



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI

Forum Betriebssicherheit von Oberflächenanlagen

Sicherheit und die Rolle des ENSI

24. Mai 2014

Ann-Kathrin Leuz
ENSI

Zusammenfassung des Vortrags „Oberflächenanlagen: Sicherheit und die Rolle des ENSI“, Informationsforum Betriebssicherheit einer Oberflächenanlage, 24. Mai 2014

Ann-Kathrin Leuz, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI)

Die Rolle des ENSI

Das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) begutachtet und beaufsichtigt als Aufsichtsbehörde des Bundes die Kernanlagen in der Schweiz. Mittels Inspektionen, Aufsichtsgesprächen, Prüfungen und Analysen sowie der Berichterstattung der Anlagebetreiber verschafft sich das ENSI den notwendigen Überblick über die nukleare Sicherheit der beaufsichtigten Kernanlagen. Es wacht darüber, dass die Vorschriften eingehalten werden und die Betriebsführung sicher und gesetzeskonform erfolgt. Die gesetzliche Basis für die Aufsicht des ENSI bilden das Kernenergiegesetz, die Kernenergieverordnung, das Strahlenschutzgesetz, die Strahlenschutzverordnung sowie weitere Verordnungen und Vorschriften zur Reaktorsicherheit und Ausbildung von Personal, zum Notfallschutz, zum Transport radioaktiver Stoffe und zur geologischen Tiefenlagerung. Gestützt auf diese gesetzlichen Grundlagen erstellt und aktualisiert das ENSI eigene Richtlinien. Darin formuliert es die Kriterien, nach denen es die Tätigkeiten und Vorhaben der Betreiber von Kernanlagen beurteilt. Bei jeder Bewilligungsstufe (Rahmen-, Bau- und Betriebsbewilligung) prüft das ENSI die Unterlagen des Gesuchstellers bezüglich Betriebssicherheit. Detaillierte Sicherheits- und Störfallanalysen für Oberflächenanlagen werden zur Bau- und Betriebsbewilligung verlangt.

Gefährdungspotential hochaktiver Abfälle

Im Vortrag wurde das Gefährdungspotential hochaktiver Abfälle an einem hypothetischen Rechenbeispiel eines abgebrannten Brennelements ohne irgendwelche Schutzmassnahmen am Beispiel Direktstrahlung erläutert. Das hypothetische Rechenbeispiel zeigt, dass die Gamma-Dosisleistung eines Brennelements, das nach dem Betrieb in einem Kernkraftwerk 40 Jahre abgeklungen ist, in einem Meter Abstand sehr hoch ist. Bei einer Aufenthaltszeit von ca. einer Stunde in einem Meter Entfernung könnte sogar eine tödliche Dosis erreicht werden, weshalb beim Umgang entsprechende Schutzvorkehrungen für das Personal und Bevölkerung zwingend notwendig sind. Für den Umgang mit radioaktiven Materialien gelten strenge Anforderungen. Nur wenn der sichere Umgang nachgewiesen werden kann, wird nach einer systematischen Prüfung der Aufsichtsbehörde eine Bewilligung erteilt. In 500 m Abstand hat die Dosisleistung eines abgebrannten Brennelements bereits um viele Grössenordnungen abgenommen und erreicht die Dosisleistung der natürlichen Hintergrundstrahlung. Bei dem Rechenbeispiel wurden keine Massnahmen zur Reduktion der Strahlung wie z.B. Abschirmungen und Auslegung der Oberflächenanlage gegen Störfälle angenommen. Es handelt sich daher um ein nicht realistisches Szenario, das lediglich als „Gedankenexperiment“ zu Veranschaulichungszwecken bezüglich der Wirkung der Direktstrahlung dienen soll. Der langfristige Schutz für hochaktive Abfälle bis zu 1 Million Jahre kann nur durch geologische Tiefenlager erreicht werden. Weltweit hat sich für die sichere Entsorgung der hochaktiven Abfälle das Konzept der Endlagerung in tiefen, stabilen geologischen Formationen durchgesetzt.

