Als Beispiel für situativ adaptives Führungsverhalten konnten Yun, Faraj and Sims ([64]) zeigen, dass in medizinischen Notfallsituationen ein direkter Führungsstil in komplexen Situationen mit wenig erfahrenen Teammitgliedern erfolgreich war. Ein unterstützender, persönlichkeitsfördernder, partizipativer Führungsstil (Empowerment) war hingegen in weniger komplexen Situationen mit erfahreneren Teams wirkungsvoll.

Die Anforderungen an Führungskräfte, ihr Verhalten situativ an die Erfordernisse der Situation anzupassen, können nach Grote ([21]) wie folgt beschrieben werden:

1. Die Führungskräfte müssen fähig sein, *selbst adaptiv zu sein*, das heißt, sich anbahnende Veränderungen zu erkennen und ihre eigene Rolle und ihre Verhaltensweisen den sich ändernden Anforderungen an Stabilität und Flexibilität anzupassen.
2. Es müssen *organisatorische Mechanismen* und Instrumente kreiert werden, welche *individuelle und kollektive Adaptivität unterstützen*, z. B. indem sichergestellt wird, dass Regeln und Standards nicht nur Stabilität fördern, sondern indem auch Regeln definiert werden, welche Flexibilität ermöglichen, beispielsweise Vorschriften, die Ziele oder Prozesse (im Gegensatz zu detaillierten Handlungsanweisungen) vorgeben.
3. Die dritte Anforderung betrifft *die Rolle von Führungskräften in der Entwicklung der Unternehmenskultur*. Neben der Förderung einer achtsamen und informierten Kultur, welche üblicherweise als eine Grundlage für Resilienz betrachtet wird, soll auch die grundlegende Wirkung der Kultur als mächtige stabilisierende Kraft, die die Koordination der Handlungen der Organisationsmitglieder und die Integration der Arbeitsprozesse in dezentralisierten und flexiblen Betriebsarten unterstützt, aktiv genutzt werden. Grote sieht *eine Kultur interdisziplinärer Wertschätzung*, dank welcher das gesamte Wissen der Organisation zusammengeführt wird, um den besten Weg zu finden, die Sicherheit zu fördern und widersprüchliche Anforderungen zu bewältigen, als förderlich für die Resilienz einer Organisation.

3.3 Die Aufgabe der Aufsichtsbehörde vor dem Hintergrund von Resilienz und Safety-II

Die Stärkung der Resilienz und Weiterentwicklung eines Sicherheitsverständnisses im Sinne von Safety-II bei Organisationen, welche Technologien und Prozesse mit hohem Gefahrenpotenzial wie Kernanlagen betreiben, kann nur mit einem systemischen Ansatz gelingen (vgl. Kap. 2). Dies bedeutet, dass das Gesamtsystem, in welchem diese Organisationen eingebettet sind, eine solche Weiterentwicklung ermöglichen muss. Insbesondere bedeutet dies, dass die Regulierungs- bzw. Aufsichtsbehörde die Weiterentwicklung der Praktiken und Kulturen in den beaufsichtigten Organisationen zur Stärkung der Resilienz und Integration des Safety-II-Ansatzes mittragen muss. Je nachdem, wie die Aufsichtsbehörde ihre Aufsicht ausübt und welche Art von Aufsichtsphilosophie sie verfolgt, stärkt oder behindert sie gar die Weiterentwicklung der Praktiken und Kulturen der Beaufsichtigten (vgl. [42]^{xix}). Aufsichtsinstrumente und -praktiken, welche (ausschliesslich) auf eine zentralisierte und standardisierte Kontrolle von Verhalten abzielen, scheinen im Widerspruch zur Bedeutung zu stehen, welche im Zusammenhang mit Resilienz der lokalen Innovation, Flexibilität, Anpassungsfähigkeit, Problemlösung, Wachsamkeit bis hin zur Improvisation zugeschrieben wird (vgl. [42]^{xx}). Eine Aufsicht, welche ihren primären bzw. ausschliesslichen Fokus auf Compliance legt, kann dazu führen, dass sich die beaufsichtigten Organisationen primär auf die Erfüllung der behördlichen Anforderungen ausrichten, um behördliche Sanktionen zu vermeiden, zu Lasten der Fokussierung auf die eigentlichen Risiken (vgl. [42]^{xxi}).

Nichtsdestotrotz wurden der Zusammenhang von Regulierung und Resilienz und die Rolle der Regulierung (Aufsicht) bei der Förderung oder Behinderung der Resilienz und Safety-II bisher noch wenig erforscht (vgl. [62], [42]). Leistikow und Bal ([41]) stellen am Beispiel des Gesundheitswesens fest, dass in den vergangenen

Jahrzehnten eine Verschiebung von einer «compliance»-basierten Aufsicht hin zu einer Aufsicht⁷ stattgefunden hat, die «responsive and reflexive» ist. Dabei fokussieren die Aufsichtsbehörden weniger auf Vorschriften und Dokumentationen (also auf «work-as-imagined»), sondern vermehrt auf den Kontext und die Interaktionen mit den Beaufsichtigten. Leistikow und Bal sehen in dieser Entwicklung eine Verwandtschaft mit dem Safety-II-Ansatz. Sowohl bei Safety-II als auch in der – so verstandenen – Aufsicht geht es darum, Situationen im Kontext ihrer sozialen Dynamik zu verstehen, also den Sinn einer festgestellten Situation in ihrem Kontext zu erkennen^{xiii}. Dies bedeutet, dass der Fokus primär auf «work-as-done» liegt.

Leistikow et al. ([41]) leiten aus den Überlegungen zu Safety-II folgende Konsequenzen für die Aufsicht ab:

- *Verständnis von Sicherheit*: Da Sicherheit im Safety-II-Ansatz als die Fähigkeit sicherzustellen, dass die Dinge gut laufen, definiert ist, ist ein Dialog zwischen den Beaufsichtigten und der Aufsichtsbehörde darüber erforderlich, was «gut⁸» bedeutet und wie die Beaufsichtigten ihre Leistung aufzeigen können. Dies dürfte – im Gegensatz zur Feststellung von Fehlern und Abweichungen – eine Herausforderung sein, da die reine Tatsache, dass ein Prozess im Endergebnis erfolgreich ist (Ziel erreicht) und keine (offensichtlichen) Fehler und Probleme aufgetreten sind, noch nicht zwingend bedeutet, dass «die Dinge gut gelaufen sind». Die Aufsichtsbehörde kann demnach z. B. die Beaufsichtigten dazu auffordern, aufzuzeigen, was sie als «gut» definieren und ob dabei ein systemischer Ansatz unter Einbezug unterschiedlicher Perspektiven zum Einsatz kommt. Sie kann ausserdem prüfen, inwiefern die beaufsichtigten Organisationen einen minimalen Grad dieses «Guts» erreichen und wie sich dies in ihrem «work-as-done» abbildet.

7 | Zur «responsive regulation» siehe die Ausführungen im Kapitel 2.2.1. Mit «reflexive regulation» ist ein Aufsichtsverständnis gemeint, welches nicht von einem fixen Ansatz ausgeht, sondern auf der ständigen Evaluation (Reflexion) der aktuellen Umstände und Probleme, der Eignung der eingesetzten Methoden und derer (unbeabsichtigter) Nebeneffekte sowie auf einer entsprechenden Anpassung und Weiterentwicklung der angewandten Methoden beruht ([52]). Merkmale von reflexiver Regulation sind deren Anerkennung von Ungewissheit, die Beteiligung unterschiedlicher Akteure (z. B. verschiedene Behörden) und deren Fokus auf das Lernen. Reflexive Regulierung wird als übergeordnete Theorie verschiedener Aufsichtsansätze gesehen, u. a. auch von «responsive regulation» ([52]).

8 | Im Zusammenhang mit den Überlegungen zu Safety-II und Resilienz bedeutet «gut» «normal». Es geht also nicht darum, besonders gute oder herausragende Tätigkeiten, Ergebnisse oder Ereignisse hervorzuheben, sondern um die normale, erfolgreiche Funktionsweise im Alltag unter Berücksichtigung der alltäglichen Variabilität des Verhaltens und der Anforderungen und Bedingungen. Der Fokus liegt dabei also, im Gegensatz zum Safety-I-Ansatz, nicht primär auf jenen Situationen, in welchen unerwünschte Ergebnisse erzielt, Fehler gemacht oder Störungen eingetreten sind, oder jenen, welche besonders positiv beurteilt werden, sondern auf jenen Situationen, die normal sind und in denen die Aufgabe erfolgreich erfüllt wird.

- *Sicherheitsmanagement:* Da der Fokus des Sicherheitsmanagements nicht auf rigiden Regeln, sondern auf den adaptiven Fähigkeiten in der Organisation liegt, müssen die Beaufsichtigten aufzeigen, dass sie die erforderlichen Strukturen und Prozesse haben, effektiv auf unvorhergesehene Situationen zu reagieren. Die Aufsichtsbehörde kann demnach mit den Beaufsichtigten einen Diskurs darüber führen, wie diese ihr Sicherheitsmanagement im Hinblick auf den Umgang mit Unerwartetem organisiert haben, und im Rahmen von Inspektionen prüfen, inwiefern sich dieses in ihrem «work-as-done» abbildet. Die Autoren plädieren dafür, die Aufsicht nicht auf klassische, quantitative Indikatoren oder Kennzahlen zu gründen, sondern auf einen qualitativen, narrativen Diskurs. Beispielsweise können die Beaufsichtigten dazu aufgefordert werden, jährliche Berichte zu erstellen. Es werden dabei keine formalen Anforderungen an diese Berichte gestellt. Diese dienen anschließend als Grundlage für das Gespräch mit den Beaufsichtigten über ihr Sicherheitsmanagement und als Ausgangspunkt für Inspektionen der konkreten Arbeit («work-as-done») im Alltag der Beaufsichtigten.
 - *Rolle des Menschen:* Wenn von den Mitarbeitenden erwartet wird, eine Ressource für Flexibilität und Resilienz zu sein, muss es die Arbeitsgestaltung den Mitarbeitenden ermöglichen, diese Rolle zu übernehmen. Dies erfordert z. B. einen Fokus auf (interdisziplinäre) Zusammenarbeit, einfache Zugänglichkeit des oberen Managements für sicherheitsbezogene Anliegen der Mitarbeitenden, Freude an der Arbeit etc. Die Mitarbeitenden müssen ausreichend achtsam sein, um Dinge, die schief laufen, zu erkennen, und befähigt sein, diese zu melden und entsprechend zu handeln. Die Aufgabe der Aufsichtsbehörde ist es in diesem Zusammenhang, die Beaufsichtigten aufzufordern aufzuzeigen, wie sie sicherstellen, dass die Mitarbeitenden ihre Rolle als Ressource wahrnehmen können.
 - *Unfall-/Ereignisuntersuchungen:* Eine Kombination von Safety-I und Safety-II erscheint den Autoren angebracht. Sowohl die Untersuchung der Ursachen eines unerwünschten Ereignisses als auch die Untersuchung davon, weshalb derselbe Vorgang, der in diesem Fall schiefgelaufen ist, normalerweise gut läuft, ermöglicht vertiefteres Lernen. Dabei können z. B. klassische Untersuchungsmethoden mit einer FRAM-Analyse⁹ (vgl. z. B. [29]) kombiniert werden.
 - *Risikobewertung:* Die Überwachung und das Verständnis von alltäglichen Leistungsvariabilitäten sollte Teil der Risikobewertung durch die Beaufsichtigten sein. Die Aufsichtsbehörde kann demnach die Entwicklung und den Einsatz von Methoden zur Erfassung und Überwachung von Leistungsvariabilitäten anregen oder anordnen.
- Zusammengefasst plädieren Leistikow et al. ([41]) dafür, dass sich der Fokus der Aufsichtsbehörde von Compliance zu Consistency verschiebt. Dabei soll die Frage im Mittelpunkt stehen, wie sich das von der Führung präsentierte «work-as-imagined» in der täglichen Leistung («work-as-done») der Organisation abbildet. Die Aufsichtsarbeit der Behörde soll demnach nicht (primär) auf einer präskriptiven Aufsicht auf der Grundlage von Sicherheitsindikatoren basieren, sondern auf der Beaufsichtigung des Managementsystems und hierbei mit besonderem Fokus auf der Konsistenz zwischen «work-as-imagined» und «work-as-done». Die Autoren fassen diesen Ansatz als eine Verschiebung von behördlicher «Aufsicht» auf behördliche «Einsicht» zusammen^{xxiii}.
- Die Arbeitsgruppe D des Comité d'orientation sur les facteurs sociaux, organisationnels et humains (COFSOH) ([4]) stellt, aufbauend auf dem Konzept von «konstruierter Sicherheit» (siehe Kap. 3.2), ähnliche Überlegungen in Bezug auf die Aufsicht an. Sie vergleicht die «normative Aufsicht» mit der – aus Sicht der Arbeitsgruppe anzustrebenden – «konstruktiven Aufsicht». Die «normative Aufsicht» bewertet die

9 | Functional Resonance Analysis Method (FRAM): Der Zweck der FRAM-Methode ist es, zu analysieren, wie etwas getan wird, getan wurde oder getan werden könnte und dies in einer grafischen Repräsentation darzustellen. Dabei werden die Funktionen identifiziert, welche die analysierte Tätigkeit beschreiben, und die gegenseitigen Zusammenhänge und Abhängigkeiten dargestellt. Jede Funktion wird anhand der folgenden sechs Merkmale beschrieben und mit anderen Funktionen in Verbindung gebracht: Input (I), Output (O), Preconditions (P), Resource (R), Control (C), Time (T). Damit entsteht eine Darstellung der Funktionen eines Systems und deren Entwicklung in einer spezifischen Situation bzw. einem spezifischen Kontext, also unter Berücksichtigung der Leistungsvariabilitäten. Ausführliche Erläuterungen zu FRAM finden sich insbesondere in [27] und [30].

Konformität (Compliance), beruht auf einer retrospektiven Sichtweise und auf einer festgelegten Norm. Sie gründet auf einer Safety-I-Sicht und sucht primär nach Abweichungen von der Norm. Ihr liegt die Hypothese zugrunde, wonach die Eliminierung der Abweichungen bzw. die Feststellung der Konformität dazu beiträgt, die Sicherheit zu garantieren. Demgegenüber beschränkt sich die «konstruktive Aufsicht» nicht auf die Feststellung der Regelkonformität. Die Normen und Regeln stellen nur eine der möglichen Ressourcen dar (vgl. Abbildung 6). Das Ziel der Inspizierenden ist eine Beurteilung der Angemessenheit der ausgeführten Handlungen anhand der allgemeinen Ziele des betrachteten Systems. Diese Art der Aufsicht setzt eine intensive Interaktion zwischen den inspizierenden und den beaufsichtigten Personen voraus, wobei der Berücksichtigung des Kontexts, der Konstruktion und Diskussion der Kriterien grosse Wichtigkeit zukommt. Gemeinsam erarbeiten sie eine Repräsentation der Gegenwart (Ist-Situation) und der Wege in die Zukunft. Dabei findet auf beiden Seiten ein Lernprozess statt.

Für das Gelingen einer «konstruktiven Aufsicht» muss eine Reihe von Bedingungen erfüllt sein ([4]). Die inspizierende und die beaufsichtigte Person müssen sich bewusst sein, dass sie dasselbe Ziel teilen, nämlich die Verbesserung der Sicherheit. Dies setzt gegenseitiges Vertrauen voraus. Die inspizierende Person muss eine gute Kenntnis des «Felds» und der konkreten Rahmenbedingungen der beaufsichtigten Tätigkeiten haben (Erfahrung). Die beaufsichtigte Person muss ihrerseits selbst eine positive Haltung haben und nicht primär ein «gutes Bild» von sich abgeben wollen. Die Aufsicht muss demnach wohlwollend (empathisch, unterstützungsorientiert), integer (ehrlich, auf geteilten Werten beruhend) und (technisch und sozial) kompetent sein. Sie muss auf einem offenen Dialog beruhen, bei welchem Fehler eingestanden werden können und die Angst vor Sanktionen beseitigt wird. Die Aufsicht zielt darauf ab, ein Verständnis der Situation zu entwickeln, und nicht ausschliesslich darauf, Fehler zu finden. Die Inspizierenden richten ihren Blick auf die alltäglichen Verhaltensweisen der Beaufsichtigten zum Erhalt der Sicherheit und auf die Wirklichkeit der Tätigkeiten und Situationen («work-as-done»). Dies impliziert ein

methodisches Vorgehen in der Aufsicht, welches einen Zugang zur «Wirklichkeit» der täglichen Arbeit ermöglicht. Die Arbeitsgruppe des COFSOH ([4]) empfiehlt beispielsweise die Anwendung von mentaler Simulation («Was ist, wenn...?»), Gespräche mit verschiedenen Akteuren und direkte Beobachtung. Sie regt zudem die Entwicklung neuer Aufsichtsmethoden an, welche das Eintauchen in die Situationen und den Zugang zu den Akteuren fördern.

