



Eidgenössische Kommission für Strahlenschutz
Commission fédérale de radioprotection
Commissione federale della radioprotezione
Federal Commission on radiation protection

Workshop 2016

Démantèlement : stratégie et enjeux de radioprotection
Rückbau : Strategie und Strahlenschutzherausforderungen
Dismantling : Strategy and Radiation Protection challenges



Sicht auf BAG Gebäude vom Liebefeld Parksee, Foto Thomas Steffel

Bern, April 15 2016



Eröffnungsworte zum KSR-Seminar Rückbau: Strategie und Strahlenschutzherausforderungen **P. Strupler, Direktor vom Bundesamt für Gesundheit**

Es freut mich, dass die Eidgenössische Kommission für Strahlenschutz den Rückbau von Kernanlagen zum Thema ihres diesjährigen Seminars gemacht hat, und ehrt mich, dass ich diese Tagung eröffnen darf. Unabhängig von den Kontroversen über die Kernenergie ist der Rückbau von Kernanlagen für uns alle von grosser Bedeutung. Eine wichtige Epoche der Technikgeschichte muss abgeschlossen werden, und dies muss wissenschaftlich fundiert, transparent, ohne negative Haltung, ohne Parteilichkeit und ohne Nostalgie geschehen. In den kommenden Jahrzehnten wird der Rückbau von Kernanlagen für den Strahlenschutz in der Schweiz eine immer wiederkehrende Problematik darstellen.

Unser Amt ist für den Schutz der Bevölkerung und der Umwelt vor den Gefahren der ionisierenden Strahlung zuständig und wird daher beim Rückbauprozess ein wichtiger Partner sein. Es ist sehr zu begrüssen, dass die Kommission die Diskussion über die Probleme und die Herausforderungen des Rückbaus bereits heute lanciert. Die Schutzanforderungen sind beim Rückbau sehr vielschichtig: Es geht um den Schutz der Arbeitenden, die Abfallbewirtschaftung, den Schutz der Bevölkerung, den Schutz der Umwelt und die Standortsanierung. Dabei ergeben sich Probleme, die sowohl in technischer als auch in gesellschaftlicher Hinsicht neue Dimensionen erreichen. Eine konsequente, sozial verträgliche, nachhaltige Herangehensweise wird erforderlich sein, damit wir den künftigen Generationen eine saubere und klar dokumentierte Situation hinterlassen können. Dies setzt grosse Transparenz voraus, und das heutige Seminar zielt in diese Richtung.

Die Aufsicht über den Rückbau gehört zu den Aufgaben des ENSI, und wie Ihnen der erste Referent darlegen wird, hat sich das ENSI bereits eingehend mit diesem Thema beschäftigt. Doch angesichts der zahlreichen Aspekte, die in diesem Zusammenhang berücksichtigt werden müssen, wird dieses Vorhaben etliche Ämter und Dienststellen auf nationaler, kantonaler und kommunaler Ebene betreffen. Daher braucht es für dessen Erfolg eine gemeinsame Strategie und ein koordiniertes Vorgehen. In diesem Sinn bildet das heutige Seminar den ersten Schritt auf einem langen Weg, den wir in den kommenden Jahren gemeinsam zu gehen haben. Auch die Zusammenarbeit mit anderen Ländern wie Deutschland und Frankreich ist im Bereich des Rückbaus äusserst wichtig.

Ich danke den Referentinnen und Referenten an dieser Stelle herzlich für die Grundlagen, mit denen sie unsere Betrachtungen untermauern. Ich danke Ihnen allen für Ihr Interesse und für Ihr Engagement in dieser Sache. Ihr Beitrag ist wichtig, denn es handelt sich um ein gesamtschweizerisches Unterfangen, das auf einem breiten Konsens beruhen muss. Ich wünsche Ihnen allen ein interessantes und fruchtbares Seminar.

Mot d'ouverture pour l'atelier de la CPR sur le démantèlement des centrales nucléaires

Je suis heureux que la Commission fédérale de radioprotection ait choisi comme thème de son atelier 2016 le démantèlement des centrales nucléaires et qu'il me soit donné la possibilité d'ouvrir cette réunion. Au-delà des controverses sur l'énergie nucléaire, la démarche de démantèlement revêt une grande importance pour nous tous. Il s'agit de terminer un épisode important de l'histoire de la technique et de le faire de la manière la plus scientifique et la plus transparente possible, sans attitude négative, sans esprit partisan et sans nostalgie. Le démantèlement va être au cours de ces prochaines décennies un thème récurrent pour la radioprotection en Suisse.