Gesetzliche Grundlagen zu Störfallanalysen und Notfallschutz

Die Oberflächenanlage eines geologischen Tiefenlagers stellt eine Kernanlage im Sinne der Kernenergiegesetzgebung dar. Die Kernenergieverordnung sieht ein mehrstufiges Bewilligungsverfahren vor, welche eine Kernanlage vor ihrer Inbetriebnahme zu durchlaufen hat.

Demnach sind vom zukünftigen Betreiber nacheinander eine Rahmenbewilligung, Baubewilligung und eine Betriebsbewilligung zu beantragen. Die Kernenergiegesetzgebung legt auch die Inhalte der Bewilligungen, die mit den Bewilligungen verbundenen Zielen sowie die Art und Umfang der auf jeder Bewilligungsstufe einzureichenden Unterlagen fest.

Auf Stufe der Rahmenbewilligung sind vom Gesuchsteller Unterlagen einzureichen, aus denen u.a. die Standorteigenschaften, der Zweck und die Grundzüge des Projektes sowie die voraussichtliche Strahlenexposition in der Umgebung der Anlage hervorgehen. Auf der nachfolgenden Stufe der Baubewilligung sind vom Gesuchsteller Unterlagen einzureichen in denen u.a. aufgezeigt wird, dass die Auslegungsgrundsätze und die Anforderungen an die nukleare Sicherheit, an die Sicherung, an den Schutz gegen Störfälle eingehalten werden. Aus den einzureichenden Unterlagen soll u.a. die Definition der auslegungsbestimmenden Störfälle und Betriebszustände hervorgehen. Es sind, als Ergebnis einer vorläufigen Sicherheitsanalyse, deren Auswirkungen auf die Anlage und deren Umgebung aufzuzeigen. Ein Notfallschutzkonzept ist bei der Bewilligungsbehörde gleichfalls einzureichen. Dieses deckt sowohl den anlageninternen als auch anlagenexternen Notfallschutz ab. Die Ausarbeitung eines solchen Notfallkonzepts setzt Kenntnisse über mögliche Störfallabläufe und deren Auswirkungen in und ausserhalb der Anlage voraus. Kenntnisse über mögliche Störfallabläufe setzen wiederum detaillierte Kenntnisse über die zukünftige Anlage, ihre Auslegung, Betriebsprozesse, die vorhandenen (Sicherheits-) Systeme und die in der Anlage befindlichen Stoffe voraus. Aus diesem Grund sind belastbare Aussagen zum Gefährdungspotential (i.e. Inventar an gefährdenden Stoffen sowie den Auswirkungen von Störfällen) und zum Notfallschutzkonzept in aller Regel erst ab Stufe Baubewilligung möglich, da erst ab dieser Stufe die notwendigen Informationen bzgl. Detaillierungsgrad vorliegen.

Die Untersuchung von Störfallabläufen in einer Anlage umfasst drei Schritte: in einem ersten Schritt gilt es zu ermitteln, welche Stoffe (z.B. radioaktive) in welchen Mengen, in welcher Form (fest, flüssig, gasförmig) vorliegen (i.e. das „Inventar“) und wie diese in der Anlage aufbewahrt bzw. verpackt sind. Dies stellt das Gefährdungspotential dar. In einem zweiten Schritt gilt es, denkbare Störfall- bzw. Unfallabläufe in der Anlage, in Kenntnis der vorherrschenden Randbedingungen (z.B. Auslegung der Anlage, Inventar, Betriebsprozesse) zu eruieren. Hierfür hat sich der Gesuchsteller an die Anforderungen der UVEK-Verordnung über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen (SR 732.112.2) zu halten. Diese Verordnung hält fest, welche Störfälle mit Ursprung innerhalb und ausserhalb der Anlage berücksichtigt und betrachtet werden (Art. 4 und 5) sollen. Hierzu zählen u.a. Brand, Versagen von Systemen, Explosionen, Absturz schwerer Lasten, Erdbeben, Flugzeugabsturz oder extreme Wetterbedingungen. Nach Ermittlung der für die Anlage relevanten, denkbaren Störfälle gilt es, in einem dritten Schritt diese Störfälle im Hinblick auf ihre Auswirkungen in- und ausserhalb der Anlage zu analysieren. Insbesondere sind die radiologischen Auswirkungen auszuweisen und zu bewerten. Als Bewertungsmaßstäbe werden in Abhängigkeit der Eintrittshäufigkeit der Störfälle Dosishöchstwerte der Strahlenschutzverordnung und/oder die Eingreifswerte im Dosismassnahmenkonzept (DMK) der Verordnung über die Organisation von Einsätzen bei ABC- und Naturereignissen (Anhang 1 der ABCN-Einsatzverordnung, SR 520.17) herangezogen. Für Störfälle, welche eine Eintrittshäufigkeit grösser als 10^{-6} /Jahr (einmal in einer Million Jahre) aufweisen, gelten Dosishöchstwerte, deren Einhaltung vom Antragsteller nachzuweisen ist. Die Kenntnis sowohl der Auswirkungen von Störfällen in der Umgebung als auch der Eingreifswerte für Schutzmassnahmen legen fest, ob und in welchem Umfang Massnahmen in der Umgebung im Ereignisfall zum Schutz der Bevölkerung zu treffen wären. Diese Kenntnis stellt für den Antragsteller die Grundlage für die Erarbeitung eines externen Notfallschutzkonzeptes dar.