Wiig, Aase und Bal ([60]) verfechten die Schaffung von «reflexiven Räumen»^{10,xxiv} («reflexive spaces») an der Schnittstelle zwischen der Aufsichtsbehörde und den beaufsichtigten Organisationen, welche auf Vertrauen, Dialog, Respekt und einer psychologisch sicheren Atmosphäre beruhen. Aufsichtsinstrumente, z. B. Leistungsindikatoren oder Vorkommnisbewertungen, werden dabei nicht (primär) als Messgrössen für den Grad der Erfüllung der regulatorischen Anforderungen benutzt, sondern als Vehikel, um reflexive Räume zu schaffen, in welchen Gespräche über Sicherheit geführt werden. Die Werte der Indikatoren oder die Vorkommnisberichte stehen für die Aufsichtsbehörde also nicht per se im Zentrum, sondern die Reflexion, welche durch diese ausgelöst wird. Die Aufsichtsbehörde nutzt in einem solchen Aufsichtsansatz ausserdem auch «weiche Signale» aus unterschiedlichen Quellen. Dabei interveniert sie jeweils nicht direkt als Reaktion auf die Signale, sondern trägt diese zusammen, sucht nach deren Sinn und Bedeutung («sense-making»), indem sie diese in den Kontext zu dem, was bereits bekannt ist, setzt. Mit den so gewonnenen Erkenntnissen (oder Hypothesen) konfrontiert sie die beaufsichtigte Organisation und tritt mit dieser im Rahmen eines reflexiven Raumes in den Dialog. Ziel dieses Vorgehens ist es, die Verantwortung für die Sicherheit so weit wie möglich bei der beaufsichtigten Organisation zu belassen und gleichzeitig deren Fähigkeit und den Willen zu prüfen, diese Verantwortung für die Sicherheit zu übernehmen und zu tragen, nach dem Motto «Vertraue, aber prüfe die Vertrauenswürdigkeit»^{xxv}.

10 | Unter «reflexiven Räumen» verstehen Wiig et al. ([60]) physische oder virtuelle Plattformen, auf welchen reflexiver Dialog zwischen Menschen stattfindet. Die Praxis reflexiven Dialogs wird als zentral in Lernprozessen gesehen, da sie eine Brücke zwischen implizitem und explizitem Wissen herstellt. Reflexive Räume können Menschen zusammenbringen, um über aktuelle Herausforderungen, die Notwendigkeit von Anpassungen oder sonstige Anforderungen in der täglichen Arbeit etc. zu reflektieren. Sie fördern Verantwortlichkeit und Feedback.

Grote ([21]) betont die Notwendigkeit, dass die Aufsichtsbehörde und die beaufsichtigte Organisation dieselbe Sichtweise davon haben, ob und inwiefern unterschiedliche Funktionsweisen einer Organisation legitim sind. Die Schaffung dieses gemeinsamen Verständnisses kann, je nach Aufsichtsphilosophie der Aufsichtsbehörde, schwer zu erlangen sein. Vertritt die Aufsichtsbehörde z. B. überwiegend einen sehr präskriptiven Aufsichtsansatz und eine Weltsicht, die primär auf Standardisierung und Zentralisierung (also Safety-I) beruht, wird sie eine Organisation der Beaufsichtigten, welche auf flexiblen, dezentralisierten Strukturen und Abläufen beruht, eher nicht akzeptieren. Nach Grote ist deshalb ein offener Dialog zwischen der Aufsichtsbehörde und den beaufsichtigten Organisationen zur Bewerkstelligung jener betrieblichen Flexibilität, welche für eine resiliente Funktionsweise einer Organisation erforderlich ist,^{xvii} unerlässlich.

Die Sektion MEOS verfolgt den Stand von Wissenschaft und Technik im Bereich der menschlichen und organisatorischen Faktoren und den Sicherheitswissenschaften nicht nur zum Zweck der Ableitung von Anforderungen an die beaufsichtigten Organisationen, sondern ist auch bestrebt, die Implikationen neuer Konzepte aus den Sicherheitswissenschaften für ihre eigene Aufsichtsarbeit zu verstehen und entsprechend ihre Aufsichtsinstrumente und -praktiken stets weiterzuentwickeln. Seit einigen Jahren befasst sich die Sektion MEOS auch mit dem Thema der Resilienz und dem Safety-II-Ansatz. Im Jahre 2016 initialisierte sie deshalb einen Reflexionsprozess zu den Implikationen des Safety-II-Ansatzes für die Aufsicht im Bereich Mensch und Organisation und nahm im Rahmen einer Bachelorarbeit eine Standortbestimmung zur Berücksichtigung der Überlegungen zu Safety-II in ihrer damaligen Aufsichtspraxis vor ([16]). Die Analyse zeigte auf, dass die Aufsicht stärker auf «work-as-done» und die Variabilitäten im täglichen Funktionieren der beaufsichtigten Organisation fokussiert werden muss, als es in der früheren Praxis der Fall war. Ein entsprechendes Entwicklungspotential betrifft demnach im Rahmen der Aufsicht eine stärkere Involvierung jener Mitarbeitenden, die die Arbeit am «sharp end» ausführen und über

die entsprechende praktische Erfahrung und Expertise verfügen (sogenannte Feldexperten). Da diese Personen die Spezialistinnen und Spezialisten in ihrem Tätigkeitsgebiet sind, ist ihr Einbezug unverzichtbar, um «work-as-done» zu verstehen ([16]).

Aus der Standortbestimmung resultierte eine Reihe von Handlungsempfehlungen an die Sektion MEOS, um den Safety-II-Ansatz stärker in ihre Aufsichtstätigkeit zu integrieren:

- Es sollte konkretisiert werden, wie Feldexperten bei Aufsichtstätigkeiten der Sektion stärker involviert werden können. Dies impliziert einen direkten Kontakt zwischen den Mitarbeitenden der Sektion MEOS und den Mitarbeitenden am «sharp end», also an den Arbeitsplätzen vor Ort, in den Kernanlagen. Beispielsweise könnten Arbeitsbeobachtungen durchgeführt werden.
- Ein offener Dialog über den Ansatz von Safety-II sollte mit den Beaufsichtigten, z. B. im Rahmen von Fachgesprächen, geführt werden. Damit kann ein gemeinsames Verständnis von Safety-II und dessen praktischer Umsetzung in der Aufsicht erarbeitet werden.
- Der Fokus in der Aufsicht sollte nicht (nur/primär) auf der Suche nach vorhandenen Problemen liegen, sondern (auch) auf der Frage, wie Probleme erfolgreich bewältigt werden. Geeser ([16]) regt dazu die Durchführung von Gesprächen mit Feldexperten an. Dabei sollten jeweils zwei Feldexperten am Gespräch teilnehmen, da durch den Dialog zwischen ihnen, umfassendere Informationen erhalten werden könnten und so auch das Verständnis vom System gestärkt würde. Ausserdem sollten diese Gespräche am Arbeitsplatz der Befragten stattfinden, damit der/die MEOS-Vertreter/-in ein Gefühl für die alltägliche Arbeit gewinnen kann.

3.3.1 Zwischenfazit

Die Überlegungen und Ansätze aus der Literatur, welche sich mit der Frage einer geeigneten Aufsichtsstrategie im Kontext von Resilienz und Safety-II befassen, führen zum Schluss, dass der Dialog mit den Beaufsichtigten ein zentrales Element der Aufsicht sein muss. Im Gegensatz zum Safety-I-Ansatz, bei welchem Abweichungen von einem vordefinierten Soll-Zustand relativ einfach zu erkennen und zu beurteilen sind, muss beim Safety-II-Ansatz jeweils kontextbezogen ein Konsens über den anzustrebenden Soll-Zustand, also dem, was – unter Berücksichtigung der jeweiligen Kontextfaktoren – als «gut» beurteilt werden kann, gefunden werden. Es muss ein kontinuierlicher Diskurs zwischen der Aufsichtsbehörde und den Beaufsichtigten stattfinden, bei welchem Themen wie das alltägliche, «normale» Funktionieren der beaufsichtigten Organisation, die alltäglichen Leistungs- und Verhaltensvariabilitäten, unterschiedliche Funktionsweisen der Organisationen in unterschiedlichen Situationen und deren Umgang mit dem Unerwarteten bzw. mit Ungewissheit explizit reflektiert werden. Für die Aufsicht ist es unerlässlich zu verstehen, wie die beaufsichtigte Organisation im Alltag funktioniert und welche Faktoren dieses Funktionieren beeinflussen. Aufsicht muss durch *Einsicht* in die normale Funktionsweise geprägt sein und es muss zwischen der Aufsichtsbehörde und den Beaufsichtigten ein gemeinsames Verständnis dieser Funktionsweise, der Rahmenbedingungen, Herausforderungen und sicherheitsbezogenen Ziele geschaffen werden. Die Aufsichtsbehörde muss also Zugang zur «Wirklichkeit» der täglichen Arbeit gewinnen. Ein wichtiger Fokus der Aufsichtsbehörde soll demnach auf «work-as-done» und auf der Konsistenz zwischen dem von der beaufsichtigten Organisation definierten «work-as-imagined» und «work-as-done» gelegt werden. Sie muss dafür in ihrer Aufsichtstätigkeit neben den Führungskräften, den Mitarbeitenden, welche Managementaufgaben oder spezifische sicherheitsbezogene Funktionen innehaben etc. (also Mitarbeitende am «blunt end»⁶), auch Mitarbeitende, die die Arbeiten «vor Ort», in der Anlage, in der Werkstatt

etc. (also «Feldexperten» am «sharp end») ausführen, einbeziehen. Darüber hinaus braucht sie geeignete Aufsichtsinstrumente, anhand welcher sie einerseits die Funktionsweise der Beaufsichtigten beobachten und bewerten und andererseits deren Resilienz und Safety-II-Ansatz positiv beeinflussen kann. Dabei gilt es für die Aufsichtsbehörde selbst, flexibel und adaptiv, also resilient zu sein und ihre Aufsichtsinstrumente und -ansätze – im Sinne einer reflexiven Aufsicht – kontinuierlich zu hinterfragen und den sich wandelnden Anforderungen und der Situation der einzelnen beaufsichtigten Organisationen anzupassen. Aufsichtsarbeit vor dem Hintergrund von Safety-II und Resilienz gestaltet sich demnach als eine anspruchsvolle Aufgabe, in welcher die Aufsichtsbehörde eine zweifach hinterfragende Rolle einnimmt, sowohl in Bezug auf die von ihr beaufsichtigten Organisationen als auch in Bezug auf sich selbst. Dies erfordert von ihr eine ausgeprägte Fähigkeit zur Selbstreflexion, um ihre eigene Rolle und ihren Einfluss auf die Sicherheit der Beaufsichtigten unter konstanter Selbstprüfung zu stellen ([31]^{xvii}).

Die Sektion MEOS hat es sich zum Ziel gesetzt, ihre Aufsichtsarbeit vor dem Hintergrund von Safety-II und Resilienz zu hinterfragen und weiterzuentwickeln. Im folgenden Abschnitt werden demnach praktische Schlussfolgerungen für die künftige Aufsicht im Bereich der menschlichen und organisatorischen Aspekte gezogen und konkrete Ideen für entsprechende Aufsichtstätigkeiten bzw. die Weiterentwicklung bereits genutzter Aufsichtsmethoden vorgeschlagen.

3.4 Schlussfolgerungen für die Sektion MEOS

Obschon dies in der hier rezipierten Literatur nicht explizit diskutiert wird, müssen in Bezug auf die Rolle der Aufsichts- bzw. Regulierungsbehörde bei der Stärkung bzw. Beeinflussung der Resilienz bzw. des Safety-II-Ansatzes der beaufsichtigten Organisationen zwei – wenn schon nicht gänzlich voneinander unabhängige – Aspekte der behördlichen Aufsicht unterschieden werden: die *Regulierung*, also die Formulierung von Anforderungen in Form von Richtlinien, Auflagen, Verfügungen, Forderungen etc. einerseits (vgl. Quadrant 1 in Abbildung 7) und andererseits die *Aufsichtstätigkeit* selbst (vgl. Quadrant 2 in Abbildung 7). Bezüglich der Aufsichtstätigkeit selbst ist wiederum zwischen der Art der Überwachung und Beurteilung der Erfüllung der Anforderungen (Aufsicht im «engeren Sinne», vgl. [12]; vgl. auch die orangen Pfeile in Abbildung 7) sowie dem Streben nach einer positiven Beeinflussung der Sicherheit und Sicherheitskultur der Beaufsichtigten in der Ausübung der Aufsicht, beispielsweise durch das Bestreben, beim Betreiber einer Kernanlage Selbstreflexion anzustossen (Aufsicht im «weiteren Sinne»¹¹, vgl. [12]), zu unterscheiden (vgl. den oberen blauen Pfeil in Abbildung 7). Beide Aspekte

der Arbeit einer Aufsichtsbehörde haben eine Wirkung auf die Fähigkeit und Möglichkeit der beaufsichtigten Organisation, resilient zu funktionieren. Umgekehrt haben die Kultur und die Strategie und Praxis im Bereich des Managements der Sicherheit vonseiten der Beaufsichtigten ihrerseits eine Wirkung auf die Art der Aufsicht der Aufsichtsbehörde (vgl. den unteren blauen Pfeil in Abbildung 7). Überlegungen zu einer Gestaltung der Aufsicht, welche die Resilienz der Beaufsichtigten positiv beeinflusst oder zumindest nicht behindert, müssen deshalb beide Aspekte (Regulierung und die Aufsichtstätigkeit) einbeziehen. Die Implikationen der Überlegungen zu Resilienz und Safety-II für das Regelwerk (Regulierung) im Bereich der menschlichen und organisatorischen Faktoren werden im ENSI jedoch in erster Linie im Rahmen der Erarbeitung entsprechender neuer und der Überarbeitung von bestehenden Richtlinien¹² behandelt und sind nicht Gegenstand des vorliegenden Berichts (Quadrant 1 in Abbildung 7). Der Fokus dieses Berichts liegt demnach auf der *Aufsichtstätigkeit* und auf den Vorgehensweisen und Methoden, die in der Aufsicht vor dem Hintergrund von Resilienz- und Safety-II-Überlegungen angewandt werden.

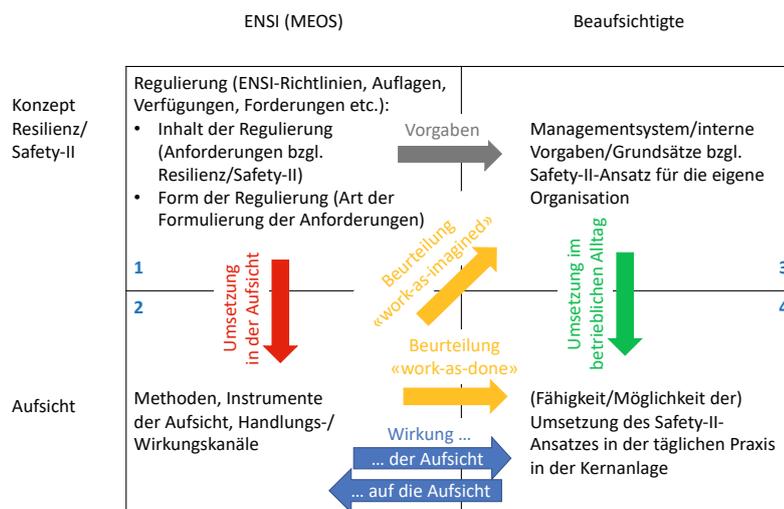


Abbildung 7: Aufsicht bzgl. Resilienz und Safety-II aus unterschiedlichen Perspektiven

11 | Wie in [12] dargelegt, umfasst im Verständnis des ENSI «Aufsicht im engeren Sinne» die Überwachung, ob ein Bewilligungsinhaber seine Pflichten wahrnimmt, und die Intervention, wenn dies nicht der Fall ist. «Aufsicht in einem weiteren Sinne» umfasst zusätzlich den Anstoss der Selbstreflexion beim Bewilligungsinhaber durch die Aufsichtsbehörde. Das ENSI hat dieses umfassende Verständnis seiner eigenen Rolle in seinem Leitbild formuliert ([10]). Dabei sieht es neben der Erfüllung seines gesetzlichen Auftrags (insbesondere Leitsatz 1) auch die Stärkung der Sicherheitskultur und des eigenverantwortlichen Handelns der Beaufsichtigten durch seine Aufsichtstätigkeit als Teil seiner Aufgabe (Leitsatz 2, Punkt 3).

