



---

## Referenzniveaus der WENRA zur nuklearen Sicherheit von Kernkraftwerken\*

Ulrich Schmocker, Direktor, Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen,  
CH-5232 Villigen-HSK  
[Ulrich.Schmocker@hsk.ch](mailto:Ulrich.Schmocker@hsk.ch)

### 1. Einleitung

Die Globalisierung und Liberalisierung wirken sich stark auf den Kernenergiebereich aus. Heute gibt es nur noch wenige Firmen, die überhaupt in der Lage sind, ein Kernkraftwerk zu bauen – die Konzentrierung der Kräfte in diesem Bereich ist auffallend. Auch bei der Elektrizitätsindustrie ist eine starke Konzentration offensichtlich. Einige grosse EVU (Energie-Versorgungs-Unternehmen) arbeiten heute europaweit. Ländergrenzen haben im nuklearen Umfeld an Bedeutung verloren. Deshalb ist es wichtig, dass wir in Europa auf Behördenebene ein gemeinsames Verständnis von Sicherheit für Kernanlagen haben, damit die Anforderungen in allen europäischen Ländern vergleichbar sind. Die Sicherheit von Kernanlagen ist nicht mehr nur eine länderspezifische Aufgabe, sondern eine europäische und weltweite Aufgabe.

### 2. Die WENRA

Die Western European Nuclear Regulators' Association (WENRA) wurde 1999 gegründet. Gründungsmitglieder waren die Vorsitzenden der atomrechtlichen Aufsichtsbehörden von Belgien, Deutschland, England, Frankreich, Finnland, Italien, der Niederlande, Schweden, Spanien und der Schweiz. Erster Vorsitzender der WENRA war der Chef der französischen Aufsichtsbehörde, André-Claude Lacoste, der eigentliche Initiator der WENRA. Die ursprünglichen Ziele der WENRA wurden in ihrem Gründungsdokument wie folgt umschrieben:

- *Entwicklung eines gemeinsamen Ansatzes für nukleare Sicherheit und behördliche Praxis innerhalb der Europäischen Union*
- *Schaffung einer unabhängigen Stelle zur Bewertung der nuklearen Sicherheit und behördlichen Praxis in den Kandidatenländern für den Beitritt zur Europäischen Union*
- *Entwicklung und Verständigung auf einen gemeinsamen Ansatz für neu auftretende Sicherheits- und Behördenfragen.*

Die Gründung war somit massgeblich beeinflusst durch die damalige Erweiterung der Europäischen Union. Die WENRA wollte sicherstellen, dass die Sicherheitspraxis in den neu zur EU stossenden Ländern vergleichbar wird mit derjenigen in Westeuropa.

Mit der Erweiterung der EU wuchs auch die WENRA. Seit 2003 umfasst sie die 17 Chefs der nuklearen Aufsichtsbehörden Europas. Nebst den Gründungsmitgliedern gehören heute Bulgarien, Litauen, Rumänien, die Slowakei, Slowenien, Tschechien und Ungarn dazu.

---

\* Vortrag gehalten am 13. Deutschen Atomrechts-Symposium, Berlin, 4./5. Dezember 2007

Die WENRA ist ein rein informelles Gremium ohne formellen Status. Ihre Bedeutung liegt darin, dass die Verantwortungsträger für nukleare Sicherheit in Europa zusammenarbeiten und gemeinsam Kriterien und Massnahmen zur Sicherstellung einer hohen Sicherheit der rund 150 in den WENRA-Mitgliedsländern in Betrieb stehenden Kernkraftwerke diskutieren.

### **3. Harmonisierung der Sicherheitsanforderungen – die WENRA-Referenzniveaus<sup>1</sup>**

#### **3.1 Ziel**

Um das Ziel der Entwicklung eines gemeinsamen Ansatzes für nukleare Sicherheit und behördliche Praxis unter den Mitgliedern zu erreichen, gründete die WENRA bereits 1999 eine eigene Arbeitsgruppe, die WENRA Reactor Harmonization Working Group (RHWG). Als Ziel wurde folgendes festgehalten:

*Es sollen zwischen den im Regelwerk der einzelnen Länder festgehaltenen Sicherheitsanforderungen und deren Umsetzung für die in Betrieb stehenden Kernkraftwerke keine wesentlichen Unterschiede bestehen.<sup>2</sup>*

Dieses Ziel impliziert, dass innerhalb Europas unterschiedliche Wege beschritten wurden. Dies bedeutet keineswegs, dass deshalb die Sicherheit in den einzelnen Ländern nicht gewährleistet ist, es bedeutet lediglich, dass es eben verschiedene Wege gibt, wie das Ziel eines sicheren Betriebs einer Kernanlage erreicht werden kann. Für die Öffentlichkeit ist es allerdings nicht immer einfach, diese unterschiedlichen Wege als gleichwertig zu erkennen. Für Betreiber und vor allem Hersteller von Nukleargütern ist es zeitaufwendig und kostenintensiv, mit verschiedenen Regelwerken innerhalb Europas umgehen zu müssen. Das Anliegen, die Anforderungen an die Sicherheit von Kernanlagen, vor allem von Kernkraftwerken, europaweit zu harmonisieren, ist somit ein Anliegen nicht nur der Behörden, sondern auch der Stakeholders.

#### **3.2 Vorgehen**

Im Rahmen einer Pilotstudie wurde das Verfahren zur Harmonisierung der nationalen Ansätze für nukleare Sicherheit anhand einiger ausgewählter Aspekte erprobt. Das schliesslich verwendete Verfahren lässt sich wie folgt zusammenfassen:

1. Ein Satz von Referenzniveaus (Reference Levels) wurde für 18 wichtige, von WENRA vorgegebene Themenbereiche der nuklearen Sicherheit entwickelt.
2. Jedes Land führt ein Self-Assessment (Eigenbewertung) durch, d.h. es prüft, welche Referenzniveaus in seinem eigenen Regelwerk bereits berücksichtigt sind und welche nicht. Zudem prüft es, welche Referenzniveaus in allen Kernkraftwerken seines Landes umgesetzt sind und welche nicht.