Begriffe (gemäss Strahlenschutzverordnung (SR 814.501) und Verordnung des UVEK über die Gefährdungsannahmen und die Bewertung des Schutzes gegen Störfälle in Kernanlagen SR (732.112.2)):

Betrieb: Der Betrieb muss so ausgelegt sein, dass der quellenbezogene Dosisrichtwert nach Artikel 7 auch bei Störfällen eingehalten werden kann, die mit einer Häufigkeit von mehr als 10^{-1} pro Jahr eintreten.

Störfälle: Ereignisse, bei welchem eine Anlage vom Normalbetrieb abweicht und:

- a) die Sicherheit einer Anlage oder eines Gegenstandes beeinträchtigt wird (technischer Störfall);
 - b) das zu einer Überschreitung eines Immissionsgrenzwerts oder des Dosisgrenzwerts für nichtberuflich strahlenexponierte Personen führen kann (radiologischer Störfall); oder
 - c) bei dem jemand einer Dosis von mehr als 50 mSv ausgesetzt wird (Strahlenunfall).
- sind nach Strahlenschutzverordnung Anhang 1 Störfälle.

Auslegungsstörfall: Störfall, bei dem durch auslegungsgemässes Verhalten der Sicherheitssysteme keine unzulässige Freisetzung radioaktiver Stoffe und keine unzulässige Bestrahlung von Personen auftreten. Die Gesamtheit der Auslegungsstörfälle kann in folgende Kategorien eingeteilt werden:

Auslegungsstörfälle	Häufigkeit der Störfälle	Grenzwerte gemäss Art. 94 STSV
Störfälle der Kategorie 1:	Störfälle, die mit einer Häufigkeit zwischen 10^{-1} und 10^{-2} pro Jahr zu erwarten sind.	Der Betrieb einer Anlage muss so ausgelegt sein, dass ein einzelner Störfall eine zusätzliche Dosis von höchstens dem für diesen Betrieb festgelegten quellenbezogenen jährlichen Dosisrichtwert zur Folge hat.
Störfälle der Kategorie 2:	Störfälle, die mit einer Häufigkeit zwischen 10^{-2} und 10^{-4} pro Jahr zu erwarten sind.	Der Betrieb einer Anlage muss so ausgelegt sein, dass die aus einem einzelnen Störfall resultierende Dosis für die Bevölkerung (nichtberuflich strahlenexponierte Personen) höchstens 1 mSv beträgt.
Störfälle der Kategorie 3:	Störfälle, die mit einer Häufigkeit zwischen 10^{-4} und 10^{-6} pro Jahr zu erwarten sind.	Der Betrieb muss so ausgelegt sein, dass die aus einem einzelnen Störfall resultierende Dosis für die Bevölkerung (nichtberuflich strahlenexponierte Personen) höchstens 100 mSv beträgt. Die Bewilligungsbehörde kann im Einzelfall eine tiefere Dosis festlegen.

