

## **2 Risikomanagement in den Kernkraftwerken der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG NOK**

DR. MANFRED THUMANN

Adrian Ambord, Jürg Blattner, Eric Montagne

### **Zusammenfassung**

Mit dem weltweit steigenden Stromverbrauch und der Klimadebatte ist die Frage der Erneuerung bestehender und der Bau neuer Kernkraftwerksanlagen zu einem umstrittenen Thema in der Öffentlichkeit geworden. Nutzen und Risiken werden seit jeher kontrovers diskutiert.

Der vorliegende Artikel geht vor allem auf die organisatorischen Aspekte der Sicherheit eines Kernkraftwerks ein. Am Beispiel der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG als Betreiberin von Kernkraftwerken werden das interne Sicherheitsmanagement und die externe Überwachung dargestellt.

## **2.1 Einleitung**

### **2.1.1 Die Bedeutung der Kernenergie**

Die Kernenergie deckt 6.8 % des weltweiten Primärenergiebedarfs. Ihr Anteil an der totalen Elektrizitätserzeugung der Welt liegt bei 17 %. Die Internationale Atomenergie-Agentur (IAEA) schätzt, dass der Anteil der Kernenergie in den nächsten Jahrzehnten vor allem in Osteuropa sowie im Mittleren und Fernen Osten deutlich zunehmen wird. Im Gegensatz dazu rechnet die IAEA, bedingt durch Ausstiegs- oder Moratoriumsentscheide verschiedener Länder, mit einer Abnahme der Kernenergienutzung in Westeuropa (Bundesamt für Energie 2007).

Der weltweit steigende Energiebedarf, insbesondere im Bereich der elektrischen Energie, stellt die Menschheit vor ein neues Dilemma: Sollen zur Deckung der künftigen Energieengpässe neue Atomkraftwerke gebaut und bestehende Anlagen erweitert oder modifiziert werden? Heute sind 438 Atomkraftwerkblöcke in Betrieb, 31 in Bau (13 davon in Europa) und 74 in Planung. Die sich im Bau befindenden Anlagen sind mit Ausnahme von Iran in Ländern, die bereits Anlagen in Betrieb haben. Bei einer Realisierung der sich in Planung befindenden Anlagen würde in einer ganze Reihe von Ländern – Polen, Türkei, Ägypten, Kasachstan, Vietnam, Indonesien, Australien – erstmals Standorte von Kernkraftwerksanlagen entstehen.

### **2.1.2 Risiken von Kernkraftwerken**

So alt wie die Nutzung der Kernenergie ist die Frage nach deren Risiken. Die Diskussion wird kontrovers geführt. Zur Beurteilung von Ereignissen in Zusammenhang mit der Nutzung von Kernenergie hat die International Atomic Energy Agency IAEA in Zusammenarbeit mit der Nuclear Energy Agency NEA sowie der Organisation for Economic Cooperation and Development OECD die „International Nuclear Event Scale“ (INES) entwickelt. Die sie-

benstufige Skala unterscheidet einerseits Ereignisse bzw. Störungen (Stufen 1-4) und andererseits Unfälle/Störfälle (Stufen 5-7).

Seit der Katastrophe im KKW Tschernobyl 1986 (INES-Stufe 7) wurden weltweit keine Unfälle höher als Level 4 bekannt. In der Schweiz wurden in den Jahren 2004 bis 2006 31 Ereignisse auf Stufe 1 registriert. Diese gelten als so genannte B-Vorkommnisse und sind nach der INES-Einstufung von geringer sicherheitstechnischer Bedeutung. Die Interpretation dieser Einstufung ist umstritten: Während für die einen jede Abweichung vom ungestörten Betrieb einen potenziellen Super-Gau darstellt, sind Fehler für die anderen eine normale Erscheinung, die der ständigen Erhöhung der Sicherheit der Kerntechnologie dienen.

Der vorliegende Artikel fokussiert auf die Sicherheit der Kernkraftwerke mit Beteiligung der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG NOK. Andere Kernkraftwerksanlagen – und die ebenfalls in der Öffentlichkeit oft diskutierten Fragen der Sicherheit bei Transport oder Lagerung von nuklearen Brennstoffen – sind nicht Gegenstand des Berichts. Es wird auf eine Gegenüberstellung von politischen, ökonomischen und ökologischen Gegenthesen verzichtet.

