



Eidgenössische Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen  
Commission fédérale de la sécurité des installations nucléaires  
Commissione federale della sicurezza degli impianti nucleari  
Swiss Federal Nuclear Safety Commission



KSA-Report No. 04-01

# Sicherheitskultur in einer Kernanlage

---

## Erfassung, Bewertung, Förderung

Januar 2004



## **KSA-Report**

Die Eidg. Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen (KSA) ist beratendes Organ des Schweizerischen Bundesrats und des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation für Fragen der Sicherheit von Kernanlagen. Neben Stellungnahmen zu Bewilligungsgesuchen, Beobachtung des Betriebes und Mitarbeit beim Erlass von Vorschriften befasst sie sich auch mit grundsätzlichen Fragen der Sicherheit von Kernanlagen und der Beurteilung von deren Sicherheit und verfasst dazu Berichte. Diese werden wie die Tätigkeitsberichte der KSA jeweils als KSA-Report herausgegeben.



# Inhaltsverzeichnis

|   |          |
|---|----------|
| <b>Zielsetzung</b>  | <b>1</b> |
| <b>1 Ausgangslage</b>   | <b>3</b> |
| <b>2 Definition und Umschreibung von Sicherheitskultur</b>            | <b>6</b> |
| <b>3 Sicherheitskultur in der Praxis</b>                              | <b>9</b> |
| 3.1 Einleitung  | 9        |
| 3.1.1 Besonderheiten eines Kernkraftwerkes                            | 9        |
| 3.1.2 Betriebserfahrung   | 10       |
| 3.2 Anlagentechnik  | 11       |
| 3.3 Aufgaben und Verantwortung auf den verschiedenen Hierarchiestufen | 12       |
| 3.3.1 Bewilligungsinhaber   | 12       |
| 3.3.2 Kraftwerksleitung   | 13       |
| 3.3.3 Mitarbeitende   | 15       |
| 3.3.4 Rolle der Aufsichtsbehörden                                     | 17       |
| 3.4 Organisation  | 18       |
| 3.4.1 Allgemeines   | 18       |
| 3.4.2 Zusammenarbeit zwischen Organisationseinheiten                  | 19       |
| 3.4.3 Qualitätsmanagement   | 19       |
| 3.4.4 Betrieb   | 21       |
| 3.4.5 Instandhaltung  | 23       |
| 3.4.6 Technische Unterstützung  | 24       |
| 3.4.7 Strahlenschutz  | 24       |
| 3.4.8 Sicherheit am Arbeitsplatz                                      | 25       |
| 3.4.9 Ausbildung  | 26       |
| 3.4.10 Notfallorganisation  | 27       |
| 3.4.11 Interner Sicherheitsausschuss (ISA)                            | 28       |
| 3.5 Vorkommnisse  | 29       |
| 3.5.1 Vorkommnisanalyse   | 29       |
| 3.5.2 Bewertung der Sicherheitsrelevanz                               | 31       |
| 3.5.3 Verbesserungsmaßnahmen  | 32       |
| 3.5.4 Berichtswesen   | 32       |
| 3.5.5 Nichtmeldepflichtige Vorkommnisse                               | 33       |
| 3.5.6 Organisatorische Aspekte  | 34       |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.5.7 Erfassung und Auswertung von Vorkommnissen in anderen Kernanlagen | 34        |
| <b>4 Erfassung, Bewertung, Förderung der Sicherheitskultur</b>          | <b>36</b> |
| 4.1 Erfassung und Bewertung der Sicherheitskultur                       | 36        |
| 4.1.1 Grundlagen und Methoden   | 36        |
| 4.1.2 Beurteilungsinstanzen   | 41        |
| 4.2 Förderung der Sicherheitskultur                                     | 43        |
| <b>5 Empfehlung</b>   | <b>45</b> |
| <b>Anhang A: Artefakte, soziale Normen, Selbstverständlichkeiten</b>    | <b>47</b> |
| <b>Anhang B: Sicherheitskultur-Leitbild</b>                             | <b>51</b> |
| <b>Referenzen</b>   | <b>54</b> |
| <b>Abkürzungen</b>  | <b>57</b> |
| <b>Glossar</b>  | <b>59</b> |

## Zielsetzung

Für die Sicherheit von Kernanlagen sind neben den technischen Vorkehrungen die menschlichen und organisatorischen Aspekte, insbesondere deren Wechselwirkung, von entscheidender Bedeutung.

Für diese Belange prägte die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO) den Begriff "Sicherheitskultur" und machte in den vergangenen Jahren Anstrengungen, diesen zu konkretisieren und Grundlagen zur Umsetzung in die Praxis zu schaffen. Aufgrund internationaler Empfehlungen sowie eigener Erfahrungen sieht auch die KSA in einer guten Sicherheitskultur einen wesentlichen Beitrag zur nuklearen Sicherheit. Der vorliegende Bericht legt zuhanden der Betreiber von Kernanlagen, insbesondere von Kernkraftwerken, sowie der Aufsichtsbehörden Überlegungen der KSA zur Sicherheitskultur, ihrer Erfassung, Bewertung und Förderung dar. Dabei liegt das Schwergewicht auf Einstellung und Verhalten aller Beteiligten im Kontext der Gesamtorganisation.

Das vorliegende Dokument berücksichtigt schweizerische Besonderheiten. Es bezweckt:

- zu einem gemeinsamen Verständnis von Sicherheitskultur beizutragen;
- Bereiche darzulegen, denen in Bezug auf Sicherheitskultur besondere Bedeutung zukommt;
- Hilfsmittel bereitzustellen zur Erfassung, Bewertung und nachhaltigen Förderung der Sicherheitskultur;
- institutionalisierte Lernprozesse in Bezug auf sicherheitsgerichtetes Verhalten zu fördern.

Kapitel 1 beschreibt die Ausgangslage. Kapitel 2 definiert und umschreibt in Anlehnung an die IAEO den Begriff "Sicherheitskultur", nimmt Bezug auf organisatorische und menschliche Aspekte und auf die Ebenen, auf denen sich, aus Sicht der Arbeitspsychologie, bei den Mitarbeitenden und bei Organisationseinheiten Sicherheitskultur manifestieren kann. Kapitel 3 behandelt die in der Praxis massgebenden Aspekte. Das Schwergewicht liegt auf Prozessen innerhalb der Organisation. Entsprechend wird "Organisation" in zehn Bereiche gegliedert und es werden Massnahmen, die zur Erlangung einer guten betrieblichen Sicherheit erforderlich sind, vorgeschlagen. Weiter wird auf die Behandlung von Vorkommnissen mit den zentralen Teilen Analyse, Bewertung und Verbesserungsmassnahmen eingegangen. In Kapitel 4 werden Grundlagen und Methoden zur Erfassung und Bewertung der Sicherheitskultur erläutert und das Vorgehen zur Förderung dargelegt. Als Abschluss werden im Kapitel 5 Empfehlungen an Bewilligungsinhaber, Kraftwerksleitung, Mitarbeitende und Aufsichtsbehörden formuliert.

Sicherheitskultur beruht auf einer Vielzahl von Faktoren. Es wird versucht, die wichtigsten in Kurzform darzustellen; zur Vertiefung wird auf die zitierte Literatur verwiesen. Bezüglich Bewertung und Förderung der Sicherheitskultur geht die Entwicklung weiter. Der Bericht möchte Bewilligungsinhaber, Kraftwerksleitungen und Mitarbeitende von Kernanlagen und Aufsichtsbehörden bei ihren Überlegungen zur Sicherheitskultur und deren ständige Förderung unterstützen.

Der erste Bericht der KSA über Sicherheitskultur ist im Februar 1997 erschienen. In der Zwischenzeit hat sich das Konzept der Sicherheitskultur durchgesetzt und weiter entwickelt. Der neue Stand wird im vorliegenden Dokument beschrieben.

# 1 Ausgangslage

Für die Sicherheit von Kernanlagen sind neben den technischen Vorkehrungen auch die menschlichen und organisatorischen Aspekte von entscheidender Bedeutung. 1986, als Folge des Tschernobyl-Unfalles, prägte die IAE0 den Begriff "Sicherheitskultur" (safety culture), um auf die Wichtigkeit von menschlichen und organisatorischen Belangen für den sicheren Betrieb von Kernanlagen aufmerksam zu machen; INSAG-3 [1]. 1991 wurde der Begriff durch eine internationale Beratergruppe definiert und die Umsetzung in die Praxis erläutert; INSAG-4 [2]. In der Folge befassten sich Betreiber, Behörden und Kommissionen in vielen Ländern mit dem Thema "Sicherheitskultur", so auch die KSA.

Die IAE0-Konvention zur nuklearen Sicherheit (Convention on Nuclear Safety, 1994) [3], die auch von der Schweiz ratifiziert wurde, legt die Verpflichtungen des Gesetzgebers, der Behörden und der Betreiber bezüglich Sicherheit von bestehenden und künftigen Kernanlagen in allgemeiner Form fest. Ein wichtiger Aspekt dabei ist die Förderung der Sicherheitskultur.

Im Februar 1997 erschien der erste Bericht der KSA über Sicherheitskultur, KSA 7/75 [4]. In der Zwischenzeit sind in der Schweiz Erfahrungen mit der Umsetzung des Begriffes Sicherheitskultur gemacht worden und international ist eine Vielzahl von neuen Dokumenten zum Thema erschienen. Nicht zuletzt hat der Aspekt der Sicherheitskultur in den OSART-Missionen, denen sich alle Werke unterzogen haben, eine wichtige Rolle gespielt.

Von den seit 1997 neu erschienenen Dokumenten seien hier erwähnt:

- Safety Reports Series No. 1; "Examples of Safety Culture Practices" (IAEO, 1997) [5]: Aus einer Vielzahl beobachteter "good practice" und "ineffective practice" werden allgemeine Schlussfolgerungen gezogen.
- Safety Reports Series No. 11; "Developing Safety Culture in Nuclear Activities, Practical Suggestions to Assist Progress" (IAEO, 1998) [6]: Betont werden der Einsatz der obersten Führung zur Verbesserung der Sicherheit, der ständige Lernprozess, die Auswertung internationaler Erfahrung und Praktiken, die Anwendung von Indikatoren, Publikationen und Dienstleistungen der IAE0 sowie die Rolle der Aufsichtsbehörden. Anhänge enthalten u.a. Ergänzungen zu INSAG-4 [2] und eine Sicherheitskultur-Bewertungsmatrix.
- INSAG-12; "Basis Safety Principles for Nuclear Power Plants 75-INSAG-3 Rev. 1" (IAEO, 1999) [7]: Gegenüber INSAG-3 zugefügt wurden u.a. der Einsatz von Self-Assessment und Peer Reviews auf allen Hierarchiestufen.
- INSAG-13; "Management of Operational Safety in Nuclear Power Plants" (IAEO, 1999) [8]: Dieser Bericht macht Empfehlungen für das so genannte Sicherheitsmanagement (safety management), die strukturelle Seite der Sicherheitskultur, als integraler Teil eines Qualitätsmanagement-Systems eines Kernkraftwerks.
- INSAG-15; "Key Practical Issues in Strengthening Safety Culture" (IAEO, 2002) [9]: Der Bericht beschreibt die wesentlichen praktischen Aspekte zur Stärkung der Sicherheitskultur und gibt Fragen an, mit denen die Mitarbeitenden aller Hierarchiestufen ihren Beitrag für eine Verbesserung der Sicherheitskultur erfassen und bewerten können.

- "The Role of the Nuclear Regulator in Promoting and Evaluating Safety Culture" (OECD/NEA, 1999) [10] und "Regulatory Response Strategies for Safety Culture Problems" (OECD/NEA, 2000) [11]: Diese zwei Berichte behandeln die Rolle der Aufsichtsbehörden bei Förderung und Messung der Sicherheitskultur der Kernkraftwerkbetreiber bzw. das Vorgehen bei festgestellten Mängeln.
- "Sicherheitskultur in deutschen Kernkraftwerken" (VGB, 1999) [12]: Der Bericht zeigt, wie die deutschen Kernkraftwerkbetreiber Sicherheitskultur interpretieren, praktizieren und bewerten.
- "Memorandum der RSK zur Gewährleistung einer angemessenen Sicherheitskultur" (RSK, 2002) [13]: Das Dokument enthält Empfehlungen zur Gewährleistung der Sicherheit trotz negativen Auswirkungen der Liberalisierung des Strommarktes und der Laufzeitbeschränkung.
- TECDOC-1329; "Safety culture in nuclear installations" (IAEO, 2002) [14]: Der Bericht gibt eine gute Beschreibung des Begriffs Sicherheitskultur anhand des Modells von E. Schein. Er kann zudem als Leitfaden zur Entwicklung der Sicherheitskultur verstanden werden.

Auch sind seit 1997 Vorschriften zur Sicherheitskultur erlassen worden:

- Das Eidg. Kernenergiegesetz vom 21. März 2003 [15]: Art. 5 verlangt u.a. den Aufbau einer geeigneten Organisation mit qualifiziertem Personal sowie die Förderung eines ausgeprägten Sicherheitsbewusstseins.
- Die Richtlinie "Periodische Sicherheitsüberprüfung von Kernkraftwerken" (R-48, 2001) [16]: Im Rahmen der Periodischen Sicherheitsüberprüfung hat der Betreiber jeweils die Massnahmen zum Aufbau der Sicherheitskultur und deren Umsetzung sowie den Stand der Sicherheitskultur im Kernkraftwerk darzustellen.
- Die Richtlinie "Organisation von Kernkraftwerken" (R-17, 2002) [17]: Im Auftrag des Bewilligungsinhabers an den Kraftwerksleiter soll der Sicherheit erste Priorität eingeräumt werden. Der Kraftwerksleiter ist für die Förderung der Sicherheitskultur verantwortlich. Es wird ein Sicherheitskultur-Leitbild verlangt, welches festlegt, wie Sicherheitskultur interpretiert und gefördert und an welchen Merkmalen und Kriterien ihre Wirksamkeit gemessen wird.
- Die KTA-Basisregel "BR7: Personell-organisatorische Massnahmen" (Entwurf 11. Dezember 2001) [18]: Sicherheitskultur wird definiert und in die Zuständigkeit von Unternehmensleitung und Personal aller Hierarchiestufen verwiesen. Sie soll beispielsweise durch Vorgabe eines Sicherheitsleitbildes gefördert werden und einer Selbstbeurteilung unterliegen, wozu die erforderlichen Instrumentarien zu schaffen sind.

Die seit der Veröffentlichung von KSA 7/75 [4] im Jahre 1997 gemachten Beobachtungen und Ereignisse geben Anlass, folgende Aspekte mit Bezug auf Sicherheitskultur besonders zu beachten:

- Bereitstellung von finanziellen Mitteln für die Sicherheit
- Personelle Ausstattung und Organisation der KKW

- Übersichtlichkeit, Verständlichkeit und Verbindlichkeit der Betriebsvorschriften
- Einhaltung der Betriebsvorschriften
- Auswertung und Erhaltung der gemachten Erfahrungen im Normalbetrieb und bei Vorkommnissen
- Wissenstransfer bei Ablösungen von Personal

Mit dem Wunsch, Sicherheitskultur nachweisen und bewerten zu können, hat sich eine Erweiterung und Verlagerung des Begriffes auf fassbare Auswirkungen (tangible manifestations) ergeben. Dazu gehören die Einführung von Sicherheitsindikatoren und die verstärkte Beachtung der strukturellen Seite der Sicherheitskultur, wie sie insbesondere im Begriff Sicherheitsmanagement [8] zum Ausdruck kommt.

## 2 Definition und Umschreibung von Sicherheitskultur

Sicherheitskultur ist Teil der Unternehmenskultur, die einen dauerhaften Erfolg des Unternehmens bewirken soll. Die IAEO definiert in INSAG-4 [2], 1991, die Sicherheitskultur wie folgt:

- *"Safety culture is that assembly of characteristics and attitudes in organizations and individuals which establishes that, as an overriding priority, nuclear plant safety issues receive the attention warranted by their significance."*
- *"Sicherheitskultur umfasst diejenigen Eigenschaften und Grundhaltungen in Organisationen und Personen, die dazu führen, dass Angelegenheiten, welche die nukleare Sicherheit der Anlage betreffen, mit vorrangiger Priorität ihrer Bedeutung entsprechend beachtet werden."*

In Anlehnung an die INSAG-4 [2; Art. 6, 12, 20, 59, 71, 72] definierte die KSA 1994 [19; S. 55] die Sicherheitskultur in folgender Weise:

- *"Unter dem Begriff "Sicherheitskultur" ist eine sicherheitsgerichtete Grundhaltung auf allen Hierarchiestufen zu verstehen. Alle Unternehmensangehörigen sollen sich ihrer Verantwortung für die Sicherheit bewusst sein und die Fähigkeit, Mittel und Kompetenzen haben, diese Verantwortung auch wahrzunehmen. – Die Sicherheitskultur umfasst zwei Hauptkomponenten. Die erste betrifft die übergeordnete Verantwortung des Managements zur Formulierung und konsequenten Umsetzung einer sicherheitsgerichteten Unternehmensphilosophie, zur Schaffung einer geeigneten Organisationsstruktur sowie zur Bereitstellung der notwendigen personellen und technischen Mittel. Die zweite Komponente beinhaltet die Einstellung und das Verhalten des Personals aller Hierarchiestufen sowie die Kommunikation zwischen diesen."*

In Bezug auf Einstellung und Verhalten aller Mitarbeitenden im Unternehmen sind die wichtigsten Punkte in INSAG-4 [2; Art. 59]:

- Hinterfragende Grundhaltung (a questioning attitude).
- Konsequentes und umsichtiges Vorgehen (a rigorous and prudent approach).
- Informationsaustausch und Dokumentation (communication).

Wenn jeder Mitarbeitende einer nuklearen Anlage in diesem Sinn entscheidet und handelt, leistet er einen wesentlichen Beitrag zur Sicherheit.

Seit der Prägung des Begriffs durch die IAEO im Jahr 1991 hat sich das Verständnis von Sicherheitskultur weiterentwickelt:

- Bei INSAG-4 [2] hat die haltungsmässige (attitudinal) Seite im Vordergrund gestanden.
- Das Folgedokument INSAG-13 [8], 1999, gilt der strukturellen Seite der Sicherheitskultur. Unter Sicherheitsmanagement werden die Massnahmen des Betreibers zur Förderung der Sicherheitskultur und zur Gewährleistung einer guten Sicherheit als integraler Teil eines Qualitätsmanagement-

Systems verstanden. Besonders betont werden die vier Handlungsfelder eines wirkungsvollen Managements: die Festlegung der Sicherheitsziele und organisatorischer Anforderungen, die Planung, Steuerung und Unterstützung von sicherheitsrelevanten Handlungen, deren Umsetzung durch die Mitarbeitenden und schliesslich die Erfassung von Verbesserungsmöglichkeiten durch Audits, Self-Assessments und Peer-Reviews, deren Resultate wiederum in eine neue Definition von Zielen und Anforderungen einfließen.

- In ihrem Dokument INSAG-15 [9], 2002, steht der Erhalt und das Verbessern der Sicherheit als Daueraufgabe für alle Beteiligten im Vordergrund [9; Kap. 2]: der Weg ist das Ziel!

Als Schlüsselthemen werden behandelt:

Die Verpflichtung, sich für die Sicherheit und die Verbesserung der Sicherheitskultur einzusetzen (commitment).

Das Vorhandensein und Einhaltung von Vorschriften und Verfahrensanweisungen (use of procedures).

Die in Bezug auf die Sicherheit konservative Entscheidungsfindung (conservative decision making).

Die Offenheit, auch scheinbar unbedeutende Vorkommnisse und Beinahe-Ereignisse zu melden (reporting culture).

Das Ablehnen unsicherer Handlungen und Bedingungen (challenging unsafe acts and conditions).

Der Wille, sich weiter zu verbessern und zu lernen (learning organisation).

Ein guter Informationsaustausch, eine gute Dokumentation, klare Organisation und Prioritäten (communication, clear priorities and organisation).

"Kultur" ist schwierig zu definieren und es gibt daher viele Definitionen: Kultur ist die Gesamtheit der Ideen, Einstellungen, Werte, Kenntnisse, welche das Zusammenleben der Menschen in der Gemeinschaft kennzeichnet. Für die Belange des vorliegenden Berichts erscheint folgende Definition sinnvoll:

- *Kultur kann als Handlungsfeld verstanden werden, das durch den Menschen geschaffen wurde. Dazu gehören Ziele, Gepflogenheiten, Gebote und Verbote, die im Normalfall die Tätigkeit lenken.*

In mehrdeutigen Situationen gibt die Kultur zusätzliche Orientierungshilfe; sie hat damit lenkende und orientierende Funktion. In diesem Sinn gewährleistet Sicherheitskultur, dass auch in nicht reglementierbaren Situationen sicherheitsgerichtet gehandelt wird. Dabei können drei Ebenen unterschieden werden, auf denen sich die Unternehmenskultur und damit auch die Sicherheitskultur manifestieren kann [20], [21]:

- Artefakte
- soziale Normen
- Selbstverständlichkeiten

Die Gegebenheiten auf diesen drei Ebenen bestimmen das Verhalten in konkreten Situationen, umgekehrt werden sie dadurch beeinflusst und verändert. Nähere Erläuterungen aus Sicht des Arbeitspsychologen zu den erwähnten Begriffen werden im Anhang A gegeben.