Notre office, en charge de la protection de la population et de l'environnement contre les dangers de la radiation ionisante sera un partenaire incontournable de la démarche. Ainsi je salue la volonté de la Commission d'ouvrir la discussion dès aujourd'hui sur les problèmes nouveaux et les défis que le démantèlement soulève. Les enjeux de protection dans le cadre du démantèlement sont multiples : protection des travailleurs, gestion des déchets, protection de la population, protection de l'environnement, réhabilitation du site. Les problèmes qui seront rencontrés présentent des aspects nouveaux, aussi bien au niveau technique que social, et exigeront une approche rigoureuse et socialement respectueuse qui s'inscrive dans le long terme afin de léguer une situation propre et documentée aux générations futures. Ceci exige une grande transparence et l'atelier de ce jour œuvre dans cette direction.



La surveillance du démantèlement fait partie des missions de l'IFSN/ENSI et, comme vous en fera part notre premier conférencier, une réflexion avancée a été menée au sein de cet organisme. Toutefois, vu la diversité des pratiques qui devront être mises à contribution, la démarche concernera de nombreux offices et services, au niveau fédéral, cantonal et communal. Ainsi une mise en commun de la stratégie et une coordination des activités seront nécessaires au succès du projet. Dans ce sens l'atelier de ce jour constitue le premier pas sur un long chemin que nous aurons à parcourir ensemble dans les prochaines années. La collaboration avec d'autres pays, comme l'Allemagne et la France par exemple, est également d'une importance majeure dans le domaine du démantèlement.

Je remercie d'ores et déjà et chaleureusement les conférenciers qui apporteront les matériaux de base à notre réflexion. Je vous remercie tous pour votre intérêt et votre participation à cette réflexion. Votre contribution est importante car il s'agit d'une entreprise nationale qui doit reposer sur un large consensus. Je vous souhaite à tous une journée intéressante et fructueuse.




Decommissioning: What should we do and what are the strategies?