Auslegungsüberschreitender Störfall: Störfall, welcher in Bezug auf das auslösende Ereignis oder die Art und Anzahl zusätzlicher Fehler den Rahmen der Auslegung durchbricht; dabei kann nicht ausgeschlossen werden, dass radioaktive Stoffe in gefährdendem Umfang freigesetzt werden.

Der Betrieb muss so ausgelegt sein, dass nur wenige Störfälle der Kategorie 2 und Kategorie 3 auftreten können. Für Störfälle der Kategorie 2 und 3 sowie für Störfälle, deren Eintretenshäufigkeit kleiner ist als 10^{-6} pro Jahr, deren Auswirkungen aber gross sein können, verlangt die Aufsichtsbehörde die erforderlichen vorsorglichen Massnahmen.

Konzept der gestaffelten Sicherheitsvorsorge: Sicherheitskonzept, das auf mehreren Ebenen aufeinander folgende und voneinander unabhängige Schutzmassnahmen umfasst, die bei Abweichungen vom Normalbetrieb unzulässige radiologische Auswirkungen in der Umgebung verhindern und Freisetzungen in gefährdendem Umfang lindern.

Grenzüberschreitender Schutz der Bevölkerung

Der Schutz der Bevölkerung ergibt sich aus dem Notfallschutzkonzept (siehe oben). Die grenzüberschreitende Information in Notfällen ist in bilateralen Verträgen geregelt.

Informations- und Meldepflicht bei einem Störfall

Die Meldepflichten und die Berichterstattung über Ereignisse und Befunde im Sicherheitsbereich sind in der Kernenergieverordnung geregelt. Siehe hierzu auch die Richtlinie ENSI-B03.



Überblick

- Die Rolle des ENSI
- Gefährdungspotential radioaktiver Abfälle
- Systematische Prüfungen
- Gesetzliche Anforderungen an Sicherheitsvorsorge / Störfälle / Notfallschutz