## **3 Sicherheitskultur in der Praxis**

### **3.1 Einleitung**

#### **3.1.1 Besonderheiten eines Kernkraftwerkes**

Wie bei allen technischen Anlagen mit hohem Gefährdungspotential für Mensch und Umwelt beruht auch die Sicherheit von Kernanlagen, hier vor allem der Kernkraftwerke (KKW), auf dem Zusammenwirken von technischen Vorkehrungen, menschlichen Einstellungen und Handlungen sowie von organisatorischen Massnahmen.

Besonderheiten sind:

- Das sehr hohe Aktivitätsinventar des Reaktors und sein sehr grosses Gefährdungspotential für Mensch und Umwelt, woraus sich die Forderung nach absoluter Priorität für die Sicherheit ergibt.
- Die Strahlenfelder bei Kontrollgängen, Prüfungen, Instandhaltung, Überwachung und Abfallbehandlung, woraus sich die Bedeutung des Strahlenschutzes ableitet.
- Der Routinebetrieb, stark reglementiert durch technische und betriebliche Vorschriften, woraus sich die Bedeutung von klaren und zweckmässigen Vorschriften und deren Einhaltung ergibt.
- Das breite Spektrum denkbarer Störfälle, stellt hohe Anforderungen an das Betriebspersonal und an die Mensch-Maschine-Schnittstelle, an die Qualität der Vorschriften sowie an die Notfallorganisation.
- Die aufwändige und komplexe Technik, die unter Berücksichtigung neuer Erkenntnisse auf dem hohen Stand zu halten ist, woraus sich hohe Anforderungen an das technische Personal, an die Systematik des Vorgehens und an die Qualität der Ausrüstungen ergeben.
- Die hohen Anforderungen an das Personal einer Kernanlage, woraus sich eine umfassende Ausbildung sowie eine kontinuierliche Weiterbildung ergeben. Der Erfolg der Aus- und Weiterbildung muss dabei nachgewiesen und dokumentiert werden.
- Der Vorrang der Sicherheit in allen Kernanlagen, der einen intensiven Erfahrungsaustausch und eine enge Zusammenarbeit zwischen den Betreibern erfordert.
- Die Notwendigkeit für den Kompetenzerhalt über mehrere Jahrzehnte, womit Personalmanagement, Wissenstransfer beim eigenen Personal, aber auch beim Fremdpersonal und bei Lieferanten, besondere Bedeutung erhalten.
- Die sich verschärfende Konkurrenzsituation und der erhöhte Kostendruck in einem liberalisierten Strommarkt, welche zu einer Abnahme der Bereitschaft für Investitionen zur Erhaltung oder Erhöhung der Sicherheit und zu einer Zunahme der Belastung des Personals führen.

- Strenge Kontrollen der Anlage durch Aufsichtsbehörden, womit die Behörden, auch unter Beachtung der Verantwortung des Betreibers, Einfluss auf die Sicherheit nehmen.
- Die Sensibilität der Medien und kritisch eingestellter Organisationen, woraus sich ein Dilemma zwischen offener Meldekultur und Verunsicherung beim Personal ergeben kann.

### 3.1.2 Betriebserfahrung

Bei der Planung, der Erstellung und dem Betrieb der KKW war man sich international schon frühzeitig der Bedeutung nicht nur der technischen, sondern auch der menschlichen und organisatorischen Aspekte für die Sicherheit bewusst (MTO = Mensch-Technik-Organisation). Zwar lag bei vielen Störfällen, so auch bei den schweren Unfällen in Three Mile Island (1979) und Tschernobyl (1986), eine wesentliche Ursache in der ungenügend durchdachten Auslegung, aber gerade bei diesen beiden Unfällen führte das Zusammenspiel mehrerer MTO-Faktoren zu gravierenden Schäden am Reaktor. Dies belegt die Notwendigkeit von Gesamtbetrachtungen in Bezug auf MTO.

Die klassierten Vorkommnisse der schweizerischen Kernkraftwerke im Zeitraum 1989 bis 2002 sind in den HSK-Jahresberichten 1998 [22; Fig. A3a] und 2002 [23; Figur A3a] der jeweils bedeutungsvollsten Ursache zugeordnet worden. Von den insgesamt 191 klassierten Vorkommnissen, waren 6 Anomalien bzw. Stufe 1 auf der internationalen Störfall-Bewertungsskala für Kernanlagen INES [24]. Anhand der Angaben in den HSK-Jahresberichten ergibt sich folgendes Bild:

| Periode  | 1989-92     | 1993-97     | 1998-02     |
|--|-------------|-------------|-------------|
| Klassierte Vorkommnisse in der Periode   | 75          | 65          | 51          |
| Klassierte Vorkommnisse pro Jahr   | 19          | 13          | 10          |
| Spontanes Versagen von Ausrüstungen im Betrieb   | 33%         | 49%         | 14%         |
| Ausfall bei periodischen Prüfungen oder Instandhaltung   | 48%         | 34%         | 47%         |
| Vorkommnis infolge menschlichen Verhaltens, Organisation<br>Über die Periode gemittelte jährliche Häufigkeit | 16%<br>3 pa | 15%<br>2 pa | 39%<br>4 pa |
| Sonstige Vorkommnisse  | 3%          | 2%          | 0%          |

Erfreulich sind die Abnahmen der jährlichen Häufigkeiten der Totalzahl von Vorkommnissen seit 1989 und insbesondere der spontanen Versagensfälle im Betrieb sowohl relativ als auch absolut. In ihrer Bedeutung gleichgestellt sind die Ausfälle bei periodischen Prüfungen oder Instandhaltungen. Unter diesen Umständen mussten die relativen Häufigkeiten der Vorkommnisse infolge menschlicher oder organisatorischer Fehler ansteigen. Zu beobachten ist aber ein Trend der Zunahme auch der absoluten Häufigkeit dieser Vorkommnisse. Dies kann damit zu tun haben, dass solche Ursachen bei den entsprechenden Analysen vermehrt Beachtung gefunden haben und daher die Schwelle für ihre Entdeckung und Dokumentation gesunken ist. In diesem Zusammenhang ist auch darauf hinzuweisen, dass menschliches Verhalten und Organisation zur Verhin-

derung von Vorkommnissen beitragen; leider liegen für diese positive Leistung keine Daten vor.

Neben der Auswertung von Vorkommnissen geben auch Erfahrungen im Betriebsverlauf sowie mit organisatorischen Änderungen einen Hinweis auf die gelebte Sicherheitskultur. Die hohen Verfügbarkeiten der Schweizer Anlagen, der technisch gute Zustand sowie die vorgenommenen Nachrüstungen zeigen ein hohes Sicherheitsbewusstsein. Kritischer sind die ersten Erfahrungen mit der voranschreitenden Liberalisierung des Strommarktes und die damit verbundene Tendenz zu Kosten- und zeitweise auch Personaleinsparungen zu werten [25; Kap. 4.5]. Damit wird die Bedeutung der Sicherheitskultur, vor allem in Zeiten von Veränderungen, deutlich.

Technische Gegebenheiten und das Vorhandensein eines auf ein gutes Ingenieurwissen abgestützten Regelwerkes sind notwendige aber nicht hinreichende Voraussetzungen, um eine hohe Sicherheit zu erreichen. Es gilt, auch die menschlichen und die organisatorischen Faktoren zu beachten. Insbesondere eine gute Organisation schafft die wesentlichen Voraussetzungen für die optimale Entfaltung menschlicher Fähigkeiten in einem positiven Arbeitsklima und die Nutzung technischer Gegebenheiten. Der folgende Text geht deshalb, nach einer kurzen Bemerkung zur Technik, näher auf die menschlichen und vor allem auf die organisatorischen Faktoren und dann auf die Auswertung von Vorkommnissen ein.

### **3.2 Anlagentechnik**

Eine ausgereifte, gewissenhaft in Stand gehaltene technische Ausrüstung ist eine entscheidende Voraussetzung für einen geordneten und sicheren Betrieb. Entsprechend äussert sich die Sicherheitskultur auch in der Einstellung zu technischen Aufgaben und in der Sorgfalt ihrer Erfüllung: Auswertung von Vorkommnissen, Instandhaltung, wiederkehrende Prüfungen, Alterungsüberwachung (AÜP) und periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ).

Zielsetzungen von AÜP und PSÜ sind unter anderem der Vergleich mit dem aktuellen Stand der Technik, die Aufdeckung latent vorhandener Schwachstellen, das Erkennen und Nutzen von Verbesserungsmöglichkeiten, die Berücksichtigung grundsätzlicher Lehren aus besonderen Ereignissen und neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse. Dabei geht es auch darum, sich mit anderen Anlagen zu vergleichen und neben den von den Aufsichtsbehörden angeordneten Massnahmen selber Nachrüstungen zu erwägen und durchzuführen.

Die Aufgaben des Betriebspersonals werden durch technische Vorkehrungen erleichtert, welche auch zur Vermeidung von Fehlhandlungen und zur Beherrschung von Störfällen dienen:

- Fehlertolerante Auslegung der Anlage.
- Automatisierung von Handeingriffen in die Anlage, insbesondere für Prüfungen.
- Ergonomische Gestaltung der Warten, Leitstellen und anderen Arbeitsplätzen.

- Einsatz moderner Informations- und Alarmsysteme; anlagespezifischer Fullscope-Simulator.

Im Hinblick auf eine fehlerfreie Instandhaltung und Minimierung der Strahlendosen des Personals kommt der strahlenschutztechnischen und unterhaltsfreundlichen Anordnung und Ausführung der Ausrüstungen grosse Bedeutung zu.

Technische Schwachstellen lassen sich durch wiederkehrende Prüfungen, durch Umsetzung der Erfahrungen aus Vorkommnissen und durch deterministische und probabilistische Sicherheitsanalysen ermitteln. Sie sollen im Rahmen der Verhältnismässigkeit behoben oder kompensiert werden.

Probabilistische Sicherheitsanalysen (PSA) sind eine wesentliche Ergänzung zu deterministischen Bewertungen und werden immer bedeutungsvoller. Die PSA-Methodik ermöglicht – für Störfälle die zu einem Kernschaden führen können – eine quantitative Risikobewertung unter Berücksichtigung verschiedenartigster Ursachen einschliesslich menschlichem Versagen oder Naturkatastrophen. Darüber hinaus lassen sich Rückschlüsse ziehen auf mögliche Schwachstellen der Anlage, sowie auf sinnvolle Anlageverbesserungen, die das Risiko weiter reduzieren können. Um die PSA auch vermehrt bei der Analyse von Änderungen der Technischen Spezifikationen, für den Sicherheitsgewinn bei Nachrüstungen, der Bedeutung von Vorkommnissen und den Nutzen von Notfallmassnahmen heranziehen zu können, sollten die PSA-Modelle weiter ausgebaut und verfeinert und die notwendige Datenbasis geschaffen werden.

### **3.3 Aufgaben und Verantwortung auf den verschiedenen Hierarchiestufen**

#### **3.3.1 Bewilligungsinhaber**

Dem Bewilligungsinhaber bzw. der geschäftsführenden Gesellschaft eines KKW kommt bezüglich Sicherheitskultur eine grosse Bedeutung zu. Der Bewilligungsinhaber verpflichtet sich nach innen und aussen deutlich der nuklearen Sicherheit und bringt dies durch sein Verhalten zum Ausdruck [2; Art. 20, 33, 34].

In der Schweiz betreibt jeder Bewilligungsinhaber nur ein KKW. Die NOK ist dabei zuständig für die Geschäftsleitung ihrer beiden Anlagen KKB 1 und 2 und seit Anfang 2003 auch von KKL. Dem Erfahrungsaustausch und der Zusammenarbeit zwischen den Werken auf allen Stufen kommt eine erhöhte Bedeutung zu. Die Bewilligungsinhaber sollen deshalb auch unter dem Druck der Marktöffnung günstige Rahmenbedingungen dafür schaffen und gemeinsame Aktionen zwischen den Werken initiieren und fördern.

Der Bewilligungsinhaber trägt die übergeordnete Verantwortung für den sicheren und wirtschaftlichen Betrieb seines KKW:

- Er formuliert seine Haltung zur Sicherheit der Anlage in einem klaren und auch öffentlichen Bekenntnis zur Sicherheit (safety policy statement) und hält zuhanden der Leitung und der Mitarbeitenden des Kraftwerkes fest, dass die nukleare Sicherheit höchste Priorität hat und dass die in diesem

Zusammenhang wichtigen Tätigkeiten mit höchster Aufmerksamkeit durchzuführen sind.

- Er stellt der Kraftwerksleitung die zur Umsetzung des Sicherheitsbekenntnisses notwendigen Ressourcen zur Verfügung.
- Er überträgt die direkte Verantwortung für den sicheren Betrieb dem von ihm ernannten KKW-Leiter und stellt sicher, dass dessen Handlungsfreiheit in Bezug auf Sicherheit nicht aus kommerziellen Gründen beeinträchtigt wird. Bei seiner Wahl spielen neben fachlicher Eignung und Erfahrung die Gesamtheit der Charaktereigenschaften sowie die Fähigkeit zur Führung von Mitarbeitenden eine entscheidende Rolle.
- Er überwacht sämtliche Aspekte des Anlagenbetriebes, welche geeignet sind, die Umsetzung des Sicherheitsbekenntnisses zu beurteilen. Bei Abweichungen ergreift er die zur Korrektur notwendigen Massnahmen.
- Er schafft geeignete Strukturen in seinem Unternehmen, um die oben erwähnten Aufgaben wahrzunehmen. Dabei stellt er sicher, dass der Kraftwerksleiter direkten Zugang zum Bewilligungsinhaber hat.
- Er verlangt, dass ein Managementsystem nach anerkannten industriellen Standards aufgebaut und angewandt wird, in welchem der Sicherheit die höchste Bedeutung zukommt.
- Er setzt sich offen für die Förderung der Sicherheitskultur ein und unterstützt aktiv die dazu nötigen Massnahmen.

### **3.3.2 Kraftwerksleitung**

Die Kraftwerksleitung setzt sich aus dem Kraftwerksleiter und den Abteilungsleitern zusammen. Letztere werden vom Bewilligungsinhaber auf Vorschlag des Kraftwerkleiters ernannt. Im Rahmen der ihr übertragenen direkten Verantwortung schafft die Kraftwerksleitung die Voraussetzungen (Ziele, Organisation, Mittel) für den sicheren Betrieb der Anlage. Die Einstellung und das Verhalten der Kraftwerksleitung haben erfahrungsgemäss einen entscheidenden Einfluss auf das Arbeitsklima, das dem Einzelnen die Entfaltung seiner Fähigkeiten gestatten soll, und damit auf die Sicherheitskultur. Deshalb sollen bei der Einstellung der leitenden Mitarbeitenden mittels Assessment auch die persönlichen Qualitäten abgeklärt werden.

Es ist wichtig, dass in der Praxis ein gemeinsames Verständnis für die Anliegen der Sicherheitskultur vorhanden ist, an dem sich alle orientieren müssen.

Die Kraftwerksleitung beschreibt den Zustand, der im Bereich Sicherheitskultur angestrebt werden soll, mit einem "Sicherheitskultur-Leitbild"; siehe Anhang B und HSK-R-17 [17; Kap. 2.4.1]. Dieses dokumentiert den Willen der Kraftwerksleitung, gemeinsam mit den Mitarbeitenden die Sicherheitsziele in die tägliche Arbeit aufzunehmen und zu erreichen. Im Sicherheitskultur-Leitbild soll festgelegt werden:

- Wie die Kraftwerksleitung die Sicherheitskultur versteht und an welchen Kriterien und Merkmalen die Sicherheitskultur bewertet werden soll.

- Mit welchen Massnahmen und Aktionen die Sicherheitskultur periodisch erfasst, bewertet und gefördert wird.
- Wie die Mitarbeitenden mit ihrem Verhalten, ob einzeln oder im Team, der Sicherheit die notwendige Aufmerksamkeit schenken.

Aus dem übergeordneten Sicherheitsbekenntnis des Bewilligungsinhabers und den Vorgaben im Sicherheitskultur-Leitbild leitet die Kraftwerksleitung sicherheitsgerichtete, auch langfristig angelegte Kraftwerksziele ab. Diese sollen quantifizierbar sein und in verständlicher Form dem einzelnen Mitarbeitenden vermittelt werden, so dass er sie in seiner täglichen Arbeit berücksichtigen kann.

Im Folgenden einige Anregungen zum Erreichen sicherheitsgerichteter, auch langfristig angelegter Kraftwerksziele:

- Die Kraftwerksleitung setzt anspruchsvolle Ziele in Bezug auf Sicherheit. Daraus leitet jede Einheit ihre Jahresziele ab, legt Massnahmen fest, führt Erfolgskontrollen durch und verlagert gegebenenfalls die Schwerpunkte.
- Ein Nichterreichen dieser Ziele setzt einen Lernprozess nicht nur auf technischer, sondern auch auf menschlich/organisatorischer Ebene in Gang: Analyse von Schwachstellen, Festlegung, Umsetzung und Beurteilung von Verbesserungsmassnahmen, fallweise Vereinbarung neuer Ziele; siehe Kap. 4.2.
- Die Mitarbeitenden werden periodisch durch die Kraftwerksleitung über den allgemeinen Stand informiert sowie über spezifische Punkte durch den direkten Vorgesetzten.

Alle Entscheidungen, welche die nukleare Sicherheit betreffen, müssen sicherheitsgerichtet sein. Es ist deshalb wichtig, die Mitarbeitenden fortlaufend auf die möglichen Konsequenzen von nicht sicherheitsgerichteten Entscheidungen aufmerksam zu machen. – Bei der täglichen Arbeit müssen somit Festlegungen vorhanden sein, welche den Einzelnen und Gruppen verpflichten, sich Gedanken über mögliche Sicherheitskonsequenzen zu machen, bevor mit der Arbeit begonnen wird und wo Unsicherheiten auftreten, Halte einzulegen und im Sinne von STAR (stop, think, act, review) die Situation neu zu analysieren.

Die Bekanntmachung der Priorität der Sicherheit (Bekenntnis zur Sicherheit, siehe Kap. 3.3.1) und von Sicherheitszielen beim Auftreten in der Öffentlichkeit sowie bei der regelmässigen Mitarbeiterorientierung ist eine notwendige Voraussetzung für ein "gelebtes" Sicherheitsbewusstsein auf allen Stufen. Die Kraftwerksleitung soll daher die Mitarbeitenden wiederholt auch auf das Gefährdungspotential und die dadurch bedingten Sicherheitsziele aufmerksam machen. Ohne solche Begründungen und Wiederholungen werden "Statements" erfahrungsgemäss bald als "Aushängeschild" aufgefasst und ad acta gelegt.

Das Einhalten von Vorschriften und Grenzwerten ist vor diesem Hintergrund unerlässlich. Vorschriften müssen verständlich formuliert sein und ihre Notwendigkeit muss von den Anwendern verstanden werden. Abweichungen dürfen nur in Ausnahmefällen und mit ausdrücklicher Zustimmung der Verantwortlichen, wo zutreffend auch der Aufsichtsbehörden, erfolgen.

In Anbetracht des weitgehend problemlos verlaufenden Alltagsbetriebs und der hohen Verfügbarkeit ist die Gefahr der Betriebsblindheit und Routine besonders ausgeprägt. Die Erhaltung von Wachsamkeit und Sorgfalt bedingt daher besondere Anstrengungen zur Motivation der Mitarbeitenden.

Zur Motivation der Mitarbeitenden und zur Förderung eines guten Arbeitsklimas sind Teamgeist statt "Gruppendenken" (group think bzw. unkritisches Festhalten an kollektiven Meinungen in der Gruppe) sowie Ehrlichkeit und Offenheit besonders wichtig. Die Kraftwerksleitung kann durch ihr persönliches Engagement dazu beitragen; beispielsweise indem sie sich regelmässig in der Anlage zeigt und sich im direkten persönlichen Umgang nicht nur um die Lösung komplexer Aufgaben und die Ereignisauswertung kümmert, sondern auch um Routine-Tätigkeiten wie Prüfungen, Instandhaltung oder Dokumentation. Ein solches Verhalten der Kraftwerksleitung fördert das gegenseitige Vertrauen. Persönliche Kontakte erleichtern den Vorgesetzten, aus eigener Anschauung die Aufgaben der Mitarbeitenden zu beurteilen und gute Leistungen herauszustellen und Missestände oder Mängel zu benennen. Deren möglichst umgehende Behebung trägt zum Vertrauen in die Kraftwerksleitung bei.