<p>Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra</p> <p>Eidgenössisches Nuklearesicherheitsorgan ENSI</p> <h2>Decommissioning of Nuclear Installations in Switzerland: Experiences and New Challenges</h2> <p>Radiation Protection Workshop on Dismantling Strategy and Radiation Protection Challenges Federal Commission on Radiation Protection, Liebfeld, April 8, 2016</p> <p>Torsten Krietsch Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate ENSI</p>	<p>Definition of Decommissioning</p> <p>Decommissioning of a nuclear installation includes all necessary activities for the installation and/or the site to be used for other purposes, no longer presents a radiological hazard, and is thus no longer subject to nuclear energy legislation.</p> <p>(Message to the Nuclear Energy Act of Switzerland)</p>																													
<p>Experience in Switzerland</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Installation</th> <th>Operation time</th> <th>Decommissioning</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VAKL Lucens</td> <td>1968-1969</td> <td>Decommissioned 1995/2004</td> </tr> <tr> <td>PSI RR DIORIT</td> <td>1960-1977</td> <td>End of nuclear dismantling activities</td> </tr> <tr> <td>Uni Genève RR</td> <td>1958-1987</td> <td>Decommissioned 1989</td> </tr> <tr> <td>PSI RR SAPHIR</td> <td>1957-1994</td> <td>End of nuclear dismantling activities</td> </tr> <tr> <td>PSI VVA</td> <td>1974-2002</td> <td>Decommissioning phase 1</td> </tr> <tr> <td>PSI RR PROTEUS</td> <td>1968-2011</td> <td>Decommissioning order expected</td> </tr> <tr> <td>Uni Basel RR</td> <td>1960-2015</td> <td>Decommissioning project expected</td> </tr> </tbody> </table>	Installation	Operation time	Decommissioning	VAKL Lucens	1968-1969	Decommissioned 1995/2004	PSI RR DIORIT	1960-1977	End of nuclear dismantling activities	Uni Genève RR	1958-1987	Decommissioned 1989	PSI RR SAPHIR	1957-1994	End of nuclear dismantling activities	PSI VVA	1974-2002	Decommissioning phase 1	PSI RR PROTEUS	1968-2011	Decommissioning order expected	Uni Basel RR	1960-2015	Decommissioning project expected	<p>Current Projects</p> <p>Pilot Incineration Plant at PSI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incineration of low active waste at 1200 °C • Decommissioning project is granted • Preparatory work for decommissioning completed (restricted access area, ventilation system, operating regulations) • Start dismantling phase 1: March 2016 					
Installation	Operation time	Decommissioning																												
VAKL Lucens	1968-1969	Decommissioned 1995/2004																												
PSI RR DIORIT	1960-1977	End of nuclear dismantling activities																												
Uni Genève RR	1958-1987	Decommissioned 1989																												
PSI RR SAPHIR	1957-1994	End of nuclear dismantling activities																												
PSI VVA	1974-2002	Decommissioning phase 1																												
PSI RR PROTEUS	1968-2011	Decommissioning order expected																												
Uni Basel RR	1960-2015	Decommissioning project expected																												
<p>Current Projects</p> <p>Basel University Research Reactor AGN-211-P</p> <ul style="list-style-type: none"> • Complete core (highly enriched Uranium) transported to the U.S. • Decommissioning project in preparation 	<p>Nuclear Power Plants in Switzerland</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>NPP</th> <th>Type</th> <th>MW</th> <th>Manufacturer</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Beznau I</td> <td>PWR</td> <td>1959</td> <td>365</td> <td>Westinghouse</td> </tr> <tr> <td>Beznau II</td> <td>PWR</td> <td>1971</td> <td>365</td> <td>Westinghouse</td> </tr> <tr> <td>Mühleberg</td> <td>BWR</td> <td>1972</td> <td>373</td> <td>General Electric</td> </tr> <tr> <td>Gösgen</td> <td>PWR</td> <td>1979</td> <td>1010</td> <td>Siemens-KWU</td> </tr> <tr> <td>Leibstadt</td> <td>BWR</td> <td>1984</td> <td>1220</td> <td>General Electric</td> </tr> </tbody> </table>	NPP	Type	MW	Manufacturer	Beznau I	PWR	1959	365	Westinghouse	Beznau II	PWR	1971	365	Westinghouse	Mühleberg	BWR	1972	373	General Electric	Gösgen	PWR	1979	1010	Siemens-KWU	Leibstadt	BWR	1984	1220	General Electric
NPP	Type	MW	Manufacturer																											
Beznau I	PWR	1959	365	Westinghouse																										
Beznau II	PWR	1971	365	Westinghouse																										
Mühleberg	BWR	1972	373	General Electric																										
Gösgen	PWR	1979	1010	Siemens-KWU																										
Leibstadt	BWR	1984	1220	General Electric																										
<p>Legal Framework: Nuclear Energy Act</p> <p>Gradual detailing and specification Legal requirement to update the decommissioning plan</p> <pre> graph LR A[Decommissioning CONCEPT] --> B[Decommissioning PLAN] B --> C[Decommissioning PROJECT] A --- A1[NEA Art. 13 ... for general licence application] B --- B1[NEA Art. 16 ... for construction licence application] C --- C1[NEA Art. 27 ... for decommissioning order application] A1 --> B1 B1 --> C1 C1 --> A1 </pre>	<p>Legal Framework (Decommissioning Plans)</p>																													