Rollenverteilung

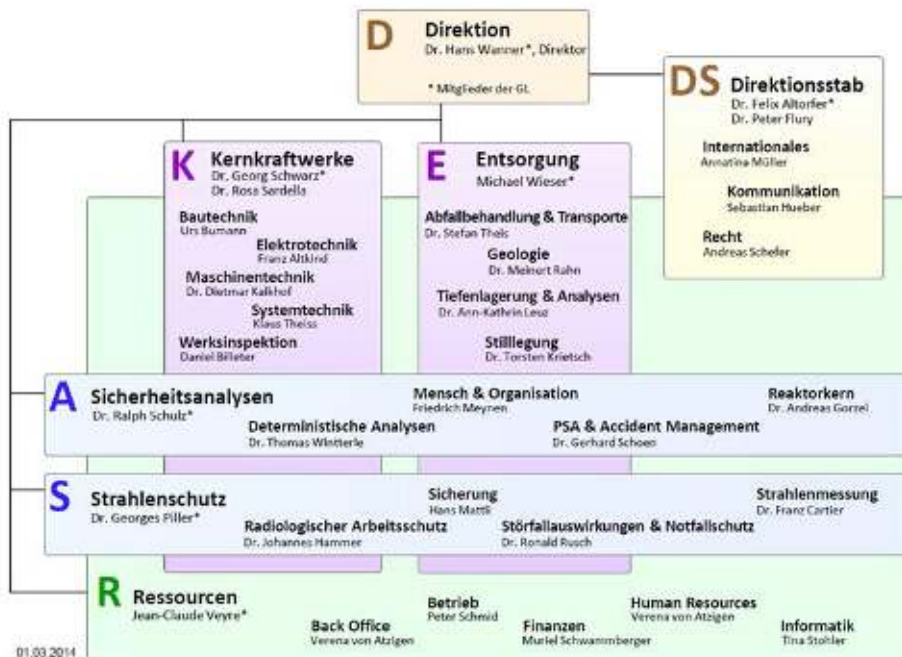
Energiepolitik CH  BR / NR / SR / Volk

Sicherheit Kernanlagen  Betreiber / Industrie

**Anforderungen /
Aufsicht / Inspektion**  ENSI



Das ENSI



Das ENSI

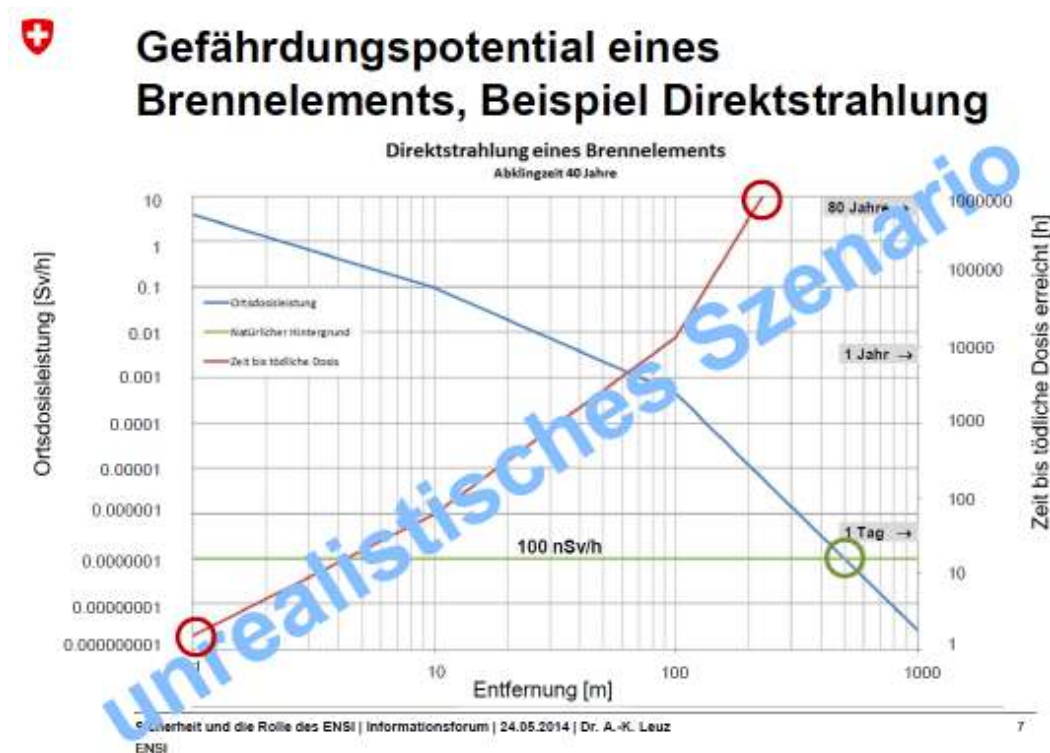




Radioaktive Abfälle

- Radioaktive Abfälle können durch ihre ionisierende Strahlung Schäden an Lebewesen verursachen.
- Für die sichere Handhabung sowie die dauerhaft sichere Lagerung müssen daher Vorkehrungen getroffen werden:

Rechenbeispiel eines abgebrannten Brennelements ohne jegliche Schutzmassnahmen am Beispiel Direktstrahlung