Dauernde Überlastung von massgebenden Mitarbeitenden oder Frustrationen wegen Personalproblemen oder ungenügenden Mitteln müssen vermieden werden. Ein ausreichender Bestand an erfahrenem Fachpersonal und geregelte Stellvertretungen vermindern die Belastung und Abhängigkeit von einzelnen Mitarbeitenden.

Regelmässige Kontakte und ein intensiver Erfahrungsaustausch auf allen Stufen mit anderen Kernkraftwerken in der Schweiz und im Ausland, aber auch die Mitarbeit in nationalen und internationalen Organisationen, fördern die Sicherheitskultur.

Wenn eine Organisation aufhört nach Verbesserungen zu suchen und sich mit den Besten zu messen, besteht die Gefahr, dass sie sich zurück entwickelt. Etliche Anlagen belohnen gute Vorschläge zur Verbesserung der Sicherheit. Dies ist ein möglicher Weg; die Erfahrung zeigt allerdings, dass die Wirkung mit der Zeit nachlässt. Nachhaltiger sind Ansätze wo die Belegschaft ermuntert wird, als Team in ihrem eigenen Arbeitsbereich kontinuierlich nach sicherheitsgerichteten Verbesserungen zu suchen.

Die Kraftwerksleitung unterstützt deshalb derartige Bestrebungen aktiv und fördert die Bereitschaft, das Erreichen eines hohen Sicherheitsniveaus durch externe Organisationen beurteilen zu lassen.

### **3.3.3 Mitarbeitende**

Die Sicherheitskultur wird von jedem einzelnen Mitarbeitenden mitgetragen. Wie die industrielle Praxis zeigt, tragen Fachwissen und Erfahrung wesentlich zur Qualität der Arbeit wie auch zum Arbeitsklima bei. Neben den charakterlichen Eigenschaften ist daher diesen Merkmalen besonderes Gewicht beizumessen. Ein Mittel, um das Interesse an der Arbeit lebendig zu halten, ist die Möglichkeit zur Erweiterung und Vertiefung der Kenntnisse. Die Darlegung der Art und Bedeu-

tung der Tätigkeiten verwandter Fachbereiche fördert den Teamgeist und weckt das Verständnis für gegenseitige Abhängigkeiten.

Erfahrungsgemäss leisten gute Fachleute dann ihr Bestes, wenn sie von ihrer Aufgabe gefordert werden. Durch das Engagement der Vorgesetzten gewinnen sie das Vertrauen, dass diese auch in schwierigen Fällen hinter ihnen stehen und komplexe Aufgaben nicht einfach nach unten abschieben. Dadurch können die Mitarbeitenden begangene Fehler offen zugeben.

Denken und Handeln schliessen die Möglichkeit von Irrtümern und Fehlern ein. Diese Gefahr wird verstärkt sowohl durch Selbstüberschätzung des Einzelnen als auch durch "Gruppendenken" (group think) bzw. dem unkritischen Festhalten an kollektiven Meinungen in der Gruppe [26].

Als wichtiges Merkmal fordern INSAG-4 [2] und INSAG-15 [9] für jeden einzelnen Mitarbeitenden eine kritische Grundhaltung, das heisst das Hinterfragen der eigenen Einstellung und Leistung sowie derjenigen des Fachbereiches, zusätzlich aber auch Offenheit gegenüber Anregungen von Anderen. Angesichts der hohen Reglementierungsdichte und des ereignisarmen Betriebs ist die Forderung nach einer kritischen Grundhaltung und Einhaltung der STAR-Regeln insbesondere für das Schichtpersonal sehr anspruchsvoll. Diese Grundhaltung soll auch gegenüber Änderungsvorschlägen gepflegt werden: Bewährtes soll nicht ohne sorgfältige Abklärung geändert werden; Neues kann bisher unbekannte Fehler beinhalten.

Von besonderer Bedeutung ist eine offene Kommunikationskultur, welche allen Mitarbeitenden erlaubt, Sicherheitsangelegenheiten aufrichtig und ohne negative Konsequenzen anzusprechen und zu diskutieren.

Nachfolgend einige Anregungen, welche mithelfen können, die Sicherheitskultur zu fördern:

- Alle Vorgesetzten leben Sicherheitskultur vor.
- Durch Schulung der Mitarbeitenden wird ein gemeinsames Verständnis von Sicherheitskultur entwickelt. Dabei teilt die Kraftwerksleitung ihre Erwartungen in Bezug auf sicherheitsgerichtetes Verhalten den Mitarbeitenden mit. Gemeinsam werden Verbesserungen zur Förderung der Sicherheitskultur gesucht.
- Vom Mitarbeitenden wird verlangt, dass er diese Erwartungen bei seiner täglichen Arbeit berücksichtigt und die STAR-Regeln anwendet. Insbesondere muss jeder Mitarbeitende seine Aufgabe verstehen und seine Verantwortung kennen.
- In der Mitarbeiterbeurteilung wird auch das Sicherheitsbewusstsein als Kriterium berücksichtigt.
- Alle Mitarbeitenden werden ermutigt, Beinahe-Ereignisse sowie entdeckte Lücken, Schwachstellen und Verbesserungspotential der nuklearen und konventionellen Sicherheit den zuständigen Stellen zu melden. Sie werden kurzfristig über Beurteilung und ausgelöste Massnahmen ihrer Meldung informiert.

- Die Vorgesetzten zeigen, dass sie sich auch Problemen alltäglicher und scheinbar geringfügiger Natur ihrer Mitarbeitenden annehmen.
- Mitarbeitende werden bei der Formulierung der sie betreffenden Vorschriften einbezogen und ermutigt, auf Unklarheiten, Unvollständigkeiten oder unnötige Inhalte aufmerksam zu machen. Geänderte Vorschriften gelten erst nach Durchlaufen der formalen Änderungsprozeduren.
- Bei der Schulung der Mitarbeitenden wird darauf geachtet, dass Zweck, Inhalt und Gültigkeitsbereich der Vorschriften verstanden und die Folgen einer Nichteinhaltung auf die Sicherheit bekannt sind.
- Die Mitarbeitenden werden verpflichtet, Vorschriften stets einzuhalten.
- Negative Auswirkungen auf die Sicherheitskultur wie Selbstzufriedenheit, Selbstüberschätzung, Gleichgültigkeit, Bequemlichkeit, Gruppendenken usw. sind zu vermeiden.
- Fehler werden als Ausgangspunkt für Diskussion, Instruktion und Verbesserungen betrachtet. Die Frage ist nicht: Wie konnten Sie das tun?, sondern vielmehr: Wie konnte das geschehen? Erst böswillige oder wiederholte fahrlässige oder vorsätzliche Fehlhandlungen oder schwerwiegende oder wiederholte Inkompetenz führen zu personellen Massnahmen.

### **3.3.4 Rolle der Aufsichtsbehörden**

Die Aufsichtsbehörden haben sich mit der Sicherheitskultur zweier Organisationen zu befassen, nämlich einerseits mit der Sicherheitskultur der eigenen Organisation und andererseits mit der Erfassung, Bewertung und Förderung der Sicherheitskultur auf der Seite des Betreibers.

Eine eigene Sicherheitskultur der Aufsichtsbehörden ist Voraussetzung für die optimale Lösung der behördlichen Aufgaben und soll auch als gutes Beispiel für den Bewilligungsinhaber dienen. Merkmale dieser Sicherheitskultur sollen technische Kompetenz, hohe Ansprüche an sich selber, professionelles Vorgehen und gut entwickeltes Urteilsvermögen sein. Dazu gehören insbesondere auch ein Pflichtenheft mit Priorität für Sicherheitsbelange, eine Organisation mit umfassenden und klar aufgeteilten Zuständigkeiten sowie guten Kommunikationswegen. Im Weiteren ein systematisches Qualitätsmanagement-System, insbesondere mit einer gründlichen Aus- und Weiterbildung des Personals, ausreichenden Richtlinien für die Durchführung von Beurteilungen und Inspektionen, klaren Entscheidungskriterien, Wahrung der Verhältnismässigkeit bei der Entscheidungsfindung und schliesslich hinterfragende Haltung sowie voller persönlicher Einsatz der Mitarbeitenden aller Stufen zugunsten der Sicherheit.

Die Beziehungen zwischen Aufsichtsbehörden und Betreiber sollen im Interesse der Sicherheit offen und konstruktiv, entsprechend den verschiedenen Verantwortlichkeiten aber trotzdem mit der nötigen Formalität gestaltet und abgewickelt werden. Sicherheitsanforderungen sollen durch die Aufsichtsbehörden frühzeitig und in Kenntnis der Argumente des Bewilligungsinhabers festgelegt werden; kontroverse Standpunkte sind vorgängig offen zu diskutieren. Bei der Festlegung ihrer Forderungen soll sich die Behörde um ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Sicherheitsgewinn und Aufwand bemühen, bei der Formulierung und

Durchsetzung um einen möglichst positiven Effekt auch auf die Sicherheitskultur des Betreibers. Durch die Erfassung und Analyse auch von nichtmeldepflichtigen Vorkommnissen (low level events) durch die Betreiber wird die Zahl der intern zu meldenden Vorkommnisse zunehmen. Von den Behörden muss erwartet werden, dass sie diesem Umstand Rechnung tragen und, soweit sie davon Kenntnis haben, zurückhaltend sind, daraus Forderungen abzuleiten. Die Sicherheitskultur kann ebenfalls gefördert werden, indem die Behörde das Thema in ihren Besprechungen mit der obersten Führung des Bewilligungsinhabers aufbringt, indem sie diesem Spielraum für eigene Argumente offen lässt und möglichst positiv darauf eingeht und indem sie Initiativen des Betreibers für Sicherheitsverbesserungen anerkennt. Die Aufsichtsbehörden vermeiden dabei direkte Eingriffe oder detaillierte Vorgaben, welche die beaufsichtigte Betreiberorganisation von ihrer Verantwortung für die Sicherheit entlasten [8; Kap. 3.2].

Erfassung, Bewertung und Förderung der Sicherheitskultur sind Themen des Kapitels 4. In erster Linie handelt es sich dabei um Aufgaben des Betreibers selber, aber die Aufsichtsbehörden sollen sich periodisch ein eigenes Bild über die Sicherheitskultur in der Kernanlage erarbeiten und ihren Teil zu deren Förderung beitragen. An Stelle der nicht möglichen direkten quantitativen Erfassung der Sicherheitskultur muss eine Kombination von Sicherheitskultur-Indikatoren und fallweisen Beobachtungen von Sicherheitskultur oder deren Auswirkungen in der Anlage oder beim Personal treten. Inspektionen, Besprechungen und Korrespondenzen können entsprechend den im OECD/NEA-Dokument "The Role of the Nuclear Regulator in Promoting and Evaluating Safety Culture" [10] gegebenen Stichworten für "early signs of declining performance" und "signs of potentially weak safety culture" ausgewertet werden. Beschaffung und Auswertung dieser Informationen zwecks eigener Beurteilung der Sicherheitskultur des Betreibers durch die Aufsichtsbehörden sind periodisch durchzuführen.

Die Aufsichtsbehörden überzeugen sich vom Sicherheitsbekenntnis des Bewilligungsinhabers, siehe Kap. 3.3.1, und begleiten die Umsetzung. Sie formulieren für ihre eigenen Tätigkeiten ein eigenes Sicherheitsbekenntnis.

Die Aufsichtsbehörden unterstützen Forschungsarbeiten, um die verschiedenen Aspekte der Sicherheitskultur weiter zu untersuchen und Erkenntnisse daraus für die Kernanlagen anwendbar zu machen.

## **3.4 Organisation**

### **3.4.1 Allgemeines**

Die Organisation eines KKW schafft die Voraussetzungen für optimale Arbeitsabläufe und systematisches, kohärentes Vorgehen zur Vermeidung von Fehlern, zum Lernen aus Erfahrungen und zur Behebung von Schwachstellen menschlicher, technischer und organisatorischer Natur.

Im KKW stellt die Vielseitigkeit der Aufgaben hohe Anforderungen; dabei muss die Sicherheit Vorrang haben. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit für den Aufbau einer auf die Sicherheit ausgerichteten Organisation. Zukünftig sind aber

durch den erhöhten Konkurrenzdruck negative Auswirkungen auf die Organisation und auf den Personalbestand bezüglich Sicherheit nicht auszuschliessen.

In den nachfolgenden Abschnitten werden die organisatorischen Bereiche angesprochen, denen eine besondere Bedeutung für die Sicherheitskultur in der Praxis zukommt. Zu den einzelnen Bereichen werden einige wichtige Massnahmen, die zur Erlangung einer guten betrieblichen Sicherheit erforderlich sind, aufgeführt.

### **3.4.2 Zusammenarbeit zwischen Organisationseinheiten**

Die IAEO empfiehlt, dass die Organisationsstruktur überschaubar ist und dass die Schnittstellen zwischen Organisationseinheiten eindeutig festgelegt werden. Für alle sicherheitsbezogenen Tätigkeiten werden die Aufgaben und die Verantwortung, die Kompetenzen und die Mittelzuteilung klar und lückenlos dargelegt [2; Art. 25, 29, 30], [8; Kap. 3.3.2], [27; Kap. 1].

Die Aufgabe besteht darin, bei der Zusammenarbeit zwischen Organisationseinheiten die Auswirkungen des eigenen Tuns auf andere und auf die Anlage zu beachten und die Tätigkeiten der anderen, insbesondere bezüglich Auswirkungen auf die eigene Arbeit und die Sicherheit, zu verstehen. Besonders wichtig ist diese Zusammenarbeit zwischen der Betriebsabteilung mit den Schichtmannschaften einerseits und den unterstützenden Organisationseinheiten (Maschinen- und Elektrotechnik, Überwachung, Aus- und Weiterbildung etc.) andererseits.

Nachfolgend einige Beispiele für eine gute Zusammenarbeit:

- Alle den Kraftwerksbetrieb beeinflussenden Tätigkeiten werden täglich koordiniert, hinsichtlich Auswirkungen auf die Sicherheit der Anlage beurteilt, freigegeben und dokumentiert. Mit geeigneten Mitteln werden alle Beteiligten, insbesondere die Schichtmannschaft, über die Tätigkeiten informiert.
- Anhand von konkreten Fällen werden Mitarbeitende aus verschiedenen Organisationseinheiten sowie Fremdpersonal mit regelmässiger Tätigkeit im Werk zur Zusammenarbeit motiviert und insbesondere bezüglich Kommunikation im Team und zwischen Teams geschult.
- Periodisch wird die Definition der Aufgaben und deren Zuteilung auf Organisationseinheiten und Mitarbeitende überprüft.
- Durch temporären internen Stellentausch (Job Rotation) werden Kenntnisse und Verständnis für andere Bereiche gefördert.
- Bei der Mitarbeiterbeurteilung wird besonderer Wert auf Kommunikations- und Teamfähigkeit gelegt.
- Matrixorganisation bietet Chancen, fachgebietsübergreifende Aufgaben und Projekte optimal abzuwickeln. Voraussetzung ist, dass den Beteiligten die nötigen Ressourcen zugesprochen werden.

### **3.4.3 Qualitätsmanagement**

Ein hohes Qualitätsniveau ist eine Voraussetzung für die Sicherheit eines KKW. Sämtliche Massnahmen zur Sicherstellung der Qualität sind Elemente im Quali-

tätssicherungsprogramm einer Organisation. Die Führungsaufgabe im Bereich Qualität wird in der Folge als Qualitätsmanagement (QM) bezeichnet. In der Nukleartechnik wird meist die Bezeichnung "Qualitätssicherungsprogramm" ("Quality Assurance Programme") verwendet, dieser Begriff ist gleichbedeutend mit dem Begriff "Quality Management System".

Mit der Ratifizierung der IAEO-Konvention zur nuklearen Sicherheit [3] verpflichtet sich die Schweiz, dass in schweizerischen KKW Qualitätssicherungsprogramme aufgebaut und implementiert werden, welche die Einhaltung aller für die nukleare Sicherheit wichtigen Anforderungen während der Lebensdauer eines Werkes gewährleisten.

Die Anforderungen, welche ein Qualitätssicherungsprogramm zu erfüllen hat, werden in Normen festgehalten. Weltweit am weitesten verbreitet sind die branchenneutralen ISO Qualitätsnormen, welche in der Version ISO 9000:2000 Normenreihe vorliegen. Die IAEO hat unter besonderer Beachtung des wichtigsten Qualitätskriteriums in der Nukleartechnik, der nuklearen Sicherheit, eine eigene Norm entwickelt und 1996 als "Safety Series No. 50-C/SG-Q" [28] herausgegeben. Da in der Nukleartechnik sowohl die ISO- als auch die IAEO-Qualitätsvorschriften angewandt werden, hat die IAEO einen systematischen Vergleich beider Normen erarbeitet und im Jahr 2002 als "Safety Report Series No. 22" [29] veröffentlicht.

In einem prozessorientierten QM-System wird die Tätigkeit einer Organisation durch ein Netzwerk von Prozessen dargestellt, in dem jedem einzelnen Prozess Lieferanten (Input) und Kunden (Output) zugewiesen werden. Diese Prozessorientierung unterstützt in der Ablauforganisation eine sicherheitsgerichtete Zusammenarbeit über die Grenzen von Organisationseinheiten.

Ein umfassendes, systematisches QM stellt sicher, dass alle wichtigen sicherheitsrelevanten Arbeitsschritte bezüglich Verantwortung zugeordnet, erfasst, geplant, durchgeführt und nachvollziehbar dokumentiert werden. Mit der Dokumentation des QM werden die bisherigen und bewährten Erfahrungen im Betrieb der Anlagen schriftlich festgehalten und damit die Abhängigkeit von Einzelpersonen als Erfahrungsträgern verkleinert.

Um die Bedeutung der Sicherheit im QM zu unterstreichen, beschreibt die INSAG in ihrem Bericht [8] das Management von Sicherheit und gibt ihm den Namen "Sicherheitsmanagement-System". Es wird aber betont, dass damit die Sicherheit nicht separat von den übrigen Tätigkeiten behandelt werden darf, sondern eine integrale Komponente des QM ist [8; Art. 9].

Die Aufgabe besteht darin, alle nötigen Elemente in ein umfassendes, systematisches QM einzubauen sowie dessen Wirksamkeit zu beurteilen.

Es folgen einige Hinweise, die mithelfen können, das Ziel zu erreichen:

- Die Kraftwerksleitung sieht das QM als zentrales Führungsinstrument. Sie legt fest, welche Aufgabenbereiche erfasst und wie die Wirksamkeit des Systems überprüft und verbessert werden soll. Sie lässt eine angemessene Zahl von Überprüfungen (Audits, Reviews etc.) durchführen und stellt sicher, dass die festgestellten Abweichungen termingerecht behoben wer-

den. Sie beteiligt sich fallweise an solchen Überprüfungen. Sie führt ein Selbst-Überprüfungsverfahren (Management Self-Assessment) über alle Hierarchiestufen unter Benutzung von Indikatoren ein, welches einem Standard für Kernanlagen entspricht, beispielsweise IAEO-Vorschrift No. 50-C/SG-Q [28; Safety Guide Q5 Kap. 5] oder WANO-Guideline. Sie stellt sicher, dass alle Abweichungen gemäss ihrer Bedeutung behandelt werden. Sie erstellt, mindestens jährlich, einen Review-Bericht, in welchem u.a. die Indikatoren ausgewertet und nötige Verbesserungsmassnahmen beschlossen werden.

- Die gesamte für den sicheren Betrieb der Anlage erforderliche Dokumentation wird regelmässig überprüft und nachgeführt.
- Die Einhaltung der Vorschriften ist unerlässliche Grundlage für Qualität und Sicherheit. Ein umfassendes, systematisches QM kann sich aber insbesondere bei komplexen Sachverhalten nicht darauf beschränken. Es stellt sicher, dass die Abläufe in einer Organisation als Prozesse verstanden und behandelt werden: Problemerkennung und Aufgabenanalyse, Entwicklung und Umsetzung von Lösungen, Überprüfung der Tauglichkeit (Assessment) und Korrektur (Feedback). Dabei sind die Erfahrung und der Stand von Wissenschaft und Technik sowie die Ergebnisse der Sicherheitsanalysen zu berücksichtigen. Bei einer systematischen Durchführung, unter Berücksichtigung aller Aspekte, liefern die Prozesse nachvollziehbare Resultate im erwarteten Rahmen.
- Der Mitarbeitende wird regelmässig in den QM-Vorschriften und -Abläufen geschult und trägt aktiv und vorbeugend zur Fehlervermeidung bei.
- Das QM-System ist zertifiziert nach ISO 9001:2000. Darüber hinaus muss es darauf ausgerichtet sein, die Sicherheit ständig zu verbessern und muss daher auch den Anforderungen der ISO 9004:2000 gerecht werden.
- Die Anforderungen an QM-Systeme in der Nukleartechnik sind in der jeweils gültigen IAEO-Vorschrift No. 50-C/SG-Q [28] festgehalten. Ausgehend vom Übereinkommen über die nukleare Sicherheit [3; Art. 13 QS] können die Aufsichtsbehörden diesen Standard vorgeben, die Einführung und Anwendung überwachen und die Wirksamkeit der QM-Systeme der Betreiber auf dieser Grundlage beurteilen.