<p>Legal Framework (NEA, NEO, ENSI-G17)</p> <p>Decommissioning obligation (owner)</p> <p>Decommissioning project (owner)</p> <ul style="list-style-type: none"> Includes a phase concept specified by the owner Is assessed and supervised by ENSI <p>Decommissioning order (DETEC)</p> <ul style="list-style-type: none"> Replaces the operating license May be legally binding at the time of final shutdown Regulates ENSI's requirements and approvals (phases and working steps) Based on the decommissioning project of the owner <p>Release from NEA (DETEC)</p> <p><small>Tirschen-Krietsch, Decommissioning of Nuclear Installations in Switzerland: Experiences and new Challenges. Connecting Strategy and Radiation Protection Challenges, Workshop Federal Commission on Radiation Protection, Liebefeld, April 6, 2016</small></p> <p>9</p>	<p>Legal Framework (NEO)</p> <p>Content of the Decommissioning Project:</p> <ul style="list-style-type: none"> Concept of different phases Each step in the process of dismantling and demolition Procedure for separating radioactive from non-radioactive waste and management of the radioactive waste Measures to protect personnel against radiation and to prevent the release of radioactive substances into the environment Security measures Accident analysis and emergency preparedness measures Personnel and organisation Quality management program Environmental impact report Summary of costs and securing the necessary financing <p><small>Tirschen-Krietsch, Decommissioning of Nuclear Installations in Switzerland: Experiences and new Challenges. Connecting Strategy and Radiation Protection Challenges, Workshop Federal Commission on Radiation Protection, Liebefeld, April 6, 2016</small></p> <p>10</p>
<p>Legal Framework</p> <p>Phase concept according to radiological hazards (PWR schematic)</p> <p><small>Tirschen-Krietsch, Decommissioning of Nuclear Installations in Switzerland: Experiences and new Challenges. Connecting Strategy and Radiation Protection Challenges, Workshop Federal Commission on Radiation Protection, Liebefeld, April 6, 2016</small></p> <p>11</p>	<p>Legal Framework (NEO)</p> <p>The decommissioning order specifies the following details:</p> <ul style="list-style-type: none"> Scope of decommissioning activities The various decommissioning phases, in particular the duration of any safe enclosure of the nuclear installation Limits for the discharge of radioactive substances into the environment Monitoring of immissions of radioactive substances and of direct radiation Organisation <p><small>Tirschen-Krietsch, Decommissioning of Nuclear Installations in Switzerland: Experiences and new Challenges. Connecting Strategy and Radiation Protection Challenges, Workshop Federal Commission on Radiation Protection, Liebefeld, April 6, 2016</small></p> <p>12</p>
<p>Legal Framework (NEO)</p> <p>The decommissioning order defines the need for an approval especially for the following activities:</p> <ul style="list-style-type: none"> Procedure for the clearance measurement of resulting materials Conditioning of resulting radioactive waste Demolition of buildings after their decontamination and clearance measurement Non-nuclear use of installations after completion of the decommissioning process Repeal of security measures In the case of decommissioning of nuclear power plants, disassembly of the reactor vessel and its surrounding building elements <p><small>Tirschen-Krietsch, Decommissioning of Nuclear Installations in Switzerland: Experiences and new Challenges. Connecting Strategy and Radiation Protection Challenges, Workshop Federal Commission on Radiation Protection, Liebefeld, April 6, 2016</small></p> <p>13</p>	<p>Legal Framework (ENSI-G17)</p> <p>The Guideline ENSI-G17: <i>Decommissioning of nuclear installations</i></p> <p>Requirements for decommissioning:</p> <ul style="list-style-type: none"> Specifies the requirements from NEO <p>Requirements for the application documents:</p> <ul style="list-style-type: none"> Decommissioning project Post-shutdown period Decommissioning phases (safety analysis report) Final report <p><small>Tirschen-Krietsch, Decommissioning of Nuclear Installations in Switzerland: Experiences and new Challenges. Connecting Strategy and Radiation Protection Challenges, Workshop Federal Commission on Radiation Protection, Liebefeld, April 6, 2016</small></p> <p>14</p>
<p>Legal Framework (ENSI-G17)</p> <p>Important aspects:</p> <ul style="list-style-type: none"> Subdivision into phases by owners Approval for phases and working steps by ENSI Removal of nuclear fuel as soon as possible to another nuclear installation (no binding to post-shutdown operation) Decommissioning is possible with nuclear fuel on site Safe enclosure is considered as a phase of the decommissioning project <p><small>Tirschen-Krietsch, Decommissioning of Nuclear Installations in Switzerland: Experiences and new Challenges. Connecting Strategy and Radiation Protection Challenges, Workshop Federal Commission on Radiation Protection, Liebefeld, April 6, 2016</small></p> <p>15</p>	<p>Legal Framework</p> <p>With a planned shutdown the classic post-shutdown phase can be completely avoided or kept short!</p> <p>This requires that:</p> <ul style="list-style-type: none"> the decommissioning project is ready and submitted at a very early stage of the decommissioning process, the decommission order becomes legally binding simultaneously with the final shutdown. <p>➔ Transition from classical to technical post-shutdown operation</p> <p><small>Tirschen-Krietsch, Decommissioning of Nuclear Installations in Switzerland: Experiences and new Challenges. Connecting Strategy and Radiation Protection Challenges, Workshop Federal Commission on Radiation Protection, Liebefeld, April 6, 2016</small></p> <p>16</p>

Decommissioning of Mühleberg NPP (KKM)

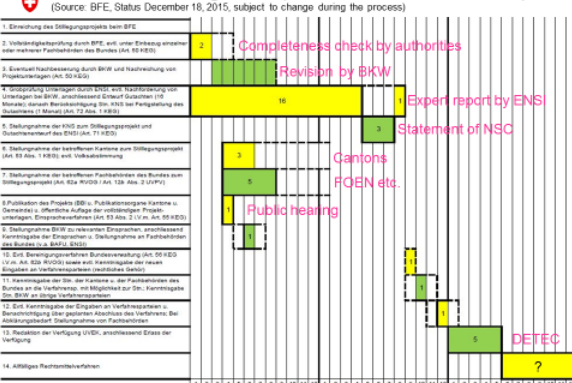


Tyssen-Krupp Decommissioning of Nuclear Installations in Switzerland: Experiences and new Challenges
 Dismantling Strategy and Radiation Protection Challenges, Workshop Federal Commission on Radiation Protection, Liebefeld, April 6, 2016