Das Rechenbeispiel eines abgebrannten Brennelements ohne jegliche Schutzmassnahmen am Beispiel Direktstrahlung ist ein reines „Gedankenexperiment“ zu Veranschaulichungszwecken. Es gibt kein Szenario, in dem Mensch und Umwelt über entsprechende Zeiträume der Direktstrahlung eines Brennelements ausgesetzt sein könnten. Die blaue Kurve auf der Folie zeigt die Gamma-Dosisleistung eines Brennelements, das nach dem Betrieb in einem Kernkraftwerk 40 Jahre abgeklungen ist, als Funktion der Entfernung. In einem Meter ist die Dosisleistung mit über 1 Sv/h extrem hoch. In einem Abstand kleiner 1 m ist die Dosisleistung noch höher. In 500 m Abstand hat die Dosisleistung bereits um einen Faktor 10 Millionen (7 Grössenordnungen) abgenommen. Vergleicht man diese Kurve mit der natürlichen Hintergrundstrahlung von 100 nano-Sv/h (grüne horizontale Linie: terrestrische und kosmische Strahlung), so sieht man, dass die Gamma-Dosisleistung des Brennelements im Abstand von 500 m bis auf die natürliche Hintergrundstrahlung abgenommen hat. Aus diesem Verlauf kann auch berechnet werden, in welcher Zeit ein Mensch in einer bestimmten Entfernung des Brennelements eine tödliche Strahlendosis von ca. 6 Sv erhält (rote Kurve). In einem Meter Abstand ist die tödliche Dosis in etwa einer Stunde erreicht; darunter noch schneller. In einigen Metern Abstand sind die 6 Sv innert etwa eines Tages erreicht. Ab etwa 200 m wird die tödliche Dosis erst nach ca. 80 Jahren erreicht und ab 500 m wird die tödliche Dosis in einem Leben nicht mehr erreicht. Dabei ist zu bemerken, dass in diesem Rechenbeispiel keine Massnahmen zur Reduktion der Strahlung angenommen werden und dass von einer akuten Strahlendosis ausgegangen wurde. Es handelt sich um ein unrealistisches Szenario, da für abgebrannte Brennelemente für die sichere Handhabung sowie die dauerhaft sichere Lagerung Vorkehrungen getroffen werden müssen. Für den Betrieb einer Oberflächenanlage gelten die Dosisgrenzwerte gemäss Strahlenschutzverordnung Beispiele für Vorkehrungen sind u.a. die Handhabung von abgebrannten Brennelementen in einer heissen Zelle mit entsprechenden Abschirmung und Auslegung des Gebäudes gegen Störfälle und der Transport in spezifisch ausgelegten Transportbehältern. Der langfristige Schutz für hochaktive Abfälle bis zu 1 Million Jahre kann nur durch geologische Tiefenlager erreicht werden. Weltweit hat sich für die sichere Entsorgung der hochaktiven Abfälle das Konzept der Endlagerung in tiefen, stabilen geologischen Formationen durchgesetzt.



Radioaktive Abfälle

- Radioaktive Abfälle können durch ihre ionisierende Strahlung Schäden an Lebewesen verursachen.
- Für die sichere Handhabung sowie die dauerhaft sichere Lagerung müssen daher Vorkehrungen getroffen werden:



Beispiele:

- **Kennzeichnung**



Radioaktive Abfälle

- Radioaktive Abfälle können durch ihre ionisierende Strahlung Schäden an Lebewesen verursachen.
- Für die sichere Handhabung sowie die dauerhaft sichere Lagerung müssen daher Vorkehrungen getroffen werden:



Beispiele:

- Kennzeichnung
- **Umgang muss bewilligt werden**



Radioaktive Abfälle

- Radioaktive Abfälle können durch ihre ionisierende Strahlung Schäden an Lebewesen verursachen.
- Für die sichere Handhabung sowie die dauerhaft sichere Lagerung müssen daher Vorkehrungen getroffen werden:



Beispiele:

Kennzeichnung

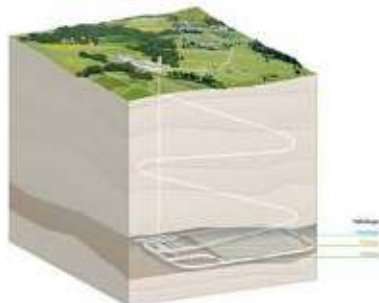
Umgang muss bewilligt werden

Mehrfachbarrierensystem



Radioaktive Abfälle

- Radioaktive Abfälle können durch ihre ionisierende Strahlung Schäden an Lebewesen verursachen.
- Für die sichere Handhabung sowie die dauerhaft sichere Lagerung müssen daher Vorkehrungen getroffen werden:



Beispiele:

• Kennzeichnung

• Umgang muss bewilligt werden

• Mehrfachbarrierensystem

• **Tiefenlagerung**



Vergleich KKW und OFA

- In der OFA wird **viel weniger Zerfallsenergie** freigesetzt, die in der Form von Wärme an die Luft abgegeben wird.
- Transport- und Lagerbehälter werden bereits heute im ZWILAG **passiv mit Luft** gekühlt (**keine aktive Wasserkühlung notwendig**).
- Die Möglichkeit einer **Kettenreaktion** kann in einer OFA durch technische und administrative Massnahmen **ausgeschlossen** werden.
- Es werden **nur feste radioaktive Abfälle** zur OFA angeliefert.
- Ein kleiner Anteil an rad. Abfällen entsteht in der OFA, diese müssen **vor der Einlagerung verfestigt** werden.