12 | Dabei handelt es sich in erster Linie um die Richtlinien ENSI-G07 «Organisation von Kernanlagen» ([9]) und ENSI-B10 «Ausbildung, Wiederholungsschulung und Weiterbildung von Personal» ([8]).

Im Folgenden werden die Überlegungen der Sektion MEOS zur (verstärkten) Integration des Safety-II-Ansatzes in ihre zukünftige Aufsicht dargelegt. Dabei wird nicht das Ziel verfolgt, einen radikalen Wandel in der Aufsicht zu vollziehen, indem der Safety-I-Ansatz aufgegeben und durch den Safety-II-Ansatz ersetzt wird. Vielmehr geht es darum, beide Ansätze in ihrer Komplementarität zu betrachten und in der Aufsicht im menschlichen und organisatorischen Bereich zu berücksichtigen. Die im Folgenden erörterten Ideen und Methoden sind demnach als Ergänzung zu den – hier nicht diskutierten – Aufsichtsmethoden, welche eher dem Safety-I-Ansatz zuzuordnen sind, gedacht.

Weiterhin ist festzuhalten, dass bereits in der Vergangenheit in der Aufsicht im Bereich Mensch und Organisation etliche Safety-II-Elemente praktiziert wurden. Es handelt sich also nicht um gänzlich neue Ideen und Ansätze, welche ab einem gewissen Zeitpunkt in der Aufsicht zur Anwendung kommen werden. Es geht eher um einen fließenden Übergang hin zu einem integrierten Aufsichtsansatz, welcher Safety-I und Safety-II gleichermaßen berücksichtigt.

3.4.1 Grundsätzliches

Entsprechend der oben eingeführten Unterscheidung von Aufsicht «im engeren Sinne» und Aufsicht im «im weiteren Sinne» wird hier zwischen Safety-II-Aufsicht «im engeren Sinne» und Safety-II-Aufsicht «im weiteren Sinne» unterschieden (siehe Abbildung 8), wobei die Unterscheidung der beiden Arten von Aufsicht nicht immer trennscharf ist.

In ersterem Fall geht es darum, den Sicherheitsstatus der beaufsichtigten Organisationen unter dem Safety-II-Gesichtspunkt zu erkennen und zu beurteilen. Der Safety-II-Fokus liegt dabei primär auf dem *Verstehen* des normalen Funktionierens der Organisation und der situativen und kontextbezogenen Wirklichkeit des täglichen Arbeitens («work-as-done») und im Vergleich von «work-as-imagined» und «work-as-done». Das Ziel ist es, frühzeitig zu *erkennen*, wenn sich die erforderlichen alltäglichen Leistungsvariabilitäten und -anpassungen insgesamt in eine problematische Richtung entwickeln, und rechtzeitig zu intervenieren, bevor Interventionen nach Safety-I (direktive behördliche Anordnungen bis hin zu Sanktionen) erforderlich werden («proaktive Reaktion»).

Im zweiten Fall geht es hingegen darum, durch die Art der Aufsichtstätigkeiten bzw. durch geeignete Aufsichtsinstrumente die Sicherheit der Beaufsichtigten zu stärken, namentlich indem in deren Organisationen Selbstreflexion angeregt und die Übernahme von Eigenverantwortung gefördert werden («proaktive Aktion»). Dieser Ansatz bedingt ebenfalls kontinuierliche Selbstreflexion vonseiten der Inspizierenden hinsichtlich der Wirkung ihrer Aufsicht auf die Möglichkeit und Fähigkeit der Beaufsichtigten, den Safety-II-Ansatz in ihrer Organisation zu realisieren, und hinsichtlich der Eignung der aufsichtlichen Methoden und Inhalte in Abhängigkeit vom Sicherheitsstatus der Beaufsichtigten (vgl. die blauen Pfeile in Abbildung 7). Es ist also eine «reflexive Aufsicht» erforderlich (siehe dazu Kap. 3.3).

Abbildung 8:
Aufsicht mit Fokus
auf Safety-II

Safety-II-Aufsicht im «engeren Sinne»

Sicherheit *erkennen* und beurteilen

- (Verstärkter) Fokus auf dem Alltäglichen/Normalen: Verstehen, wie die beaufsichtigte Organisation funktioniert (Werte und Weltbilder, Verhalten, Rahmenbedingungen) durch Beobachtung des Alltags («work-as-done»); Hinschauen und hinhören, Muster erkennen
- Vergleich von «work-as-imagined» und «work-as-done»
- Veränderungen erkennen (in die positive oder problematische Richtung), insbesondere wenn etwas «aus dem Ruder läuft»
- Dialog mit den Beaufsichtigten

Das «grosse Ganze» im Auge behalten und erkennen

- Systemische Herangehensweise
- Interdisziplinäre Herangehensweise

→ **«Proaktive Reaktion»: Signale erkennen und frühzeitig eingreifen**

Safety-II-Aufsicht im «weiteren Sinne»

Sicherheit *stärken* durch Anregung der (Selbst-)Reflexion bei den Beaufsichtigten

- Dialog mit den Beaufsichtigten
- Fragen stellen
- Konfrontieren, spiegeln

... und Förderung der Eigenverantwortung

- Auswahl geeigneter Aufsichtsansätze, -methoden und -grundlagen (geeigneter Präskriptivitätsgrad)
- Entwicklungsziele und -massnahmen vereinbaren und Beaufsichtigte in die Verantwortung nehmen

Sicherheit *nicht schwächen*

- Selbstreflexion ENSI/MEOS (Aufsichtskultur)
- Vermeidung von Übernahme von (zu viel) Verantwortung (d. h. Verzicht auf Vorgabe von Lösungen, auf präskriptive Vorgaben, auf Beschränkung des Handlungsspielraums)

→ **«Proaktive Aktion»: Wirkung erzielen**

→ **Anzahl der Dinge, die gut laufen, erhöhen**

Die Sektion MEOS leitet für ihre Aufsicht im Safety-II-Ansatz demnach folgende übergeordnete Anforderungen ab:

- Fokus nicht ausschliesslich auf Übereinstimmung mit den Anforderungen des Regelwerks und der internen Vorgaben (Bewertung, Soll-Ist-Vergleich, «compliance»-orientierte-Aufsicht), sondern auch auf die Stärkung der Reflexion und der Eigenverantwortung der Beaufsichtigten («performance»-orientierte Aufsicht) (vgl. Kap. 2.2.1)
 - Stärkung der Eigenverantwortung der Beaufsichtigten durch Aufforderung zur Formulierung von Entwicklungszielen und -massnahmen
 - Beaufsichtigte durch Nachfrage und Feedback zur Zielerreichung und Wirksamkeit der Massnahmen in die Verantwortung nehmen
- Fokus nicht ausschliesslich auf die Feststellung der Übereinstimmung mit den Anforderungen des Regelwerks und den internen Vorgaben (compliance), sondern auch auf das Verstehen des Systems in seinem Kontext
- Fokus nicht ausschliesslich/primär auf das «Negative» (Ereignisse, Abweichungen, Nicht-Einhaltung von Vorschriften etc.); vermehrt Fokus auf das «Positive» bzw. das «Normale»
 - Was läuft gut und warum?
 - Wie funktioniert die Arbeit normalerweise?
 - Wie werden/wurden Probleme gelöst? (Im Gegensatz zu: Welche Probleme bestehen/ bestanden?)
- Fokus nicht ausschliesslich/primär auf das «Geschriebene» (work-as imagined); vermehrt Fokus auch auf das «Getane» (work-as-done)
 - Wie wird im Alltag tatsächlich gearbeitet?
 - Welche Rahmenbedingungen bestimmen die Arbeit?
 - Welche Variabilitäten zeigen sich?
- Vermehrter Vergleich von «work-as-imagined» und «work-as-done» durch Einbezug von Vertretern/-innen des «blunt end» und des «sharp end» in die Aufsicht
 - Inwiefern stimmen die von der Führung bzw. den Mitarbeitenden am «blunt end» dargelegten Sachverhalte mit der tatsächlich angetroffenen Situation und Arbeitsweise der Mitarbeitenden am «sharp end» (Feldexperten) überein?
 - Wie sind allfällige Nichtübereinstimmungen zu erklären? Welche Bedingungen erschweren «work-as-imagined»?
- Stärkung des Dialogs mit den Beaufsichtigten
- Verstärkter Fokus auf die Potenziale von Resilienz und Safety-II bei den Beaufsichtigten: das Potenzial zu reagieren, das Potenzial zu beobachten/überwachen, das Potenzial zu lernen, das Potenzial zu antizipieren.

3.4.2 Methoden für eine Safety-II-Aufsicht im Bereich Mensch und Organisation

Die Sektion MEOS setzt in ihrer Aufsicht unterschiedliche Arten von Aufsichtsgefässen ein, mit denen sie jeweils unterschiedliche Zwecke verfolgt und unterschiedliche Themen behandelt (vgl. dazu Kap. 1.2). Alle Aufsichtsgefässe können auch im Sinne von Safety-II eingesetzt werden. Während einige davon bereits als Safety-II-Methoden angelegt sind (namentlich die Instrumente, welche explizit zur Förderung der Selbstreflexion eingesetzt werden), müssen bzw. können andere bewusst mit Safety-II-Elementen angereichert werden (namentlich jene, welche in erster Linie dem Soll-Ist-Vergleich dienen und somit als Instrumente der Compliance-Prüfung in der Regel eher als Safety-I-Methoden eingesetzt werden).

Besondere Bedeutung kommt dabei der *Ankündigung* der spezifischen Aufsichtstätigkeiten an die Beaufsichtigten durch die Aufsichtsbehörde zu. Typischerweise werden Fachgespräche und Inspektionen durch einen Ankündigungsbrief des ENSI initialisiert, durch welchen das Thema und der Anlass der angekündigten Aufsichtstätigkeit mitgeteilt werden. Das Thema wird häufig anhand konkreter Fragen präzisiert, deren Beantwortung durch die Beaufsichtigten vom ENSI gewünscht wird. Die Art der Formulierung dieser Fragen bestimmt den Charakter und den Inhalt des Fachgesprächs oder der Inspektion massgeblich, da sie bei der beaufsichtigten Organisation eine entsprechende interne Vorbereitung veranlasst. Im Sinne des Safety-II-Ansatzes ist es deshalb zentral, die Themen und Fragestellungen derart zu formulieren, dass sie geeignet sind, bei den Beaufsichtigten Selbstreflexion auszulösen und den Dialog zwischen der beaufsichtigten Organisation und der Sektion MEOS zu stärken.

Für die *Durchführung* der Fachgespräche und Inspektionen empfiehlt sich die Zusammenstellung von Aufsichtsteams (bestehend aus mindestens zwei Mitgliedern der Sektion oder aus einem Mitglied der Sektion MEOS und einem Mitglied einer Sektion aus einem anderen Fachgebiet), welche über unterschiedliche Hintergründe und Erfahrungen verfügen und verschiedene Blickwinkel einnehmen. Beispielsweise kann es sinnvoll sein, dass das Fachgespräch oder die Inspektion durch ein/-e Mitarbeiter/-in der Sektion mit – aufgrund

(langjähriger) Aufsichtserfahrung in der zu beaufsichtigenden Organisation – vertiefter Kenntnis der betreffenden Organisation, und ein/-e Mitarbeiter/-in mit entsprechender Erfahrung in einer anderen beaufsichtigten Organisation gemeinsam durchgeführt werden. Während erstere/-r die Erkenntnisse aus dem betreffenden Fachgespräch oder der Inspektion in das Gesamtbild der Organisation einordnen kann, kann zweitere/-r durch seine/ihre «Aussenperspektive» neue Impulse einbringen und gleichzeitig solche für seine/ihre Aufsichtstätigkeit in der von ihm/ihr hauptsächlich aufsichtlich begleiteten Organisationen gewinnen (vgl. auch Kap. 5.5).

Im Folgenden werden u. a. die in Kapitel 1.2 beschriebenen Aufsichtsinstrumente und deren mögliche Nutzung im Rahmen eines Safety-II-Aufsichtsansatzes beleuchtet.

- *Fachgespräch zum Dialog über die Sicherheitskultur*: Der Dialog über die Sicherheitskultur, welcher von der Sektion MEOS seit 2005 im dreijährigen Rhythmus mit den Beaufsichtigten geführt wird (vgl. [12]), ist dem Safety-II-Ansatz zuzuordnen. Er verfolgt das primäre Ziel, bei den Beaufsichtigten einen Selbstreflexionsprozess anzustossen. Er unterstützt die Sektion MEOS dabei, ihr Verständnis über die Kultur und die Funktionsweise der Beaufsichtigten zu vertiefen und die Übereinstimmung dieses Verständnisses mit jenem der beaufsichtigten Organisation zu eruieren. Ausserdem dient er der Sektion MEOS selbst zur Reflexion über ihre Aufsicht und deren Wirkung auf die Sicherheitskultur der Beaufsichtigten, indem sie von den Beaufsichtigten Feedback erhält.
 - In Bezug auf diese Fachgespräche ergibt sich deshalb grundsätzlich kein Anpassungsbedarf.
 - Im Sinne einer Meta-Reflexion würde sich die Frage, wie Resilienz und Safety-II bei den Beaufsichtigten und in der Aufsichtsbeziehung zwischen ihnen und dem ENSI umgesetzt und gelebt werden (können), als mögliches Thema für eine Durchführung des Dialogs eignen.

- Der Einbezug einer grösseren Bandbreite von Personalkategorien (also nicht nur Führungskräfte des oberen Managements oder Fachkräfte, welche sich in ihrem Arbeitsalltag explizit mit Sicherheitskultur befassen) würde es allen Beteiligten und dem ENSI erlauben, ein umfassenderes und tieferes Verständnis über das Funktionieren des Gesamtsystems zu bilden. Dies könnte entweder im Rahmen eines Gesprächs oder im Rahmen verschiedener, separater Gespräche erfolgen.
- *Exploratives Fachgespräch:* Wie der Dialog zur Sicherheitskultur dient auch das explorative Fachgespräch der Anregung der Selbstreflexion bei den Beaufsichtigten und bedient sich ähnlicher Methoden, wobei hierbei auch Themen ohne Bezug zur Sicherheitskultur erörtert werden.
 - Das explorative Fachgespräch eignet sich zur Konfrontation der Beaufsichtigten mit den über ein Jahr zusammengetragenen und gesamthaft ausgewerteten Feststellungen und Ergebnissen aus den vielfältigen Aufsichtsaktivitäten (Inspektionen, Fachgespräche, Stellungnahmen, Freigaben etc.) im Bereich Mensch und Organisation sowie der gesammelten Einzelbeobachtungen, welche zwar nicht in die systematische Sicherheitsbewertung des ENSI Eingang finden, jedoch in ihrer Gesamtheit möglicherweise Muster oder Trends zum alltäglichen Funktionieren der beaufsichtigten Organisationen aufzeigen (vgl. dazu [12]). Die von der Sektion MEOS auf diese Weise zusammengetragenen und ausgewerteten Daten werden in Form von aggregierten Feststellungen und Hypothesen den Beaufsichtigten zurückgemeldet und mit ihnen gemeinsam reflektiert. Diese Rückmeldung stellt für die beaufsichtigte Organisation eine Gelegenheit dar, ihr Selbstbild mit dem Fremdbild der Aufsichtsbehörde zu vergleichen und über ihr eigenes Funktionieren im Alltag zu reflektieren. Andererseits dient das Gespräch der Sektion MEOS zur Vertiefung ihres Verständnisses von der Funktionsweise der beaufsichtigten Organisation und zur Reflexion ihrer Aufsicht und deren Wirkung.
 - Die Sammlung von Beobachtungen und Feststellungen durch die Sektion MEOS soll neben (niederschweligen) Abweichungen von einem erwarteten Zustand bzw. von schwachen Signalen, welche potenziell auf Mängel hindeuten könnten, explizit auch positive Feststellungen umfassen, welche auf das erfolgreiche Funktionieren der Organisation hinweisen. Zudem soll spezifisch ein Augenmerk auf Ausführungs- und Leistungsvariabilitäten im Alltag gelegt werden, z. B. auf Priorisierungen von Arbeiten oder Änderungen von Prioritäten.
 - Bei der qualitativen Auswertung und Interpretation der Ergebnisse aus der Aufsicht im Bereich von Mensch und Organisation (z. B. aus Inspektionen und Vorkommnissen, vgl. dazu [12] und [13]), sollte nicht ausschliesslich auf Verbesserungsbedarf und Abweichungen fokussiert werden, sondern es sollten auch die den Erwartungen entsprechenden («Normalität») und diese übersteigenden Beurteilungen («Gute Praxis») explizit in die Gesamtbetrachtung einbezogen werden.
 - Die Durchführung von explorativen Fachgesprächen unter Einbezug von Feldexperten vom «sharp end» oder divers zusammengesetzten Gruppen von Teilnehmenden ermöglicht wertvolle Einsichten in die Funktionsweise der beaufsichtigten Organisation.