17

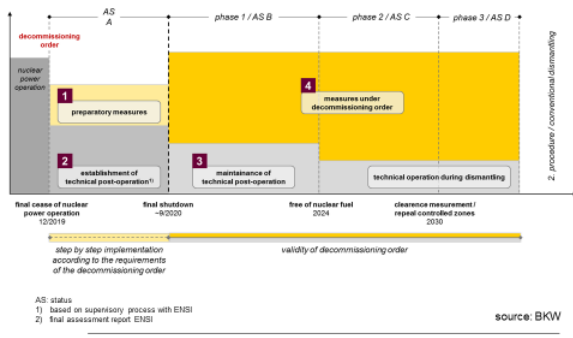
Decommissioning KKM (Timetable of the Process)

(Source: BFE, Status December 18, 2015, subject to change during the process)



17

Decommissioning KKM



AS: status
 1) based on supervisory process with ENSI
 2) final assessment report ENSI

source: BKW

Tyssen-Krupp Decommissioning of Nuclear Installations in Switzerland: Experiences and new Challenges
 Dismantling Strategy and Radiation Protection Challenges, Workshop Federal Commission on Radiation Protection, Liebefeld, April 6, 2016

19

Decommissioning KKM (Technical Post-Operation)

In connection with the final cease operation in 2019, BKW had to submit a concept for the technical post-operation phase:

- Concept of BKW for the safe technical post-operation phase (19. Dezember 2014)
- Assessment report from ENSI with additional requirements for the safe technical post-operation phase (10. Dezember 2015)
- Objective: Establishment of the safe technical post-operation phase (supervisory procedures with ENSI)
- Separation from the decommissioning project (procedure with UVEK)

Tyssen-Krupp Decommissioning of Nuclear Installations in Switzerland: Experiences and new Challenges
 Dismantling Strategy and Radiation Protection Challenges, Workshop Federal Commission on Radiation Protection, Liebefeld, April 6, 2016

20

Decommissioning KKM (Technical Post-Operation)

ENSI's Requirements for the technical post-operation phase:

1. Submit the dates of final cease of the nuclear power operation and of the final shutdown
2. Submit applications for concept approval of the technical post-operation phase
3. Deterministic safety analysis
4. Probabilistic safety analysis
5. Lists of still required and no longer required systems
6. System changes with safety reviews
7. Steps of taking systems out of service
8. Nuclear fuel: loading strategy for containers & transportation planning
9. Retroactive effects of changes and taking out of service
10. Organisation, personnel etc.

Tyssen-Krupp Decommissioning of Nuclear Installations in Switzerland: Experiences and new Challenges
 Dismantling Strategy and Radiation Protection Challenges, Workshop Federal Commission on Radiation Protection, Liebefeld, April 6, 2016

21

Decommissioning KKM

Preparatory measures:
 The preparatory measures are based in particular on the following project goals:

- Reducing the collective dose
- Use of power plant personnel (operating experience)
- Critical path (material logistics)

Technical post-operation establishment:
 The reasons for the establishment of technical post-operation are based on compliance with the four protection goals:

- Protection goal 1: Control of reactivity
- Protection goal 2: Fuel cooling
- Protection goal 3: Confinement of radioactive materials
- Protection goal 4: Limitation of radiation exposure

Source: BKW

Tyssen-Krupp Decommissioning of Nuclear Installations in Switzerland: Experiences and new Challenges
 Dismantling Strategy and Radiation Protection Challenges, Workshop Federal Commission on Radiation Protection, Liebefeld, April 6, 2016

22

Conclusions

Switzerland has an up-to-date legal framework for decommissioning with some flexibility: NEA, NEO, ENSI-G17 (in conjunction with other guidelines from ENSI)

- Requirements of 62 SRL from WENRA are implemented
- Final cease of nuclear operation can be planned
- Delayed final shutdown from plant to plant
- Technically optimized transition from operation to decommissioning
- Long-term forward planning
- Quality of the decommissioning project
- Early involvement of all stakeholders
- Decommissioning order available at final shutdown of the plant

Tyssen-Krupp Decommissioning of Nuclear Installations in Switzerland: Experiences and new Challenges
 Dismantling Strategy and Radiation Protection Challenges, Workshop Federal Commission on Radiation Protection, Liebefeld, April 6, 2016

23



Schweizerische Eidgenossenschaft
 Confédération suisse
 Confederazione Svizzera
 Confederaziun svizra

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

Swiss Confederation

Thank you for your attention.