## **2.2 Sicherheit in den Kernkraftwerken der NOK**

Die Nordostschweizerische Kraftwerke AG (NOK) hat sich zusammen mit der Elektrizitätsgesellschaft Laufenburg AG (EGL), der Centralschweizerische Kraftwerke AG (CKW) und der Axpo Informatik AG unter dem Dach der Axpo Holding AG zu einem bedeutenden Stromunternehmen der Schweiz entwickelt.

76 % der Energie der Axpo Holding AG stammt aus dem Bereich Kernenergie. Für die NOK ist das Risikomanagement ein zentrales Geschäft: Geschäftspolitisch erachtet die NOK ein Ereignis (nach INES-Stufen 6 oder 7) als erheblichen Imageschaden, einen Unfall als Ende für die Firma. Ein solcher Unfall oder eine Katastrophe hätte indes ebenfalls auch für andere natio-

nale und internationale Kernkraftbetreiber erhebliche Imageschäden zur Folge.

Die NOK unterscheidet in Bezug auf die Sicherheit ihrer Anlagen zwei Ebenen: die technische und die organisatorische Ebene.

### **2.2.1 Technische Ebene**

Die technische Ebene der Sicherheit umfasst folgende Punkte:

- Anlagendesign
- Nachrüstungen und Erneuerungen
- Permanente Überwachung der Komponenten

Beim KKW Beznau wurden seit Inbetriebnahme 600 Mio. CHF in Nachrüstungen und ein gleich hoher Betrag in Erneuerungen investiert. Zusätzliche 300 Mio. CHF flossen in weitere Erneuerungsprojekte. Es wurden beispielsweise zwischen 1988 und 1990 ein dritter DC-Strang und eine zweite Hydro-Einspeisung eingebaut. Die Kernschadenhäufigkeit konnte durch diese Nachrüstungen und Erneuerungen kontinuierlich gesenkt werden. Das KKW Beznau erfüllt heute den Zielwert in Bezug auf die Kernschadenhäufigkeit (engl.: Core Damage Frequency, CDF) der International Atomic Energy Agency IAEA.

### **2.2.2 Organisatorische Ebene**

Als organisatorische Ebene der Sicherheit bezeichnet die NOK die folgenden drei Punkte:

- Sicherheitsmanagement

- Überwachung
- Internationaler Informationsaustausch

Diese drei Punkte sind Gegenstand der nachfolgenden Kapitel.

## 2.3 Sicherheitsmanagement

Die NOK betrachtet das Sicherheitsmanagement als permanente Herausforderung. Das bedeutet, dass nicht nur bei Unfällen oder Vorkommnissen – sie werden als Vorboten von Unfällen betrachtet – reaktive Untersuchungen stattfinden. Vielmehr soll mit Überschreitungen als Vorboten für Vorkommnisse wie auch mit dem Normalbetrieb proaktiv umgegangen werden. Im Normalbetrieb bedeutet Sicherheitsmanagement für die NOK „Liebe zur Perfektion“. Sie wird als Basis des Sicherheitsmanagements proklamiert.