---

<sup>1</sup> Der vollständige WENRA-Bericht zu diesem Thema kann unter [www.wenra.org](http://www.wenra.org) eingesehen werden.

<sup>2</sup> Der deutsche Text ist eine sinngemässe Übersetzung des englischen Textes. Dieser lautet: *“No substantial differences between the countries from the safety point of view in generic, formally issued national safety requirements and in the resulting implementation on the nuclear power plants.”*

3. Die länderspezifischen Ergebnisse des Self-Assessments wurden im Rahmen von Peer-Reviews (Arbeitsgruppensitzungen) von den übrigen Ländern kritisch hinterfragt, um so auch sicherzustellen, dass die Self-Assessments in allen Ländern nach einem einheitlichen Massstab durchgeführt wurden.
4. Aufgrund des Peer-Reviews wurden Anpassungen in den länderspezifischen Ergebnissen des Self-Assessments durchgeführt. Vereinzelt wurden auch die Referenzniveaus angepasst, wenn sich diese aufgrund des Peer-Reviews als nicht adäquat oder nicht spezifisch genug erwiesen.
5. Für jedes Land wurden diejenigen Bereiche identifiziert, bei denen Anpassungen/Ergänzungen im Regelwerk notwendig sind und die in den Kernkraftwerken noch umgesetzt werden müssen. Jedes Land arbeitet dafür einen eigenen Aktionsplan aus. Das Ziel ist, dass alle Länder bis Ende 2010 die notwendigen Anpassungen im Regelwerk und die Umsetzung in den Kernkraftwerken durchgeführt haben.

### 3.3 Die WENRA-Referenzniveaus

Die WENRA hat für insgesamt 18 Themenbereiche Referenzniveaus festgelegt. Diese 18 Themenbereiche sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Für jeden Themenbereich wurde eine Anzahl spezifischer Referenzniveaus festgelegt.

Sicherheitsgebiet		Sicherheitsthema	Anzahl RN
Sicherheitsmanagement	A	Sicherheitspolitik	8
	B	Organisation des Betreibers	15
	C	Qualitätsmanagement	16
	D	Schulung und Zulassung von KKW-Mitarbeitern (für sicherheitsrelevante Tätigkeiten)	15
Auslegung	E	Verifizierung und Verbesserung der Auslegung	40
	F	Auslegungsrahmen für bestehende Reaktoren	12
	G	Sicherheitsklassifizierung von Strukturen, Systemen und Komponenten	7
Betrieb	H	Betriebliche Grenzwerte und Bedingungen	19
	I	Alterungsmanagement	8
	J	System zur Untersuchung von Ereignissen und Auswertung der Betriebserfahrung	16
	K	Instandhaltung, Prüfungen während des Betriebes und Funktionsprüfungen	20
	LM	Prozeduren für Störfälle (EOPs) und Anleitungen für schwere Störfälle (SAMGs)	14
Sicherheitsnachweis	N	Inhalt und Aktualisierung des Sicherheitsberichts (SAR)	16
	O	Probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA)	16
	P	Periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ)	9
	Q	Anlagenänderungen	15
Notfallvorsorge	R	Anlageninterner Notfallschutz	18
	S	Schutz gegen interne Brände	20

Tabelle 1: Sicherheitsthemen und Anzahl Referenzniveaus (RN)

Zur Festlegung der einzelnen RN wurden zunächst die aktuellen IAEA-Standards, vor allem die IAEA Safety Requirements on Design and Operation, herangezogen. Bei der Weiterentwicklung wurden zudem folgende Quellen berücksichtigt:

- nationale Regelwerke
- Studien der OECD/NEA und der EU
- EUR (European Utility Requirements)
- Weitere Berichte (z.B. zur risiko-informierten Aufsicht)

Das Ziel war, die beste Praxis aufgrund dieser Quellen festzulegen. Die RN sind nicht als gesetzliche Vorgaben zu verstehen, sondern als Ziele, die wenn immer möglich erreicht werden sollten. Es war das erklärte Ziel der WENRA-Harmonisierung, die RN hoch zu stecken und damit Anstrengungen zur kontinuierlichen Verbesserung der nuklearen Sicherheit zu unterstützen.

Das Verfahren hat viele Ähnlichkeiten mit dem Vorgehen der World Association of Nuclear Operators (WANO) im Rahmen der WANO-Reviews von Kernkraftwerken. Die WANO-eigenen Anforderungen widerspiegeln in jedem Sicherheitsbereich die aktuell beste Praxis, d.h. nach jedem WANO-Review wird ein Kernkraftwerk eine Reihe von Massnahmen ergreifen müssen, um seinen eigenen Sicherheitsstand weiter an die international beste Praxis anzugleichen. Ganz ähnlich verhält es sich mit den WENRA-RN. Die Überprüfung hat gezeigt, dass kein einziges Land alle RN erfüllt und umgesetzt hat – jedes Land hat seine Hausaufgaben, sein Regelwerk zu verbessern und die Umsetzung der Forderung in den Kernkraftwerken sicherzustellen. Es ist wichtig, sich dies jederzeit vor Augen zu halten. Dass Verbesserungen sinnvoll und zum Teil auch notwendig sind, bedeutet keineswegs, dass der Betrieb der laufenden Kernkraftwerke nicht sicher sei – aber es ist Teil einer gelebten Sicherheitskultur, dass die Sicherheit ständig hinterfragt und laufend verbessert wird.

Insgesamt sind zurzeit 284 Referenzniveaus (RN) definiert worden<sup>3</sup>. Die einzelnen RN basieren weitgehend auf den IAEA Safety Requirements und Guides. Diese Quelle war mit Abstand die wichtigste. Beispiele von RN zum Bereich Qualitätsmanagement sind in der nachfolgenden Tabelle 2 aufgeführt.