Tyssen-Krupp Decommissioning of Nuclear Installations in Switzerland: Experiences and new Challenges
 Dismantling Strategy and Radiation Protection Challenges, Workshop Federal Commission on Radiation Protection, Liebefeld, April 6, 2016

23

 <p>Rückbau kerntechnischer Anlagen - Offene technische Fragen und der Umgang mit konventionellen Abfällen</p> <p>Prof. Dr.-Ing. Sascha Gentes Dipl.-Ing. Hedjeh Emami-Far</p> <p>Rückbau kerntechnischer und kerntechnischer Bauwerke - Prof. Dr.-Ing. Sascha Gentes</p>  <p>KIT - Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft www.kit.edu</p>	 <p>Institut für Technologie und Management im Baubetrieb (TMB)</p> <p>Rückbau ist eine von drei Säulen am TMB. Das Institut vertritt die komplette Vertiefungsrichtung BAUBETRIEB innerhalb der Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften am KIT.</p> <p>Aktuelle Zahlen</p> <ul style="list-style-type: none"> ca. 45 Vertiefungsstudenten pro Jahr 40 Beschäftigte, davon 3 Professoren 30 wissenschaftliche Mitarbeiter 5 Werkstattmitarbeiter  <p>2 08.04.2016 Prof. Dr.-Ing. Sascha Gentes Rückbau kerntechnischer und kerntechnischer Bauwerke</p>
<p>Forschungsthemen kerntechnischer Rückbau</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Standardisierter Rückbau von KKW ■ Technologien und Verfahren ■ „Management“ <ul style="list-style-type: none"> ■ Verringerung der Sekundärabfälle ■ Automation und Fernhandlung der Verfahren ■ Leistungsoptimierung bestehender Verfahren ■ Neuentwicklung von Technologien <p>➔ Stahl, Edelstahl und Stahlbeton ➔ Rückholtechnologien für Endlager</p>  <p>3 08.04.2016 Prof. Dr.-Ing. Sascha Gentes Rückbau kerntechnischer und kerntechnischer Bauwerke</p>	<p>Anwendung in der Praxis</p>  <p>Quelle: aus KERITECHNIK GmbH</p> <p>4 08.04.2016 Prof. Dr.-Ing. Sascha Gentes Rückbau kerntechnischer und kerntechnischer Bauwerke</p>
<p>Optimierung der verfahrenstechnischen Kette „Abtrag kontaminierter Oberflächen“ - AKOF</p>  <p>Forschungsschwerpunkte und -ziele</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Weiterentwicklung und Optimierung einer Bodenfräse für einen Oberflächenabtrag von 10 mm Beton in einem Arbeitsgang ■ Konstruktion eines geeigneten Manipulators <p>Projektpartner</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Energie Baden-Württemberg AG (EnBW)  <p>5 08.04.2016 Prof. Dr.-Ing. Sascha Gentes Rückbau kerntechnischer und kerntechnischer Bauwerke</p>	<p>Forschungsmethodik: praktische Versuche</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Aufbau eines Versuchsstandes ■ Installation von Messtechnik (Kraftsensoren)  <p>6 08.04.2016 Prof. Dr.-Ing. Sascha Gentes Rückbau kerntechnischer und kerntechnischer Bauwerke</p>
<p>Forschungsmethodik: Verschleiß</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Reib- und Prallverschleiß an den Hartmetallspitzen und den Lamellenflanken ■ Messung des fortschreitenden Materialverlustes <p> Laufzeit: 0 m Zustelltiefe: 3 mm Drehzahl: 30 Hz </p>  <p> Laufzeit: 540 m Zustelltiefe: 3 mm Drehzahl: 30 Hz </p>  <p>7 08.04.2016 Prof. Dr.-Ing. Sascha Gentes Rückbau kerntechnischer und kerntechnischer Bauwerke</p>	<p>Optimierungsergebnisse und Einsatzvorteile</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Anordnung der HM-Spitzen an den Flanken ➔ Höhere Standzeit ■ Verstärkung der Lamelle durch HM-Ringe ➔ Höhere Abtragsleistung  <ul style="list-style-type: none"> ■ Ausblick <ul style="list-style-type: none"> ■ Variation des Einsatzwerkstoffes ■ Praxisversuche am KIT und z.B. im Kernkraftwerk Obrigheim <p>➔ Sekundärabfall minimiert</p> <p>8 08.04.2016 Prof. Dr.-Ing. Sascha Gentes Rückbau kerntechnischer und kerntechnischer Bauwerke</p>