- *Informationsgespräch*: Diese Art von Fachgespräch, welche dem Erhalt von Informationen und Fakten über Sachverhalte (z. B. bei Vorkommissen, Projekten oder Freigaben betreffend organisatorische oder technische Änderungen etc.) dient, kann, je nach Ausrichtung, sowohl Safety-I- als auch Safety-II-Aspekte betreffen. Im Rahmen der Bearbeitung von Vorkommissen kann es beispielsweise primär dazu genutzt werden, zu verstehen, weshalb es zum unerwünschten Ereignis gekommen ist und was gemacht werden kann, damit das Ereignis nicht wieder auftritt (Safety-I-Ansatz). Oder es könnte (auch) dafür genutzt werden, die Bedingungen zu verstehen, unter welchen jene Arbeit, bei welcher es zum unerwünschten Ereignis gekommen ist, normalerweise funktioniert und weshalb es zuvor nicht dazu gekommen ist (Safety-II-Ansatz).
 - Informationsgespräche sollen demnach auch dazu genutzt werden, möglichst viele Informationen über das normale Funktionieren und über die alltägliche Ausführung von Arbeiten zu sammeln und zu verstehen, welche sich ändernden Bedingungen und Anforderungen die normale Ausführung der Arbeiten beeinflussen. Zudem können sie dazu genutzt werden, einen Vergleich zwischen der vorgesehenen idealtypischen Abwicklung der Arbeiten («work-as-imagined») und der tatsächlichen Ausführung in der Praxis («work-as-done») anzustellen.
 - Informationsgespräche sollten mit unterschiedlichen Personalkategorien geführt werden. Dabei sollte jeweils insbesondere der Einbezug von Personal vom «sharp end» geprüft werden.
- Informationsgespräche müssen nicht zwingend in einem Sitzungszimmer durchgeführt werden, sondern können auch, zumindest teilweise, an Arbeitsplätzen vor Ort abgehalten werden. Dies ist insbesondere sinnvoll, wenn Mitarbeitende vom «sharp end» involviert sind. Zudem wird dadurch ein besseres Verständnis von «work-as-done» und den die Arbeit beeinflussenden Rahmenbedingungen und Arbeitsumständen ermöglicht.
- Bei der Involvierung von Mitarbeitenden am «sharp end», können Gespräche mit zwei Mitarbeitenden gleichzeitig durchgeführt werden. Der dabei entstehende Dialog zwischen den Feldexperten kann die Gewinnung wertvoller Einsichten in «work-as-done» zusätzlich unterstützen.

- *Inspektion:* Im Rahmen einer Inspektion wird die Erfüllung der Anforderungen aus dem Regelwerk (Gesetze, Verordnungen, Richtlinien) geprüft. Inspektionen werden hinsichtlich im Regelwerk eindeutig regulierten Gegenständen durchgeführt. Typischerweise wird auf Abweichungen vom im Regelwerk vorgegebenen Soll-Zustand fokussiert, wobei das Regelwerk meist keine Rücksicht auf situations- und kontextbedingte Anpassungen nimmt. Es handelt sich bei Inspektionen also primär um ein Safety-I-Instrument. Die Sektion MEOS führt beispielweise jährlich Inspektionen zum Managementsystem der Beaufsichtigten durch. Dabei wählt sie einen Prozess aus dem Managementsystem aus und überprüft, ob dieser die Anforderungen des Regelwerks, insbesondere der Richtlinie ENSI-G07 «Organisation von Kernanlagen» ([9]) erfüllt. Weiter führt sie jährliche Inspektionen zur Ausbildung des Personals in den Kernkraftwerken durch, wobei als Bewertungsgrundlage die Anforderungen aus der Richtlinie ENSI-B10 «Ausbildung, Wiederholungsschulung und Weiterbildung von Personal» ([8]) dient.
 - Im Sinne des Safety-II-Ansatzes soll zukünftig bei der Festlegung des Gegenstands von Inspektionen zum Managementsystem geprüft werden, ob sich diese in zwei Teilen durchführen liesse. Dabei könnte, wie in der Vergangenheit, im ersten Teil der Soll-Ist-Vergleich zwischen den Prozessen und Vorgaben im Managementsystem und den Anforderungen aus dem Regelwerk vorgenommen werden («work-as-imagined»). In einem zweiten Teil könnte die Umsetzung der Prozesse und Vorgaben aus dem Managementsystem anhand von konkreten Beispielen aus der Praxis möglichst direkt am «sharp end» und unter Einbezug der ausführenden Mitarbeitenden («work-as-done») geprüft werden. Dabei sollten die Bedingungen, unter welchen die Arbeiten ausgeführt werden, und die Anpassungsleistungen des Personals zur erfolgreichen Ausführung der Arbeiten, deren Vorgehen zur Lösung auftretender Probleme etc. im Zentrum stehen. Die beteiligten Mitarbeitenden sollen primär als «Ressource» und nicht als «Risikofaktoren» betrachtet werden.
 - Im Rahmen von Inspektionen zu Themen im Bereich Mensch und Organisation soll die Reichweite erweitert werden, indem unterschiedliche Personalkategorien in unterschiedlichen Funktionen zwischen dem «blunt end» und dem «sharp end» in die Inspektion involviert werden.
 - Zudem sollen unterschiedliche Methoden eingesetzt werden, z. B. Interviews, Arbeitsbeobachtungen am Arbeitsplatz, Anlagenbegehungen etc. Dabei sollen sowohl «Work-as-imagined»-Aspekte als auch «Work-as-done»-Aspekte berücksichtigt werden.

- *Vorkommnisbearbeitung:* Bei der Analyse und Bewertung von (meldepflichtigen) Vorkommnissen mit menschlichen und organisatorischen Aspekten soll der Fokus nicht nur auf dem unerwünschten Ereignis (was schiefgelaufen ist) liegen, sondern es sollen auch die positiven Aspekte einbezogen werden. Neben der Aufklärung der Ursachen für das Vorkommnis und der Festlegung von Massnahmen, welche dessen Wiederholung verhindern sollen (Safety-I), sollen demnach auch die Gründe betrachtet werden, weshalb der betroffene Vorgang normalerweise problemlos abläuft (Safety-II).
 - Bei der Vorkommnisbearbeitung der menschlichen und organisatorischen Aspekte des Vorkommnisses, fragt die Sektion MEOS (z. B. im Rahmen von Informationsfachgesprächen, siehe oben) auch danach, welche noch folgenreicheren Konsequenzen wie verhindert werden konnten bzw. welche Schutzfaktoren zum festgestellten Vorkommnisausgang beigetragen haben.
 - Bei der Vorkommnisbearbeitung sollen die Vorkommnisse nicht (nur) einzeln (sogenanntes «single loop learning», kleiner Lernkreis), sondern auch im Kontext anderer Vorkommnisse (nach Möglichkeit auch nicht-meldepflichtiger Vorkommnisse bzw. Beinaheereignisse) betrachtet werden («double loop learning», grosser Lernkreis).
 - Die von den Beaufsichtigten im Rahmen ihrer Vorkommnisanalyse definierten Folgemassnahmen im Bereich Mensch und Organisation werden von der Sektion MEOS auch nach Safety-II-Kriterien evaluiert.
 - Bei allfälligen Forderungen von Massnahmen im Rahmen der Vorkommnisbearbeitung sollen diese so formuliert werden, dass sie die Selbstreflexion bei der beaufsichtigten Organisation anregen und deren Eigenverantwortung stärken.
 - *Kernkraftwerksübergreifendes Safety-II-Forum:* Die Organisation eines Reflexionsforums mit Beteiligung aller oder mehrerer beaufsichtigter Organisationen zum Safety-II-Ansatz würde zur Stärkung des Dialogs und eines gemeinsamen Verständnisses über die Bedeutung und die Implikationen des Safety-II-Ansatzes zwischen den Beaufsichtigten und der Sektion MEOS beitragen.
- Über die Planung und Durchführung der einzelnen Aufsichtsaktivitäten mit den geschilderten verschiedenen Aufsichtsgefässen und -methoden hinaus stellt das gemeinsame Lernen aus den in der Aufsicht gewonnenen Erfahrungen innerhalb der Sektion MEOS einen wichtigen Bestandteil einer auf Safety-II orientierten Aufsicht dar. Im Rahmen einer «performance»-orientierten Aufsicht (siehe Kap. 2.2.1) sind der Austausch und die gemeinsame Reflexion über die gewonnenen Einsichten und Erkenntnisse für das angestrebte Verstehen des Funktionierens der beaufsichtigten Organisationen in ihrem jeweils aktuellen Kontext essenziell, ist doch ein einfacher Soll-Ist-Vergleich anhand von klaren Kriterien, wie dies beim Safety-I-Ansatz erfolgt, nicht möglich.
- Im Sinne einer auf kontinuierliche Verbesserung orientierten «reflexiven Aufsicht» ist zudem die (gemeinsame) Reflexion der Wirkung der Aufsichtstätigkeit im Hinblick auf die Sicherheit und Sicherheitskultur der Beaufsichtigten ebenfalls von grosser Bedeutung. Die Schaffung von «reflexiven Räumen» (siehe Kap. 3.3) ist demnach nicht nur in der Interaktion zwischen der Sektion MEOS und den Beaufsichtigten, sondern auch innerhalb der Sektion selbst wichtig.

Kasten 5: Exkurs – Anforderungen an die Gesprächsführung im Rahmen einer Safety-II-Aufsicht

In der Arbeit der Sektion MEOS, insbesondere bei der Umsetzung der beschriebenen Methoden für eine Safety-II-Aufsicht, welche in besonderem Maße dialogbasiert sind, spielen Gespräche eine zentrale Rolle. Dies bedeutet, dass die Mitarbeitenden der Sektion MEOS, neben ihren fachlichen Kompetenzen, auch über spezifische Gesprächsführungskompetenzen verfügen müssen.

Bei der Führung jener Fachgespräche, welche zum Ziel haben, die Selbstreflexion der Beaufsichtigten anzuregen, nehmen die Mitarbeitenden der Sektion MEOS daher häufig die Rolle eines «Facilitators» (Moderator/-in) ein. In dieser Rolle steuern sie den Inhalt der Gespräche – durch die Vorgabe des Gesprächsthemas mittels des Ankündigungsschreibens und der dort formulierten Fragestellungen (vgl. Kap. 3.4.2) – und sie können auch, zumindest teilweise bzw. bei bestimmten Arten von Fachgesprächen, den Gesprächsprozess und damit den Gesprächsablauf beeinflussen.

Ein zentrales Element bei der Führung von Reflexionsgesprächen stellt eine fragende Haltung der MEOS-Mitarbeitenden dar. Die Fragen im

Zusammenhang mit Reflexionsgesprächen dienen demnach nicht in erster Linie der Sammlung von Informationen. Durch das Stellen von Fragen kann bzw. soll vielmehr ein kollektiver Denk- und Lernprozess angeregt werden. Der Formulierung von zu diesem Zweck geeigneten Fragen kommt deshalb sowohl im Vorfeld, bei der Verfassung des Ankündigungsbriefts, als auch während des gesamten Gesprächsverlaufs ein hoher Stellenwert zu.

Die Erfahrung der MEOS zeigt, dass es zwei wichtige Aspekte der Gesprächsführung sind, die bei Reflexionsgesprächen zu beachten sind bzw. eine notwendige Voraussetzung sind, dass ein offener Dialog zwischen dem ENSI und den Beaufsichtigten stattfinden kann: 1.) das Bemühen einer kongruenten und authentischen Kommunikation, was bedeutet, dass die Ausstrahlung und die Worte der Sprechenden übereinstimmen und als glaubhaft wahrgenommen werden; 2.) das (aktive) Zuhören. Dieses umfasst neben aufmerksamem und interessiertem Zuhören, beispielsweise Elemente wie die Paraphrasierung, also die Wiederholung des Gesagten mit anderen Worten, die Zusammenfassung des Gesagten, das Nachfragen, um das Verständnis des Gesagten zu prüfen oder zu vertiefen, oder auch eine Rückmeldung zum Gesagten.

4 Entscheiden in Notfallsituationen: Einflussfaktoren

Nach dem Erdbeben in Japan 2011 und der folgenden Flutwelle, welche die Reaktorgebäude in Fukushima überflutete, mussten die Verantwortlichen viele Entscheide treffen. Insbesondere der Kraftwerksleiter von Fukushima Daiichi musste unter Ungewissheit, Zeitdruck und Stress die notwendigen Informationen als Grundlage für seine Entscheidungen überblicken können. Rückblickend ist bekannt, dass viele Informationen lückenhaft oder sogar irreführend waren. Und trotzdem mussten Entscheidungen getroffen werden ([15]).

In komplexen Notfallsituationen, ähnlich wie sich die Situation in Fukushima entwickelte, wird die Entscheidungsfindung neben situativen Faktoren auch durch Faktoren beeinflusst, die auf eine Person oder auf ganze Gruppen wirken. Bevor die Einflussfaktoren auf entscheidende Personen genauer betrachtet werden, wird im Folgenden auf die äusseren Umstände von Notfallsituationen eingegangen¹³.

In Notfallsituationen sind Verantwortliche manchmal gezwungen Entscheide zu treffen – auch wenn Informationen im besten Fall lückenhaft vorhanden sind. Es können Fehler auftreten, wenn Informationen unter Zeitdruck oder zu viele Informationen verarbeitet werden müssen. Das Gehirn ist überlastet und optimiert zwischen Aufwand und Nutzen. Es kommt zu Denkfehlern. Fehler entstehen aus der Wechselwirkung von individueller Wahrnehmung und situativen Eigenschaften ([3]).

In komplexen Notfallsituationen bleibt selten genug Zeit, um ausführliche Informationen zu sammeln und zu verifizieren. Daraus resultiert eine Unsicherheit beim Treffen von Entscheidungen.

13 | Das Thema der Entscheidungsfindung ist ein sehr umfangreiches und facettenreiches Forschungsfeld (siehe z. B. [34]). Die Ausführungen im vorliegenden Bericht beschränken sich auf einen kleinen Ausschnitt davon.

4.1 Entscheiden unter Unsicherheit (situative Effekte)

Situationen, in denen schwierige Entscheidungen unter Zeitdruck getroffen werden müssen, sind häufig komplex. Sie umfassen umfangreiche und vernetzte Themenstränge, die unklar und dynamisch zusammenhängen, unbestimmt und in ihren Auswirkungen unsicher sind ([7]). Der Umgang mit Unsicherheit ist demzufolge bereits in Normalsituationen eine wichtige Anforderung an Personen. Dieser Unsicherheit soll auf verschiedenen Ebenen einer Organisation begegnet werden. In komplexen und stark vernetzten Organisationen hilft ein System von Regeln, weil lokal agierende Personen nicht alle Konsequenzen ihrer Handlungen überblicken können ([20]).

In komplexen Entscheidungsproblematiken stellen situative Faktoren zusätzliche Anforderungen an die handelnde bzw. entscheidende Person. Zu diesen Anforderungen gehören etwa Fähigkeiten wie Details analytisch zu erfassen, dabei aber das Gesamte nicht aus den Augen zu verlieren, oder die Wahl der richtigen Informationstiefe und des richtigen Informationsumfangs. Ebenso gehören Fähigkeiten dazu, auf sich verändernde Rahmenbedingungen zu reagieren und den gesamten Entscheidungsprozess selbstreflexiv zu begleiten ([3]).

Es gibt verschiedene Weisen, die Komplexität zu reduzieren und die damit verbundene Unsicherheit zu minimieren (vgl. dazu auch Kap. 3.1). Eine davon ist es, durch Standardisierung Handlungsspielräume zu

verkleinern ([44]). Die Abarbeitung von Störfallvorschriften ist eine in der Praxis angewandte Methode, bei der bei Auslegungsfällen in Kernanlagen nach klaren Eintrittskriterien ein Ablaufschema abgearbeitet wird, um das Ereignis wirksam zu bekämpfen und die Anlage wieder zu beherrschen. Diese Vorschriften reduzieren die Komplexität mit klaren Abläufen und eindeutigen Kriterien für Zuständigkeiten und Entscheidungen. Zudem wird deren Anwendung regelmässig geübt.