### **1 Zielsetzung**

- 1.1 Für die gesamte Lebensdauer eines Kernkraftwerks muss der Genehmigungsinhaber ein dokumentiertes Qualitätsmanagementsystem entwickeln, umsetzen und unterhalten, das die notwendigen Qualitäts- und Sicherheitsziele für Arbeiten regelt, die für die Sicherheit wichtig sind und von jeglicher Organisation, Einheit oder Einzelperson geleistet werden, welche die nukleare Sicherheit beeinträchtigen kann.
- 1.2 Das Qualitätsmanagementsystem muss die darin festgelegten Anforderungen abstufen, um deren relative Bedeutung für die nukleare Sicherheit in Bezug auf alle darunter fallenden Objekte, Leistungen oder Prozesse zu widerspiegeln.
- 1.3 ....

### **2 Umfang**

- 2.1 Die nukleare Sicherheit muss die Grundüberlegung bei der Bestimmung der Objekte, Leistungen und Prozesse bilden, auf die das Qualitätsmanagementsystem angewendet wird.
- 2.2 Das Qualitätsmanagementsystem muss sicherstellen, dass die Organisationsstruktur sowie die Aufgabenzuständigkeiten, Befugnisse und Schnittstellen für alle Organisationen, Einheiten und Einzelpersonen, welche die nukleare Sicherheit beeinflussen können, eindeutig dokumentiert und geregelt sind.
- 2.3 ...

---

<sup>3</sup> Siehe WENRA-Bericht „Harmonization of Reactor Safety in WENRA countries“, Report by WENRA RHWG, January 2007 (unter [www.wenra.org](http://www.wenra.org) abrufbar).

### **3 Umsetzung**

- 3.1 Der hochrangigste Vertreter des Genehmigungsinhabers am Standort muss dafür verantwortlich und rechenschaftspflichtig sein, dass ein wirksames Qualitätsmanagementsystem eingeführt wird und dass der obere Führungskreis zur Überprüfung und Erfolgssicherung des Programms verpflichtet ist und seiner Verantwortung nachkommt.
- 3.2 Der Genehmigungsinhaber muss ausreichende Sach- und Personalmittel sowie Prozesse einrichten und unterhalten, um die Qualität von sicherheitstechnisch wichtigen Objekten festzulegen, zu erzielen, zu analysieren und zu wahren, und um rechtzeitige und wirksame Korrektur- und Vorbeugungsmaßnahmen zu ergreifen, mit denen auf Abweichungen von vorgeschriebenen Spezifikationen reagiert werden kann.
- 3.3 .....

### **4 Beurteilungen**

- 4.1 Der Genehmigungsinhaber muss das Qualitätsmanagementsystem regelmäßig beurteilen, damit sichergestellt ist, dass es für das erforderliche Sicherheitsniveau sorgt.
- 4.2 Es muss eine Organisationseinheit oder Gruppe eingerichtet oder eine externe Stelle beauftragt werden, die für eine unabhängige Beurteilung der Angemessenheit von Managementprozessen und geleisteten Arbeiten verantwortlich ist und über eine ausreichende Befugnis und organisatorische Freiheit zur Ausübung ihrer Zuständigkeiten verfügt. Die Personen, die unabhängige Beurteilungen durchführen, dürfen nicht unmittelbar an den Arbeiten beteiligt sein, die beurteilt werden.
- 4.3 ....

Tabelle 2: Beispiele von SN zum Bereich Qualitätsmanagement

Es ist offensichtlich, dass selbst auf dem Niveau der RN ein Interpretationsspielraum vorhanden ist. Dies ist von der WENRA beabsichtigt, um damit den verschiedenen nationalen Kulturen Rechnung zu tragen. Die Idee ist nicht, ein formal für ganz Europa einheitliches detailliertes Regelwerk zu erstellen, die Idee ist vielmehr, zu wichtigen Sicherheitsbereichen Vorgaben zu geben, die dann in die Regelwerke der einzelnen Länder unter Berücksichtigung deren spezifischen Randbedingungen berücksichtigt werden sollen. Wichtig ist nicht eine wörtliche, sondern eine sinngemässe Umsetzung.

Im Rahmen des Self-Assessments musste nun jedes Land entscheiden, ob

- |              |   |
|--------------|---|
| A (grün):    | das RN vollständig erfüllt ist.   |
| B (violett): | formale Abweichungen zum RN vorhanden sind, diese aber aus sicherheitstechnischen Überlegungen zulässig und somit keine weiteren Massnahmen notwendig sind. |
| C (rot):     | das RN nicht erfüllt ist und Massnahmen notwendig sind.   |

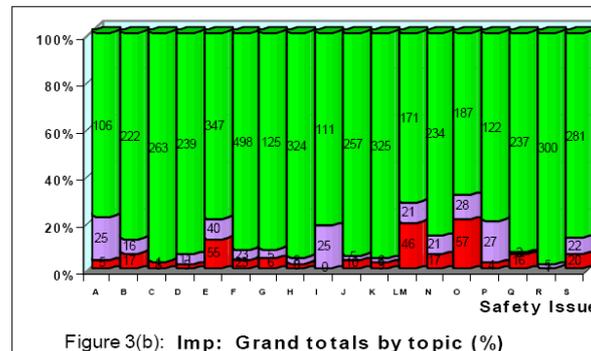
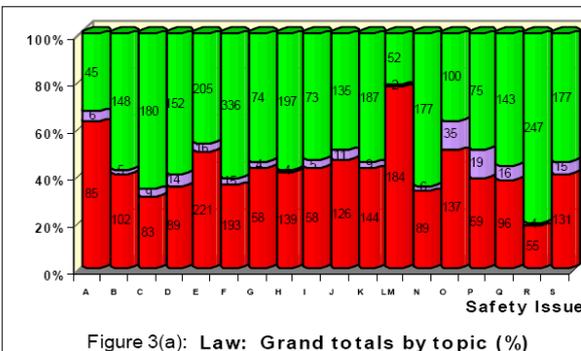
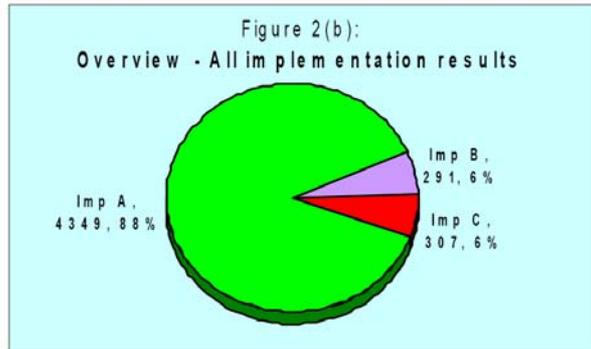
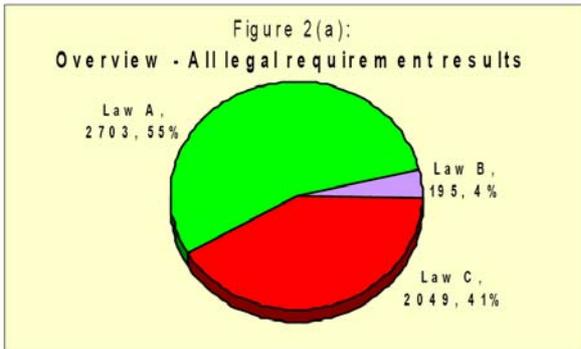
Wie bereits erwähnt, wurden die eigenen Einschätzungen im Rahmen von Peer-Reviews überprüft. Die heute vorliegenden und in den WENRA-Berichten dokumentierten Ergebnisse sind insoweit qualitätsgesichert.