Minimierung von Sekundärabfall

Wasser-Abrasive-Suspensions-Schneidverfahren (WASS):

- Arbeitsdruck 2.000 bar
- Unter Wassereinsatz möglich
- Schnitt von Stahl mit bis zu 200 mm Wandstärke möglich
- Schnitt von komplexen Strukturen (z. B. Einbauten)
- Geringe Rückstellkräfte (ferngesteuerter Manipulatoreinsatz)

Problem:

- Erzeugt erhebliche Mengen an Sekundärabfall (Verdoppelung des Volumens)

Quelle: AMT AG
Quelle: AREVA GmbH

Rückbau koordinierender und kerntechnischer Bauwerke

Neuartige Entsorgungswege für den WASS Sekundärabfall

Separationsverfahren:

- Freiessbares Material
- Verbleibendes Gemisch
- Beimischung im Verfüllbeton
- Betonverfüllung von KONRAD-Container

Radioaktiver Abfall → Reduktion von 90% → Konzentrierter radioaktiver Abfall

Rückbau koordinierender und kerntechnischer Bauwerke

Magnet-Separation von Korngemischen zur Minimierung von Sekundärabfällen im Rückbau kerntechnischer Anlagen

Forschungsschwerpunkte und -ziele

- Experimentelle Optimierung des Verfahrens
- Auswertung der Separationsgüte
- Numerische Untersuchung des Separationsprozesses
- Validierung der Technik mit aktivierten Proben

Konferenzbeiträge / Veröffentlichungen

- „Physical separation and disposal of WAS secondary waste from the decommissioning of nuclear facilities“, FILTECH 2015, Köln

Rückbau koordinierender und kerntechnischer Bauwerke

Zerkleinerung massiger Betonstrukturen

■ Hinterschneiden und Fräsen / Schleifen

Rückbau koordinierender und kerntechnischer Bauwerke

Versuchsdurchführung

■ Demonstrator – Freifeldversuche

- Montage an div. Trägergeräten
- Separate Steuereinheit und Absaugung
- Manueller Werkzeug-Wechsel

Rückbau koordinierender und kerntechnischer Bauwerke

Genehmigungsverfahren – Optimierungspotenziale für den Rückbau

Rückbau koordinierender und kerntechnischer Bauwerke

Projektmanagementsystem für kerntechnische Rückbauprojekte

Phase 1 Analyse der typischen kerntechnischen Rückbauprojekte

Phase 2 Erstellung eines integrierten Master-Projektmanagements (PMP)

Stand der Technik

- Reihenfolgeabhängige und vorwiegend reaktive Vorgehensweise
- Individuallösungen (Insellösungen)

Rückbau koordinierender und kerntechnischer Bauwerke

Rückholtechnologien Endlager

Forschungsschwerpunkte

- Datenbank mit grundsätzlich geeigneten Trägergeräten und Anbauwerkzeugen
- Identifizierung notwendiger Entwicklungsbedarfe
- Integration von Fernhandlung und Sensorik
- Technikumsversuche

Rückbau koordinierender und kerntechnischer Bauwerke

Rückholtechnologien Endlager



Technikumsversuche

- Lösetechnologien von Gebinden aus einer verfestigten Salzmatrix
- Simulation der Kraffeinleitung auf das umgebende Gebirge




17 09/04/2016 Prof. Dr.-Ing. Sascha Gentes Rückbau konventioneller und kerntechnischer Bauwerke

Kooperation mit der IAEA




Forschungsschwerpunkte und -ziele

- Mitarbeit im „Research Reactor Decommissioning Project“
- Schulungen im Bereich Technologie und Management des Rückbaus kerntechnischer Anlagen für internationale Fachgruppen
- Mitglied im Advisory Board des International Decommissioning Network (IDN) der IAEA

18 09/04/2016 Prof. Dr.-Ing. Sascha Gentes Rückbau konventioneller und kerntechnischer Bauwerke

Kooperationspartner

- AREVA
- Bundesamt für Strahlenschutz (Asse)
- EnBW Kernkraft GmbH
- E.ON Kernkraft
- Herrenknecht AG
- Hilti Corporation
- IAEA
- Kraftanlagen Heidelberg
- NUKEM GmbH
- Sat. Kerntechnik GmbH
- Siempelkamp Nukleartechnik GmbH
- TU Dresden, Institute am KIT
- Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK)