Der Stand der Technik in anderen Ländern soll verfolgt werden. Die deutschen Behörden haben von allen KKW die Einführung eines Sicherheitsmanagement-Systems als Teil ihres QM-Systems verlangt. Anforderungen an ein solches System werden derzeit erarbeitet. Das Sicherheitsmanagement-Systemkonzept der EnBW dient in Deutschland derzeit als Basis für die weiteren Arbeiten [30].

#### **3.4.4 Betrieb**

Die Betriebsmannschaft hat durch ihre direkten Eingriffsmöglichkeiten eine zentrale Bedeutung für den sicheren und zuverlässigen Betrieb der Anlage.

Die Aufgabe besteht darin, die kritische Grundhaltung auch in einem stark reglementierten und weitgehend problemlos verlaufenden Alltagsbetrieb aufrechtzuerhalten.

Neben der kritischen Grundhaltung zu Vorkommnissen und Beobachtungen, siehe Kap. 3.5, können folgende Anregungen für organisatorische Massnahmen zum sicheren Betrieb beitragen:

- Für alle Betriebssituationen und für mögliche Störfälle, auch auslegungs-  
überschreitende, liegen jederzeit nachgeführte Vorschriften und Dokumente  
in Papierform und auf Datenträger bereit. Diese sind ereignis- wie auch  
symptomorientiert aufgebaut. Der Gebrauch dieser Vorschriften wird am  
Simulator geübt. Sie werden regelmässig überprüft.
- Alle Tätigkeiten wie Prüfungen, Reparaturen, Revisionen und Versuche, die  
den Betrieb der Anlage beeinträchtigen können, werden gemäss dokumen-  
tierten Abläufen abgewickelt. Diese beinhalten unter anderem die Analyse  
der Auswirkung auf die Sicherheit der Anlage. Bei speziellen Versuchen mit  
Auswirkungen auf den Betrieb der Anlage ist vorgängig ein detailliertes Pro-  
gramm zu erstellen und die Einhaltung von ausreichenden Sicherheitsmar-  
gen zu beachten.
- Vor dem Wiederaufstart nach einer ungeplanten Reaktorschnellabschaltung  
bedarf es einer systematischen Überprüfung des Anlageverhaltens und der  
Ursachen der Störung.
- Sauberkeit und Ordnung, Einhaltung der Arbeits-, Brandschutz- und  
Strahlenschutzvorschriften werden durch regelmässige Kontrollgänge, auch  
unter Teilnahme der Vorgesetzten und der Kraftwerksleitung, überwacht.
- Der Schichtbetrieb ist bezüglich Dauer, Zeiten, Übergabe, Präsenzvorschrift  
so zu regeln, dass die Anlagenüberwachung optimal gewährleistet wird. Die  
Wünsche der Betroffenen sind angemessen zu berücksichtigen.
- Die rasche Unterstützung der Betriebsmannschaft bei Störungen wird durch  
eine Rufbereitschaft der Fachabteilungen sichergestellt. Gut ausgebildete  
und erfahrene Picketingenieure stehen in genügender Anzahl zur Verfügung.  
Die Kraftwerksleitung ist innerhalb einer nützlichen Frist erreichbar.
- Alle Mitarbeitenden und das Fremdpersonal besitzen ausreichende Kennt-  
nisse über die Bedeutung ihrer Handlungen für die Sicherheit der Anlage.
- Insbesondere beim lizenzpflichtigen Personal wird aufgrund langer Ausbil-  
dungszeiten die rechtzeitige Ersatzanstellung vorgenommen, um den not-  
wendigen Wissenstransfer zu gewährleisten.
- Ein geeignetes EDV-System zur Prozessdarstellung, Trendverfolgung und  
Alarmaufbereitung auf Grossbildschirmen erleichtert im Normal- sowie im  
gestörten Betrieb die Prozessverfolgung.
- Integrierte Betriebsführungssysteme erlauben die Abarbeitung von  
Fehlermeldungen, die Planung und Bearbeitung von Arbeitsaufträgen mit  
deren Freischalt-/Absicherungsverfahren sowie die Verfolgung der periodi-  
schen Prüfungen und Aufträge.
- Das in der Anlage gelagerte Material, insbesondere das brennbare, wird auf  
ein Minimum reduziert und die akzeptierte Menge regelmässig kontrolliert  
und inventarisiert.

### 3.4.5 Instandhaltung

Es ist darauf hinzuweisen, dass der Instandhaltung eine besondere Bedeutung für die so genannten "latenten Bedingungen" zukommt. Damit sind Schwachstellen in technischen Komponenten gemeint, die im Zusammenwirken mit akuten Problemen oft massgeblich an der Entstehung von Ereignissen beteiligt sind.

Die IAEO unterscheidet zwischen vorbeugender (time-based), zustandsorientierter (condition-based) und ausfallbedingter (corrective) Instandhaltung von Systemen und Komponenten [27; Kap. 4.3].

Die Aufgabe besteht darin, bei der Instandhaltung unter gegenseitiger Abwägung von Aufwand, Strahlenschutz und sicherem Anlagebetrieb der Sicherheit den Vorrang zu geben.

Im Folgenden einige Anregungen, die mithelfen können, die Qualität der Instandhaltung mit möglichst geringer Strahlenbelastung und Beeinträchtigung des laufenden Betriebs zu gewährleisten:

- Die Arbeiten werden dokumentiert, erfasst und im Hinblick auf eine anlagespezifische Optimierung der Instandhaltung statistisch ausgewertet. Die Instandhaltungsprogramme werden auf Basis dieser Arbeiten und neuer Erkenntnisse periodisch überprüft.
- Durch gute Planung und Koordination wird der Arbeitsaufwand vor Ort reduziert. Schulungsmodelle, auch im Massstab 1:1, helfen die Qualität der Arbeit zu verbessern und den Aufenthalt im Strahlenfeld und damit die Strahlenbelastung zu reduzieren.
- Die Arbeitsplätze werden regelmässig hinsichtlich Arbeitssicherheit und ergonomischer Aspekte überprüft und Verbesserungsmöglichkeiten werden umgesetzt.
- Die computergestützte Abwicklung der Instandhaltung sowie von allgemeinen Arbeitsaufträgen reduziert Fehlerquellen und vereinfacht statistische Auswertungen.
- Die Vorgesetzten stellen sicher, dass dem Instandhaltungspersonal die Bedeutung von sicherheitsrelevanten Einrichtungen bewusst ist.
- Auch das Fremdpersonal ist bezüglich Arbeitssicherheit, Strahlenschutz und fallweise bezüglich sicherheitstechnischer Bedeutung der Arbeit instruiert und wird von eigenem fachkundigem Personal überwacht.
- Vor Aufnahme der Instandhaltungsarbeiten werden die Auswirkungen auf den sicheren Betrieb der Anlage fachübergreifend beurteilt und koordiniert.
- Die Überprüfung von Komponenten und Systemen nach Instandhaltung im Hinblick auf die Funktionsfähigkeit erfolgt nach Möglichkeit bei den tatsächlichen Betriebsbedingungen.
- Bei Sicherheitssystemen ist die Funktionsfähigkeit abschliessend durch eine unabhängige Nachkontrolle zu überprüfen. Beispiel ist die Ventilstellung nach der letzten Funktionskontrolle.

### **3.4.6 Technische Unterstützung**

Unter diesen Begriff (technical support) fallen die technisch-wissenschaftlichen Aufgaben mehr grundlegender Natur, welche der Unterstützung des Betriebs dienen. Besondere Aufmerksamkeit erfordern nach IAEO die sicherheitsrelevanten Prüfungen sowie Anlageänderungen, wobei für diese spezielle Sicherheitsanalysen empfohlen werden [2; Art. 75, 76], [8; Kap. 3.4.1].

Eine wirksame Technische Unterstützung umfasst ein breites Aufgabenspektrum und stellt hohe Anforderungen an die Erfahrung, das Wissen und Können der damit betrauten Mitarbeitenden und verlangt vielfach eine Abstimmung ihrer Tätigkeiten mit anderen Stellen.

Nachfolgend einige Anregungen zur Technischen Unterstützung:

- Die Kraftwerksleitung ist dafür besorgt, dass für technisch-wissenschaftliche Spezialaufgaben genügend qualifizierte Fachkräfte vorhanden sind und dass deren Weiterbildung systematisch gefördert wird.
- Systematische Bearbeitung der Prüfprogramme und -spezifikationen, wobei folgende Fragen von Bedeutung sind: Decken Art und Umfang der Funktionsprüfungen alle Anforderungen sowohl aus der Technischen Spezifikation als auch von Lieferanten ab? Erfolgen sie unter möglichst tatsächlichen Betriebsbedingungen? Sind die Wiederholungsprüfprogramme angemessen oder drängt sich die Anwendung zusätzlicher Prüfverfahren auf? Wurden neue Erkenntnisse berücksichtigt?
- Systematische Auswertung aller Testergebnisse im Hinblick auf Alterungstendenzen, Konsequenzen für die Wiederholungsprüfungen oder die Instandhaltung.
- Beurteilung von sicherheitsrelevanten Nachrüstungen, Änderungen, Ereignissen und Spezialversuchen anhand deterministischer und probabilistischer Störfall- und Sicherheitsanalysen (Living PSA).
- Für Nachrüstungen und Anlageänderungen erfolgt eine systematische Überprüfung der Auslegungsbasis (Design Review). Wichtige Aspekte sind Veranlassung, aktuelle und ursprüngliche Anforderungen (Regelwerke, Spezifikationen, Sicherheitsbericht etc.), neue Erkenntnisse gemäss dem Stand der Technik, Vergleich mehrerer Varianten, Aktualisierung der Dokumentation, nahtlose Übergabe an Betrieb und Instandhaltung. Bei sicherheitsrelevanten Änderungen wird fallweise die Meinung von unabhängigen Dritten (andere Betreiber, Lieferanten) eingeholt.

### **3.4.7 Strahlenschutz**

Die Aufgabe besteht darin, in der Praxis den Strahlenschutz als wesentlichen Bestandteil in die Arbeitsplanung zu integrieren.

Nachfolgend einige Anregungen für organisatorische Massnahmen zur Optimierung des operationellen Strahlenschutzes:

- In Bezug auf die Kollektivdosis werden herausfordernde Jahresziele gesetzt und entsprechende Massnahmen abgeleitet.

- Zur Optimierung der Arbeiten im Sinne des ALARA-Prinzips wirkt der Strahlenschutz frühzeitig bei der Arbeitsplanung mit.
- Die Angaben über die Ortsdosisleistungen und Kontaminationswerte in der Anlage werden laufend aktualisiert.
- Für spezifische Aufgaben und für Arbeiten in kritischen Anlagebereichen werden kumulierte Dosen sowie geleistete und geplante Arbeit systematisch erfasst, ausgewertet und den Mitarbeitenden mitgeteilt.
- Temporäre Abschirmungen während der Jahresrevision helfen die Kollektivdosis massgeblich zu reduzieren.
- Instandhaltungsarbeiten während des Leistungsbetriebes im Bereich höherer Dosisleistungen werden bei entsprechender Lastreduktion ausgeführt.
- Der Einsatz von Mock-up und die Computer- sowie Video-gestützte Überwachung von Komponenten in Strahlenfeldern ermöglicht ein zielgerichtetes Arbeiten, verringert die Anzahl von Begehungen vor Ort und erlaubt eine optimierte Instandhaltungsplanung.
- Für Arbeiten an stark strahlenden Komponenten und in Bereichen mit hoher Dosisleistung werden Massnahmen zur Dosisreduktion wie beispielsweise Dekontamination oder spezielle Abschirmungen, ergriffen. Falls es die Sicherheit erlaubt, werden Arbeiten an diesen Komponenten und in diesen Bereichen zeitlich so gestaffelt, dass sie unter günstigen Strahlenschutzbedingungen ausgeführt werden können.
- Bei der Schulung der Mitarbeitenden und des Fremdpersonals wird Strahlenschutz als wesentlicher Teil des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit am Arbeitsplatz vertieft behandelt.

### **3.4.8 Sicherheit am Arbeitsplatz**

Die IAEO empfiehlt Massnahmen, die eine ausreichende konventionelle Sicherheit am Arbeitsplatz gewährleisten sollen [27; Kap. 1.5].

Erfahrungswerte stehen in den WANO- und Suva-Statistiken zur Verfügung.

Nachfolgend einige Anregungen für Massnahmen, die mithelfen können, die Sicherheit am Arbeitsplatz zu verbessern:

- Die Richtlinie Nr. 6508 der Eidg. Koordinationskommission für Arbeitssicherheit (EKAS) über den Beizug von Arbeitsärzten und anderen Spezialisten der Arbeitssicherheit [31] wird konsequent umgesetzt.
- Die Kraftwerksleitung befasst sich nicht nur mit Unfällen sondern auch mit Beinahe-Unfällen, Unfallverhütung und gezielten Aktionen. Besondere Beachtung verdient auch die Frage, welche Schlüsse auf die gelebte Sicherheitskultur gezogen werden können.
- Vorgesetzte, Mitarbeitende und Fremdpersonal werden zur Gefahrenbeurteilung vor Inangriffnahme einer Arbeit, sowie zur Erkennung und zur Korrektur der Gefahren an den Arbeitsplätzen geschult. Komplexe Arbeiten werden besonders sorgfältig geplant und beaufsichtigt.

- Kontrollgänge vor Ort durch geschultes Personal werden zu Zeiten mit erhöhter Tätigkeit vermehrt durchgeführt, beispielsweise während der Jahres-revision.
- Vor Beginn einer Arbeit vergewissert sich das ausführende Personal von der Absicherung der zu behandelnden Komponenten.
- Lastaufnahmemittel (Gurten etc.) werden periodisch auf ihre Funktionstüchtigkeit überprüft.
- Die von der Kraftwerksleitung aufgrund von Artikel 82 des Unfallversicherungsgesetzes (UVG) und Artikel 5 der Verordnung zum UVG (VUV) zum Schutz der Arbeitnehmenden vor Unfällen und Berufskrankheiten, für bestimmte Arbeitsplätze oder bestimmte Betriebsteile, eingeführte Pflicht zum Tragen von Persönlichen Schutzausrüstungen (Schutzbrillen, Schutzhelme usw.) wird von den Vorgesetzten überwacht und konsequent durchgesetzt. Siehe dazu auch die Ausführungen zum Tragobligatorium gemäss SBA 153 der Suva [32].

### 3.4.9 Ausbildung

Die IAEO betrachtet eine sorgfältige und systematische Aus- und Weiterbildung der Mitarbeitenden als zentral für den sicheren Betrieb der Anlage und empfiehlt, dass entsprechende Massnahmen in einem Ausbildungsprogramm festgehalten werden [27; Kap. 2].

Für jede Funktion bzw. Stelle sollten eine Funktionsbeschreibung erstellt sowie die Anforderungen an die Grundausbildung und die Aus- und Weiterbildung für einen Zeitraum von jeweils fünf Jahren festgelegt werden. Insbesondere sind Vorkehrungen zu treffen, dass die Erfahrung der ausscheidenden Generation an die nachfolgende rechtzeitig übertragen wird.

Nachfolgend einige Anregungen für Massnahmen zur Verbesserung der "Allgemeinen Aus- und Weiterbildung":

- Eine fachübergreifende Ausbildungskommission mit je einem Vertreter der Abteilungen ist für die Gesamtplanung der Ausbildung im Kraftwerk verantwortlich. Der Leiter der Kommission muss in diesen Belangen direkten Zugang zum Kraftwerksleiter besitzen. In Absprache mit den Mitarbeitenden und deren Vorgesetzten werden die stellenbezogenen und ressortspezifischen Bedürfnisse festgelegt.

Zu den Aufgaben dieser Kommission gehören:

- Aufstellen des Ausbildungsprogramms, das sowohl die Bedürfnisse aller Fachgruppen wie auch der Mitarbeitenden, einschliesslich Kader und neue Mitarbeitende, berücksichtigt. Erfassen des Lernerfolgs und Bewerten der Qualität der Schulung [33].
- Erstellen von Unterlagen für Ausbildung, Lernzielkontrolle und Kursbewertung.
- Definition der Anforderungen an die Instruktoren; diese werden zusätzlich in Unterrichtsdidaktik geschult.

- Periodische Überprüfung und Anpassung der Ausbildungsprogramme aufgrund der Erfahrung und neuer Erkenntnisse.
- Berücksichtigung der Erfahrungen aus internen und externen Vorkommnissen bei der Schulung.
- Prüfen und Einsetzen moderner Hilfsmittel wie beispielsweise WBT (Web-Based Training).
- Erstellen spezieller Instruktions- und Trainingsprogramme für Fremdpersonal. Diese sollen unter anderem die Kenntnis der Anlage und der einschlägigen Vorschriften sicherstellen.

Schichtmannschaft und Pikettingenieure beeinflussen die Sicherheit des Betriebes direkt, der Aus- und Weiterausbildung dieser Personengruppe muss deshalb besondere Beachtung geschenkt werden. Ein der Abteilung Betrieb zugeordnetes Ressort mit entsprechenden Schulungseinrichtungen wie beispielsweise einem anlagenspezifischen Fullscope-Simulator, nimmt diese Aufgabe wahr. Zu seinen Aufgaben gehören insbesondere das Erstellen eines an die Vorkenntnisse von neuen Mitarbeitenden angepassten Aus- und Weiterbildungsprogramms bis zur vorgesehenen Lizenzstufe sowie das Festlegen der Anforderungen an die Qualifikation und Requalifikation der einzelnen Funktionsträger.

Folgende Punkte sind bei der Ausbildung des Betriebspersonals zu berücksichtigen:

- Die Schichtmannschaft sollte im Team an einem anlagenspezifischen Fullscope-Simulator sowohl normale Betriebsabläufe wie An- und Abfahren als auch alle denkbaren Störfallsituationen und deren Kombination üben können. In das Training sind auch das nicht lizenzpflichtige Schichtpersonal sowie die Pikettingenieure mit einzubeziehen. Dafür ist genügend Trainingszeit zur Verfügung zu stellen, etwa 3 Wochen pro Jahr.
- Individualtraining, welches Stärken und Schwächen einzelner Teilnehmer berücksichtigt, ist in die Schulung zu integrieren.
- Nach längeren Abwesenheiten ist eine Wiedereinführungsschulung in Betracht zu ziehen.
- Neben der fachspezifischen Schulung sind spezielle Kurse wie beispielsweise Stressbewältigung, Teamverhalten, Kommunikation usw. in das Schulungsprogramm aufzunehmen.

#### **3.4.10 Notfallorganisation**

Die IAEO empfiehlt, dass die Notfallorganisation der Erfahrung und den aktuellen Gegebenheiten angepasst wird und die Bereitschaft aller im Ernstfall beteiligten Stellen jederzeit sichergestellt ist und regelmässig überprüft wird [27; Kap. 8].

Die Aufgabe betrifft Umfang, Frequenz und Erfahrungsrückfluss der Übungen, die Kommunikation und Zusammenarbeit mit anderen betroffenen Stellen, die Information der Öffentlichkeit sowie das Nachführen der Notfallunterlagen.

Nachfolgend einige Anregungen für organisatorische Massnahmen zur Erhöhung der Notfallbereitschaft:

- Das Ausbildungsprogramm für die Notfallequipen basiert auf einer langfristigen Planung.
- Die Durchführung von jährlich zwei Notfallübungen, eine kraftwerksinterne und eine in Anwesenheit der Aufsichtsbehörden. Nach jeder Notfallübung wird ein Bericht mit abgesprochenen Folgeaktionen erstellt. Die Erledigung dieser Pendenzen wird den zuständigen Stellen übertragen und überwacht.
- Neben diesen zwei Notfallübungen werden die Notfallequipen einzeln und in Zusammenarbeit mit anderen Equipen beübt.
- Aufgrund der Erfahrungen aus den Übungen und am Simulator sowie aus den aktuellen Gegebenheiten werden Störfallanweisungen und Notfallvorschriften periodisch überarbeitet.
- Die "Elektronische Lagedarstellung" der NAZ erlaubt allen bei einem Notfall beteiligten Stellen einen guten Zugriff zur Information über die aktuelle Lage im betroffenen Werk. Sie wird bei allen KKW und beteiligten Notfallorganisationen installiert und bei Notfallübungen genutzt und weiterentwickelt.
- Die Mitglieder des Notfallstabes und die Pikettingenieure werden regelmässig im Störfallmanagement (einschliesslich schwere Unfälle und Sicherungsaufgaben) geschult und bei Notfallübungen als Beübte oder in die Übungsleitung einbezogen.
- Die Technische Unterstützung bei Notfällen wird durch den Reaktorlieferanten ergänzt.