Eine andere Art mit Komplexität umzugehen, ist, der mit der Komplexität einhergehenden Unsicherheit mit Flexibilität und Lernen zu begegnen. Anstatt für bessere Sicherheit Handlungsspielräume einzugrenzen, werden Handlungsspielräume erweitert. Abweichungen im Betriebsalltag werden als Lerngelegenheiten wahrgenommen und die Anwendung von Regeln wird flexibler gehandhabt ([44]). Dieser Weg, bei dem auf Lernen und die Integration von Wissen gesetzt wird, zeigt, wie wichtig eine offene Haltung und die persönliche Erfahrung aus dem Betriebsalltag sind. Abweichungen werden als Möglichkeit wahrgenommen, etwas zu lernen und nicht, einen Schuldigen zu bezeichnen. Ein solcher Weg setzt einen offenen und vorwurfsfreien Umgang mit Fehlern und Beinahe-Fehlern voraus.

Wie die beiden Ansätze der Eingrenzung oder Erweiterung der Handlungsspielräume in Organisationen gehandhabt werden können, wurde in Kapitel 3 behandelt.

4.2 Personenbezogene negative Effekte im Entscheidungsprozess

Selbst wenn in einem Notfall die situativen Umstände für die Entscheidungsfindung optimal wären, gibt es personenbezogene negative Effekte, die die Entscheidungsfähigkeit von Einzelpersonen oder Personengruppen beeinflussen können. Im Folgenden soll nun deshalb der Blick auf die Einzelpersonen oder Personengruppen, die entscheiden, gerichtet werden. Auf eine Einzelperson bezogen kann eine Ursache von negativem Einfluss die kognitive Notfallreaktion ([54]) sein. Eine kognitive Notfallreaktion kann dann eintreten, wenn sich eine Person in ihren Kompetenzen gefährdet sieht und sie vor sich selber unbewusst die Illusion der eigenen Handlungsfähigkeit aufrechterhalten muss. Die eigene kognitive Notfallreaktion zu erkennen, ist durch den unbewussten Ablauf praktisch unmöglich.

Selten steht eine Führungspersönlichkeit in einem Notfallszenario ganz alleine da. Im besten Fall ist sie umgeben von einem gut funktionierenden Stab. Es stellt sich die Frage, ob die kognitive Notfallreaktion einer Einzelperson durch Gruppenentscheide kompensiert werden kann. Leider gibt es auch im Zusammenhang mit Gruppenkonstellationen Effekte, die sich negativ auf die Entscheidungsfindung auswirken können. Der Entscheid einer Einzelperson wird nicht per se durch eine Gruppenentscheidung besser. Auch beim Entscheiden in Gruppen gibt es negative Effekte. Beispielsweise das Gruppendenken: Gruppendenken nach Janis ([33]) entsteht dann, wenn das Streben nach Einigkeit den Entscheidungsprozess einer Gruppe gleichgesinnter

Personen mit starkem Zusammenhalt derart dominiert, dass die Personen in ihrer Realitätswahrnehmung beeinträchtigt sind. Beitragende Elemente zum Gruppendenken sind eine stark kohäsive Gruppe von Personen, die von alternativen Informationsquellen isoliert sind, wobei die anführende Person eine bestimmte Lösung klar favorisiert. In Gruppendiskussionen können diese Randbedingungen eine Illusion der eigenen Unverwundbarkeit und das Rationalisieren der eigenen Handlungen verursachen. Informationen, die inkonsistent oder unvollständig erscheinen, werden abgewertet oder nicht beachtet. Dieser Prozess verläuft sowohl individuell, in Form von Selbstzensur, als auch zwischen Personen, in Form von Druck, einen Konsens erzielen zu wollen. Auf was geachtet werden soll, um gute Entscheidungen zu treffen, wird im folgenden Kapitel betrachtet.

4.3 Personen, die gut entscheiden

Personenbezogenen negativen Effekten kann vorgebeugt werden – beim Gruppendenken und bei der kognitiven Notfallreaktion. Im besten Fall werden sie gänzlich vermieden. Dazu ist eine Haltung notwendig, die im Alltag trainiert und praktiziert werden kann. Personen, die nicht in eine kognitive Notfallreaktion geraten, zeichnen sich durch gutes Selbstmanagement aus. Sie können Unbestimmtheit aushalten und sehen ihre eigene Kompetenz durch eine schwierige Sachlage nicht gefährdet. Sie können ihre eigenen, auch körperlichen Stressreaktionen gut bewältigen und ihre Aufmerksamkeit auf verschiedene Aspekte verteilen. Zudem können sie mit ihren Gefühlen umgehen. Wenn eine Person alle diese Eigenschaften in sich vereint, hat sie ein für eine Notfallsituation gut gerüstetes Selbstmanagement, welches nicht zu einer kognitiven Notfallreaktion führen sollte. Personen mit guten Entscheidungsfähigkeiten kommunizieren effektiv und übernehmen Führung und Verantwortung ([25]). Auch die negativen Effekte des Gruppendenkens können eliminiert werden, indem eine rationale und ausgewogene Informationssuche betrieben und die Informationen entsprechend genutzt werden. Zudem sollte die Person, die die Gruppe anführt, ihre Präferenzen nicht im Voraus äussern. Jedes Gruppenmitglied sollte seine Gedanken und Argumente unabhängig von den anderen äussern können¹⁴. Weiter ist es hilfreich, wenn für den Entscheidungsprozess Verfahrensbedingungen festgelegt werden ([55]).

Gute Entscheidungen zu treffen erfordert auch in ruhigen Zeiten Ressourcen¹⁵ und im besten Fall eine gute Portion Erfahrung. Führungskräfte, die durch Krisen gingen, berichteten davon, dass ihnen Krisenfachkompetenz¹⁶, Selbstmanagementkompetenz und Erfahrung in der Krisensituation geholfen haben ([53]).

Beim Entscheiden in komplexen Situationen (dazu gehören auch Notfallsituationen) empfiehlt es sich, möglichst planvoll vorzugehen – auch wenn Zeitdruck die Situation zu beherrschen scheint. Für die Beherrschung von Störfällen in Kernkraftwerken starten einerseits technische Systeme automatisch, zudem liegen fundierte Checklisten mit Entscheidungsbäumen vor. Dadurch wird wertvolle Zeit verschafft. Die verschaffte Zeit kann für die Strukturierung des Entscheidungsprozesses ([25]) genutzt werden. Strukturierende Elemente sind Zielbildung, Informationsmanagement, Modellbildung, Planung, Entscheidung und Kontrolle (siehe Kasten 6). Die Selbstreflexion im Nachgang einer Entscheidung sollte mit Ruhe und Zeit durchgeführt werden, um Lernprozesse anzustossen.

14 | Praktisch sieht das beispielsweise so aus, dass Leiterinnen oder Leiter von Notfallstäben die Meinungen der verschiedenen Stabsmitglieder abholen und dann ihre Entscheide fällen.

15 | Mit Ressourcen sind hier gemeint: personelle Ressourcen, die Informationen zusammentragen; zeitliche Ressourcen, um die Informationssuche durchführen zu können und eine Bewertung/Priorisierung vornehmen zu können; Quellen, um an die relevanten Informationen zu kommen etc.

16 | Krisenfachkompetenz: Wissen darüber, wie First-Responder-Organisationen (Rettungsdienste) funktionieren, agieren und wie die Schnittstellen bewirtschaftet werden.

Kasten 6: Strukturierung des Entscheidungsprozesses nach Hofinger ([25])

Bei der **Zielbildung** werden eindeutige und klare Ziele ausgearbeitet, präzisiert in Teil- und Zwischenziele. Widersprüche sollten erkannt und ausbalanciert werden. Es ist wichtig, Prioritäten zu setzen und Konsens in der Gruppe herzustellen (Achtung: Effekte des Gruppendenkens im Auge behalten).

Beim **Management der Informationen** soll festgestellt werden, was noch nicht bekannt ist. Zusätzliche notwendige Informationen sollen noch beschafft und Überflüssiges aussortiert werden. Vorhandene Fakten sind zu bewerten und es ist zu prüfen, ob die Detailtiefe der benötigten Informationen ausreicht.

Für ein Team ist die Entwicklung eines gemeinsamen Verständnisses als Grundlage des Handelns wichtig (**Modellbildung**). Deshalb gilt es, sich einen Überblick zu verschaffen, ein Bild der Zusammenhänge zu gewinnen und kritische Punkte zu erkennen. Annahmen über Ursachen und Folgen zu treffen und Prognosen aufzustellen.

Die Handlungsschritte im Zeitverlauf sollen festgelegt und dabei die Situationsmerkmale als Randbedingungen beachtet werden (**Planen**). Verzweigungen und Alternativwege sollen nach Möglichkeit vorausgeplant werden. Reibungspunkte sollen beachtet und Puffer eingeplant werden. Im Team soll die Aufgabenverteilung festgelegt und die Schnittstellen der Handlungen Einzelner geplant werden.

Für **Entscheidungen** ist es wichtig, dafür Zeitpunkte festzulegen und Mechanismen der Entscheidungsfindung zu definieren.

Zeitpunkte und Kriterien für **Kontrollen** sollen festgelegt und das Vier-Augen-Prinzip beachtet werden. Im Team ist die gegenseitige Kontrolle zugleich Vorteil und Herausforderung.

Die **Selbstreflexion** erfolgt im Nachgang einer Entscheidung, in Ruhe und mit Zeit. Zeitpunkte zur Reflexion sollen festgelegt werden; im Team sollen gegenseitige Kritik akzeptiert und Unterstützung genutzt werden.

Diese Empfehlungen zur Strukturierung von Entscheidungsprozessen lassen sich in Notfällen einfacher realisieren, wenn (komplexe) Entscheidungsprozesse im Alltag bereits nach diesem Muster durchgeführt werden. So können hilfreiche Routinen entwickelt und ungünstige Muster identifiziert und eliminiert werden¹⁷.

17 | In der Praxis werden unterschiedliche Methoden zur strukturierten Entscheidungsfindung eingesetzt. Bei den Betreibern der schweizerischen Kernkraftwerke ist für Entscheidungen, für welche ausreichend Zeit zur Verfügung steht, beispielsweise die Methode FORDEC (Facts – Options – Risks – Decision – Execution – Check), oder Varianten davon, namentlich FOORDEC (Facts – Objectives – Options – Risks – Decision – Execution – Check) etabliert.

4.4 Wirkmodell menschlicher Leistung unter extremen Bedingungen

Das Wirkmodell menschlicher Leistung unter extremen Bedingungen in Abbildung 9 zeigt vielfältige Einflussfaktoren und dass Änderungen externer Einflussfaktoren Veränderungen am Resultat der Entscheidung nach sich ziehen und damit die effektive Entscheidungsfindung beeinflussen ([46]).

Das Wirkmodell zeigt Faktoren auf, die den Entscheidungsprozess und die Handlungen unter extremen Bedingungen beeinflussen:

- menschliche Fähigkeiten (z. B. Verfügbarkeit von Kompetenzen, individuelle und kollektive Stressbewältigung),
- Bereitstellung der notwendigen Infrastruktur (unter Berücksichtigung von Human-Factors-Aspekten): technische Systeme, Arbeitshilfen, Werkzeuge, Verfahren, Informationen etc.) und

- organisatorische Aspekte (Verantwortlichkeiten, Rollen, Kooperation und Koordination, Kommunikation, Aufgaben und Arbeitsabläufe, Organisationskultur).

Richtet man die Aufmerksamkeit auf die verstärkenden Einflussfaktoren (in Abbildung 9 grün dargestellt) wird offensichtlich, dass Personen, die entscheiden, gewisse Voraussetzungen mitbringen können, die durch Personalselektion, passende Stellenbesetzung und Training (persönliche und berufliche Entwicklung) positiv beeinflussbar sind. Eine ebenso grosse Rolle spielt eine förderliche organisationale Umgebung. Insofern gibt es kein simples Rezept, um zu einer Person zu werden, die gute Entscheide fällt. Wesentlich ist das Zusammenspiel der organisationalen Prozesse und der gelebten Haltung, welche sich in der Organisationskultur widerspiegelt. Diese Faktoren ermöglichen Mitarbeitenden, Fähigkeiten zu entwickeln, um in Notfallsituationen gute Entscheidungen zu treffen.

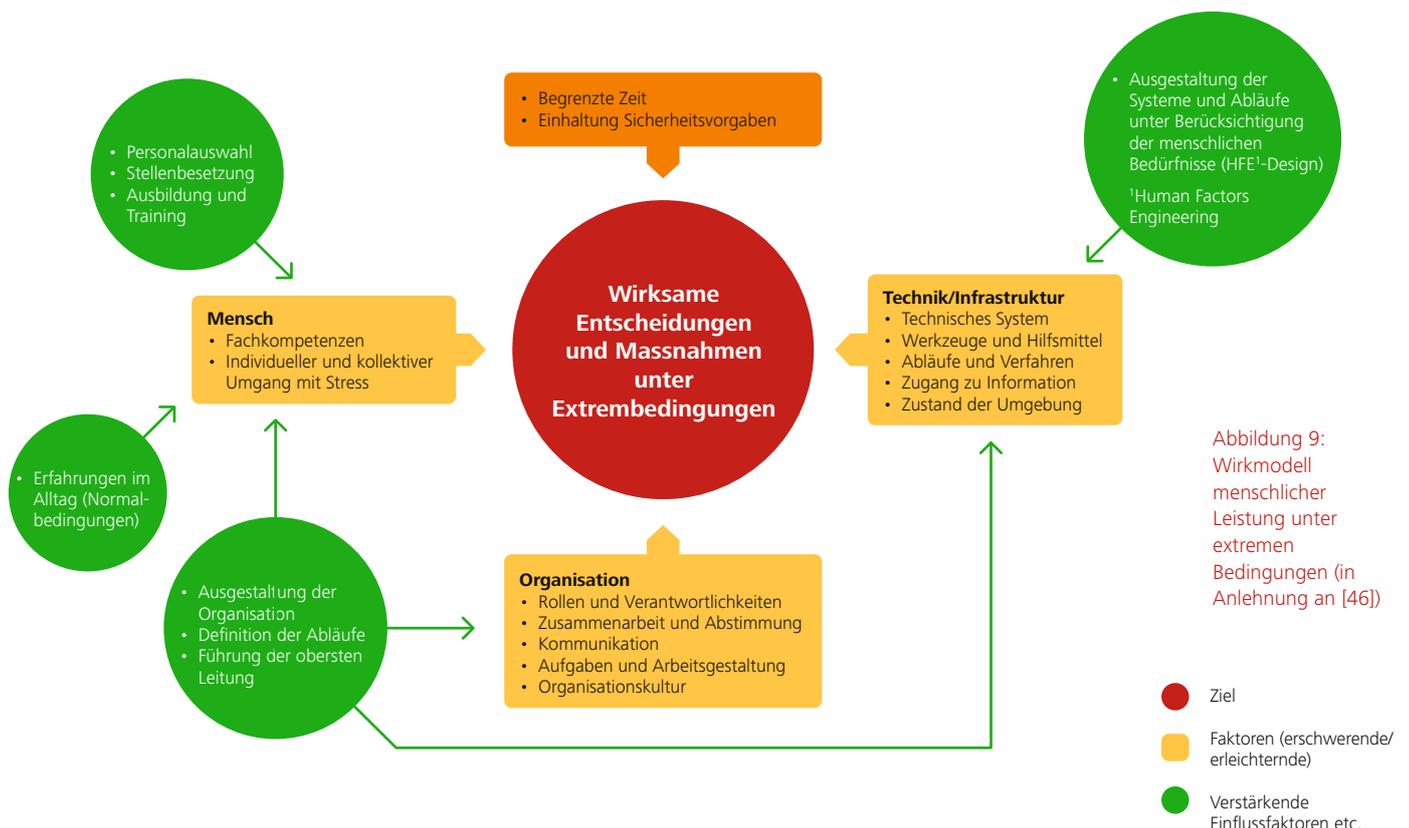


Abbildung 9: Wirkmodell menschlicher Leistung unter extremen Bedingungen (in Anlehnung an [46])

4.5 Aufsicht rund um das Thema Entscheiden

Das Thema Entscheiden findet auf vielfältige Art und Weise Eingang in die Aufsicht der Sektion MEOS. Dabei liegt der Fokus weniger auf der Beurteilung der – nur schwer zu beaufsichtigenden – persönlichkeitsbezogenen Aspekte der entscheidenden Personen, sondern primär auf den in unterschiedlichen Kontexten sichtbaren Verhaltensweisen von Akteuren im «work-as-done» und in den von der Organisation geschaffenen und bereitgestellten Bedingungen, Instrumenten und Vorgaben für die Entscheidungsfindung durch die Akteure.