### **3.4 Erkenntnisse**

Die Ergebnisse des Vergleichs der Sicherheitsanforderungen der einzelnen Länder mit den WENRA-RN sind in den beiden nachfolgenden Figuren dargestellt. Die Ergebnisse widerspiegeln den Stand von anfangs 2006. Die Figur 2(a)<sup>4</sup> zeigt die Umsetzung der RN in den nationalen Regelwerken, die Figur 2(b) deren Umsetzung in den Kernkraftwerken. Es ist offensichtlich, dass in den Kernkraftwerken die RN zum grossen Teil umgesetzt sind. Der Nachholbedarf besteht im Regelwerk. Hier sind auch

<sup>4</sup> Die Figuren sind dem WENRA-Bericht „Harmonization of Reactor Safety in WENRA countries“ entnommen (siehe Fussnote 3)

Länder gefordert, die seit langem Kernkraftwerke betreiben und deren Forderungen oftmals nicht in einem formalen Regelwerk festgehalten sind, sondern beispielsweise lediglich in Briefen, die zwar öffentlich sind, aber eben nicht Teil des formalen Regelwerks. Demgegenüber erfüllen Länder wie Bulgarien oder die Slowakei die legalen Vorgaben bereits zu einem grossen Teil, da sie sich bei der Entwicklung ihres noch jungen Regelwerkes an den IAEA Requirements orientierten. Auch Finnland erfüllt die WENRA-Referenzniveaus weitgehend. Hier zählt sich aus, dass Finnland im Hinblick auf neue Kernkraftwerke sein Regelwerk vollständig überprüfte und aktualisierte.



In den Figures 3(a) und 3(b) sind die Ergebnisse für die 18 Sicherheitsbereiche dargestellt. Diese Ergebnisse bestätigen das eben Gesagte: Im Bereich des Regelwerkes gibt es noch grosse Lücken, im Bereich der Umsetzung in den Kernkraftwerken gibt es noch punktuellen Verbesserungsbedarf. Auffallend sind die Defizite in den Bereichen der auslegungsüberschreitenden Störfälle und probabilistischen Sicherheitsanalysen (Bereiche LM und O). Das gilt sowohl für die Behördenseite wie auch - allerdings in geringerem Umfang - für die Betreiber. Dies widerspiegelt teilweise die Beobachtung, dass einzelne europäische Länder den Bereich „Auslegungsüberschreitende Störfälle“ in ihrem Aufsichtsbereich weitgehend ausklammern und sich ausschliesslich auf eine deterministische Betrachtungsweise stützen.

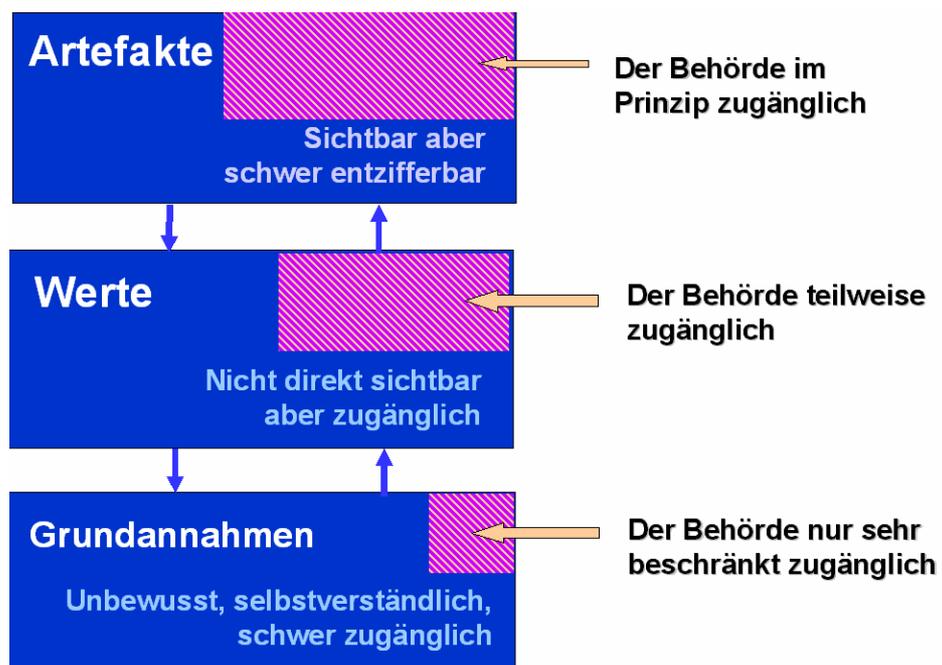
Jedes Land hat sich verpflichtet, die gegenüber den RN festgestellten Lücken in seinem Regelwerk resp. bei deren Umsetzung in den Werken bis Ende 2010 zu beseitigen. Jedes Land hatte bis November 2006 einen entsprechenden Aktionsplan auszuarbeiten um aufzuzeigen, welche Massnahmen es ergreifen wird, um die Harmonisierung des Regelwerkes und deren Umsetzung in den Werken zu realisieren. Die WENRA-Mitglieder vereinbarten, ihre länderspezifischen Aktionspläne auf ihren Homepages aufzuschalten, um so auch nach aussen Transparenz zu schaffen.