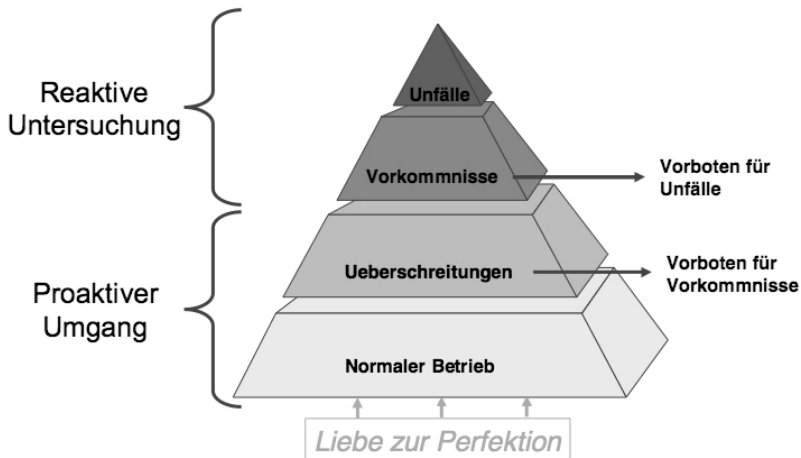


Abbildung 2.1: Sicherheitsmanagement als permanente Herausforderung

Das Sicherheitsmanagement der NOK besteht aus den Komponenten Strategie, Kultur, System und Strukturen. Die vier Komponenten stehen in gegenseitiger Abhängigkeit. Strategie, Kultur und System sollen optimal aufeinander abgestimmt werden und eine positive Entwicklung der nur indirekt steuerbaren Kultur ermöglichen. Deshalb steht die Kultur auch im Zentrum der drei übrigen Komponenten des Sicherheitsmanagements der NOK.

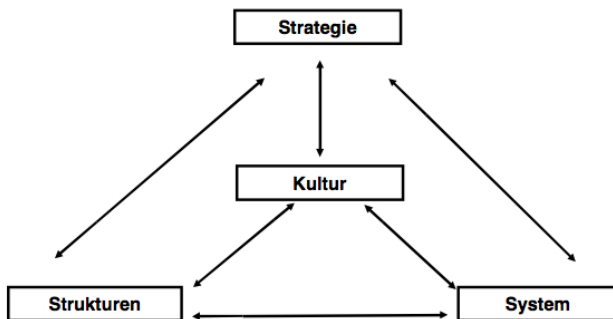


Abbildung 2.2: Zusammenwirken von Strategie, Kultur, System, Strukturen

### 2.3.1 Kultur

Die NOK erachtet Unfälle nicht als Zufälle. Sie leitet daraus die Notwendigkeit einer Sicherheitskultur ab. Diese betrifft das Verständnis und die Haltung der Mitarbeitenden und kann deshalb – im Unterschied zur Strategie, zur Struktur und zu den Systemen – nicht angeordnet oder kurzfristig verändert, sondern nur mittel- bis langfristig beeinflusst werden. Die NOK- bzw. die Axpo-Leitung wollen zum Beispiel Vorbildfunktionen wahrnehmen: Das gesamte Führungsteam der Axpo verpflichtet sich, die Werte der Sicherheitskultur im täglichen Arbeitsablauf vorzuleben. Dazu zählen beispielsweise eine offene Kommunikation, gegenseitige Unterstützung, eine systematische und hinterfragende Arbeitsweise sowie eine kontinuierliche Selbstbewertung (Axpo 2007).

### 2.3.2 Strategie

Die NOK hat ihre Strategie in Bezug auf die Sicherheit in der nuklearen Sicherheits-Charta festgehalten. Diese stellt eine Selbstverpflichtung nicht nur der NOK, sondern auch der Axpo als Muttergesellschaft der NOK dar. In dieser Sicherheits-Charta verpflichtet sich die Axpo, beim Betrieb nuklearer Anlagen und beim Strahlenschutz eigenverantwortlich Massnahmen zu treffen, um die Sicherheit kontinuierlich zu verbessern (Axpo 2007). Die Charta gilt als Basis für alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bei der Erfüllung ihrer täglichen Aufgaben. Der Sicherheit der Nuklearanlagen soll oberste Priorität eingeräumt werden.

Die Charta enthält Grundsätze für das Sicherheitssystem und für die Organisation wie auch Handlungsprinzipien:

Das Sicherheitssystem soll folgenden vier Grundsätzen entsprechen:

- Fehler können passieren.
- Aus Fehlern muss man lernen.
- Sicherheit entwickelt sich.
- Sicherheit braucht Transparenz.

Die Organisationsstrukturen sollen eine klare Definition der Verantwortlichkeiten und ein internes Controlling des Sicherheitsstatus erlauben. Die Handlungsprinzipien sind in den folgenden Leitsätzen zusammengefasst:

- Wir messen uns an den international höchsten Sicherheitsstandards.
- Wir optimieren unser Krisenmanagement stetig.
- Wir wollen uns laufend verbessern.
- Wir fördern aktiv unsere Sicherheitskultur.

- Wir erwarten die gleichen Standards von unseren Lieferanten.
- Wir informieren offen und transparent.