### **3.4.11 Interner Sicherheitsausschuss (ISA)**

Die IAEO empfiehlt eine vom Kraftwerksbetrieb unabhängige Sicherheitsüberprüfung [7; Art. 270].

In den schweizerischen Kernkraftwerken werden Sicherheitsfragen durch den ISA (bzw. ISK bei KKB) behandelt. Gemäss HSK-Richtlinie R-17 [17] berät dieser den Kraftwerksleiter in Fragen der nuklearen Sicherheit und von sicherheitsrelevanten Aspekten der Organisation. Dabei lässt sich beobachten, dass die Richtlinie zwar eingehalten wird, jedoch die Rolle des ISA in den einzelnen Werken recht unterschiedlich ist.

Nachfolgend einige Anregungen für Massnahmen, die einen Beitrag leisten können:

- Die Sitzungen des ISA finden periodisch, in der Regel einmal pro Monat, anhand einer festen Traktandenliste sowie zusätzlich bei Bedarf und auf Antrag statt.
- Der ISA behandelt alle sicherheitsrelevanten und -bezogenen Anlageänderungen sowie ausgewählte Vorkommnisse, Vorläufer dazu und Versuchsprogramme, auch solche, welche nicht der Aufsichtsbehörde zu unterbreiten sind. Neben technischen Themen behandelt er relevante organisatorische sowie die Sicherheitskultur betreffende Fragen. Er beurteilt die Notfallübungen und verfolgt die Erledigung der betreffenden Pendenzen.
- Mitglieder des ISA sind neben Fachspezialisten und Pikettingenieuren aus dem Werk auch externe Experten.

- Bei der Behandlung von Sicherheitsfragen werden die Erfahrung sowie der aktuelle internationale Stand von Wissenschaft und Technik berücksichtigt.

### **3.5 Vorkommnisse**

Unter "Vorkommnissen" sind Ereignisse (eingetretene fehlerhafte Abläufe im Anlagenbetrieb) und Befunde (Schwachstellen und Zustände, welche noch nicht zu einem fehlerhaften Ablauf geführt haben) zu verstehen. Die nukleare Sicherheit kann dabei direkt oder indirekt beeinträchtigt werden. Vorkommnisse können durch den Menschen, die Technik oder die Organisation und ihre Wechselwirkung verursacht werden.

Die konsequente Untersuchung und Behebung der Ursachen von Vorkommnissen verhindert Wiederholungen und senkt die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten von neuen. Die IAEO empfiehlt deshalb die vertiefte und systematische Vorkommnisanalyse und die Bekanntmachung der Ergebnisse in nachvollziehbarer Form [27; Kap. 5.3].

In der Praxis lässt sich jedoch beobachten, dass die Tiefe der Vorkommnisanalysen oft gering ist. Insbesondere in Bezug auf Human Factors ist die Auswertungsmethodik zu wenig bekannt; oft erfolgt die Ursachenanalyse nicht systematisch und es werden nicht alle betroffenen Organisationseinheiten miteinbezogen oder man beschränkt sich auf meldepflichtige Vorkommnisse.

Die sorgfältige und systematische Auswertung von Vorkommnissen, das Berichtswesen, die Umsetzung der beschlossenen Massnahmen und der Erfahrungsaustausch sind zentrale Elemente der Sicherheitskultur; deshalb wird im Folgenden vertieft darauf eingegangen.

#### **3.5.1 Vorkommnisanalyse**

Die wesentlichen Teile einer Vorkommnisanalyse sind:

- Die vollständige Beschreibung des Ablaufes in Bezug auf Vorgeschichte, Ausgangszustand, zeitliche und sachliche Reihenfolge, Verhalten der Anlage, Verhalten und Kommunikation der beteiligten Personen, weitere beitragende Faktoren, Benützung, Eignung und Interpretation vorhandener Anweisungen, Festhalten aller Fakten und Daten.
- Die Feststellung der Beeinträchtigung von Betriebs- und Sicherheitssystemen, d.h. die Ermittlung von Anlageteilen, die nicht auslegungsgemäss funktioniert haben sowie von menschlichen Handlungen, die nicht wie vorgesehen erfolgt sind.
- Die Entscheidungsfindung der Beteiligten und die ihr zugrunde liegenden Annahmen und Erwartungen im Hinblick auf technische und soziale Gegebenheiten.
- Die Überprüfung auf unerwartete Phänomene, das heisst ob die der Auslegung zugrunde liegenden Annahmen richtig waren bzw. erfüllt wurden.

- Die Identifizierung der direkten Ursachen und der Grundursachen unter Berücksichtigung aller relevanten MTO-Faktoren, die Aufdeckung eventueller Abhängigkeiten und vorher nicht erkannter Schwachstellen.
- Die Bewertung der fallspezifischen Gegebenheiten und der potentiellen Folgen sowie der generischen Bedeutung für die nukleare Sicherheit.
- Die Erarbeitung von Vorschlägen für umgehend oder längerfristig zu realisierende Verbesserungsmaßnahmen.

Der Mensch spielt nicht nur im Ablauf eines Ereignisses, sondern auch bei dessen Auswertung eine wichtige Rolle, wie im Folgenden gezeigt wird.

An einem Ereignis sind oft Personen mehrerer Fachbereiche und Hierarchiestufen direkt oder indirekt beteiligt. Werden Fehler bei Leuten "an der Front" (Reaktoroperatoren oder Unterhaltspersonal) festgestellt oder vermutet, wird vielfach die Suche nach den Grundursachen unterlassen. Diese können aber anderswo liegen, unter Umständen weit zurück (Hersteller, Erstellung der Betriebsvorschriften) oder im sozialen oder organisatorischen Umfeld (Management, soziale Normen und Selbstverständlichkeiten) [34]. Menschliche Fehler, und generell MTO-Wechselwirkungen sind erfahrungsgemäss schwieriger aufzudecken als rein technische Schwachstellen. Ausser bei wiederholten Fehlern oder fahrlässigem Verhalten ist es daher sinnvoller, von der Frage "Wie konnte das geschehen?" auszugehen, statt von "Wie konnten Sie das tun?" [26].

Die Auswertung kann auch dadurch erschwert werden, dass Menschen oft schnell eine Erklärung zum Geschehen bereit haben. Widersprechen die Beobachtungen ihrer Erklärung, sind sie geneigt, ihre Beobachtung anzupassen, anstatt umgekehrt die Erklärung in Frage zu stellen. Jede Ursachenanalyse bedingt somit als Ausgangspunkt das einwandfreie Festhalten der Fakten.

Es gibt mehrere Auswertungsmethoden. Häufig gebraucht werden die ASSET-Methode (Assessment of Safety Significant Events Team) der IAEA [35], die HPES-Methode (Human Performance Enhancement System) des INPO oder neuerdings die SOL-Methode (Sicherheit durch Organisationales Lernen) der TU Berlin.

Alle Methoden haben Stärken und Schwächen. So eignet sich die ASSET-Methode gut zur Analyse von Vorkommnissen, welche eher technischer Natur sind, aber weniger für HF- (Human Factors) dominierte Vorkommnisse. Die HPES-Methode wiederum eignet sich nicht für die Analyse technisch orientierter Vorkommnisse, jedoch gut für Vorkommnisse, welche HF-dominiert sind. Die SOL-Methode vereinigt die Stärken beider genannter Methoden. Sie eignet sich gut sowohl für die Analyse von technisch orientierten Vorkommnissen als auch für die Analyse von HF-dominanten Vorkommnissen. Darüber hinaus ist die Berichtlegung weitgehend computergestützt.

Die Aufsichtsbehörden schreiben die Auswertemethodik nicht vor. Der Betreiber wählt abhängig von der Art des Ereignisses selber die geeignete Methode aus.

### 3.5.2 Bewertung der Sicherheitsrelevanz

Für die Durchführung einer Vorkommnisanalyse wird nach den fallspezifischen Gegebenheiten, den potenziellen Folgen sowie der generischen Bedeutung für die nukleare Sicherheit unterschieden.

#### *Fallspezifische Gegebenheiten*

Folgende Punkte sind zu beachten: Schwachstellen die zum Versagen führten; Abgaben an die Umgebung; Strahlenbelastung des Personals; Kühlbarkeit des Reaktorkerns; Integrität der druckführenden Umschliessung; Eignung von Weisungen sowie Überprüfung von Verfügbarkeit und Wirksamkeit der Sicherheits- und Hilfssysteme.

#### *Potentielle Folgen / generische Bedeutung*

Die Bewertung der potentiellen Folgen und der generischen Bedeutung von Vorkommnissen und Ereignissen verlangt Überlegungen, die sowohl deterministischer als auch probabilistischer Natur sein können. Diese Überlegungen betreffen hauptsächlich die Schwächung der gestaffelten Absicherung (defence in depth).

Wichtige Gesichtspunkte bei der Bewertung der Sicherheitsrelevanz sind:

- Mensch-Technik-Aspekte wie die ergonomische Auslegung.
- Mensch-Organisation-Aspekte wie Vollständigkeit und Richtigkeit der Weisungen, Zuständigkeiten und Schnittstellen, Praxis bei Unterhalt und Prüfung; soziale Normen und Selbstverständlichkeiten, die sicherheitsbezogenem Handeln im Wege stehen (Beispiele sind Nichtbeachtung der Technischen Spezifikationen, nicht hinterfragte Routinen, voreilige Diagnosen und Entscheide, Mängel in der Kommunikation).
- Technische Aspekte wie abhängige Fehler (common cause, common mode) oder wiederkehrende Fehler an gleichen Komponenten, Übertragbarkeit von Fehlern auf andere Anlageteile; unerwartete Phänomene im Verhalten der Anlage oder von Werkstoffen, Mängel in der Auslegung und Ausführung.
- Einbezug von ähnlichen Vorkommnissen und Ereignissen in der eigenen Anlage oder in fremden Anlagen.
- Folgen bei Eintreten e i n e s zusätzlichen technischen oder menschlichen Fehlers.
- Ereignisablauf bei anderen Betriebsbedingungen (Nacht und Wochenende, An- und Abfahren, Stillstand, Volllast, anderer Zeitpunkt im Brennstoffzyklus).
- Hinweise auf Mängel in der Sicherheitskultur: Hinterfragende Grundhaltung, konsequentes und umsichtiges Vorgehen, Informationsaustausch und Dokumentation (Kommunikation).

Die Bewertung eines Vorkommnisses mittels PSA (Precursor-Studie) kann die verbleibende Sicherheitsmarge zeigen und auch zur Prüfung der Vollständigkeit und der Richtigkeit der PSA sowie zur Bewertung von Verbesserungsmassnah-

men beitragen. Fallweise ist die PSA den neuen Gegebenheiten anzupassen (Living PSA).

### **3.5.3 Verbesserungsmaßnahmen**

Die Verbesserungsmaßnahmen bezwecken die Behebung der direkten Ursachen (direct cause) und der Grundursachen (root cause). – Unter direkter Ursache werden Fehler, Aktionen, Unterlassungen oder Bedingungen, die das Vorkommnis unmittelbar auslösen, verstanden, unter Grundursachen Fehler, Aktionen, Unterlassungen oder Bedingungen, die Voraussetzung für das Eintreten des geschehenen oder ähnlicher Vorkommnisse sind. In der Praxis lässt sich häufig beobachten, dass man sich auf eine direkte Ursache oder eine Grundursache beschränkt. Dies ist in vielen Fällen und angesichts der Komplexität nicht ausreichend.

Einige Anregungen zur besseren Abstützung von Entscheiden über Verbesserungsmaßnahmen:

- Wo möglich werden mehrere Lösungsvarianten technischer und/oder organisatorischer Natur in Betracht gezogen. Die Vor- und Nachteile der Massnahmen werden abgeklärt und gegeneinander abgewogen, wenn möglich soll dies am Simulator vorgängig erprobt werden. Bevorzugt werden Lösungen, die sich bewährt haben.
- Bei komplexen Massnahmen empfiehlt sich die Sicherheitsüberprüfung durch ein unabhängiges Review-Team. Die Massnahmen sollen vor der Implementierung dem Internen Sicherheitsausschuss zur Prüfung vorgelegt werden.
- Vor allem bei Änderungen, welche die Reaktoranlage betreffen, empfiehlt es sich, die Meinung des Reaktorlieferanten sowie die Meinung von Betreibern ähnlicher Anlagen einzuholen.

Die Umsetzung und Verfolgung der Verbesserungsmaßnahmen und die Bewertung ihrer Wirksamkeit gehören zur abschliessenden Behandlung von Vorkommnissen und sind ein wesentlicher Bestandteil des Erfahrungsrückflusses. Wie schon in Kap. 3.4.6 festgehalten, kommt der systematischen Aktualisierung der Dokumentation besondere Bedeutung zu.

### **3.5.4 Berichtswesen**

Die sorgfältige und systematische Berichterstattung über Vorkommnisse ist wichtig. Erfahrungsgemäss kann die Verpflichtung, Ergebnisse von Ursachenanalysen und Gründe für Entscheide umfassend und systematisch zu Papier zu bringen, wesentlich zum Verständnis der Zusammenhänge und zum sorgfältigen Abwägen der Entscheide beitragen.

In der Berichterstattung sind die vorher behandelten Aspekte so darzustellen, dass sie nicht nur anlageintern, sondern auch von allen Adressaten nachvollzogen werden können. Dabei sollen auch positive Erfahrungen beim Erkennen und Bewältigen von Ereignissen festgehalten und weitergegeben werden.

Das systematische Abfassen der Berichte trägt bei zur rechtzeitigen Aufdeckung von bisher unerkannten Schwachstellen und von Trends, erleichtert den Vergleich mit früheren Vorkommnissen und Ereignissen, und fördert generell die kritische Einstellung gegenüber der eigenen Arbeit und dem Sicherheitsstand der Anlage. Die Berichte sollen daher nicht nur den direkt Betroffenen und den Entscheidungsträgern, sondern allen Fachleuten des Werkes zur Kenntnis gebracht werden. Auch soll die Belegschaft in geeigneter Form informiert werden.

Die Information von Dritten dient dem Erfahrungsaustausch, allerdings können diese nur aus vollständigen Informationen Nutzen ziehen. In der Berichterstattung durch die NRC werden beispielsweise die Hersteller und Typen von schadhafte Komponenten angegeben.

Von den Aufsichtsbehörden wird das Incident Reporting System (IRS) der IAEA und der NEA verwendet. Im Verlaufe der Zeit entwickelte sich das IRS auch zu einer wertvollen Informationsquelle für generische Studien.

Die Betreiber können die WANO-Ereignisberichte benutzen.

### **3.5.5 Nichtmeldepflichtige Vorkommnisse**

OSART hat bei allen Schweizer Kernkraftwerken festgestellt, dass die kraftwerksinterne Schwelle zur Erfassung und Auswertung von Vorkommnissen zu hoch ist und somit zu wenige Vorkommnisse erfasst und ausgewertet werden.

#### *Low Level Events (eingetretene Vorkommnisse)*

Erfahrungen zeigen, dass auf jedes der Aufsichtsbehörden zu meldende Vorkommnis etwa 10 so genannte "Low-Level Events" mit marginaler Sicherheitsrelevanz vorkommen. Jedes Kraftwerk soll die Erfassungs- und Auswerteschwelle so tief ansetzen, dass auch solche Abweichungen vom Normalbetrieb erfasst und analysiert sowie zweckmässige Massnahmen abgeleitet werden. Die Kriterien dazu sollen in einer entsprechenden Anweisung festgelegt sein, damit ein einheitliches Vorgehen sichergestellt ist.

#### *Beinahe-Ereignisse (near misses; nichteingetreten)*

Als Beinahe-Ereignis wird ein Vorkommnis mit Durchbruch aller technischen oder organisatorischen Vorkehrungen mit Ausnahme einer einzigen, geplanten oder ungeplanten, bezeichnet.

Der Umgang mit Beinahe-Ereignissen zeigt die Bereitschaft des Unternehmens, auch Hinweise auf mögliche Abweichungen zum Normalbetrieb ernst zu nehmen, zu untersuchen und daraus allenfalls Verbesserungsmaßnahmen abzuleiten.

Ausgehend von der Ereignisentstehungstheorie von J. Reason kann man Beinahe-Ereignisse als Vorläufer für fehlerhafte Abläufe und grössere Störfälle betrachten. Die Behebung versteckter Mängel aufgrund von Beinahe-Ereignismeldungen ist daher ein Mittel zur Prävention und sollte als solches genutzt werden.

Beinahe-Ereignisse passieren oft infolge fehlender Eigenkontrolle (Self-Checking). Diese Erkenntnis kann zum Anlass genommen werden, die Eigenkontrolle mit geeigneten Massnahmen zu verbessern.

Beinahe-Ereignisse können meist nur durch freiwillige Meldung bekannt gemacht werden. Freiwilligkeit setzt Vertrauen voraus. Vertrauen lebt von einer Atmosphäre, in der Fehler nicht bestraft und präzise Information darüber gewürdigt werden.

Jedes Kraftwerk soll ein formales System für die interne Meldung von Beinahe-Ereignissen und Beinahe-Arbeitsunfällen etablieren und fördern.

### **3.5.6 Organisatorische Aspekte**

Es folgen einige Anregungen für organisatorische Massnahmen, um Vorkommnisse konsequent und umfassend zu behandeln:

- Die Kraftwerksleitung legt die Grundsätze und die Ansprechschwelle für die vertiefte Auswertung von Vorkommnissen fest; dabei sind auch Vorläufer sowie Ereignisse in anderen Anlagen zu berücksichtigen. Sie führt Erfolgskontrollen durch.
- Ausgehend von diesen Grundsätzen werden die Vorgehensweise für den Informationsfluss, die Methode der Ursachenanalyse, die Berichterstattung, die Korrekturmassnahmen, die Orientierung der Mitarbeitenden und die Schulung abgeleitet.
- Die systematische Berichterstattung bedingt betriebsinterne Weisungen in Bezug auf Inhalt und Vorgehen bei der Abfassung und Genehmigung der Berichte. Darüber hinaus wird eine zentrale Stelle im Werk empfohlen, die unter anderem auf Einheitlichkeit, Vollständigkeit und Nachvollziehbarkeit der Berichte (auch für Dritte) sowie auf die Befolgung der Weisungen achtet.
- Die Akzeptanz einer Analyse hängt wesentlich davon ab, ob alle an einem Vorkommnis beteiligten Personen in das Verfahren miteinbezogen werden, deshalb kann es sinnvoll sein, dass jeweils fallspezifisch ein Auswertungsteam gebildet wird. Das Auswertungsteam setzt sich zusammen aus am Vorkommnis direkt Beteiligten sowie entsprechenden Fachspezialisten. Der Teamleiter ist in Befragungs- und Analysemethoden ausgebildet. Der Einsatz von Fachleuten für das Zusammenwirken von technischen, menschlichen und organisatorischen Faktoren ist von Vorteil.
- Eine intensive Zusammenarbeit zwischen den Betreibern der schweizerischen KKW auf verschiedenen Stufen kann zur Verbesserung der Methodik und zur Aufdeckung von Schwachstellen, speziell im Bereich Mensch-Organisation, beitragen.

### **3.5.7 Erfassung und Auswertung von Vorkommnissen in anderen Kernanlagen**

Es gehört zu guter Sicherheitskultur, dass auch Vorkommnisse in anderen Kernanlagen auf Übertragbarkeit auf die eigene Anlage untersucht werden.

Der Betreiber verfügt über die entsprechenden Methoden und Mittel. Eine zentrale Stelle befasst sich mit Vorkommnissen in anderen Anlagen, beschafft sich die erforderlichen Unterlagen, gibt sie an die betroffenen Stellen weiter und sammelt die Rückmeldungen. Ist das Vorkommnis für die eigene Anlage sicherheitsrelevant, verfolgt diese Stelle die Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen. Die zentrale Stelle berichtet regelmässig in Monats- und Jahresberichten.

## **4 Erfassung, Bewertung, Förderung der Sicherheitskultur**

Instrumente zur Erfassung, Bewertung und Förderung der Sicherheitskultur sollen dem kulturellen Umfeld und, soweit nötig, den kraftwerksspezifischen Gegebenheiten angepasst werden. Diese Anpassung kann recht aufwändig sein und bedingt, dass Kenner der Methoden, Experten für menschliche und organisatorische Faktoren sowie Fachleute aus dem Werk eng zusammenarbeiten. Der damit verbundene Lernprozess trägt zur Zielerreichung bei.

### **4.1 Erfassung und Bewertung der Sicherheitskultur**

Zweck der Erfassung und Bewertung ist, sich über den Stand der eigenen Sicherheitskultur bewusst zu werden, so dass Massnahmen zu ihrer Förderung, das heisst Pflege und Verbesserung, vorgenommen werden können.