## 4. Die WENRA-Referenzniveaus im Kontext der nuklearen Sicherheit

### 4.1 Zur Sicherheit von Kernkraftwerken

Das WENRA-Harmonisierungsprojekt hat dazu beigetragen, dass die Beteiligten Fragen der Sicherheit von Kernkraftwerken in diesem neuen Zusammenhang intensiv diskutiert haben. Es war der WENRA von Beginn an klar, dass die ausgewählten 18 Sicherheitsthemen die Sicherheit eines Kernkraftwerks nicht umfassend abdecken. So wurde z.B. bewusst der Strahlenschutzaspekt ausgeklammert, u.a. auch deshalb, weil Reaktorsicherheit und Strahlenschutz in verschiedenen WENRA-Ländern nicht von ein und derselben Behörde beaufsichtigt werden.

Es ist heute allgemein akzeptiert, dass die Sicherheit eines in Betrieb stehenden Kernkraftwerks von technischen, organisatorischen und menschlichen Faktoren wesentlich beeinflusst wird. Betrachtet man die Sicherheit umfassend, dann wird schnell klar, dass man diese weder messen noch alle Aspekte, die zur Sicherheit beitragen, erfassen kann. Was immer wir beobachten, messen, vorschreiben, kontrollieren sind lediglich Artefakte der Sicherheit, aber nie die Sicherheit selber. Dies lässt sich am Beispiel der Sicherheitskultur gut zeigen, sind wir doch alle überzeugt, dass eine gute Sicherheitskultur, was immer wir darunter verstehen, für die Sicherheit einer Kernanlage wichtig ist. Das nachfolgende Bild soll dies illustrieren.



Wie bereits erwähnt, ist prinzipiell die Ebene der *Artefakte* zugänglich, da hier ja all das angesiedelt ist, was man sehen, hören, spüren kann. Allerdings ist auch der Behörde selber hier nur ein Teil zugänglich: Wir sind ja nicht ständig in den Kernanlagen anwesend, wir hören und sehen ja nicht alles; wir bekommen das zu hören und zu sehen, was uns die Betreiber zeigen und sagen, was wir uns explizit anschauen. Aber vieles bleibt uns auch verborgen.

Die Ebene der *Werte* ist uns noch beschränkter zugänglich. Wir können beispielsweise gewisse Werte aus Leitbildern und Strategiepapieren ableiten, oder aus Gesprächen mit den Managern und Mitarbeitern. Aber die Werte sind nicht auf den ersten Blick sichtbar. Unsere Möglichkeiten, diese kennen zu lernen und zu verstehen sind beschränkt. Um die Werteebene zu erfassen, eignen sich einerseits

Inspektionen, bei denen man bewusst auf die „Zwischentöne“ achtet, andererseits gezielte Interviews mit Kaderleuten, um die Umsetzung der Werte in der Praxis zu überprüfen. Es braucht Erfahrung und Begabung, um wirklich zu erkennen, ob die Werte real gelebt werden oder nur schöne Worte sind.

Am allerwenigsten zugänglich sind uns die *Grundannahmen*. Sie sind meistens den direkten „Trägern“ dieser Annahmen selbst nicht bewusst. Um solche Grundannahmen herauszufinden, braucht es sozialwissenschaftliche Methoden und Instrumente und v.a. muss man eine lange Zeit direkt in und mit der Organisation leben. Der Aufsichtsbehörde ist diese Ebene höchstens punktuell, eher zufällig, nicht systematisch zugänglich.

Dieses Beispiel zeigt deutlich, welche vielfältigen Aspekte zur Sicherheit beitragen. Was hier am Beispiel der Sicherheitskultur gezeigt wird, gilt auch, wenn vielleicht nicht so deutlich, für die mehr technischen Bereiche. So wird beispielsweise jeder Systemtest von Menschen ausgeführt und Menschen können Fehler machen. Welche Ursachen dabei massgebend sind, muss fallspezifisch geklärt werden. Dies bedeutet aber keineswegs, dass deshalb der Betrieb eines Kernkraftwerks unzulässig wäre. Was hier am Beispiel eines Kernkraftwerks aufgezeigt wurde, gilt selbstredend für alle technischen Bereiche. Wichtig ist, dass man sich bewusst ist, dass die absolute Perfektion eine Illusion ist und deshalb im Anlagenkonzept, beim Betrieb, in der Organisation und beim Einzelnen die notwendigen Vorsorgemassnahmen zu treffen sind.

Im technischen Bereich hat sich in der Kerntechnik die gestaffelte Sicherheitsvorsorge (Defence in Depth) als wegweisend erwiesen. Diese besteht aus mehreren hintereinander gestaffelten Ebenen von Vorkehrungen, von denen jeweils die nachfolgende mögliche Schwächen der davorliegenden auffängt. Für jede Ebene lassen sich Vorsorgemassnahmen ableiten, um eine Schwächung so gering wie möglich zu halten.

Im Laufe der Jahre hat sich die Zahl der Vorsorgemassnahmen stark erweitert und heute sind wir an dem Punkt, dass wir vor lauter Vorsorgemassnahmen das eigentliche Ziel, nämlich die Sicherheit, bald aus dem Auge verlieren. In der Praxis wird heute extrem viel Wert darauf gelegt, dass jede dieser Vorsorgemassnahmen möglichst punktgenau eingehalten wird. Die Frage, ob die Sicherheit bei einer Abweichung davon wirklich geschwächt ist, wird kaum mehr gestellt. Nach Ansicht des Autors ist dies aber die zentrale Aufgabe der Aufsichtsbehörde und natürlich auch des Betreibers. Vorsorgemassnahmen sind im Gesamtbild der Sicherheit richtig einzuordnen. Zudem ist eine systematische, d.h. alle Sicherheitsaspekte umfassende Aufsichtspraxis zu praktizieren und Entscheide in diesem Wissen zu fällen.