(Axpo, Nukleare Sicherheitscharta 2007)

### 2.3.3 System

Das Sicherheitssystem der Axpo geht nicht davon aus, dass Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter keine Fehler machen oder die Technik nicht auch versagen kann. Hingegen sollen sich die gleichen Fehler nicht wiederholen, sondern zu einer kontinuierlichen Verbesserung der Sicherheit führen. Die Sicherheit soll aber auch durch die Investition in moderne Technologien, die Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie die Förderung einer Sicherheitskultur erhöht werden. Weiter will sich die Axpo um Transparenz bemühen und intern wie extern eine offene Informationspolitik betreiben.

Das Sicherheitssystem besteht aus den vier Ebenen Design – Kultur – Training – Operateure. Anstelle einer einzelnen Barriere entsteht ein Barriersystem, das das Risiko vermindern hilft. Auch wenn die Stärkung jeder der einzelnen Barrieren angestrebt wird, ist keine davon 100-prozentig sicher. Bei einem Barriersystem kann aber das Versagen einer Barriere durch die anderen aufgefangen werden. Ein Unfall passiert erst dann, wenn alle Barrieren versagen.

### 2.3.4 Strukturen

In das Thema Sicherheit soll die gesamte Axpo integriert sein, vom Verwaltungsrat und der Geschäftsleitung über die Kraftwerksleitung bis zu den einzelnen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Auch die Lieferanten werden eingeschlossen. Im KKW Beznau beispielsweise waren im Jahre 2006 140 oder rund 30 % der Mitarbeitenden für Sicherheitsfragen verantwortlich. Der



grösste Teil davon war für den Werkschutz und das Qualitätsmanagement zuständig, zwei kleinere Teile waren in den Bereichen der „Überwachung“ und „Reaktor und Sicherheit“ tätig.

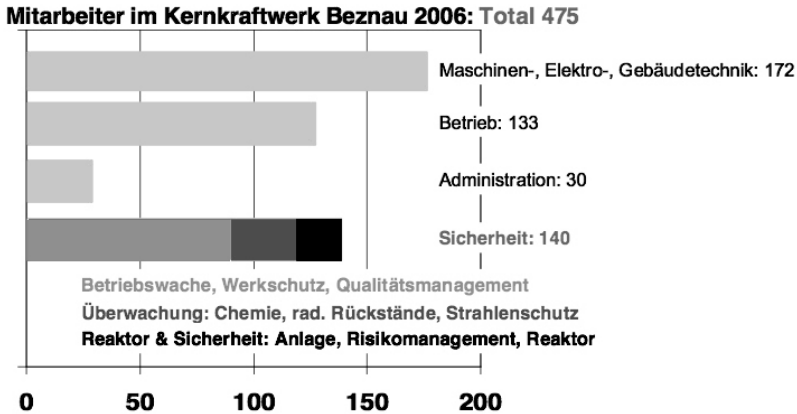


Abbildung 2.3: Personelle Ressourcen für die Sicherheit

Mitarbeiter laufen jedoch Gefahr, die Sicherheit als eine unter mehreren Aspekten ihrer Tätigkeit zu erachten. Deshalb wurde in den Kernkraftwerken Leibstadt und Beznau je die Stelle eines unabhängigen Sicherheitscontrollers geschaffen. Seine Aufgabe ist die Beurteilung der Sicherheit ohne Berücksichtigung der Umstände, die zu einer Situation geführt haben. Er ist direkt dem Kernkraftwerksleiter unterstellt und untersteht einer Meldepflicht an den CEO oder den VR der Axpo, sollte ein Kernkraftwerksleiter auf Hinweise des Sicherheitscontrollers nicht reagieren.

## 2.4 Überwachung

Auf nationaler und internationaler Ebene bestehen eine Reihe von Organisationen, die Vorgaben in Bezug auf die Sicherheit von Kernkraftwerksanlagen formulieren und periodische Kontrollen durchführen.

### 2.4.1 Nationale Überwachung

In der Schweiz sind verschiedene Organisationen in die Definition und die Überwachung von Sicherheitsanforderungen bei Kernkraftwerken involviert:

Das Bundesamt für Energie (BfE) schreibt vor, dass bei der Auslegung, beim Bau und beim Betrieb der Kernanlagen die Betreiber Schutzmassnahmen nach international anerkannten Grundsätzen treffen müssen. Für den Fall, dass gefährliche Mengen radioaktiver Stoffe freigesetzt werden, haben sie zudem Notfallschutzmassnahmen zur Begrenzung des Schadenausmasses vorzubereiten.