Entscheiden und das Wahrnehmen von Verantwortung gehen Hand in Hand. Die Verantwortung im Bereich der nuklearen Sicherheit ist in oberster Instanz beim Betreiber einer Kernanlage bzw. beim Bewilligungsinhaber angesiedelt (Art. 22 Abs. 1 KEG [36], vgl. Kap. 2.2.1). In der Organisation des Bewilligungsinhabers sind Entscheidungen strukturell in verschiedenen Stufen der Aufbauorganisation verankert und werden in der Ablauforganisation praktisch umgesetzt. Sichtbar verankert sind Entscheidungen in Prozessabläufen, in denen verantwortliche Funktionsträger benannt sind. In der Richtlinie ENSI-G07 ([9]) werden die rechtlichen Anforderungen konkretisiert.

Die Aufsichtsbehörde prüft die durch die Organisation des Bewilligungsinhabers festgelegten formalen Anforderungen. Diese Prüfung erfolgt meist im Rahmen einer Inspektion eines spezifischen Gegenstandes. Hinweise auf Entscheidungsprozesse finden sich in Dokumenten, beispielsweise Entscheidungsprotokollen, Prüfsignaturen oder ähnlichem.

In Fachgesprächen (vgl. Kap. 1.2) geht die Behörde spezifisch auf konkrete Themen ein, dabei thematisiert werden auch Entscheidungsfindungsprozesse und die Einflüsse darauf.

In behördlich beobachteten Notfallübungen, insbesondere bei der Arbeit des Notfallstabs, sowie bei den praktischen Zulassungsprüfungen am Anlagensimulator ist die Beobachtung der Entscheidungsfindung u. a. eine bewertete Kategorie.

Im Bereich Mensch und Organisation wird bei Freigabeanträgen für Nachrüstprojekte von Kernanlagen ein Programm zur Berücksichtigung der menschlichen und organisatorischen Faktoren (HOF-Programm) gefordert. Die beschriebenen Prozessschritte und das iterative Vorgehen in den verschiedenen Phasen von Nachrüstprojekten geben Hinweise auf den gelebten Prozess der Entscheidungsfindung im Projektalltag der Beaufsichtigten. Etwas, das im Alltäglichen verankert ist, kann unter Notfallbedingungen besser abgerufen werden.

Bei Vorkommnissen wird das Thema des Entscheidens durch die Betriebsorganisation bei Bedarf retrospektiv analysiert und bewertet. Dabei ist der Rückfluss der Erkenntnisse in die Organisation zentral. Der Erkenntnisgewinn aus organisationsfremden Vorkommnissen (Auswertung von Betriebserfahrung) ist ebenfalls eine wichtige Quelle für Verbesserungen ([9]).

4.6 Fazit

Die Basis für gute Entscheidungen kann mit strukturierten Entscheidungsprozessen, Trainings und einer offenen Haltung für Informationen gelegt werden. Wenn extreme Notfälle auftreten, reichen rein organisatorische Massnahmen in Form von Standards und Regeln nicht mehr aus. Bei extremen Notfällen zeichnen sich Entscheidende dadurch aus, dass sie sich selber und ihre Grenzen gut kennen und achtsam damit umgehen. Zusätzlich notwendig ist, sich auf ein Team, in dem gegenseitiges Vertrauen herrscht und welches klare Anordnungen zielgerichtet umsetzt und flexibel auf neu eintretende Wendungen reagiert, verlassen zu können (siehe auch Kap. 3.1).

Die Aufsicht muss sich in erster Linie auf den in Verhaltensweisen, Abläufen, Vorgaben und Produkten beobachtbaren bzw. ableitbaren Ausdruck dieser Merkmale guter Entscheidungsfindung fokussieren. Dies ist in der Aufsicht der Sektion MEOS auf vielfältige Art bereits der Fall. Aus diesem Grund werden keine zusätzlichen spezifischen Aufsichtsmassnahmen abgeleitet.

5 Exkurs zur Resilienz: Ein Input aus der Zivilluftfahrt

Eine resiliente Organisation strebt nach Achtsamkeit und Flexibilität, damit sie sich jederzeit der vorherrschenden Situation anpassen kann und somit auch auf unerwartete Situationen vorbereitet ist. Mit dem folgenden Exkurs in die Zivilluftfahrt wird einerseits aufgezeigt, wie die Kompetenzen und Fähigkeiten von Kabinenbesatzungsmitgliedern einer Fluggesellschaft trainiert werden, um auf Unerwartetes vorbereitet zu sein. Andererseits wird die Sensibilisierung auf Unerwartetes im Arbeitsalltag beschrieben.

Wie dabei die vier Potenziale zur Resilienz von Erik Hollnagel ([29], vgl. Kap. 3.1) wirken und von welchen Aspekten des Sicherheitsmanagements die nukleare Aufsicht von der Zivilluftfahrt lernen kann, wird am Ende dieses Exkurses zur Resilienz dargestellt.

5.1 Ausbildung und Training: Prozessanpassung, Improvisation und Entscheidungen

In der Zivilluftfahrt umfasst die einmonatige Ausbildung im Bereich der Sicherheit u. a. Themen wie technische und medizinische Aspekte, Emergency Equipment, Prozesse, Evakuationsmethoden und Crew Resource Management CRM (Situationsbewusstsein, Kommunikation, Entscheidungsfindung, Anpassungsfähigkeit und Flexibilität, Leadership und Durchsetzungsvermögen). Weitere dreitägige flugzeugspezifische Schulungen, eine zweimonatige Einführungszeit «on the job», jährliche zweitägige Wiederholungsschulungen und Trainings im Simulator tragen dazu bei, dass bestehende Prozesse geübt und Ängste überwunden, die Wahrnehmung sensibilisiert sowie Kreativität und Flexibilität positiv unterstützt und gestärkt werden. Bei den Simulationen stehen Situationen im Fokus, welche Prozessanpassungen, Improvisation und schnelle zielführende Entscheidungen erfordern.

Ein Beispiel einer Trainingssequenz zur Feuerbekämpfung veranschaulicht, wie diese Kompetenzen in der Zivilluftfahrt eingeübt werden. In einem Übungsgebäude werden verschiedene Situationen mit unterschiedlichen Rauchquellen und Arten von Feuern simuliert,

mit denen die Besatzungsmitglieder in unterschiedlicher Besetzung konfrontiert werden: Mal alleine, mal zu zweit, müssen sie Feuer löschen sowie Rauchquellen suchen und identifizieren. Das bekannte Equipment aus dem Flugzeug steht je nach Szenario zur Lösung der Aufgabe zur Verfügung. Um die Improvisationsfähigkeit zu schulen, ist das Equipment nur teilweise vorhanden oder funktionstüchtig. So wird etwa der improvisierte Gebrauch von Uniformjacken, Decken, Zeitungen, Flüssigkeiten usw. zur Feuerbekämpfung eingeübt. Im Flugzeugsimulator werden die Besatzungsmitglieder ausserdem mit Szenarien konfrontiert, bei denen sich beispielsweise in der Kabine Rauch entwickelt – die Situation erfordert dann unter schweren Bedingungen eine Notlandung mit anschliessender Evakuation.

5.2 Von der Flugvorbereitung bis zur Enddestination: Sensibilisierung auf das Unerwartete im Arbeitsalltag

Informationen einholen: Eine gute Flugvorbereitung beginnt bei jedem Einzelnen schon zu Hause. Neben Vorbereitungen, die den Flug selbst sowie die Crew betreffen, werden Informationen aus dem Intra- und Internet über die Zieldestination eingeholt: Sie reichen von der Orientierung über die politische Lage über Verhaltensempfehlungen und übertragbare Krankheiten bis hin zu den Notfallnummern vor Ort.

Informationen austauschen, lernen und reflektieren: Vor jedem Flug findet ein ca. 30-minütiges Briefing statt. Es dient dazu, sich gegenseitig kurz vorzustellen, Aufgaben und Positionen zu verteilen, Informationen über die Passagiere, Besatzungsmitglieder und den Flug auszutauschen. Zur Diskussion steht ausserdem jeweils ein Thema mit Bezug zur Sicherheit.

Bei der Vorstellungsrunde werden auch spezielle Ausbildungen, Fähigkeiten und erworbene Kompetenzen, welche für die Sicherheit relevant sein können, ausgetauscht: Informationen wie die Mitgliedschaft bei der örtlichen Feuerwehr, der Zweitberuf als Rettungssanitäter, eine psychologische Grundausbildung oder spezielle Fremdsprachenkenntnisse sind relevant für die Kolleginnen und Kollegen, damit sie wissen, auf welche Fähigkeiten sie in einer unerwarteten Situation zurückgreifen können.

Informationen über Passagiere (etwa Beeinträchtigungen, Tiere wie z. B. Blindenhunde, Kinder, die alleine reisen, Personen, welche ausgeschafft oder abgewiesen werden, Flugmarshalls, welche den Flug verdeckt begleiten) dienen der Crew dazu, sich ein Bild über die an Bord vorhandenen Risiken und Ressourcen zu machen und die Zuständigkeiten der Besatzungsmitglieder zu definieren.

Informationen zu den überflogenen Gebieten, etwa Gewässer, Gebirge, Wüste oder Dschungel machen den Crewmitgliedern bewusst, was sie bei einer Zwischen- oder einer Notlandung antreffen könnten.

Das sicherheitsbezogene Thema, das ebenfalls beim Briefing besprochen wird, kann spezifisch zum bevorstehenden Flug passen, einen Prozess fokussieren oder ein Erlebnis eines Crewmitglieds: z. B. die Schutzfaktoren einer gut gelungenen Zusammenarbeit bei einer Notlandung, die Reaktion auf einen medizinischen Vorfall oder welches Emergency Equipment bei einer Notwasserung wichtig ist. Die Thematisierung eines sicherheitsrelevanten Themas im Arbeitsalltag ist für die Besatzungsmitglieder ein gewinnbringendes Lernangebot mit Praxisbezug. Gleichzeitig werden das erworbene Wissen, Prozesse und die Handhabung vom Equipment repetiert.

Hilfsmittel für Sicherheits-Checks: Jedes Crewmitglied kontrolliert seine Station, inklusive des Emergency Equipments, anhand einer Checkliste. Funktioniert beispielsweise das Megaphon? Ist eine Axt mit Feuerschutzhandschuhen vorhanden? Bei fehlendem Material oder Fehlfunktion wird die Maintenance kontaktiert. Der Sicherheitscheck gibt den Crewmitgliedern einen Überblick, welches Equipment ihnen zur Verfügung steht und wo es im jeweiligen Flugzeugtyp verstaut ist, damit sie bei einem Zwischenfall rasch handlungsfähig sind.

Screening: Das Boarding wird samt Begrüssung der Passagiere und Hilfe bei der Platzsuche und Gepäckverstaueung auch dazu genutzt, das Verhalten der Passagiere zu beobachten. Bei Auffälligkeiten wird der Dialog gesucht, um mögliche Schwierigkeiten wie Flugangst, ein medizinisches Problem oder starken Alkoholeinfluss zu identifizieren und gegebenenfalls Unterstützung zu bieten oder Hilfe zu holen.

«One Minute of Silence»: Unmittelbar vor dem Start und der Landung erhalten die Besatzungsmitglieder ein Zeichen aus dem Cockpit zur «one minute of silence»: Vor der heikelsten Phase eines jeden Fluges lassen sich die Besatzungsmitglieder die Prozeduren durch den Kopf gehen, wenn etwas Ungewöhnliches geschehen würde (z. B. bei einem heftigen Startabbruch oder einem Triebwerkschaden). Folgende Überlegungen stehen dabei im Fokus:

- Ist meine Sitzposition richtig, sodass ich im Falle eines Startabbruchs geschützt bin?
- Wie ist die Umgebung? Landen oder starten wir über Wasser?
- Wie lauten die Evakuierungsbefehle bei einer Notlandung im Wasser?
- Welche Passagiere in meiner Nähe können mich unterstützen, falls nötig?
- Wie heissen meine Kollegen und Kolleginnen in meiner Nähe?
- Welche Befehle sind in die Kabine zu rufen, wenn die Tür klemmt?
- Was nehme ich an Equipment mit?
- Wo sitzen unbegleitete Kinder, Passagiere mit Beeinträchtigungen usw.?

Safety Awareness und Communication: Während des Flugs werden Auffälligkeiten wie seltsame Gerüche und Geräusche sowie Hinweise von Passagieren verfolgt und das Cockpit darüber informiert. Damit sich die Piloten von der Lage in der Flugzeugkabine ein Bild machen können, ist eine gute Kommunikation mit der Kabinenbesatzung für die Sicherheit von sehr grosser Bedeutung.

Safety Awareness, all Times and Everywhere:

Nach der Landung haben die Passagiere den Drang, so schnell wie möglich das Flugzeug zu verlassen. Aufgrund der vielen Beinahe-Unfälle und Unfälle, die sich auf dem Flughafengelände ereignen, ist es jedoch wichtig, dass sie bis zur Parkposition angeschnallt sitzen bleiben. Erst wenn die Triebwerke ausgeschaltet sind und eine Treppe oder die Brücke angedockt ist, dürfen die Piloten das Okay zur Türöffnung geben. Erst kurz davor wird die Kabinenbesatzung aufgefordert, die Notfallrutschen zu desarmieren. Dieser Prozess erfordert nochmals die volle Aufmerksamkeit der Besatzung. Wird die Tür vor dem Okay der Piloten geöffnet, kann das für das Bodenpersonal verheerende Folgen haben, da die Rutschen noch armiert sind und abgehen würden. Trotz der Anstrengung des Fluges und allfälliger Müdigkeit ist Sicherheitsbewusstsein bis zum Schluss geboten.

5.3 Die vier Potenziale zur Resilienz

Die vier Potenziale zur Resilienz (vgl. Kap. 3.1) lassen sich mit den beschriebenen Beispielen aus der Zivilluftfahrt im Folgenden erklären:

- *das Potenzial zu reagieren (to RESPOND):* «Wissen, was tun»; wird in der Ausbildung, den Trainings, Simulationen und Improvisationen geübt und im Arbeitsalltag verstärkt; die täglichen Briefings tragen dazu bei, gut vorbereitet und sensibilisiert zu sein;
- *das Potenzial zu beobachten/überwachen (to MONITOR):* «Wissen, wonach schauen»; mit der Flugvorbereitung, dem Betreten des Flughafengeländes, des Briefingraums und schlussendlich des Flugzeuges sind die Crewmitglieder auf die Umgebung, das Geschehen, die Menschen, Töne und Gerüche sensibilisiert, nehmen diese bewusst wahr und nehmen gemeldete Auffälligkeiten ernst. Diese sensibilisierte Wahrnehmung wird im Training, im Simulator geübt und verinnerlicht;
- *das Potenzial zu lernen (to LEARN):* «Wissen, was vorgefallen ist»; die eigene Erfahrung im Arbeitsalltag, der Austausch über positive und negative Erlebnisse in den Briefings sowie die jährlichen Schulungen, bei denen neue Erkenntnisse angesprochen, umgesetzt und angeeignet werden, welche z. B. auch aus Vorkommnissen anderer Airlines stammen, umfassen den kleinen wie auch den grossen Lernkreis und fliessen in die Umsetzung;
- *das Potenzial zu antizipieren (to ANTICIPATE):* «Wissen, was zu erwarten ist»; mit den gelernten Abläufen, Trainings, Simulationen und Improvisationen, der Flugvorbereitung und dem Wissen über die Ressourcen und Herausforderungen der aktuellen Situation, wie am Beispiel der «one minute of silence» veranschaulicht wird, sowie der sensibilisierten Wahrnehmung äusserer Einflüsse, sind die Besatzungsmitglieder bereit zu reagieren, zu entscheiden, zu handeln und zu improvisieren.