Die WENRA-Referenzniveaus geben wichtige Vorsorgemassnahmen, deren Einhaltung resp. Umsetzung einen sicheren Anlagebetrieb begünstigen. Es ist aber zu beachten, dass deren punktgenaue Umsetzung einen sicheren Anlagebetrieb weder gewährleisten noch Abweichungen davon einen sicheren Betrieb zwingend in Frage stellen. Der Einfluss jedes einzelnen Referenzniveaus muss länder- und anlagenspezifisch hinterfragt und sorgfältig abgewogen werden. Bei der Umsetzung der einzelnen Referenzniveaus ins länderspezifische Regelwerk muss der Kultur und dem kerntechnischen Umfeld jedes Landes Rechnung getragen werden. Die Referenzniveaus sind, wie in Kap. 3.3. ausgeführt, grossenteils nicht so eng gefasst, als dass dies nicht möglich wäre.

## 4.2 Die systematische Sicherheitsbewertung

Die HSK hat vor einigen Jahren begonnen, im Rahmen einer neuen Aufsichtspraxis eine systematische Sicherheitsbewertung<sup>5</sup> zu entwickeln. Ziel dabei ist, die hunderte, ja tausende von einzelnen beobachteten Artefakten systematisch zusammenzuführen, um daraus eine belastbare Aussage zur Sicherheit der betroffenen Kernanlagen zu machen.

Da die Sicherheit wie erwähnt von verschiedenen Faktoren abhängt, unterscheidet die HSK zwischen den in den Dokumenten eines Kernkraftwerks festgelegten Vorgaben und dem tatsächlichen Betriebsgeschehen. Die systematische Sicherheitsbewertung macht zudem sichtbar, ob sich eine Beurteilung auf die Technik bezieht oder auf Mensch und Organisation. Dies ergibt vier Bereiche, die systematisch zu beurteilen sind: 1. Auslegungs-Vorgaben, 2. Betriebs-Vorgaben, 3. Zustand und Verhalten der Anlage sowie 4. Zustand und Verhalten von Mensch und Organisation.

Wie bereits erwähnt, baut die Sicherheit eines Kernkraftwerks auf dem Konzept der gestaffelten Sicherheitsvorsorge auf. Die HSK verwendet dabei das von der IAEA entwickelte Konzept der 5 hintereinander gestaffelten Ebenen<sup>6</sup>. Jede Ebene der gestaffelten Sicherheitsvorsorge dient dazu, die vier grundlegenden Schutzziele (1) Kontrolle der Reaktivität, (2) Kühlung der Brennelemente, (3) Einschluss der Radioaktivität und (4) Begrenzung der Strahlenexposition zu gewährleisten. Der Einschluss radioaktiver Stoffe erfolgt in Kernkraftwerken durch 3 hintereinander liegende Barrieren: (1) die Brennstoffmatrix und die Hüllrohre der Brennelemente, (2) die Umschliessung des Primärkreislaufs und (3) das Containment. Sowohl die Einhaltung der Schutzziele wie auch die Integrität dieser Barrieren werden in der systematischen Sicherheitsbewertung dargestellt. Es werden auch jene Aspekte bewertet, welche für alle Sicherheitsebenen von Bedeutung sind und somit das Gesamtrisiko des Kernkraftwerks betreffen.

Für alle Bewertungen wird eine einheitliche Skala verwendet. Die Skala basiert auf der internationalen Ereignisskala (INES), ist aber nach unten – im Bereich «below scale» – erweitert. Dadurch deckt sie nicht nur Vorkommnisse ab, sondern auch den ungestörten Normalbetrieb und sogar Aspekte, die Vorbildcharakter für andere Anlagen haben.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Struktur der von der HSK erarbeiteten systematischen Sicherheitsbewertung. In diese Matrix werden alle Beobachtungen (Artefakte) eingetragen. Das sich daraus ergebende Bild hilft, die Sicherheit einer Kernanlage umfassender zu bewerten, als dies allein aufgrund einzelner Artefakte möglich ist. Die Darstellung hilft insbesondere auch mögliche Muster zu erkennen, also Hinweise, in welchem Bereich sich Veränderungen aufzeigen oder ungenügende Vorsorgemassnahmen vorliegen. Die Darstellung hilft auch der Aufsichtsbehörde selber, ihre eigene Arbeit zu optimieren und sicherzustellen, dass sie eine ausgewogene Aufsichtspraxis pflegt und sich nicht punktuell auf einige Aspekte konzentriert.

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass dieser systematische Ansatz eine deutlich nachvollziehbarere Bewertung der Sicherheit einer Kernanlage zulässt. Sie hilft vor allem auch, Massnahmen abzuleiten, die im Gesamtkontext sicherheitsgerichtet und für die Betreiber nachvollziehbar sind.

Eine systematische Sicherheitsbewertung wird heute in verschiedenen Ländern angewandt und wurde zu einem zentralen Werkzeug für eine ausgewogene Aufsicht. Die Wege sind dabei unterschiedlich, das Ziel dasselbe, nämlich eine umfassende Bewertung der Sicherheit zu gewährleisten. Im Rahmen

---

<sup>5</sup> Ausführlicher ist die systematische Sicherheitsbewertung im HSK-Jahresbericht 2006 beschrieben (siehe auch [www.hsk.ch](http://www.hsk.ch))

<sup>6</sup> „Defense in Depth in Nuclear Safety“, A Report by the International Advisory Group, INSAG-10

der OECD/NEA erarbeitet eine Arbeitsgruppe einen Bericht dazu, der als sogenanntes „Green Booklet“<sup>7</sup> nächstes Jahr veröffentlicht werden wird.