Sicherungsanforderungen und Beurteilungsgrundlagen zum Schutz vor unbefugten Einwirkungen (Sabotage) werden ebenfalls vom BfE festgelegt. Es beaufsichtigt auch die von den Betreibern getroffenen Sicherungsmassnahmen im technischen und organisatorischen Bereich (Bundesamt für Energie 2007).

Die Eidgenössische Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen KSA berät den Bundesrat und das Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK in Fragen der nuklearen Sicherheit von Kernanlagen. Massgebende gesetzliche Grundlage für die Tätigkeit der Kommission ist die KSA-Verordnung (Eidgenössische Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen 2007).

Die Hauptabteilung für die Sicherheit in Kernanlagen HSK begutachtet und beaufsichtigt in der Schweiz als Aufsichtsbehörde des Bundes die Kernanlagen. Dazu gehören die Kernkraftwerke, die Zwischenlager bei den Kraft-

werken, das zentrale Zwischenlager in Würenlingen sowie die nuklearen Einrichtungen am Paul Scherrer Institut (PSI) und an zwei Hochschulen in Basel und Lausanne. Die HSK beurteilt die nukleare Sicherheit in diesen Anlagen. Mittels Inspektionen, Aufsichtsgesprächen, Prüfungen und Analysen sowie der Berichterstattung der Anlagebetreiber verschafft sich die HSK den notwendigen Überblick über die nukleare Sicherheit. Sie sorgt dafür, dass die Vorschriften eingehalten werden und die Betriebsführung gesetzeskonform erfolgt. Zu ihrem Aufsichtsbereich gehören auch die Transporte radioaktiver Stoffe sowie die Vorbereitungen zur geologischen Tiefenlagerung radioaktiver Abfälle.

Die HSK unterhält eine eigene Notfallorganisation. Sie ist Bestandteil einer landesweiten Notfallorganisation. Diese käme im Fall eines schweren Störfalls in einer schweizerischen Kernanlage zum Einsatz (Hauptabteilung für die Sicherheit in Kernanlagen 2007).

Die Sektion Überwachung der Radioaktivität UeR des Bundesamts für Gesundheit BAG überwacht kontinuierlich die Ausbreitung natürlicher und künstlicher Radioaktivität in Atmosphäre und Umwelt, insbesondere in der Umgebung von Kernanlagen, Industriebetrieben, Forschungsinstituten und Spitälern, die radioaktive Stoffe verwenden. Für die Bestimmung des Strahlenrisikos der Bevölkerung werden Strahlendosen aus natürlichen und künstlichen Strahlenquellen ermittelt. Die Ergebnisse werden regelmässig veröffentlicht (Bundesamt für Gesundheit 2007).

## **2.4.2 Internationale Überwachung**

Auch international gewinnt die Sicherheit von Kernanlagen an Bedeutung. Die Internationale Atomenergie-Agentur IAEA ist die Stelle für weltweite Kooperation im nuklearen Umfeld. Sie wurde als Weltorganisation „Atoms of Peace“ 1957 in der Familie der Vereinigten Nationen gegründet. Die Agentur arbeitet mit den Mitgliedstaaten und verschiedenen weltweiten Partnern zusammen, um eine sichere, verlässliche und friedliche Nutzung nuklearer

Technologien zu fördern (International Atomic Energy Agency, aus dem Englischen übersetzt 2007).

In den Handlungsprinzipien der Nuklearen Sicherheitscharta verpflichtet sich die Axpo, die von der IAEA vorgegebenen und von der Schweiz ratifizierten Standards für Kernkraftwerke einzuhalten. Im Weiteren misst die Axpo den periodischen Sicherheitsüberprüfungen (der nationalen und internationalen Behörden) als Basis für Massnahmen zur Aufrechterhaltung und Verbesserung des sicheren Betriebes der Anlagen grossen Stellenwert zu (Axpo, Nukleare Sicherheitscharta 2007). Die Tabelle 2.4 zeigt beispielhaft die 2006 im Kernkraftwerk Beznau 1 durchgeführten Prüfungen.