Es ist nicht zu erwarten, dass eine einzige Methode und Stelle all die vielfältigen Aspekte der Sicherheitskultur abdecken kann. Entsprechend sollen mehr als eine der vorhandenen Methoden zum Einsatz kommen.

Im Folgenden wird auf die Grundlagen und Methoden, anschliessend auf die an der Erfassung und Bewertung beteiligten Stellen (Beurteilungsinstanzen) eingegangen. Aspekte, welche die Förderung betreffen, sind Gegenstand von Kap. 4.2.

#### **4.1.1 Grundlagen und Methoden**

##### **4.1.1.1 Indikatoren**

###### *Zweck und Art von Indikatoren*

Indikatoren sollen ermöglichen, die Resultate und die Qualitätsmerkmale des KKW-Betriebes anhand quantitativer Grössen oder qualitativer Bewertungen zu beurteilen. Dabei können die zeitlichen Verläufe einzelner Indikatoren, in gewissen Fällen auch der Vergleich von Absolutwerten verschiedener Anlagen, Hinweise auf Sachverhalte liefern, die näher abgeklärt werden sollten. Aspekte der Sicherheitskultur wie beispielsweise die persönliche Haltung des Personals bezüglich Sicherheit, soziale Normen und Selbstverständlichkeiten sind kaum geeignet für eine Erfassung mit Indikatoren im hier verwendeten Sinn; für sie stehen andere Methoden zur Verfügung, welche in den folgenden Kapiteln abgehandelt werden.

Ausgehend von betriebswirtschaftlichen Überlegungen sind für den Betreiber Indikatoren sowohl bezüglich Verfügbarkeit/Produktion (performance indicators) als auch der Sicherheit (safety indicators) von Interesse; es bleibt unbenommen, dass einzelne Indikatoren, wie etwa die Anzahl Schnellabschaltungen, für beides Bedeutung haben. Für die vorliegenden Betrachtungen stehen solche, welche die Sicherheit betreffen, Sicherheitsindikatoren, im Vordergrund.

## *Sicherheitsindikatoren*

Sicherheitsindikatoren sind direkt oder indirekt beobachtbare quantifizierbare Merkmale der Anlage aus den Bereichen Technik, Betrieb, Organisation und Personal, welche einen Bezug zur Sicherheit haben. Dazu gehören auch risikobasierte Indikatoren und solche aus dem Bereich Sicherheitskultur.

Die meisten Sicherheitsindikatoren beschreiben die Sicherheit zur Zeit der Erhebung, somit in der Vergangenheit bis zur näheren Gegenwart (retrospektiv). Beispiele sind:

- Die Häufigkeit von meldepflichtigen Vorkommnissen.
- Die Häufigkeit von Fehlhandlungen des Personals.
- Die Verfügbarkeit von Sicherheitssystemen.
- Der Verlauf der Kernschmelzhäufigkeit in der vergangenen Betriebsperiode gemäss PSA-Modell.
- Die Strahlendosen des Personals.
- Die Emissionen von radioaktiven Stoffen.

Sicherheitsindikatoren sollen aber auch Aussagen über die in den kommenden Betriebsjahren zu erwartende Sicherheit ermöglichen. Möglichkeiten dazu sind:

- Die Analyse des zeitlichen Verlaufs von Indikatoren mit Trendaussagen in die Zukunft.
- Die Verwendung von Indikatoren mit prospektivem Charakter wie beispielsweise
  - die Ergebnisse der laufend nachgeführten PSA (living PSA, prospektiv eingesetzt), wobei neue Erkenntnisse und Erfahrungen laufend berücksichtigt werden;
  - die Merkmale der Sicherheitskultur, die Aufschlüsse über zu erwartende Entwicklungen geben können wie beispielsweise Stand der Aufbau- und Ablauforganisation, Fachkompetenz des Personals, Umfang, Raschheit und Tiefe der Auswertung von Vorkommnissen, Resultate von Notfallübungen;
  - die Budgetierung für Studien betreffend Instandhaltung und Nachrüstungen sowie für weitere technische und organisatorische Verbesserungen, aber auch zur Reduktion der Menge radioaktiven Abfalls, der Strahlendosis usw.;
  - die Budgetierung für Instandhaltung und für die Ausführung von Nachrüstungen.

Die Sicherheitsindikatoren sollen so festgelegt werden, dass

- sie messbar sind, wobei neben quantitativen Werten auch qualitative Bewertungen zulässig sind;
- ihr Zweck eindeutig und klar definiert und verständlich ist, insbesondere der Zusammenhang mit dem eigenen Prozess, aber auch anderen Prozessen und anderen Indikatoren dargestellt wird;

- die Art der Erfassung der Indikatorwerte klar definiert und die Auswerteperiode vorgegeben ist.

Für die Sicherheitsindikatoren sollen Erfahrungs- oder Erwartungswerte sowie die zu ergreifenden Massnahmen bei Abweichungen angegeben werden.

#### *Vorhandene Vorschläge für Sicherheitsindikatoren*

Seit 1991 erfasst die World Association of Nuclear Operators (WANO) jährlich weltweit erhobene Daten der KKW-Betreiber, die "WANO Performance Indicators" [36]. Dadurch können die Betreiber ihre Anlage mit dem weltweiten Mittelwert vergleichen. Die WANO-Indikatoren umfassen sowohl Verfügbarkeitszahlen als auch sicherheitsbezogene Kennwerte und sind somit nur teilweise Sicherheitsindikatoren im engeren Sinn.

In dem im Jahr 2000 veröffentlichten Dokument IAEA-TECDOC-1141 [37] sind unter dem Titel "Anlagebetrieb mit positiver Sicherheits-Haltung" nebst anderen 31 Sicherheitsindikatoren aufgeführt. Diese sind alle quantifizierbar und betreffen mindestens zum Teil Merkmale der Sicherheitskultur.

Basierend auf dem Indikatorenvorschlag von IAEA-TECDOC-1141 [37] hat die GSKL einen Satz von Sicherheitsindikatoren entwickelt. Dieser wurde im Jahr 2003 von allen Schweizer Kernkraftwerken einem Praxistest unterzogen.

Der von der HSK entwickelte Satz von Sicherheitsindikatoren [38] ist in die vier Hauptgruppen Betrieb, Instandhaltung, Radioaktivitätsüberwachung und Sicherheitskultur eingeteilt. Unter Sicherheitskultur werden im Basissatz 33 Indikatoren vorgeschlagen, wovon 17 prioritär sind und im Jahr 2003 einem Praxistest unterzogen wurden.

#### **4.1.1.2 Fragebogen**

Eine andere Art zur Erhebung von Sicherheitskultur ist der Fragebogen. Als Ausgangspunkt für Überlegungen zur Sicherheitskultur können folgende Fragen dienen:

- Wie wird der gegenwärtige Stand der Sicherheitskultur eingeschätzt (Stärken, Schwächen)?
- Welche Massnahmen führen kurzfristig/längerfristig zu Verbesserungen?

Die Zahl der Mitarbeitenden, die in die Erhebung einbezogen werden, hängt vom Einfluss einer Gruppe auf die Sicherheit ab. Je stärker der Sicherheitsbezug ist, desto grösser soll die Stichprobe sein, bis hin zum Einbezug aller Gruppenmitglieder. Entsprechend höher liegen dann auch die Ansprüche an die Untersuchungsmethode und an das Bewertungsteam. Als grobe Unterscheidung ergeben sich zwei Kategorien:

- Gruppen mit indirektem Einfluss auf die Sicherheit (beispielsweise Teile der Administration, Teile der Technik); Erfassung mit einfachem Fragebogen.

- Gruppen mit direktem Einfluss auf die Sicherheit (beispielsweise Leitung, Betrieb, Unterhalt, gegebenenfalls Drittfirmen); Erfassung mit tätigkeitsspezifischen, sicherheitsbezogenen Fragebogen sowie Situative Befragung, vgl. Kap. 4.1.1.3.

Bei Gruppen mit direktem Einfluss auf die Sicherheit ist abzuwägen, ob die Gruppe als Ganzes an der Erhebung mitarbeitet – was Rückschlüsse auf die Gruppendynamik und das Arbeitsklima erlaubt – oder ob die Mitarbeitenden zur Wahrung der Anonymität einzeln befragt werden sollen.

Im Folgenden wird Literatur zitiert, in welcher Beispiele für Fragebogen aufgeführt sind:

- 1991 veröffentlichte die International Safety Advisory Group (INSAG) ihr Dokument über Sicherheitskultur, INSAG-4 [2]. Dieses enthält Listen von so genannten Sicherheitskultur-Indikatoren, u.a. 22 Indikatoren für Regierungs-Organisationen und 105 Indikatoren für Betreiber-Organisationen. Formuliert sind jeweils Fragen, welche meist mit ja oder nein zu beantworten sind. Die Antworten auf diese Fragen liefern Hinweise zur Sicherheitskultur und sollen Anregung zur Selbst-Überprüfung der Behörde bzw. des Betreibers sein.
- 1993 entwickelte das Institut für Arbeitspsychologie der ETH Zürich (IfAP) den Fragebogen "Zur eigenen Arbeitstätigkeit und zum Umgang mit Sicherheit" [39]. Dieser fragt nach dem zeitlichen Anteil sicherheitsrelevanter Tätigkeiten (Wartung etc.), belastenden Arbeitsbedingungen (Zeitdruck etc.) und nach Sicherheitsstandards.
- 1996 veröffentlichte die IAEO die ASCOT-Richtlinien für die Durchführung von Selbstbewertungen von Sicherheitskultur und für Reviews [40]. Diese gliedern die INSAG-4-Fragen in Teilfragen und zeigen praktische Indikatoren, die auf vorhandene Sicherheitskultur hinweisen. Sie sind eine gute Grundlage zur Erarbeitung eines kraftwerksspezifischen Fragebogens zur Selbstbewertung.
- In dem im Jahr 1999 veröffentlichten Dokument INSAG-13 [8] sind im Anhang "Safety Management Indicators" Fragen zu Merkmalen einer starken Sicherheitskultur und im Abschnitt "Audit, Review and Feedback" weitere Fragen zur Sicherheit aufgelistet.
- Das im Jahr 2001 veröffentlichte Dokument INSAG-15 [9] enthält eine ergänzende Liste mit 108 Fragen, die sich Mitarbeitende verschiedener Hierarchiestufen einer Betreiber-Organisation stellen können, um sich über ihre persönlichen Beiträge zur Sicherheitskultur klar zu werden.
- 2002 wurde die Bewertungsmethodik des VGB-Sicherheitskultur-Bewertungs-Systems (VGB-SBS) eingeführt [12]. Sie enthält einen Katalog von Fragen, die in 20 Themengebiete aufgeteilt sind. Diese erfordern unterschiedliche Arten von Antworten und Bewertungen wie beispielsweise Vorhanden Ja/Nein, Expertjudgement, aber auch prozentuale Erfüllung. Die Fragenkomplexe sind mit Erfüllungskriterien hinterlegt, die es erlauben, eine relative Einstufung bezüglich des Reifegrades vorzunehmen. Der maximale Reifegrad orientiert sich an Erfahrungswerten und entspricht "Best Management Practice" hinsichtlich Organisation und Mitarbeiterverhalten. Die

Ermittlung des Standes der Sicherheitskultur in der Form eines Assessments wird mit Hilfe des Bewertungssystems VGB-SBS durchgeführt und dient der Identifizierung von Verbesserungspotenzialen/Schwachstellen im Sicherheitsmanagementsystem und im allgemeinen Verhalten der Mitarbeitenden. Um einen möglichst umfassenden Einblick in die Sicherheitskultur einer Organisation zu erhalten, gliedert sich das VGB-SBS in vier Ebenen: 1. Interview mit Führungskräften, 2. Befragung von Mitarbeitenden, 3. Anlagerungsgänge, 4. Dokumentenprüfung. VGB-SBS ist in Zusammenarbeit mit Det Norske Veritas Germany GmbH auf Basis des International Safety Rating System (ISRS) entstanden; vgl. Kap. 4.1.2.1.

In diesem Zusammenhang wird noch darauf hingewiesen, dass auch Befragungen zu Themen, welche nicht direkt sicherheitsbezogen sind wie Arbeitszufriedenheit, organisationale Bindung, Einschätzungen des Führungsverhaltens, soziale Sicherheit, Betriebsklima usw. auch in Betracht gezogen werden sollen, weil die Forschung gezeigt hat, dass die Ergebnisse solcher Befragungen mit sicherheitsgerechtem Verhalten korrelieren.

#### **4.1.1.3 Situative Befragung**

Eine weitere Art der Erhebung ist die situative Befragung, welche im Rahmen eines Forschungsprojekts in den vergangenen Jahren in zwei schweizerischen Werken erprobt werden konnte.

Allgemeine soziale Normen und Einstellungen - wie etwa die Bedeutung, die der Sicherheit zugemessen wird - beeinflussen das Verhalten. Dennoch kann von der Existenz solcher allgemeiner Normen nicht automatisch auf das Verhalten in spezifischen Situationen geschlossen werden. Denn dort wird eine Vielzahl von situationsspezifischen Einflüssen wirksam. Diese können dazu führen, dass – trotz allgemeiner sicherheitsgerechter Handlungstendenzen – in Einzelfällen anders gehandelt wird als es die allgemeinen Normen nahe legen. Menschliches Verhalten ist also in hohem Masse situationsspezifisch. Man kann daher von sicherheitsgerechtem Verhalten in einer Situation nicht unbedingt auf sicherheitsgerechtes Verhalten in einer anderen Situation schliessen. Zugleich ist jedoch aus psychologischen Forschungen bekannt, dass eine Tendenz besteht, sich in gleichartigen Situationen ähnlich zu verhalten. Diese Überlegungen liegen dem "Situativen Ansatz" der Messung von Sicherheitskultur zugrunde [41]. Dem Situationsbezug wird in vielen Befragungsinstrumenten nur unzureichend Rechnung getragen.

Der Situative Ansatz geht davon aus, dass Abweichungen von allgemeinen Verhaltenstendenzen vor allem dann auftreten können, wenn man in Situationen gerät, die Dilemmata enthalten. Damit ist gemeint, dass unterschiedliche soziale Normen in dieser Situation relevant sind und dass diese miteinander in Konflikt geraten können. So kann eine Situation, in der ein Kollege eine Vorschrift umgeht, einerseits eine "Sicherheitsnorm", andererseits aber auch die Norm, Kollegen nicht anzuschwärzen, ihnen nicht dreinzureden o.ä. aktivieren. Zudem können Dilemmata dadurch entstehen, dass bestimmte Vorschriften als nicht relevant bzw. als übertrieben angesehen werden (siehe Anhang A: Selbstverständlichkeiten). So kann es angesichts eines kleinen und schnell zu erledigenden Eingriffs übertrieben erscheinen, eine Sicherheitszone einzurichten.

Der Situative Ansatz legt daher nahe, Fragen zu entwickeln, die auf das Verhalten in spezifischen, dilemmahaltigen Situationen abzielen. Diese Technik des "Situativen Interviews" fragt deshalb nicht einfach nach Sicherheitsnormen im allgemeinen Sinn - "Hat bei Ihnen Sicherheit im Zweifel immer Vorrang?" - sondern versucht, die Wahrnehmung und Bewertung konkreter Situationen zu erfassen und dabei gerade die möglichen Dilemmata und Konflikte zwischen verschiedenen Werten, Zielen und Normen zum Thema zu machen. Erst im Umgang mit solchen Dilemmata – so die zugrunde liegende Annahme – zeigt sich, welche Ziele sich im Zweifelsfall durchsetzen.

In anderen Bereichen, insbesondere der Eignungsdiagnostik, wurden mit dieser Art Fragen gute Erfahrungen gemacht; sie können die Prognose im Hinblick auf das gewünschte Verhalten deutlich verbessern, vgl. [42].

Schlussfolgerungen bezüglich des Situativen Ansatzes, die sich aus dem eingangs erwähnten Forschungsprojekt ergeben haben:

- Der Ansatz, Sicherheitskultur mit Hilfe von Situativen Interviews zu erheben, erscheint grundsätzlich als tragfähig. Er kann Ergebnisse und Hinweise auf Probleme liefern, die mit herkömmlicheren Mitteln kaum in Erfahrung zu bringen wären, denn gerade das Abwägen zwischen verschiedenen sozialen Normen lässt sich mit direkten Fragen kaum erfassen.
- Es muss auch darauf hingewiesen werden, dass die Durchführung solcher Interviews ein Vertrauensverhältnis erfordert, damit die Antworten offen und ehrlich ausfallen. Denn es ist nicht schwer, die jeweiligen Dilemmata zu durchschauen und entsprechend "angepasste" Antworten zu geben. Das Situative Interview ist daher nicht dazu geeignet, "verborgene" Sicherheitsprobleme gegen den Widerstand der Beteiligten zu enthüllen. Es kann aber, entsprechende Bereitschaft vorausgesetzt, vorhandene Probleme bewusst machen.
- Die Entwicklung situativer Fragen ist zeitraubend und nicht einfach. Das erste Pilotprojekt ist viel versprechend, jedoch ist eine weitere Überprüfung und Weiterentwicklung des Ansatzes nötig. Eine Ergänzung der Situationen durch Auswertungen von betrieblichen Ereignissen kann hier sehr hilfreich sein. Auf dieser Basis wurde in den anderen Schweizerischen KKW vorgegangen.

#### **4.1.2 Beurteilungsinstanzen**

Sowohl Betreiber als auch externe Stellen können Beurteilungen vornehmen, Mischformen sind möglich. Beide Vorgehensweisen sind zweckmässig und dürfen als gegenseitige Ergänzungen verstanden werden. In den folgenden Abschnitten werden entsprechende Beispiele gegeben.

##### **4.1.2.1 Selbstbeurteilung**

Die Selbstbeurteilung wird durch ein Team des Betreibers durchgeführt, wobei zusätzlich zu den für die Selbstbeurteilung geschulten Mitarbeitenden aus dem Werk der Beizug von Ehemaligen der Organisation sowie von externen Experten für menschliche und organisatorische Faktoren sowie für Erfassungsinstrumente

(Beraterfirma, Hochschule, WANO) von Vorteil sein dürfte. Die Ergebnisse bleiben kraftwerksintern und vertraulich.

Voraussetzung für eine Selbstbeurteilung der Organisation ist, dass trotz Routine und guten Betriebsergebnissen die hinterfragende Grundhaltung vorhanden ist. Falls dieses Element fehlt oder nachzulassen beginnt, ist die Aussagekraft einer Selbstbeurteilung eingeschränkt.

Beim VGB-SBS [12], vgl. auch Kap. 4.1.1.2, erfolgt die Beurteilung der Sicherheitskultur durch ein Team von Assessoren. Dieses besteht aus Mitarbeitenden des Werkes, externen Beratern und als Assessoren qualifizierten Mitarbeitenden aus einem anderen Werk. Das VGB-SBS stellt ein System zur qualitativen und quantitativen Beurteilung des erreichten Standes von Aspekten der Sicherheitskultur anhand von Fragen dar.

Selbstbeurteilungen sind sinnvoll, wenn die abgeleiteten Massnahmen konsequent umgesetzt werden.

#### **4.1.2.2 Fremdbeurteilung**

Die Fremdbeurteilung wird durch ein Team von externen Experten durchgeführt. Zusätzlich können ebenfalls Ehemalige der Organisation beigezogen werden, wobei eine ausgewogene Zusammensetzung des Teams von Bedeutung ist.

Als Beispiel darf auf Ereignisse im Zusammenhang mit dem Kernkraftwerk Philippsburg Block 2 hingewiesen werden, welche den Vorstand der Energie Baden Württemberg (EnBW) im 2001 veranlasst haben, ein dreiköpfiges Team internationaler Experten als neutrale Gutachter einzusetzen [43]. Das vorrangige Ziel dieser Gruppe war, in allen EnBW-Kernkraftwerken die Arbeitsabläufe, welche von sicherheitstechnischer Bedeutung sind, zu untersuchen und Empfehlungen abzugeben. Der Auftrag sah vor, dass diese neutralen Gutachter uneingeschränkten Zugang zu allen relevanten Daten hatten und ihre Erkenntnisse ohne Einschränkungen dem Vorstand eröffnen konnten. Dieses Vorgehen darf als beispielhaft angesehen werden. Damit bewies der Vorstand, dass er die Sicherheit der Anlagen über alle anderen unternehmerischen Zielsetzungen stellt und gleichzeitig Transparenz und Offenheit als wirksames Mittel zur Förderung der Sicherheitskultur anerkennt.