5.4 Reflexion – Lernen von den Besonderheiten der Zivilluftfahrt

Besonderheiten in der Zivilluftfahrt sind neben der Zusammenarbeit wechselnder Besatzungsmitglieder auch die täglich unterschiedlichen Arbeitszeiten, Rotationen, Arbeitspositionen und Zieldestinationen mit stets wechselnden Passagieren, welche eine hohe Flexibilität und Anpassungsfähigkeit abverlangen. Um das Team kennenzulernen, haben die Crewmitglieder im Briefing eine halbe Stunde Zeit. Geübte Techniken und Prozesse, welche die Sicherheit unterstützen, werden auf selbstverständliche Weise eingesetzt, wie z. B. die Anwendung des phonetischen Alphabets, des Vier-Augen-Prinzips, von Cross-Checks, STAR («Stop – Think – Act – Review») etc. Eine sich stets ändernde Teamkonstellation ist ebenso förderlich, um eigene blinde Flecken zu erkennen. Ein weiteres Merkmal, welches zur Sicherheit beiträgt, sind die Briefings, in denen sich die Crewmitglieder über negative und

positive Beispiele aus dem Arbeitsalltag austauschen, immer wieder neue Erkenntnisse sammeln und den Fokus nicht nur auf die Faktoren, welche zu einem Vorkommnis geführt haben, legen, sondern vielmehr auch die Schutzfaktoren, welche das Ereignis in eine gute Richtung geführt haben, beleuchten. Diese können technische, organisatorische und/oder menschliche Faktoren sein.

Die Besatzungsmitglieder werden dabei mit ihrem impliziten und expliziten Wissen, den Erfahrungen, dem Training, ihrer Achtsamkeit, ihrem Situationsbewusstsein, ihrer Flexibilität und Kreativität, ihren Entscheidungen und dem vorgegebenen Handlungsspielraum, den sie für ihre Anpassungen beim Handeln und Verhalten benötigen, als Sicherheitsfaktoren angesehen, welche auf unerwartete Situationen vorbereitet und befähigt sind, zu reagieren.

5.5 Reflexion – Schlussfolgerungen für die Aufsicht der Sektion MEOS

Die Sektion MEOS könnte bei Inspektionen und Fachgesprächen durch eine vermehrt unterschiedliche Zusammensetzung von Teams wie in der Zivilluftfahrt für ihre Aufsicht profitieren, um allfällige festgefahrene Muster zu durchbrechen oder zu bereichern und blinden Flecken vorzubeugen. Wichtig ist, dass der Einbezug von Inspizierenden aus anderen Sektionen in die MEOS-Aufsichtsaktivitäten weiterhin unterstützt und verstärkt wird. Durch eine wechselnde interdisziplinäre Zusammenarbeit wird nicht nur der eigene Horizont erweitert, sondern auch eine ganzheitliche Systembetrachtung, unter Berücksichtigung des systemischen Ansatzes (vgl. Kap. 2.2), gefördert.

Wie beim Briefing vor einem Flug könnten auch bei Vorbereitungsgesprächen und Nachbesprechungen von Fachgesprächen oder Inspektionen der Sektion MEOS verstärkt positive Beispiele thematisiert und diskutiert werden. Dies stünde im Kontext des Lernens aus Erfahrung und des Safety-II-Ansatzes (vgl. Kap.3.2).

Safety-II-Aspekte könnten wie beim Briefing in der Zivilluftfahrt auch bei der Vorkommnisbearbeitung stärker berücksichtigt werden. Aktuell stehen die beitragenden Faktoren, welche zu einem Vorkommnis geführt haben, und die daraus resultierenden Massnahmen im Fokus der Bearbeitung. Gemäss Safety II müssten auch die Schutzfaktoren, welche ein Ereignis mit gravierenderen Konsequenzen verhindert haben, beleuchtet, gewürdigt und gestärkt werden. Diese Schutzfaktoren können technischer, organisatorischer und/oder menschlicher Art sein (vgl. Kap. 3.4.2).

Mit dem Austausch und der Zusammenarbeit mit Aufsichtsbehörden und Institutionen aus anderen sicherheitsrelevanten Branchen wird ein Wechsel der Perspektive angeregt, aus den Erfahrungen der anderen gelernt, gegenseitig profitiert und die Resilienz der Organisationen gefördert. Dieser Austausch sollte weiterhin gestärkt werden.

6 Schlusswort

Der vorliegende Bericht stellt für die Sektion MEOS sowohl ein «Output» als auch ein «Input» dar. Er ist einerseits der Abschluss der dreiteiligen Berichtsreihe zu den menschlichen und organisatorischen Faktoren des Reaktorunfalls von Fukushima Daiichi. Er behandelt die von der Sektion MEOS seit dem Unfall im März 2011 gewonnenen Erkenntnisse und gesammelten Erfahrungen für die Aufsicht im Bereich Mensch und Organisation. Andererseits ist er der Ausgangspunkt für die weitere Reflexion und Entwicklung der Aufsicht der Sektion vor dem Hintergrund dieser Erkenntnisse und des aktuellen Stands der Sicherheitswissenschaften.

Aus den in den einzelnen Kapiteln des Berichts formulierten Themen, Methoden und Ansätze für die zukünftige Aufsicht wird die Sektion MEOS einen Aktionsplan für die kurz-, mittel- und langfristige Umsetzung dieser Absichten im Rahmen ihrer Aufsichtstätigkeit erarbeiten.

Die abgeleiteten Implikationen für die Aufsicht der Sektion MEOS betreffen einerseits Themen, welche im Rahmen der Aufsicht behandelt werden, andererseits Aufsichtsansätze und Methoden, die bei der Aufsicht zur Anwendung kommen sollen. Diesen Themen, Ansätzen und Methoden liegen die beiden grundlegenden, in den Sicherheitswissenschaften verankerten und etablierten Konzepte des systemischen Ansatzes und des Safety-II-Ansatzes bzw. der Resilienz zugrunde. Offizielle Untersuchungen zum Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi identifizierten diese Konzepte als Grundlage für Lehren und Empfehlungen für die Weiterentwicklung der nuklearen Sicherheit der Kernanlagen weltweit.

Da die auf dem klassischen Safety-I-Ansatz beruhenden Ansätze und Methoden bereits seit vielen Jahren erprobt und etabliert sind, werden diese im vorliegenden Bericht nicht thematisiert. Gegenstand des Berichts sind demnach die noch weniger etablierten Ansätze und Methoden für die Aufsicht nach dem Safety-II-Ansatz.

Implikationen für den Aufsichtsansatz im Bereich von Mensch und Organisation

Vor dem Hintergrund des systemischen Ansatzes und der Konzeptionen von Resilienz und Safety-II wurde eine Reihe von Implikationen für den Aufsichtsansatz der Sektion MEOS abgeleitet. Demnach erweist sich ein stärkerer Fokus auf einer «performance»-orientierten Aufsicht, in Abgrenzung zu einer rein «compliance»-orientierten Aufsicht, als zielführend (vgl. dazu insbesondere Kap. 2.2.1). Dabei stehen der Dialog zwischen der Aufsichtsbehörde und den beaufsichtigten Organisationen und die Förderung der Selbstreflexion und Stärkung der Eigenverantwortung bei den Beaufsichtigten durch eine entsprechende Aufsichtstätigkeit im Vordergrund. Weiterhin soll der Fokus der Aufsicht verstärkt auf dem Verstehen des normalen Funktionierens der beaufsichtigten Organisation und der alltäglichen Ausführung der Arbeiten liegen und nicht ausschliesslich auf der Suche nach negativen Ereignissen, Abweichungen von Soll-Vorgaben und den idealtypischen Vorstellungen von Arbeiten und Abläufen (vgl. dazu insbesondere Kap. 3.3 und 3.4).

Gleichwohl gilt es zu berücksichtigen, dass es nicht sinnvoll ist, eine standardisierte und immer gleichbleibende Aufsichtsstrategie anzuwenden. Dies bedeutet, dass, im Sinne einer «responsive regulation» in Abhängigkeit von der Situation, dem Kontext, der Kultur oder der Sicherheitsleistung einer beaufsichtigten Organisation unterschiedliche Aufsichtsansätze angewandt werden müssen. Diese können auf einem Kontinuum von einer auf Dialog, Überzeugung und weitgehender Eigenverantwortung und Selbstregulation gründenden Aufsicht über zunehmend fordernde und präskriptive Interventionen der Aufsichtsbehörde bis hin zu strengen Sanktionen eskalieren (vgl. dazu insbesondere Kap. 2.2.1).

Implikationen für die Aufsichtsmethodik

Eine auf dem systemischen Ansatz und auf Safety-II basierende Aufsicht erfordert Methoden, welche auf Dialog und Reflexion beruhen. Deshalb überprüfte die Sektion MEOS, ob und wie sie ihre auf Gesprächen basierenden Aufsichtsmethoden entsprechend weiterentwickeln kann (vgl. Kap. 3.4.2). Als prototypische gesprächsbasierte Methoden für den Safety-II-Ansatz sind das Fachgespräch zum Dialog über die Sicherheitskultur sowie explorative Fachgespräche zu betrachten. Informationsgespräche und Inspektionen müssen hingegen explizit durch Safety-II-Elemente angereichert werden. Dies bedingt beispielsweise die Formulierung von Fragen und Gesprächsführungstechniken, welche geeignet sind, die (Selbst-)Reflexion und die Eigenverantwortung der Beaufsichtigten zu stärken. Auch die Vorkommnisbearbeitung lässt sich durch Safety-II-Aspekte anreichern, indem beispielsweise der Fokus der Analyse nicht ausschliesslich auf die Ursachen des unerwünschten Ereignisses gelenkt wird, sondern auch die Faktoren beleuchtet werden, welche einen schlimmeren Verlauf verhindert haben oder welche dazu beitragen, dass der betroffene Vorgang normalerweise problemlos abläuft. Schliesslich könnte ein kraftwerksübergreifendes Forum den Dialog und den Austausch zwischen der Aufsichtsbehörde und den Beaufsichtigten sowie zwischen den Beaufsichtigten stärken.

Von anderen Branchen zu lernen, ist nicht nur für die Betreiber von Kernanlagen wichtig, sondern auch für die Aufsichtsbehörde selbst. Aus diesem Grund werden im vorliegenden Bericht Methoden zur Stärkung der Resilienz aus der Zivilluftfahrt beleuchtet und Schlussfolgerungen für die Aufsicht abgeleitet, beispielsweise bezüglich der Stärkung der interdisziplinären Zusammenarbeit und des systemischen Ansatzes durch eine geeignete Zusammensetzung der Aufsichtsteams oder durch eine lernförderliche Gestaltung von Vor- und Nachbesprechungen (vgl. dazu Kap. 5.5).

Identifizierte Aufsichtsgegenstände für die Aufsicht

Basierend auf identifizierten Themen, anhand derer die Anwendung des *systemischen Ansatzes* im Rahmen der kontinuierlichen Verbesserung des Managementsystems überprüft werden kann, wurden Aufsichtsgegenstände identifiziert, welchen die Sektion MEOS spezielle Aufmerksamkeit widmen wird oder bereits in der Vergangenheit gewidmet hat (vgl. dazu Kap. 2.2.2). Diese Aufsichtsgegenstände sind auf der Strategie-, der Prozess- oder der Arbeitsebene der betrachteten MTO-Systeme angesiedelt und betreffen Themen wie beispielsweise den Zweck, die Vision und die Strategie des Systems, die Systemgrenzen und den externen Kontext des Systems, die Prozesse und Aktivitäten für den effektiven und sicheren Betrieb, die Wirksamkeit von Massnahmen und die kontinuierliche Verbesserung der Systemrobustheit bzw. -resilienz.

Ein weiterer Aufsichtsgegenstand, welcher im Rahmen der Aufsicht behandelt wird, betrifft die *Entscheidungsfindung* in Notfallsituationen. Die Entscheidungsfindung ist bereits Gegenstand in zahlreichen Aufsichtstätigkeiten der Sektion MEOS. Weitere Themen können sich aus der Aufsichtspraxis ergeben (vgl. dazu Kap. 4.5).

Als Arbeitsinstrument zur Unterstützung der Aufsichtarbeit soll zudem ein Fragenkatalog erstellt werden. Dieser wird für die im vorliegenden Bericht behandelten Themen, aber gegebenenfalls auch für andere Aufsichtsthemen im Bereich von Mensch und Organisation, passende Fragen enthalten und wird bei der Vorbereitung entsprechender Aufsichtsaktivitäten herbeigezogen.

7 Referenzen

- [1] Amann, E.G. (2015). Resilienz. Haufe, Freiburg.
- [2] Braithwaite, J. (2002). Restorative Justice & Responsive Regulation. Oxford: University Press.
- [3] Braun, W. (2010). Die (Psycho-)Logik des Entscheidens. Fallstricke, Strategien und Techniken im Umgang mit schwierigen Situationen. Verlag Hans Huber, Bern.
- [4] Comité d'orientation sur les facteurs sociaux, organisationnels et humains (COFSOH), Groupe de travail D (2019). Développer la sécurité (<https://www.asn.fr/Informer/Actualites/Developper-la-securite>).
- [5] Croos-Müller, C. (2015). KRAFT. Der neue Weg zu innerer Stärke. Ein Resilienztraining. Kösel-Verlag, München.
- [6] Dekker, S. (2011). Drift into Failure – From Hunting Broken Components to Understanding Complex Systems. Boca Raton: CRC Press.
- [7] Dörner, D. (2003) 16. Auflage. Die Logik des Misslingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen. Reinbek: rororo.
- [8] Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (2010). Richtlinie ENSI-B10 «Ausbildung, Wiederholungsschulung und Weiterbildung von Personal», Ausgabe Oktober 2010. Brugg: ENSI.
- [9] Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (2013). Richtlinie ENSI-G07 «Organisation von Kernanlagen», Ausgabe Juli 2013. Brugg: ENSI.
- [10] Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (2014). Leitbild ENSI, Februar 2014, ENSI-AN-8718. Brugg: ENSI (https://intranet.ensi.ch/Direktionsstab/DIREKTION/_layouts/15/WopiFrame2.aspx?sourcedoc={7be26885-f83f-46b1-b799-9de398e8e18a}&action=default)).
- [11] Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (2015). Fukushima Daiichi, Menschliche und organisatorische Faktoren. Teil 1: Die Ereignisse von Fukushima Daiichi und die an ihrer Bewältigung beteiligten Organisationen, ENSI-AN-9393. Brugg: ENSI (<https://www.ensi.ch/de/dokumente/fukushima-daiichi-menschliche-und-organisatorische-faktoren-teil-1/>).
- [12] Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (2016a). Aufsicht über die Sicherheitskultur von Kernanlagen, 2. Ausgabe, Dezember 2016, ENSI-Bericht zur Aufsichtspraxis, ENSI-AN-8708. Brugg: ENSI (<https://www.ensi.ch/de/dokumente/aufsicht-ueber-die-sicherheitskultur-von-kernanlagen/>).
- [13] Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (2016b). Integrierte Aufsicht, Ausgabe Oktober 2019, ENSI-Bericht zur Aufsichtspraxis, ENSI-AN-8526. Brugg: ENSI
- [14] Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (2016c). Aufsichtskultur. ENSI-Bericht zur Aufsichtspraxis, ENSI-AN-8707. Brugg: ENSI (<https://www.ensi.ch/de/dokumente/aufsichtskultur-2015-ensi-bericht-zur-aufsichtspraxis/>).

- [15] Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (2018). Fukushima Daiichi, Menschliche und organisatorische Faktoren. Teil 2: Der Ablauf der Ereignisse aus Sicht der beteiligten Menschen vor Ort, ENSI-AN-10426. Brugg: ENSI (<https://www.ensi.ch/de/dokumente/fukushima-daiichi-menschliche-und-organisatorische-faktoren-teil-2/>).
- [16] Geeser, G.R. (2016). Standortbestimmung von Safety-II in der Aufsichtspraxis der Sektion «MEOS» des ENSI. Bachelor Thesis. Bachelorstudiengang, 6. Semester, Hochschule für Angewandte Psychologie, Fachhochschule Nordwestschweiz, Olten (Vertraulich).
- [17] Geoffroy, C. (2019). La résilience organisationnelle en contexte extrême : L'équilibre centralisation/décentralisation dans la gestion de l'accident de Fukushima Daiichi. Gestion et management. Conservatoire national des arts et métiers – CNAM, 2019. Français. NNT :2019CNAM1245.
- [18] Grote, G. (2004). Uncertainty management at the core of system design. *Annual Reviews in Control*, 28, pp. 267–274.
- [19] Grote, G. (2009). *Management of Uncertainty – Theory and Application in the Design of Systems and Organizations*. Springer: London.
- [20] Grote, G. (2012). Führung. In Badke-Schaub, P., Hofinger, G. und Lauche, K. (Hrsg.). *Human Factors, Psychologie sicheren Handelns in Risikobranchen*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- [21] Grote, G. (2019). Leadership in Resilient Organizations. In: W. Wiig & B. Fahlbruch (Eds.), *Exploring Resilience*, Springer Briefs in Safety Management, Chapter 8, pp. 59–67.
- [22] Gulati, R., Casto, C. & Krontiris, C. (2014), How the Other Fukushima Plant Survived, *Harvard Business Review*, Reihe: Crisis Management, From the Magazine (July–August 2014) (<https://hbr.org/2014/07/how-the-other-fukushima-plant-survived>).
- [23] Harzer, Claudia (2012). Positive psychology at work: the role of character strengths for positive behavior and positive experiences at the workplace. University of Zurich, Faculty of Arts.
- [24] Healy, J. & Braithwaite, J. (2006). Designing safer health care through responsive regulation. *The Medical Journal of Australia* 184 (10), Supplement, S56–S59.
- [25] Hofinger, G. (2013). Entscheiden in komplexen Situationen – Anforderungen und Fehler. In Heimann, R., Strohschneider, S. & Schaub, H. (Hrsg.). *Entscheiden in kritischen Situationen: Neue Perspektiven und Erkenntnisse*. Frankfurt am Main: Verlag für Polizeiwissenschaft.
- [26] Hollnagel, E. (2004). *Barriers and Accident Prevention*. Farnham, UK & Burlington, USA: Ashgate.
- [27] Hollnagel, E. (2012). *FRAM: The Functional Resonance Analysis Method. Modelling Complex Socio-Technical Systems*. Farnham, UK & Burlington, USA: Ashgate.
- [28] Hollnagel, E. (2014). *Safety-I and Safety-II. The Past and Future of Safety Management*. Farnham, UK & Burlington, USA: Farnham.
- [29] Hollnagel, E. (2018a). *Safety-II in Practice. Developing the Resilience Potentials*. London & New York: Routledge.
- [30] Hollnagel, E. (2018b). *FRAMSYNT. The Functional Resonance Analysis Method*: <https://functionalresonance.com/onewebmedia/Manual%20ds%201.docx.pdf>.
- [31] International Atomic Energy Agency (2015). *The Fukushima Daiichi Accident. Technical Volume 2, Chapter 2.6. Human and Organizational Factors*, pp. 121–147. Vienna: IAEA.