Bezeichnung	Wiederholungsprüfung NE-14	Andere Prüfungen	Total
Ultraschallprüfungen *)	27	2	29
Wanddickemessungen mit Ultraschall *)	2	31	33
Wirbelstromprüfung *)	2	0	2
Durchstrahlprüfungen *)	1	1	2
Magnetpulverprüfungen *)	11	13	24
Eindringprüfungen *)	23	88	111
Dichtheitsprüfungen	50	0	50
Druckprüfungen	0	3	3
Visuelle Prüfungen *)	44	11	55
Innere / äussere Prüfungen an Behältern	32	0	32
Begehungen *)	21	2	23
Funktionsprüfungen an Sicherheitsventilen	16	32	48
Andere Funktionsprüfungen	7	0	7
<b>Total</b>	<b>236</b>	<b>183</b>	<b>419</b>

Abbildung 2.4: Permanente Überwachung von Systemen in Kernkraftwerken Beznau Block 1

\*) Eine Prüfung kann mehrere Prüfpositionen enthalten

## 2.5 Internationaler Informationsaustausch

Die World Association of Nuclear Operators WANO ist ein weltweiter Zusammenschluss der Kernkraftwerkbetreiber. Ziele der WANO sind der gegenseitige Informationsaustausch und die gegenseitige Analyse und Bewertung der nuklearen Sicherheit. Nahezu alle 443 Kernkraftwerkbetreiber sind innerhalb der WANO miteinander verbunden. Die Axpo strebt an, dass die von ihr betriebenen Kernkraftwerke zu den international Besten gehören.

## 2.6 Fazit

Sicherheit ist ein zentrales Thema bei der Nutzung der Kernenergie. Die Nordostschweizerische Kraftwerke AG NOK als Betreiberin des Kernkraftwerkes Beznau bezeichnet Sicherheit als ihr zentrales Thema schlechthin. Dies erschöpft sich nicht im Unterhalt und in der Nachrüstung der Infrastrukturen. Dem Risikomanagement auf organisatorischer Ebene kommt grosse Bedeutung zu und die NOK erachtet dies als zentrale Kompetenz. Das aufwändige interne Sicherheitsmanagement wird als permanente Herausforderung betrachtet, das sich auf Strategie, System und Strukturen, vor allem aber auch auf die Unternehmenskultur auswirkt. Nationale und internationale Vorgaben und Kontrollen helfen mit, die Sicherheitsmassnahmen auf den neusten Stand der Technik auszurichten. Das trotz allen Bemühungen verbleibende Restrisiko der Kerntechnologie, Chancen und Risiken anderer Energiequellen sowie die Entwicklung bzw. Deckung des zukünftigen Energiebedarfs sind in der politischen Diskussion einander gegenüberzustellen und nötige Entscheidungen zur schweizerischen Energiepolitik sind in Kenntnis der aktuell verfügbaren Fakten zu fällen.

# Literaturverzeichnis

- [1] Axpo, Nationale Sicherheitscharta: [www.axpo.ch](http://www.axpo.ch)  
(diese und folgende URLs zuletzt geprüft am 13.03.2008).
- [2] Eidgenössische Kommission für die Sicherheit von Kernanlagen:  
[www.ksa.admin.ch](http://www.ksa.admin.ch)
- [3] Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen; [www.hsk.ch](http://www.hsk.ch)
- [4] International Atomic Energy Agency; [www.iaea.org](http://www.iaea.org)
- [5] Nordostschweizerische Kraftwerke AG: [www.nok.ch](http://www.nok.ch)
- [6] Schmocker, U. und Meyer, P. (2007): Nationalfonds-Projekt Risk Based Regulation. Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, HSK; [www.hsk.ch](http://www.hsk.ch)
- [7] Schweizerisches Bundesamt für Energie: [www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)
- [8] Schweizerisches Bundesamt für Gesundheit; [www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch)
- [9] Thumann, M. (2007): Vortrag: „Sind die Risiken eines weltweit wachsenden Kernkraftwerksparks verantwortbar?“ gehalten an der ETH Zürich, 18. Oktober 2007.