Betriebssicherheit und Störfallanalysen einer OFA





Gesetzliche Grundlagen

- Die Vorsorge von Störfällen in der Industrie ist in der nationalen Gesetzgebung verankert
 - Industrieanlagen: Störfallverordnung
- Die Oberflächenanlagen sind Kernanlagen nach Kernenergiegesetzgebung
- Es gelten:
 - KEG: Kernenergiegesetz
 - KEV: Kernenergieverordnung
 - StSG: Strahlenschutzgesetz
 - Strahlenschutzverordnung



Sicherheitsanforderungen

- KEV, Art. 7: Anforderung an die nukleare Sicherheit

Zur Beherrschung von Störfällen ist die Anlage derart auszulegen, dass keine unzulässigen radiologischen Auswirkungen in der Umgebung der Anlage entstehen; dazu sind passive und aktive Sicherheitssysteme vorzusehen

Gegen Störfälle, bei denen radioaktive Stoffe in gefährdendem Umfang freigesetzt werden können, sind zusätzlich vorbeugende und lindernde Vorkehrungen im technischen, organisatorischen und administrativen Bereich zu treffen

- KEV, Art. 8: Anforderung an den Schutz gegen Störfälle
- KEV, Art. 9: Anforderung an die Sicherung



Konzept der gestaffelten Sicherheitsvorsorge



Ziele der Sicherheitsebenen

1. Vermeidung von Abweichungen vom Normalbetrieb
2. Beherrschung von Abweichungen vom Normalbetrieb
3. Beherrschung von Auslegungsstörfällen und vermeiden von Mehrfachversagen von Sicherheitssystemen
4. Beherrschung oder Linderung der Auswirkungen auslegungsüberschreitender Störfälle
5. Linderung der radiologischen Auswirkungen in der Umgebung



Geforderte Störfallszenarien



mit Ursprung innerhalb der Anlage

- Reaktivitätsstörungen
- **Brand: heisse Gase, Rauch und Wärmestrahlung**
- Überflutung
- Komponentenversagen
- Fehlhandlungen des Personals
- Fehlerhafte Handhabung von radioaktivem Material
- Versagen / Fehlfunktion von Betriebs- & Sicherheitssystemen
- Explosionen
- Absturz schwerer Lasten



Geforderte Störfallszenarien



mit Ursprung ausserhalb der Anlage

- **Erdbeben:** *Bodenerschütterungen, Bodensetzungen, Erdbeben, Zerstörung naher Gebäude, Brand, Überflutung, Verlust von Systemen*
- Überflutung
- Flugzeugabsturz
- Extreme Wetterbedingungen
- Blitzschlag
- Explosionen
- Brand



Notfallschutz in der Umgebung von Betrieben

Strahlenschutz-Verordnung, Art. 101:

- 1 *Die Bewilligungsbehörde legt für Betriebe, bei denen infolge eines Störfalls der Dosisgrenzwert nach Artikel 37 überschritten werden kann, im Einzelfall fest, in welchem Umfang sie sich an der Vorbereitung und Durchführung von Notfallschutzmassnahmen in ihrer Umgebung beteiligen oder solche Massnahmen selber treffen müssen.*
- 2 *Die Bewilligungsbehörde zieht die zuständigen kantonalen Stellen und Ereignisdienste bei der Vorbereitung von Notfallschutzmassnahmen bei und informiert sie über die getroffenen Massnahmen.*



Zusammenfassung

- Der Schutz von Mensch und Umwelt vor den Gefahren der radioaktiven Abfälle steht an erster Stelle.
- Der sichere Umgang ist bestehende Praxis.
- Für Kernanlagen gibt es auf mehreren Ebenen robuste Sicherheitskonzepte und Notfallschutzmassnahmen.
- Detaillierte Störfallanalysen sind ein wichtiger Teil der Prüfung des ENSI.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Für mehr Informationen besuchen Sie uns auf:



www.ensi.ch
www.ifsn.ch



http://twitter.com/#!/ENSI_CH