- [32] International Atomic Energy Agency (2016). GSR PART 2, Leadership and Management for Safety, Vienna: IAEA.
- [33] Janis. I. (1972). Victims of groupthink. Boston: Houghton Mifflin.
- [34] Jungermann, H, Pfister, H.R. & Fischer, K. (2010) (3. Auflage), Die Psychologie der Entscheidung. Eine Einführung. Spektrum.
- [35] Kabat-Zinn, J. (2011). Gesund durch Meditation. Das vollständige Grundlagenwerk zu MBSR. O.W. Barth.
- [36] Kernenergiegesetz vom 21. März 2003 (KEG), SR 732.1 (Stand: 1. Januar 2020).
- [37] Kernenergieverordnung vom 10. Dezember 2004 (KEV), SR 732.11.
- [38] Kim, J.T., Park J., Kim J. & Seong P.H. (2018). Development of a quantitative resilience model for nuclear power plants. *Annals of Nuclear Energy* 122 (2018) 175–184.
- [39] Kitamura, M. (2014). Resilience Engineering for Safety of Nuclear Power Plant with Accountability. In C. Nemeth & E. Hollnagel (eds.), *Becoming Resilient. Resilience Engineering in Practice, Volume 2*. Ashgate: Farnham, UK.
- [40] LaPorte, T.R. & Consolini, P.M. (1991). Working in Practice But Not in Theory: Theoretical Challenges of “High-Reliability Organizations”. *Journal of Public Administration and Theory, J-PART*, Vol. 1, No. 1. (Jan., 1991), pp. 19–48.
- [41] Leistikow, I, & Bal, R. (2020). Resilience and regulation, an odd couple? Consequences of Safety-II on governmental regulation of healthcare quality. *BMJ Qual Saf* 2020;0:1–4. doi:10.1136/bmjqs-2019-010610.
- [42] Macrae, C. (2013). Reconciling Regulation and Resilience in Health Care. In: E. Hollnagel, J. Braithwaite & R.L. Wears (Eds.), *Resilient Health Care*. Farnham, UK & Burlington, USA: Ashgate.
- [43] Macrae, C. & Wiig, S. (2019). Resilience: From Practice to Theory and Back Again. In: S. Wiig & B. Fahlbruch (Eds.), *Exploring Resilience, SpringerBriefs in Safety Management*, Chapter 15, pp. 121–126.
- [44] Manser, T. (2012). Komplexität handhaben – Handeln vereinheitlichen – Organisationen sicher gestalten. In: P. Badke-Schaub, G. Hofinger & K. Lauche (Hrsg.). *Human Factors – Psychologie sicheren Handelns in Risikobranchen* (2. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- [45] National Diet of Japan Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission (NAIIC) (2012). *The Official Report of the Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission*, National Diet of Japan, Tokyo.
- [46] Nuclear Safety OECD/NEA/CSNI/R(2015)16, October 2015. Human Performance under extreme conditions with respect to a resilient organisation. *Proceedings of a CSNI International Workshop*. 24–26 February 2015, Brugg, Switzerland.
- [47] Park J., Kim J., Lee, S. & Kim, J. (2018). Modeling Safety-II based on unexpected reactor trips. *Annals of Nuclear Energy* 115 (2018) 280–293.
- [48] Peterson, C., & Seligman, M. E. P. (2004). *Character strengths and virtues: A handbook and classification*. New York, NY: Oxford University Press.

- [49] Provan, D.J., Woods, D.D., Dekker, S.W.A. & Rae A.J. (2020). Safety II professionals: How resilience engineering can transform safety practice. *Reliability Engineering and System Safety* 195 (2020) 106740.
- [50] RSK-Stellungnahme (2016). 488. Sitzung der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) am 03.11.2016, Monitoring von Know-how- und Motivationsverlust und geeignete Maßnahmen zur Stärkung von Motivation und Know-how-Erhalt in der deutschen Kernenergiebranche (http://www.rskonline.de/sites/default/files/reports/epanlage1rsk488hp_0.pdf).
- [51] RSK Empfehlung (2019). 512. Sitzung der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) am 22./23.10.2019. Bewertung der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Vermeidung der Wiederholung von Ereignissen (<http://www.rskonline.de/sites/default/files/reports/epanlage1rsk512hp.pdf>).
- [52] Rutz, S. (2017). *Practicing Reflexive Regulation*. Rotterdam: Erasmus University.
- [53] Sommerauer, K. & Meier, R. (2015). *Ein guter Kapitän zeigt sich im Sturm. Krisenkompetenz für Führungskräfte*. Hogrefe Verlag, Bern.
- [54] Strohschneider, S. & Weth, R., v.d. (Hrsg.) (2002). *Ja, mach nur einen Plan. Pannen und Fehlschläge – Ursachen, Beispiele, Lösungen*. Bern: Verlag Hans Huber.
- [55] Van Avermaet, E. (2003). Sozialer Einfluss in Kleingruppen. In Stroebe, W., Jonas, K., & Hewson, M. (Hrsg.). *Sozialpsychologie*. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag.
- [56] Wäfler, T, Gugerli, R. & Nisoli, G. (2021). Integrating Safety-II into Safety Management. Generalized Guidelines for a Safety-II-based Tool: Measure Evaluation and Effectiveness Assessment. *Mensch-Technik-Organisation*, Band 50. Zürich: vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.
- [57] Weick, K.E. (1993). Collapse of sensemaking in organizations: the Mann Gulch disaster. *Adm. Sci. Q.* 38(4), 628–652 (1993).
- [58] Weick, K.E. & Sutcliffe, K.M. (2015). *Managing the Unexpected – Sustained Performance in a Complex World*, 3rd Edition. Hoboken, New Jersey: Wiley.
- [59] Wilpert, V. (2008). Regulatory styles and their consequences for safety. *Safety Science* 46 (2008) 371–375.
- [60] Wiig, S., Aase, K., & R. Bal (2019). Reflexive Spaces: Leveraging Resilience Into Healthcare Regulation and Management. *Journal of Patient Safety*, January 2020.
- [61] Wiig, S. & Fahlbruch, B. (eds.) (2019). *Exploring Resilience*. SpringerBriefs in Safety Management (<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-030-03189-3.pdf>).
- [62] Wiig, S. & Fahlbruch, B. (2019). Exploring Resilience – An Introduction. In: S. Wiig & B. Fahlbruch (Eds.), *Exploring Resilience*, SpringerBriefs in Safety Management, Chapter 1, pp. 1–5.
- [63] Wood, C., Ivec, M., Job, J. & Braithwaite, V. (2010). Applications of Responsive Regulation Theory in Australia and Overseas. *Regulatory Institutions Network*.
- [64] Yun, S., Faraj, S., & Sims, H. P., Jr. (2005). Contingent Leadership and Effectiveness of Trauma Resuscitation Teams. *Journal of Applied Psychology*, 90(6), 1288–1296.
- [65] Zolli, A. & Healy, A.M. (2012). *Resilience*. London: Headline Publishing Group.

8 Endnoten

ⁱ «The accident at the Fukushima Daiichi NPP was a surprise outside the boundaries of the basic assumption of the key stakeholders, meaning the stakeholders had not been able to imagine that such an accident could occur. From this, the lesson learned for the international nuclear community is that the possibility of the unexpected needs to be integrated into the existing worldwide approach to nuclear safety» ([31], S. 146).

ⁱⁱ «NISA's oversight and regulatory activities were often based on compartmentalized thinking, i.e. it did not sufficiently address issues in a broad, systemic manner, considering all aspects relevant to safety (...). Particular emphasis was placed on technical issues, compared with operational aspects and human and organizational factors (...)» ([31], S. 130).

«In addition, the regulatory bodies were less disposed to learning from international experience (...) showing a clear tendency for isolation (...), frequently arguing that lessons learned and approaches from other countries were not applicable to Japan» ([31], S. 130).

ⁱⁱⁱ «A systemic approach to safety needs to be implemented by all participants and in all types of activities within the nuclear power programme and throughout the entire life cycle of nuclear installations, including review services offered by international organizations. As was shown by the analysis, in Japan, nuclear installations, TEPCO and NISA primarily focused on the technical aspects of nuclear safety. A systemic approach to safety implies that all stakeholders, besides the technical factors, take comprehensively into account the human and organizational factors, including safety culture, to build resilient capabilities» ([31], S. 144).

^{iv} «The basic idea of responsive regulation is that governments should be responsive to the conduct of those they seek to regulate in deciding whether a more or less interventionist response is needed» ([2], S. 29).

^v «... with regard to nuclear emergency preparedness, it was not necessary to anticipate an accident that would release enough radioactive material as to actually require protective actions, since (they believed) rigorous nuclear safety regulations, including safety inspections and operation management, were in place in Japan» ([45], S. 137).

^{vi} «Resilience is an expression of how people, alone or together, cope with everyday situations – large or small – by adjusting their performance to the conditions. An organisation's performance is resilient if it can function as required under expected and unexpected conditions alike (changes/disturbances/opportunities)» ([29], S. 14f.).

^{vii} «Resilience competencies and resources have to be developed well in advance within organizations to help personnel to quickly and flexibly adapt to new situations, to develop new solutions for blind spots – in other words: to be resilient in unexpected situations» ([31], S. 146).

^{viii} «The signature of a high reliability organization (HRO) is not that it is error-free, but that errors don't disable it» ([58], S. 95).

^{ix} «Knowing what to do or being able to respond to regular and irregular changes, disturbances and opportunities by activating prepared actions, by adjusting the current mode of functioning, or by inventing or creating new ways of doing things» ([29], S. 26).

^x «Knowing what to look for or being able to monitor that which affects or could affect an organisation's performance in the near term – positively or negatively. (In practice, this means within the time frame of ongoing operations, such as the duration of a flight or the current segment of a procedure.) The monitoring must cover an organisation's own performance as well as what happens in the operating environment» ([29], S. 27).

- xi** «Knowing what has happened or being able to learn from experience, in particular to learn the right lessons from the right experiences. This includes both single-loop learning from specific experiences and the double-loop learning that is used to modify the goals or objectives. It also includes changing the values or criteria used to tailor work to a situation» ([29], S. 27).
- xii** «Knowing what to expect or being able to anticipate developments further into the future, such as potential disruptions, novel demands or constraints, new opportunities or changing operating conditions» ([29], S. 27).
- xiii** «An integrative framework should also accommodate the positive, as well as the ‘negative’, aspects of resilience: the processes of improvement, adaptation and innovation as much as the management of the adverse impacts and crises that are often viewed as the prime trigger of resilience» ([43], S. 127).
- xiv** «It is not just about being able to recover from threats and stresses, but rather about being able to perform as needed under a variety of conditions – and to respond appropriately to both disturbances and opportunities» ([29], S. 15).
- xv** «In general, Safety-II is about learning from things that go right and improving resilience, where Safety-I is about learning from things that go wrong and improving compliance» ([41], S. 1).
- xvi** Gegenüberstellung der Merkmale von Safety-I und Safety-II ([28], S. 147)

	Safety-I	Safety-II
Definition of safety	As few things as possible go wrong.	As many things as possible go right.
Safety management principle	Reactive, respond when something happens, or is categorised as an unacceptable risk.	Proactive, continuously trying to anticipate developments and events.
Explanation of accidents	Accidents are caused by failures and malfunctions. The purpose of an investigation is to identify causes and contributory factors.	Things basically happen in the same way, regardless of the outcome. The purpose of an investigation is to understand how things usually go right as a basis for explaining how things occasionally go wrong.
Attitude to the human factor	Humans are predominantly seen as a liability or a hazard.	Humans are seen as a resource necessary for system flexibility and resilience.
Role of performance variability	Harmful, should be prevented as far as possible.	Inevitable but also useful. Should be monitored and managed.

- xvii** «The central theme of centralized control is ‘plan and conform’, while the central theme of guided adaptability is ‘plan and revise’» ([49], S. 11).
- xviii** «Managers, safety professionals and frontline workers need to determine when, for a given context, the safe course of action is to comply with standardized practices, and when the safe course of action is to adapt» ([49], S. 11).
- xix** «Poorly designed and implemented regulation can therefore dramatically reduce the attentional resources, local authority and capacity for flexibility on the front line of health care organisations. That is, poor regulation can reduce organizational capacities for resilience» ([42], S. 116).
- xx** «Regulatory technologies that aim to support centralized and standardized control of behavior appear immediately at odds with the emphasis that most models of resilience place on local innovations, flexibility, improvisation, adaptability, problem solving, vigilance and trial-and-error learning» ([42], S. 115).
- xxi** «With this much riding on compliance, organisations can become overly focused on meeting regulatory requirements merely to manage the risks of regulatory sanctions (...), at the expense of actually managing the underlying risks to quality and safety that the regulations are intended to address – so called ‘secondary risk management’» ([42] S. 116).
- xxii** «But the concepts of regulation and Safety-II are actually quite similar; both are about making sense of situations in the context of their social dynamics» ([41], S. 2).
- xxiii** «One could call this a move from regulatory oversight to regulatory insight» ([41], S. 4).
- xxiv** «We conceptualize reflexive spaces as physical or virtual platforms in which reflexive dialogical practice occurs between people. The reflexive dialogical practice is key in learning processes, because it bridges tacit and explicit knowledge. Reflexive spaces can bring people together to reflect on current challenges, adaptations, and needs in daily work practice. Reflexive spaces are forums inviting accountability and feedback on concrete practices and the effects they generate. They are collective in the sense that they mobilize experiences of relevant actors within and outside healthcare practices. Accountability within such spaces is generative in the sense that it adds to learning rather than curbing it» ([60], S. 2).
- xxv** «The goal of this approach is to leave the responsibility for safety as much as possible with the organization and management itself, while checking the capability and willingness of the organizations to manage. ‘Trust, but assess trustworthiness’ is key and the established reflexive spaces depend on these characteristics of trust, responsibility, and engagement to leverage resilience into regulation and management» ([60], S. 2).
- xxvi** «Only if an open dialogue between operator and regulator is established, can the operational flexibility which lies at the heart of resilience be effectively realized» ([21], S. 65).
- xxvii** «The task of the regulatory body is highly demanding and entails the duty of continuously challenging and questioning the basic assumption held by the industry it regulates and by itself. This implies high demands on the regulator’s self-reflecting capability to put its own role and its impact on nuclear safety and on the collective perception of nuclear safety under constant self-scrutiny» ([31], S. 144).

Impressum

Herausgeber

ENSI

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

Industriestrasse 19

CH-5201 Brugg

Telefon +41 56 460 84 00

info@ensi.ch

www.ensi.ch

ENSI-AN-11071



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI
Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN
Ispettorato federale della sicurezza nucleare IFSN
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate ENSI

Swiss Confederation

Herausgeber

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI
Informationsdienst
CH-5201 Brugg
Telefon +41 56 460 84 00
Telefax +41 56 460 84 99
info@ensi.ch
www.ensi.ch

ENSI-AN-11071
März 2021