### Struktur der HSK-Sicherheitsbewertung

Bewertungsgegenstand Ziele	Anforderungen		Betriebsgeschehen	
	Auslegungs- Vorgaben	Betriebs- Vorgaben	Zustand und Verhalten der Anlage	Zustand und Verhalten von Mensch & Organisation
<b>Ebene 1</b> Vermeidung von Abweichungen vom Normalbetrieb				
<b>Ebene 2</b> Beherrschung von Abweichungen vom Normalbetrieb mittels Begrenzungs- und Schutzsystemen Entdeckung von Fehlern				
<b>Ebene 3</b> Beherrschung von Auslegungsstörfällen				
<b>Ebene 4</b> Beherrschung auslegungsüberschreitender Anlagenzustände				
<b>Ebene 5</b> Linderung der Auswirkungen bedeutender Freisetzungen				
<b>Ebenenübergreifende Aspekte</b>				
<b>1. Barriere</b> Integrität der Brennelemente				
<b>2. Barriere</b> Integrität des Primärkreises				
<b>3. Barriere</b> Integrität des Containments				
<b>Schutzziel 1</b> Kontrolle der Reaktivität				
<b>Schutzziel 2</b> Kühlung der Brennelemente				
<b>Schutzziel 3</b> Einschluss radioaktiver Stoffe				
<b>Schutzziel 4</b> Begrenzung der Strahlenexposition				
<b>Schutzzielübergreifende Aspekte</b>				

### 4.3 Der Einfluss der Behörden auf die Sicherheit

Die Auseinandersetzung mit den WENRA-Referenzniveaus und der systematischen Sicherheitsbewertung zeigt uns deutlich den Einfluss der Aufsichtsbehörde auf die Sicherheit einer Kernanlage. Wir

<sup>7</sup> "The Regulatory Goal of Assuring Nuclear Safety", OECD/NEA Bericht, wird 2008 veröffentlicht

alle, Aufsichtsbehörde, Gesetzgeber, Betreiber, Experten, usw. sind Teil der Sicherheit, wenn auch mit unterschiedlichem Gewicht und unterschiedlicher Auswirkung. Selbstverständlich ist gemäss Gesetz der Betreiber allein verantwortlich für die Sicherheit seiner Kernanlage. Das ist unbestritten. Aber es ist eine Illusion zu glauben, dass wir als Vertreter der Behörden keinen Einfluss darauf hätten.

Gerade weil von Gesetzes wegen der Betreiber die Alleinverantwortung für die Sicherheit hat, muss die Aufsichtsbehörde auch entsprechend handeln. Ich glaube, jede Sicherheitsbehörde braucht eine *Aufsichtskultur*. Die Eckpunkte, die wir uns bei der HSK selber dazu gesetzt haben, können wie folgt zusammengefasst werden:

1. Die Verantwortung für die Sicherheit einer Kernanlage liegt bei der Organisation, die das Werk betreibt, und nicht bei der Aufsichtsbehörde.
2. Die Aufsichtsbehörde stellt sicher, dass die Betreiberorganisation ihre Verantwortung tatsächlich wahrnimmt.
3. Die von der Behörde geforderten Massnahmen verbessern die Sicherheit einer Anlage ganzheitlich und konzentrieren sich nicht einseitig auf Teilaspekte der Sicherheit.
4. Die Behörde fördert durch ihre Aufsichtstätigkeit die Selbstreflexion und den Lernprozess der beaufsichtigten Organisation.

Es ist Aufgabe von uns allen, die wir direkt oder indirekt im Kernenergiebereich tätig sind, konstruktiv zur Sicherheit beizutragen. Für uns als Aufsichtsbehörde bedeutet dies, dass wir uns immer sehr genau überlegen müssen, ob wir mit unseren Forderungen insgesamt (ganzheitlich) einen Sicherheitsgewinn erzielen. Dies ist nicht immer selbstverständlich. Je mehr wir durch Vorschriften reglementieren, desto mehr übernehmen wir indirekt auch Verantwortung. Vorgaben, die wir machen, sollten für den Betreiber zudem einen gewissen Spielraum für deren konkrete Umsetzung enthalten. Nur so ist es ihm möglich, seiner Unternehmenskultur Rechnung zu tragen und adäquate interne Weisungen, Vorschriften oder Checklisten zu erlassen oder Aufgaben an Mitarbeitende zu erteilen. Je detaillierter die behördlichen Vorgaben sind, desto geringer wird der Spielraum für den Betreiber, desto weniger kann er die im obigen Punkt 1 angeführte Verantwortung auch wahrnehmen. Wir von der Behörde müssen eine genauso hinterfragende Haltung leben, wie wir das von den Betreibern verlangen. Auch bei unserem Tun muss immer die Sicherheit Priorität über alle anderen Aspekte haben.

Aber wir müssen selbstverständlich einschreiten, wenn aufgrund objektiver Tatsachen der Betreiber einer Kernanlage seine Verantwortung nicht wahrnimmt. Es ist im Sinne der Transparenz und Berechenbarkeit notwendig, dass die Behörde eine klare „Enforcement“-Strategie formuliert, die dem Betreiber bekannt ist. Nur so sind wir gegenüber unseren Stakeholdern auch vertrauenswürdig. Entscheidendes Element einer solchen Strategie ist der Entscheidungsfindungsprozess. Dieser muss allen Beteiligten klar sein. Im Rahmen einer OECD/NEA Arbeitsgruppe sind die wichtigen Elemente eines Entscheidungsprozesses dargelegt worden<sup>8</sup>.

Wenn wir uns bewusst sind, dass wir als Aufsichtsbehörde immer nur Teilaspekte der Sicherheit beobachten und regeln können, dass die Sicherheit massgeblich vom Verhalten des Menschen und der Organisation in der Kernanlage bestimmt wird, dann muss uns auch klar werden, wie entscheidend wichtig der Umgang zwischen Behörde und Beaufsichtigten ist. Eine klare Rollenklärung ist ein Muss. Die Aufgaben und Verantwortungen müssen beiderseits verstanden sein. Die Erfahrungen in der Schweiz haben gezeigt, dass eine transparente, systematische und berechenbare Aufsichtspraxis dazu hilfreich ist. Es braucht aber die ständige Anstrengung, sich gegenseitig zu verstehen, den Ar-

---

<sup>8</sup> „Nuclear Regulatory Decision Making“, Bericht der OECD/NEA, 2005

gumenten beider Seiten aufmerksam zuzuhören, um schliesslich sicherheitsgerichtete Entscheide zu fällen, die, wenn immer möglich, von beiden Seiten akzeptiert und mitgetragen werden können.