In allen Schweizer Kernkraftwerken sind von der IAEO OSART-Missionen einschliesslich Folgemissionen durchgeführt worden. OSART erfasst vertieft die organisatorischen und betrieblichen Aspekte wie sie spezifisch im Kapitel 3.4 behandelt werden. Die interdisziplinäre Zusammensetzung der OSART-Mission, der mehrwöchige Aufenthalt im Werk und der Kontakt mit Kader und Mitarbeitenden bezweckt eine ausgewogene Beurteilung. OSART verlangt vom Werk eine beträchtliche Leistung zur Vorbereitung, zur Durchführung und zur Aufarbeitung. Durch eine Folgemission, etwa 18 Monate später, wird die Erfüllung der Empfehlungen und Anregungen kontrolliert. Erfahrungsgemäss ist eine positive Beurteilung durch OSART auch ein Indiz für das Vorhandensein einer hohen Sicherheitskultur. Viele Empfehlungen und Anregungen sind jedoch als Daueraufgaben zu verstehen, deren Erfüllung periodisch zu kontrollieren und zu verbessern ist.

OSART bezweckt somit, einen Prozess der periodischen Selbstbewertung in Gang zu setzen, der auch wichtige Elemente der Sicherheitskultur umfasst.

Die IAEO bietet neue sicherheitskultur-spezifische Dienstleistungen an. Zu erwähnen sind Workshops bei den Betreibern, SCEP (Safety Culture Enhancement Program) und Überprüfungen der Sicherheitskultur unter Anleitung von IAEO-Experten, SCART (Safety Culture Assessment Review Team). Sowohl SCEP als auch SCART haben erste Pilot-Missionen hinter sich, eine Anwendung wäre somit möglich. Voraussetzung ist die Einladung durch die Behörden eines Landes.

Peer Reviews der WANO und der INPO (Institute of Nuclear Power Operators) gehen grundsätzlich gleich vor wie OSART, decken aber im Allgemeinen nicht alle Bereiche ab und rapportieren nur dem den Auftrag erteilenden Betreiber; Follow-up Missionen sind nicht vorgesehen. Die WANO-Guidelines im Bereich Management/Organisation sind den OSART-Guidelines sehr ähnlich.

#### **4.1.2.3 Beurteilung durch die Aufsichtsbehörden**

Im Folgenden werden noch einige Ergänzungen zur Beurteilung der Sicherheitskultur in einer Kernanlage durch die Aufsichtsbehörden gemacht. Allgemeines zur Rolle der Aufsichtsbehörden im Zusammenhang mit Sicherheitskultur wurde bereits unter Kap. 3.3.4 erläutert.

Die eigenen Kontakte und Inspektionen, die Sicherheitsindikatoren sowie die Berichte des Betreibers ermöglichen den Aufsichtsbehörden, sich ein eigenes Bild zum Stand der Sicherheitskultur des Betreibers zu verschaffen. Dabei verfolgen die Aufsichtsbehörden auch die Massnahmen des Betreibers zur Förderung der Sicherheitskultur und zur Gewährleistung einer guten Sicherheit (Sicherheitsmanagement). Sie unterstützen diese Massnahmen, indem sie sich vom Vorhandensein und von der Wirksamkeit eines selbstregulierenden Prozesses (self-regulation) in der Betreiberorganisation überzeugen. Falls dieser Prozess unwirksam wird oder ein Nachlassen der Sicherheit zu beobachten ist, schreiten sie ein.

In der Schweiz verlangen die Aufsichtsbehörden vom KKW-Betreiber [16; Kap. 6.5], im Rahmen der periodischen Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) die Massnahmen zum Aufbau der Sicherheitskultur und deren Umsetzung sowie zur Aufrechterhaltung der Sicherheitskultur in seinem Werk darzustellen. Dabei soll der Betreiber auch anhand der Betriebsauswertung und der Betriebsführung bewerten, inwieweit sich in der Betriebsorganisation eine Sicherheitskultur entwickelt hat. Fremdbeurteilungen der Sicherheitskultur sind einzubeziehen und es ist auf organisatorische und personelle Aspekte eines weiteren sicheren Betriebes einzugehen. Die Aufsichtsbehörden sind verpflichtet, eine unabhängige Prüfung der eingereichten Dokumente durchzuführen und die Ergebnisse in einem öffentlich zugänglichen Bericht zusammenzufassen.

## **4.2 Förderung der Sicherheitskultur**

Erfassung und Bewertung der Sicherheitskultur werden in der Regel Verbesserungsmöglichkeiten aufdecken, die durch gezielte Massnahmen zu nutzen sind. Diese Massnahmen sind jedoch vor ihrer definitiven Einführung einer Prüfung zu

unterziehen. Zu diesem Zweck hat sich im Bereich des Qualitätsmanagements ein Vorgehen in vier Schritten bewährt:

- Schritt "**Plan**": Die Einführung der Verbesserungsmaßnahmen ist zu planen und die spezifischen Methoden zur Erfassung und Beurteilung der Wirksamkeit sind bereit zu stellen.
- Schritt "**Do**": Massnahmen sind einzuführen, wenn notwendig zuerst in einem beschränkten Rahmen.
- Schritt "**Study**": Das Resultat der Massnahmen ist zu analysieren und zu beurteilen. Welche Lehren konnten daraus gezogen werden? Rechtfertigt das Resultat der Beurteilung die definitive Einführung der Verbesserungsmaßnahmen?
- Schritt "**Act**": Wenn die Verbesserungsmaßnahmen die erwarteten Wirkungen ausgelöst haben, sind diese definitiv einzuführen. Andernfalls sind die Massnahmen zu modifizieren und die vier Schritte erneut zu durchlaufen.

Im Folgenden werden drei, aus Sicht der KSA zur Förderung der Sicherheitskultur wesentliche Aspekte erwähnt:

#### *(1) Sicherheitskultur-Leitbild*

Die Kraftwerksleitung verfügt mit dem Sicherheitskultur-Leitbild über eine Grundlage, um beim Kader und bei den Mitarbeitenden ein gemeinsames Verständnis für die Anliegen der Sicherheitskultur zu schaffen. Neben einer Einführung des Begriffs Sicherheitskultur liefert das Leitbild auch Angaben, wie in periodischen Abständen die Sicherheitskultur erfasst, bewertet und gefördert wird und welche Stellen der Kraftwerksorganisation beteiligt sind. Im Anhang B wird detailliert auf das Sicherheitskultur-Leitbild eingegangen.

#### *(2) Schulung*

Mitarbeitende aller Stufen nehmen periodisch an Kursen über Sicherheitskultur teil. Im Vordergrund steht der Erfahrungsaustausch mit praktischen Beispielen aus dem Kraftwerksalltag. Damit soll insbesondere auch das Sicherheitsbewusstsein wach gehalten werden.

#### *(3) Förderung als Daueraufgabe*

Die Förderung der Sicherheitskultur wird nicht als einmaliger Vorgang, sondern als Daueraufgabe verstanden. Die sich aus Erfassung und Bewertung der Sicherheitskultur ergebenden Vorschläge für Förderungsmassnahmen sollen in den vorangehend dargestellten vier Schritten erprobt und, wenn sie die damit verknüpften Erwartungen erfüllen, unverzüglich umgesetzt werden.

Es empfiehlt sich, eine kraftwerksinterne Arbeitsgruppe zu bilden, welche die Aktivitäten im Bereich der Sicherheitskultur koordiniert und die Periodizität der zur Erfassung, Bewertung und Förderung erforderlichen Aktivitäten festlegt.

Bei Häufung von Vorkommnissen deren Ursache auf mangelnde Sicherheitskultur hinweist oder bei einem schwerwiegenden Vorkommnis soll eine Neufestlegung der Förderungsmassnahmen in Betracht gezogen werden.

## 5 Empfehlung

Sicherheitskultur ist nach Auffassung der KSA eine notwendige Voraussetzung für den sicheren Betrieb einer Kernanlage. Die Kommission empfiehlt daher, dass

der Bewilligungsinhaber

- seine Haltung zur Sicherheit der Anlage in einem klaren und auch öffentlichen Bekenntnis zur Sicherheit formuliert (Sicherheitsbekenntnis) und zuhänden der Leitung und der Mitarbeitenden des Kraftwerkes festhält, dass die nukleare Sicherheit höchste Priorität hat,
- der Kraftwerksleitung die zur Umsetzung des Sicherheitsbekenntnisses notwendigen Ressourcen zur Verfügung stellt,
- sich für die Förderung der Sicherheitskultur einsetzt und die dazu nötigen Massnahmen aktiv unterstützt,
- den Erfahrungsaustausch und die Zusammenarbeit zwischen den Kernkraftwerken hinsichtlich Sicherheitsfragen auf allen Hierarchiestufen anregt und fördert.

die Kraftwerksleitung

- sicherheitsgerichtete, auch langfristig angelegte Kraftwerksziele setzt,
- ein Sicherheitskultur-Leitbild erstellt und dafür sorgt, dass diesem nachgelebt wird,
- einen geeigneten Satz von Sicherheitsindikatoren anwendet,
- die Sicherheitskultur bei den Mitarbeitenden durch eigenes Vorbild und Schulung fördert,
- die Sicherheitskultur durch geeignete Technik, Organisation, Sicherheits- und Qualitäts-Management unterstützt,
- eine systematische Auswertung der Vorkommnisse betreibt, insbesondere ein formales System für die interne Meldung auch von Beinahe-Ereignissen und Beinahe-Arbeitsunfällen etabliert,
- die Sicherheitskultur in der eigenen Organisation periodisch umfassend erfasst, bewertet und fördert, fallweise auch mit Unterstützung externer Experten; die Aufsichtsbehörden über Vorgehensweise, wichtige Erkenntnisse und allfällige Konsequenzen orientiert,
- die Entwicklung der Sicherheitskultur-Aspekte, wie sie in internationalen Organisationen und in anderen Ländern erfolgt, beobachtet und Erkenntnisse für die eigene Anlage nutzt.

die Mitarbeitenden

- ihre Aufgaben und ihre Verantwortung für die Sicherheit verstehen und bei der täglichen Arbeit eine hinterfragende Grundhaltung zeigen,
- bei der Ausführung ihrer Tätigkeiten die STAR-Regel (Stop-Think-Act-Review) anwenden,
- sie betreffende Vorschriften verstehen, konsequent anwenden und Unklarheiten melden,

- eine offene Kommunikation mit anderen Mitarbeitenden und Vorgesetzten pflegen,
- Beinahe-Ereignisse melden.

die Aufsichtsbehörden

- die Übernahme der obigen Empfehlungen und deren Umsetzung bei Bewilligungsinhabern und Kraftwerksleitungen unterstützen,
- das Sicherheitsmanagement bzw. die von den Betreibern ergriffenen Massnahmen zur Gewährleistung einer guten Sicherheit beaufsichtigen,
- sich ein eigenes, umfassendes Bild der Sicherheitskultur in den Kernanlagen verschaffen,
- die Haltung zur Sicherheit in einem klaren und auch öffentlichen Bekenntnis zur Sicherheit formulieren,
- ihre eigene Sicherheitskultur periodisch erfassen, bewerten und fördern,
- Forschungsarbeiten auf den Gebieten der Sicherheitskultur unterstützen.

Die Empfehlungen für die Mitarbeitenden gelten sinngemäss auch für das in der Kernanlage eingesetzte Fremdpersonal.

Das vorliegende Dokument wurde von der KSA an ihrer 429. Sitzung vom 30. Januar 2004 verabschiedet.

## **Anhang A: Artefakte, soziale Normen, Selbstverständlichkeiten**

Prof. Dr. Norbert Semmer, Inhaber des Lehrstuhls für Arbeits- und Organisationspsychologie der Universität Bern

### **Artefakte (artifacts and behaviors [20])**

Artefakte sind der "sichtbare" Teil des Unternehmens, also beispielsweise Sauberkeit, technischer Zustand der Anlage, Vollständigkeit der Betriebsvorschriften, aber auch Verhaltensweisen wie Einhaltung der Vorschriften. Es geht also um das Erscheinungsbild und um das konkrete Handeln. Artefakte lassen sich somit grundsätzlich beobachten. Sie lassen aber nur bedingt Schlüsse darauf zu, was "dahinter steht", denn sie können sehr vielfältige Ursachen haben. Es ist deshalb in der Regel nicht zulässig, aus Artefakten alleine die Unternehmenskultur zu beurteilen.

### **Soziale Normen (values [20])**

Soziale Normen gehören zu den Einflussgrössen, die "hinter" beobachtbaren Verhaltensweisen stehen. Sie bestimmen massgeblich, "was man tut" und "wie man es tut". Sie legen fest, welche Verhaltensweisen als "gut/schlecht", "zulässig/unzulässig", "sinnvoll/sinnlos" usw. anzusehen sind. Sie helfen dem Einzelnen, seine Funktion im Unternehmen und in der Gruppe zu erfüllen, und beeinflussen den Umgang zwischen Menschen und Gruppen.

*Häufig wird dabei zwischen "Werten" und "sozialen Normen" unterschieden. Werte sind allgemeine Vorstellungen, was erstrebenswert ist oder nicht. Sie haben somit die Funktion von allgemeinen "Leitideen", welche die Grundlage für konkretere "Verhaltensvorschriften", eben die sozialen Normen, darstellen. Im konkreten Fall ist die Unterscheidung jedoch häufig schwer zu treffen; wir verzichten daher auf diese Unterscheidung, um die Darstellung nicht unnötig zu komplizieren.*

Soziale Normen sind nicht gleichzusetzen mit den offiziellen Regeln und Normen, wie sie in Verfahrensvorschriften, technischen Normen, Handbüchern oder auch Firmenleitbildern festgehalten sind. Vielmehr handelt es sich häufig um "ungeschriebene Gesetze". Sie regeln beispielsweise die Höhe der in einer Gruppe zu erbringenden Arbeitsleistung, indem Mitglieder, die in den Augen der Gruppe eine zu hohe oder eine zu niedrige Leistung erbringen, als Quotenbrecher oder Trittbrettfahrer bezeichnet werden [44]. Solche Normen können durchaus von den geschriebenen, offiziellen Normen abweichen, ihnen sogar widersprechen.

*So kann jemand, der sich erneut vergewissert, dass eine angezeigte Information richtig ist, angesichts dessen, dass "offensichtlich" alles in Ordnung ist, als ängstlich und übervorsichtig hingestellt werden - trotz der offiziellen Norm, dass Sicherheit immer "höchste Priorität" hat!*

Soziale Normen werden durch "Sanktionen" aufrechterhalten: Ihre Verletzung wird bestraft, beispielsweise durch Blossstellung, Lächerlichmachen, Zurückweisung oder "soziale Ächtung", ihre Einhaltung führt zu Anerkennung, Beliebtheit

oder Statusgewinn. Entscheidend sind dabei das Vorbildverhalten, vor allem von Kollegen und Vorgesetzten, und die Reaktionen auf konkrete Beispiele von Regelverletzung oder -einhaltung - nicht aber das bloße Bekanntmachen, das offizielle "Verkünden" von Normen.

*So wird ein Vorgesetzter, der häufig von der "höchsten Priorität" der Sicherheit spricht, konkrete Verletzungen dieser offiziellen Norm jedoch ignoriert, sich über bestehende Regeln mokiert oder gar selbst ein schlechtes Vorbild darstellt, die offiziellen Normen untergraben, obschon er sie ständig im Munde führt.*

Die Mechanismen, welche die Einhaltung sozialer Normen regeln, können sehr subtil sein. Der Vorschlag, jetzt den Pikettingenieur zu holen, muss nicht auf heftige Ablehnung stossen. Ein gedehntes "Wenn Du meinst..." kann genügen, um dem Betreffenden das Gefühl zu geben, man halte ihn für unsicher, unselbständig und inkompetent, wenn er angesichts eines derart kleinen Problems schon den Pikettingenieur holen will. Auch müssen Sanktionen nicht tatsächlich eintreten, es genügt, wenn die Handelnden sie befürchten. Im Extremfall kann es sogar passieren, dass aus Angst vor Blossstellung etwas nicht unternommen wird, was die Mehrheit der Beteiligten für sinnvoll hält - so etwa, wenn viele denken, man sollte jetzt den Chef aus dem Bett holen, aber keiner macht den Vorschlag, weil sie befürchten, sie könnten sich blamieren, wenn sich das Problem später als harmlos herausstellen sollte.

Für die Bildung und Aufrechterhaltung von sozialen Normen spielen konkrete Erfahrungen und ihre Auswertung durch die Beteiligten eine entscheidende Rolle. Dies gilt insbesondere für Situationen, die mehrdeutig sind. Das hat verschiedene Konsequenzen:

- a) Soziale Normen werden sich je nach Erfahrungen und ihrer Auswertung zwischen Individuen, Organisationseinheiten und Organisationen unterscheiden. Dies ist bis zu einem gewissen Grad normal und unvermeidbar. Wenn jedoch krasse Widersprüche auftreten, kann dies zu Problemen führen.
- b) Insoweit sich soziale Normen über Erfahrungen in spezifischen Situationen bilden, sind sie oft gar nicht als "allgemeine" Norm bewusst, sondern im Gedächtnis "zusammen" mit den entsprechenden situationsbezogenen Informationen gespeichert. Daher sind sie oft nur schwer abrufbar, wenn nicht zugleich diese situationsbezogenen Aspekte im Gedächtnis aktiviert werden. Sie werden daher bei Befragungen unter Umständen nicht genannt, wenn der Situationsbezug nicht explizit hergestellt ist. Und selbst dann sind sie unter Umständen nur schwer in Worte zu fassen - ähnlich dem Phänomen, dass wir einen Satz als falsch erkennen können, aber nicht in der Lage sind, die verletzte Regel korrekt zu benennen.
- c) Soziale Normen sind selten absolut gültig. Vielmehr existieren in der Regel mehrere Normen, die sich in Normalfall nicht gegenseitig behindern, jedoch in spezifischen Situationen in Widerspruch geraten können. Im Sicherheitsbereich geht es beispielsweise darum zu entscheiden, wann ein Risiko so hoch ist, dass zusätzliche Vorsichtsmassnahmen notwendig sind bzw. wann es so gering ist, dass zusätzliche Vorsichtsmassnahmen als "angstbedingt" beurteilt werden könnten.

*So kann die Überzeugung der Beteiligten, ein Sachverhalt sei als sicherheitsgerecht und vorschriftsmässig anzusehen, obwohl die entsprechende Anzeige nicht funktioniert, dazu führen, dass jemand, der weitergehende Abklärungen vorschlägt, damit rechnet, sich zu blamieren. (Dabei ist nicht entscheidend, ob diese Befürchtung gerechtfertigt ist oder nicht: Wie oben dargestellt, können solche Befürchtungen sogar dazu führen, dass Handlungen nicht ausgeführt werden, die die meisten Beteiligten für sinnvoll halten, aber nicht vorschlagen, weil sie befürchten, sich zu blamieren!)*

Weiter kann es soziale Normen geben, die regeln, inwieweit Vorgesetzte über Probleme informiert werden. Die Forderung "Fehler offen ansprechen" kann mit der sozialen Norm "Du sollst keinen Kollegen blossstellen" in Konflikt geraten und in vielen konkreten Situationen sogar ausser Kraft gesetzt werden.

Soziale Normen existieren also in unterschiedlichem Allgemeinheitsgrad: Manche sind sehr allgemein, andere sind mehr an spezifische Situationsmerkmale gebunden. Die Kenntnis allgemeiner Normen ist wichtig, da diese den Handlungsrahmen definieren. Sie erlauben aber nicht unbedingt den Schluss auf das Verhalten in Situationen, in denen eine Entscheidung zwischen sich widersprechenden Normen nötig wird. Dazu ist die Kenntnis situationsspezifischer sozialer Normen wichtig.

Dementsprechend sollte sich eine Befragung, die soziale Normen ermitteln will, nach Möglichkeit nicht auf allgemeine Fragen beschränken. Vielmehr ist der Einbezug konkreter Situationen erforderlich, um ermitteln zu können, welche Normen in welcher Situation zum Tragen kommen.

### **Selbstverständlichkeiten (basic underlying assumptions [20])**

Der Begriff "Selbstverständlichkeiten" wird hier im Sinne von Überzeugungen und Annahmen darüber verwendet, "wie etwas ist". Selbstverständlichkeiten sind oft so tief verwurzelt, dass "anderes" Denken und Handeln für die Beteiligten nur schwer vorstellbar ist. Selbstverständlichkeiten beruhen oft auf konkreten Erfahrungen, die sich verselbständigt haben und als "Wahrheit" empfunden werden. Sie betreffen die "richtige" Interpretation einer Situation, ihre Ursachen, ihre weitere Entwicklung, die wahrscheinlichen Folgen bestimmter Handlungen und Eingriffe usw. Beispiele für derartige Selbstverständlichkeiten können sein:

- Bestimmte Sicherheitsvorschriften tragen viel, andere wenig zur Sicherheit bei; gewisse Vorschriften können gegebenenfalls gefahrlos umgangen werden.
- Einer bestimmten Anzeige kann man weniger (oder mehr) trauen als dem eigenen Gefühl.