Dem heutigen Trend, immer mehr Vorgaben in Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien festzuschreiben, ist auch die Schweiz ausgesetzt. Auch wir sind durch das 2005 in Kraft gesetzte neue Kernenergiegesetz und die entsprechende Verordnung gezwungen, nun vieles in Richtlinien festzuhalten, was früher gelebte Praxis war. Grundsätzlich ist dieser Trend zu begrüßen, da dadurch für den Betreiber klarere Vorgaben vorhanden sind. Andererseits müssen wir uns immer wieder im Klaren sein, dass noch so viele Regelungen die Sicherheit nicht per se erhöhen. Erst die Umsetzung in der Anlage, das Verständnis, dass die Regelung eine Hilfe im Alltag ist, sowie das Bestreben des Einzelnen und der Organisation als Ganzes nach ständiger Verbesserung wird die Sicherheit erhöhen – und trotzdem kann morgen ein Fehler oder eine Störung passieren.

Fehler lassen sich nie vollständig ausschliessen. Wir Menschen sind nicht fehlerfrei. Wichtig ist, dass über Fehler offen gesprochen wird – nicht um Schuldige zu finden, sondern um aus Fehlern zu lernen. Nicht die Fehler selbst, sondern die daraus erwachsenden negativen Konsequenzen müssen verhindert werden. Darauf zielt die Strategie des Fehlermanagements ab. In der Kerntechnik wird dies durch die Auslegung der Anlage, der gestaffelten Sicherheitsvorsorge, sichergestellt.

Ein wichtiges Element des Fehlermanagements ist eine offene Kommunikation innerhalb der Organisation. Sie hilft, dass Fehler bekannt werden, um diese frühzeitig zu beheben und deren Wiederholung durch andere Personen zu vermeiden. Die Bedeutung der offenen Kommunikation wurde in den letzten Jahren mehr und mehr als eine wichtige Voraussetzung für die Sicherheit der Anlagen erkannt. In einem Schweizer Kernkraftwerk sind beispielsweise folgende Grundsätze festgelegt worden: «Die Frage nach dem Was ist wichtiger als die Frage nach dem Wer», oder «Klare Kommentare (Feedback) statt die Faust im Sack». Fehler fordern zum Nachdenken auf. Mitarbeiter, die Fehler machen dürfen, sind innovativer und wagen sich an neue Probleme heran. Ohne Irrtümer gibt es keinen Fortschritt. Wichtig ist, dass die Umgebung Fehler zulässt und das betrifft insbesondere auch das Verhalten der Aufsichtsbehörden. Selbstverständlich müssen die Randbedingungen so gestaltet sein, dass Fehler zu keinen unzulässigen Risiken führen. Gefordert sind hier die Technik, die Organisation, der Mensch und die damit auch die Behörde.

## **5. Abschliessende Bemerkungen**

Die Sicherheit einer Kernanlage ist ein komplexes, hoch vernetztes System von Einzelaspekten. Die Sicherheit hat technische, organisatorische und menschliche Aspekte. Alle müssen zusammenspielen, um die Sicherheit zu gewährleisten. Eine technisch ausgefeilte Anlage mit einer ungenügend ausgebildeten Betriebsmannschaft ist nicht zulässig. Andererseits kann eine Anlage, die vor Jahrzehnten in Betrieb genommen wurde und im Laufe der Zeit unter Berücksichtigung der Verhältnismässigkeit immer wieder dem Stand von Technik und Wissenschaft nachgerüstet worden ist, sicher betrieben werden. Die Sicherheit ist wie ein Puzzle bestehend aus tausenden von Einzelteilen, die alle zusammenspielen müssen, um das Bild als Gesamtes wahrnehmen zu können.

Die Sicherheit kann nie abschliessend, nie absolut bewertet werden. Was immer wir als Vorsorgemassnahmen tun, es bleibt eine gewisse Unschärfe, es bleiben Aspekte unberücksichtigt, die die Sicherheit mit beeinflussen. Es ist deshalb nach Ansicht des Autors wichtig, dass wir alles, was wir im Rahmen von Vorgaben (Gesetzen, Verordnungen, Richtlinien, Einzelforderungen) verlangen und was wir beobachten und analysieren, systematisch in ein Gesamtsystem zusammenbringen und erst aufgrund dieser Gesamtschau Entscheide treffen. Nur so können wir gewährleisten, dass Entscheide

sicherheitsgerichtet sind. Entscheide allein aufgrund von Einzelbeobachtungen zu treffen, kann sich im Nachhinein als kontraproduktiv für die Sicherheit herausstellen.

Die WENRA-Referenzniveaus sind ein wichtiger Schritt hin zu einem möglichst vollständigen Bild der Sicherheit einer Kernanlage. Die Erarbeitung der Referenzniveaus, aber vor allem das Self-Assessment der teilnehmenden Länder, hat zu einer vertieften Diskussion zum Thema „nukleare Sicherheit“ geführt. Es ist den teilnehmenden Ländern sehr bewusst geworden, dass auch mit der Harmonisierung der Regelwerke in den europäischen Ländern und deren Umsetzung in den Kernanlagen die Sicherheit nicht zwingend gewährleistet ist. Es braucht die tägliche Anstrengung des Betreibers und der Behörde, es braucht auf beiden Seiten eine ständig hinterfragende Haltung, es braucht die offene Kommunikation und es braucht ein Umfeld, das Fehler zulässt, und eine Technik, die solche Fehler verkraftet. Es ist nicht zuletzt auch Aufgabe der Behörde, ein entsprechendes Umfeld mitzugestalten und zu fördern. Dass dies möglich ist, zeigen die guten Betriebsergebnisse der Kernkraftwerke und die insgesamt sehr seltenen ernsthaften Störungen.