Wie soziale Normen werden auch Selbstverständlichkeiten durch gelebte Vorbilder und konkrete Erfahrungen beeinflusst. Auch hier können sowohl bei den Mitarbeitenden wie auch bei verschiedenen Gruppen unterschiedliche, ja widersprüchliche Grundeinstellungen bestehen.

Selbstverständlichkeiten werden, wenn sie einmal etabliert sind, meist wenig diskutiert und selten kritisch hinterfragt. Wie soziale Normen gelten auch Selbstver-

ständigkeiten nicht unbedingt in jeder Situation in gleicher Weise. Es ist durchaus möglich, dass eine Annahme in einer Situation aktiviert wird und in einer anderen nicht. Unter Umständen sind sie so stark mit bestimmten Situationen verbunden, dass sie vor allem dann ins Bewusstsein treten, wenn man sich in solchen Situationen befindet oder wenn diese zum Gegenstand von Gedanken, Vorstellungen oder Gesprächen werden, während sie ohne diesen Situationsbezug nicht ohne weiteres bewusst werden.

### **Die Bedeutung von sozialen Normen und Selbstverständlichkeiten für die Motivation**

Selbstverständlichkeiten beeinflussen das Handeln in engem Zusammenwirken mit den sozialen Normen. Die Wert-Erwartungs-Theorie der Motivation geht davon aus, dass die Entscheidung für oder gegen die Ausführung einer Handlung im Wesentlichen davon abhängt, welche Vor- und Nachteile man von der Handlung (oder ihrer Unterlassung) erwartet.

Dabei spielen zwei Aspekte eine Rolle:

- a) Mit welcher Wahrscheinlichkeit werden welche Konsequenzen einer Handlung (oder ihrer Unterlassung) erwartet (Erwartungskomponente)?
- b) Wie werden diese bewertet (Wertkomponente)?

Im "Wert-Erwartungs-Kalkül" werden die (subjektiven!) Wahrscheinlichkeiten verschiedener erwünschter (Nutzen, Vorteil) bzw. unerwünschter (Kosten, Nachteil, Schaden) Konsequenzen gegeneinander abgewogen [45]. Dieses Gesamt-Kalkül bestimmt dann die Motivation. Soziale Normen und Selbstverständlichkeiten beeinflussen dieses Kalkül in entscheidender Weise:

*So führt möglicherweise die Einschätzung (Selbstverständlichkeit), die eigene Intuition sei zuverlässiger als eine bestimmte Anzeige zu der Annahme (Erwartung), ein Weiterfahren im Normalbetrieb sei gefahrlos, und dies führt zu einer geringen Motivation, zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen zu treffen. Kommt nun noch die soziale Norm hinzu, dass bei minimalem Risiko eine zusätzliche Sicherheitsvorkehrung Ausdruck von Überängstlichkeit sei, so entsteht die Erwartung, sich vor den anderen lächerlich zu machen (negative Bewertung). Das Gesamtkalkül (geringe Wahrscheinlichkeit des Schadens beim Weiterfahren, hohe Wahrscheinlichkeit, überängstlich zu wirken "sozialer Schaden") spräche in diesem Fall deutlich dagegen, zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen zu treffen.*

Um das Verhalten in konkreten Situationen beurteilen zu können, ist es also wichtig, die Wert-Erwartungs-Kalküle und die sie beeinflussenden sozialen Normen und Selbstverständlichkeiten zu kennen.

## **Anhang B: Sicherheitskultur-Leitbild**

Im Kapitel 2.4.1 "Wichtige Dokumente" der Richtlinie HSK-R-17 [17] sind organisatorische Dokumente aufgeführt, die den Betrieb der Schweizerischen KKW regeln und melde- bzw. freigabepflichtig sind.

Hierzu gehört u.a. ein "Sicherheitskultur-Leitbild", das beschreibt, welcher Zustand im Bereich Sicherheitskultur angestrebt werden soll und an welchen Merkmalen und Kriterien die Wirksamkeit gemessen wird. Es bildet die Grundlage, damit in der Praxis ein gemeinsames Verständnis für die Anliegen der Sicherheitskultur vorhanden ist, an dem sich die Mitarbeitenden aller Hierarchiestufen orientieren müssen. Es soll Massnahmen zur Beachtung und Förderung einer hinterfragenden Grundhaltung, eines gründlichen Vorgehens sowie einer effizienten Kommunikation (offener Informationsaustausch und gute Dokumentation) unter allen Kraftwerksmitarbeitenden beschreiben. Im Leitbild soll auch gezeigt werden, wie in periodischen Abständen die Sicherheitskultur erfasst, bewertet und gefördert wird und welche Stellen der Kraftwerksorganisation beteiligt sind.

Ausgehend von der Erkenntnis, dass Sicherheitskultur sowohl eine haltungsmässige als auch eine strukturelle Seite hat, kann das Sicherheitskultur-Leitbild thematisch wie folgt gegliedert werden:

### **Zielsetzung**

- Ziel und Zweck des Dokumentes.
- Definitionen von Sicherheitskultur, zum Beispiel gemäss INSAG-4 [2].
- Erweiterung und Umschreibung der Definitionen auf die eigenen Bedürfnisse.

### **Verpflichtung zur nuklearen Sicherheit**

- Hinweis auf das übergeordnete Sicherheitsbekenntnis des Bewilligungsinhabers (safety policy statement).
- Leitsätze des Kraftwerksreglementes.
- Setzen und Erreichen von sicherheitsgerichteten, auch langfristig angelegten Kraftwerkszielen.

### **Engagement der Vorgesetzten**

- Verpflichtung, Sicherheitskultur vorzuleben und zu fördern.
- Schaffen eines offenen (angstfreien) Betriebsklimas.
- Stets sicherheitsgerichtete Entscheidungsfindung.
- Streben nach ständiger Verbesserung.
- Einhalten von Vorschriften.
- Mitteilen der Erwartungen an die Mitarbeitenden.
- Pflegen von Teamwork durch Förderung guter Zusammenarbeit, auch mit anderen Organisationseinheiten.

- Durchführen sicherheitsfördernder Programme.
- Setzen und Erreichen von anspruchsvollen Jahreszielen im eigenen Bereich und bei den Mitarbeitenden.
- Anerkennen guter Leistungen.
- Offener Informationsaustausch intern und extern durch institutionalisierte Veranstaltungen bzw. Sitzungen.
- Pflegen des externen Erfahrungsaustausches.
- Regelmässige Rundgänge in der Anlage.
- Mitarbeiten in nationalen und internationalen Organisationen.
- Vermeidung von Sanktionen bei Fehlern.

### **Engagement des Einzelnen**

- Einnehmen einer hinterfragenden Grundhaltung.
- Konsequentes und umsichtiges Vorgehen, u.a. konsequente Anwendung der STAR-Regel.
- Offener Informationsaustausch und gute Dokumentation (interne Meldung von Vorkommnissen, Lücken, Schwachstellen).
- Pflege des Teamgeistes.
- Einhalten von Vorschriften.

### **Kontakte mit den Aufsichtsbehörden**

- Festlegen der Grundsätze der Beziehungen zu den Aufsichtsbehörden.
- Offener Informationsaustausch und gute Dokumentation.
- Kooperationsbereitschaft.
- Termintreue bei der Abarbeitung von Pendenzen.

### **Schulung Sicherheitskultur**

- Inhalt und Umfang der Schulung.
- Schulungsintervall.
- Beteiligte Organisationseinheiten.

### **Erfassung und Bewertung der Sicherheitskultur**

- Methode und Zeitintervall zur internen Erfassung und Bewertung.
- Einsatz von Sicherheitskultur-Indikatoren.
- Bereitschaft für eine periodische Fremdbeurteilung.

### **Förderung der Sicherheitskultur**

- Bilden einer Arbeitsgruppe zur Förderung und Koordination der Massnahmen und Aktionen.
- Aufstellen von Jahresprogrammen für Massnahmen und Aktionen.

- Bekanntmachen von Beispielen für gute Sicherheitskultur.
- Plakataktionen.
- Beurteilung des Sicherheitsbewusstseins im Rahmen der jährlichen Mitarbeiterqualifikation.

## Referenzen

- [1] IAEA; Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants – Safety Series No. 75-INSAG-3; 1998.
- [2] IAEA; Safety Culture; Safety Series No. 75-INSAG-4; 1991. *(KSA-AN-1661)*
- [3] IAEA; Convention on Nuclear Safety; IAEA Legal Series No. 16; 1994. *(KSA-AN-1803)*
- [4] KSA; Sicherheitskultur in einer Kernanlage, Gedanken zur Bewertung und Förderung; Februar 1997. *(KSA 7/75)*
- [5] IAEA; Examples of Safety Culture Practices, Safety Reports Series No. 1; 1997. *(KSA-AN-2036)*
- [6] IAEA; Developing Safety Culture in Nuclear Activities – Practical Suggestions to assist Progress; Safety Reports Series No. 11; 1998.
- [7] IAEA; Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants, 75-INSAG-3 Rev. 1, INSAG-12; 1999.
- [8] IAEA; Management of Operational Safety in Nuclear Power Plants, INSAG-13; 1999.
- [9] IAEA; Key Practical Issues in Strengthening Safety Culture, INSAG-15; 2002.
- [10] OECD/NEA; The Role of the Nuclear Regulator in Promoting and Evaluating Safety Culture; June 1999. *(KSA 7/87)*
- [11] OECD/NEA; Regulatory Response Strategies for Safety Culture Problems; 2000.
- [12] VGB POWERTECH; Sicherheitskultur in deutschen Kernkraftwerken, Konzept zur Bewertung und Trendverfolgung; Februar 2002. *(KSA 7/111)*
- [13] RSK; Memorandum der RSK zur Gewährleistung einer angemessenen Sicherheitskultur - RSK-Stellungnahme; Juni 2002.
- [14] IAEA; Safety culture in nuclear installations – Guidance for use in the enhancement of safety culture, TECDOC-1329; 2002. *(KSA 7/110)*
- [15] BR; Kernenergiegesetz (KEG) – Vorlage für die Schlussabstimmung; 21. März 2003.
- [16] HSK/KSA; Periodische Sicherheitsüberprüfung von Kernkraftwerken, HSK-R-48; November 2001.
- [17] HSK; Organisation von Kernkraftwerken, HSK-R-17; Juni 2002.
- [18] KTA; KTA-Basisregel 7: Personell-organisatorische Massnahmen - Entwurf; 11. Dezember 2001.
- [19] KSA; Stellungnahme zum Gesuch der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG um Erteilung einer unbefristeten Betriebsbewilligung für das KKW Beznau II; April 1994. *(KSA 15/147)*
- [20] E.H. Schein; Organizational Culture and Leadership, Jossey Bass San Francisco; 1985.

- [21] SGK; Basic Concepts of Safety Culture, W. Li - SGK-Seminar "Sicherheitskultur"; 12. Dezember 1995. (*KSA 7/70*)
- [22] HSK; Jahresbericht 1998.
- [23] HSK; Jahresbericht 2002.
- [24] IAEA & OECD/NEA; The International Nuclear Event Scale (INES), Users Manual; 2001.
- [25] HSK; Jahresbericht 2001.
- [26] SVA; Der menschliche Faktor in der Arbeitssicherheit: Mechanismen, Verhütung und Korrektur von menschlichen Fehlhandlungen - N. Semmer am SVA-Ausbildungsseminar "Ursachenanalyse von Störfällen in KKW"; März 1994.
- [27] IAEA; OSART Guidelines; TECDOC-744; 1994.
- [28] IAEA; Quality Assurance for Safety in Nuclear Power Plants and other Nuclear Installations, Safety Series No. 50-C/SG-Q; 1996. (*KSA-AN-1933*)
- [29] IAEA; Quality Standards: Comparison between IAEA 50-C/SG-Q and ISO 9001:2000, Safety Reports Series No. 22; 2002.
- [30] ENBW; Konzept des Sicherheitsmanagement-Systems für die Kernkraftwerke KWO, GKN und KKP; Juli 2002.
- [31] EKAS (Eidg. Koordinationskommission für Arbeitssicherheit); Richtlinie über den Beizug von Arbeitsärzten und anderen Spezialisten der Arbeitssicherheit; Januar 1996.
- [32] Suva; Persönliche Schutzausrüstungen, SBA 153; 1999.
- [33] IAEA; Guidebook on Training to Establish and Maintain the Qualification and Competence of Nuclear Power Plant Operations Personnel, TECDOC-525; 1994.
- [34] KSA; Sicherheitskultur im Kernkraftwerk, KSA-Seminar in Bern; Januar 1994. (*KSA 7/64*)
- [35] IAEA; ASSET-Guidelines, TECDOC-632; 1991.
- [36] World Association of Nuclear Power Operators; WANO 2002 Performance Indicators; 2002.
- [37] IAEA; Operational safety performance indicators for nuclear power plants; TECDOC-1141; 2000. (*KSA 7/99*)
- [38] HSK; Sicherheitsindikatoren: Zusammenfassung der Projektgruppentätigkeit; Mai 2002. (*KSA 7/107*)
- [39] ETH, Grote G. & Künzler C.; Institut für Arbeitspsychologie der ETH Zürich - Polyprojekt Risiko und Sicherheit technischer Systeme; 1993.
- [40] IAEA; ASCOT Guidelines, TECDOC-860; 1996. (*KSA 7/55*)
- [41] Semmer, N. & Regenass, A.; Situational assessment of safety culture - in J. Misumi, B. Wilpert, & R. Miller (Eds.), *Nuclear Safety: A Human Factors Perspective* (pp. 85-96); Taylor & Francis, London; 1999.

- [42] Schuler, H.; Psychologische Personalauswahl; Verlag für Angewandte Psychologie, Göttingen; 1996.
- [43] EnBW; Meldepflichtige Ereignisse im Kernkraftwerk Philippsburg (KKP) und Gemeinschaftskernkraftwerk Neckar (GKN) – Pressemitteilung; 5. August 2002.
- [44] Gebert D. & Rosenstiel L.; Organisationspsychologie (5. Auflage); Kohlhammer, Stuttgart; 2002.
- [45] N. Semmer & A. Regenass; Der menschliche Faktor in der Arbeitssicherheit – Mechanismen, Verhütung und Korrektur von menschlichen Fehlhandlungen, G. Grote & C. Künzler (Hrsg.) in Theorie und Praxis der Sicherheitskultur Seiten 53-81; Verlag der Fachvereine, Zürich; 1996.

## Abkürzungen

|          |   |
|----------|---|
| ALARA    | As Low As Reasonably Achievable                                 |
| ASCOT    | Assessment of Safety Culture in Organisations Team (IAEO)       |
| ASSET    | Assessment of Safety Significant Events Team (IAEO)             |
| AÜP      | Alterungsüberwachungsprogramm                                   |
| EKAS     | Eidg. Koordinationskommission für Arbeitssicherheit             |
| EnBW     | Energie Baden-Württemberg AG                                    |
| HF       | Human Factors   |
| HPES     | Human Performance Enhancement System                            |
| HSK      | Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen               |
| IAEO     | Intern. Atomenergie-Organisation (Intern. Atomic Energy Agency) |
| IfAP     | Institut für Arbeitspsychologie der ETH Zürich                  |
| INES     | International Nuclear Event Scale (IAEO & OECD/NEA)             |
| INPO     | Institute of Nuclear Power Operators (USA)                      |
| INSAG    | International Nuclear Safety Advisory Group (IAEO)              |
| IRS      | Incident Reporting System (IAEO & OECD/NEA)                     |
| ISA      | Interner Sicherheitsausschuss                                   |
| ISO      | International Organization for Standardization                  |
| ISRS     | International Safety Rating System                              |
| KKW      | Kernkraftwerk(e)  |
| KSA      | Eidg. Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen             |
| KTA      | Kerntechnischer Ausschuss                                       |
| MTO      | Mensch-Technik-Organisation                                     |
| NAZ      | Nationale Alarmzentrale (CH)                                    |
| OECD/NEA | Org. of Economic Coop. & Development / Nuclear Energy Agency    |
| OSART    | Operational Safety Review Team (IAEO)                           |
| PSA      | Probabilistische Sicherheitsanalyse                             |
| PSÜ      | Periodische Sicherheitsüberprüfung                              |
| QM       | Qualitätsmanagement   |
| RSK      | Reaktor Sicherheitskommission (D)                               |
| SBS      | Sicherheitskultur Selbstbewertungssystem (VGB)                  |
| SCART    | Safety Culture Assessment Review Team (IAEO)                    |
| SCEP     | Safety Culture Enhancement Program (IAEO)                       |
| SOL      | Sicherheit durch Organisationales Lernen                        |
| STAR     | Stop Think Act Review   |

|      |   |
|------|---|
| Suva | Schweizerische Unfallversicherungsanstalt |
| TU   | Technische Universität                    |
| UVG  | Unfallversicherungsgesetz                 |
| VGB  | VGB PowerTech e.V. (D)                    |
| WANO | World Association of Nuclear Operators    |

## Glossar

**Betreiber:** Bewilligungsinhaber und/oder Kraftwerksleitung.

**Kraftwerksleitung:** Kraftwerksleiter und Abteilungsleiter. (Kap. 3.3.2)

**Kultur:** Handlungsfeld, das durch den Menschen geschaffen wurde; dazu gehören Ziele, Gepflogenheiten, Gebote und Verbote, die im Normalfall die Tätigkeit lenken; manifestiert sich auf den drei Ebenen Artefakte, soziale Normen, Selbstverständlichkeiten. (Kap. 2; Anhang A)

**Sicherheitskultur:** Sicherheitsgerichtete Grundhaltung auf allen Hierarchiestufen; Bewusstsein der eigenen Verantwortung für die Sicherheit und Vorhandensein von Fähigkeiten, Mitteln, Kompetenzen und Willen bei den Mitarbeitenden, diese Verantwortung wahrzunehmen; dabei geht es sowohl um den übergeordneten Zuständigkeitsbereich von Bewilligungsinhaber und Kraftwerksleitung als auch um die Einstellung und das Verhalten der Mitarbeitenden aller Hierarchiestufen sowie die Kommunikation zwischen diesen. (Kap. 2)

**Sicherheitsmanagement:** Massnahmen des Betreibers zur Förderung der Sicherheitskultur und zur Gewährleistung einer guten Sicherheit als integraler Teil eines Qualitätsmanagement-Systems verstanden; spricht die strukturelle Seite der Sicherheitskultur an. (Kap. 2, 4.1.2.3)

**Sicherheitsbekenntnis:** Klare und auch öffentliche Darlegung der Haltung des Bewilligungsinhabers zur Sicherheit der Anlage (safety policy statement). (Kap. 3.3.1)

**Sicherheitskultur-Leitbild:** Beschreibung der Kraftwerksleitung des im Bereich Sicherheitskultur angestrebten Zustands mit Angabe wie periodisch Sicherheitskultur erfasst, bewertet und gefördert wird und an welchen Massnahmen und Kriterien die Wirksamkeit gemessen wird. (Kap. 3.3.2; Anhang B)

**Sicherheitsindikatoren:** Direkt oder indirekt beobachtbare quantifizierbare Merkmale der Anlage aus den Bereichen Technik, Betrieb, Organisation und Personal, welche einen Bezug zur Sicherheit haben. (Kap. 4.1.1.1)

**Situativer Ansatz:** Situationsspezifische Einflüsse können dazu führen, dass insbesondere in Situationen die Dilemmata enthalten, anders gehandelt als erwartet wird; die Tendenz sich in gleichartigen Situationen ähnlich zu verhalten, liegt diesem Ansatz zugrunde. (Kap. 4.1.1.3)

**Vorkommnis:** Eintretener fehlerhafter Ablauf im Anlagenbetrieb (Ereignis); Schwachstelle bzw. Zustand, welcher noch nicht zu einem fehlerhaften Ablauf geführt hat (Befund). (Kap. 3.5)

**Low-Level Event:** Eintretenes Vorkommnis mit marginaler Sicherheitsrelevanz. (Kap. 3.5.5)

**Beinahe-Ereignis:** Vorkommnis mit Durchbruch aller technischen oder organisatorischen Vorkehrungen mit Ausnahme einer einzigen, geplanten oder ungeplanten. (Kap. 3.5.5)

**Direkte Ursachen von Vorkommnissen:** Fehler, Aktionen, Unterlassungen oder Bedingungen, die ein Vorkommnis unmittelbar auslösen. (Kap. 3.5)

**Grundursachen von Vorkommnissen:** Fehler, Aktionen, Unterlassungen oder Bedingungen, die Voraussetzung für das Eintreten des geschehenen oder ähnlicher Vorkommnisse sind. (Kap. 3.5)



Eidgenössische Kommission für  
die Sicherheit von Kernanlagen (KSA)  
Sekretariat  
CH-5232 Villigen PSI

+41 (0)56 310 3811 / 4953 (Fax)  
[ksa@hsk.ch](mailto:ksa@hsk.ch) / [www.ksa.admin.ch](http://www.ksa.admin.ch)