19 09/04/2016 Prof. Dr.-Ing. Sascha Gentes Rückbau konventioneller und kerntechnischer Bauwerke

Direkte Projektmitarbeit – Kalterprobung



Trennen von Konsolen im BE Lagerbecken

20 09/04/2016 Prof. Dr.-Ing. Sascha Gentes Rückbau konventioneller und kerntechnischer Bauwerke

Direkte Projektmitarbeit – Kalterprobung



Betonzerkleinerung und Befülleneinrichtung



Staubarmer und wasserfreier Betonabbruch

21 09/04/2016 Prof. Dr.-Ing. Sascha Gentes Rückbau konventioneller und kerntechnischer Bauwerke

Möglichkeiten der Universität in der Lehre

- Einrichtung des Moduls

„Rückbau kerntechnischer Anlagen“

- Aufbau und Betrieb eines KKW
- Strahlung, Strahlenschutz und Messtechnik
- Genehmigungsplanung
- Dekontamination, Oberflächenbehandlung und Fernhandlungstechniken
- Abbruch- und Demontagetchniken
- Trennen von Stahl und Stahlbetonen
- Management des gesamten Rückbaus
- Exkursionen zu aktuellen Rückbaustandorten

22 09/04/2016 Prof. Dr.-Ing. Sascha Gentes Rückbau konventioneller und kerntechnischer Bauwerke

Aktuelles Vorlesungssemester: 20 Studenten

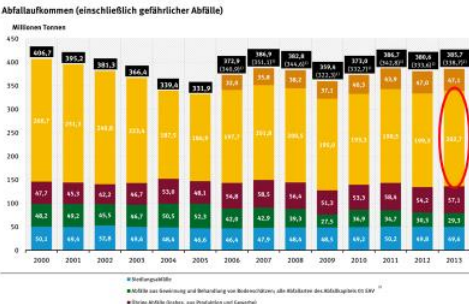



23 09/04/2016 Prof. Dr.-Ing. Sascha Gentes Rückbau konventioneller und kerntechnischer Bauwerke

Forschungsthemen konventioneller Rückbau

Abfallaufkommen (einschließlich gefährlicher Abfälle)

Millionen Tonnen



Quelle: Statistisches Bundesamt

24 09/04/2016 Prof. Dr.-Ing. Sascha Gentes Rückbau konventioneller und kerntechnischer Bauwerke

Detailausschnitt A5

- Ausbau
- u. a. Karlsruhe nach Offenburg



25 09.04.2016 Prof. Dr.-Ing. Sascha Genies Rückbau koordinierender und technischer Bauwerke

Straßenbau - Asphalt

- Aus Sicht des Bauingenieurs....



26 09.04.2016 Prof. Dr.-Ing. Sascha Genies Rückbau koordinierender und technischer Bauwerke

Straßenbau - Asphalt

- Aus Sicht des Entsorgers
- Baden-Württemberg:
- PAK: gefährlich ab 200 mg/ kg
- Landkreise und die Andienpflicht
- Lagerung und das BImSchG
- Baufeld im Wasserschutzgebiet
- Lagerung außerhalb Baufeld



27 09.04.2016 Prof. Dr.-Ing. Sascha Genies Rückbau koordinierender und technischer Bauwerke

Beispiel gefährliche / nichtgefährliche Abfälle

- 17 05 04: Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen
- 17 05 03*: Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten

Beispiel: PAK-belasteter Boden

- Rheinland-Pfalz: gefährlich ab 30 mg/ kg PAK
- Baden-Württemberg: gefährlich ab 200 mg/ kg PAK
- Hessen: gefährlich ab 400 mg/ kg PAK
- Bayern: gefährlich ab 1.000 mg / kg PAK



28 09.04.2016 Prof. Dr.-Ing. Sascha Genies Rückbau koordinierender und technischer Bauwerke

Möglichkeiten der Universität in der Lehre

- Einrichtung des Moduls

„Umwelt- und recyclinggerechte Demontage von Bauwerken“

- Stand der Wissenschaft und Technik
- Prozesskette: Maschineller Abbruch, Transport, Aufbereitung, Deponierung und Entsorgung
- Abbruchartrag bis Maschineneinsatzplanung
- Arbeits- und Immissionschutz
- Umgang mit Schadstoffen
- VDI- und Deponierichtlinien
- Kalkulation mittels Praxisbeispiel
- Exkursionen



29 09.04.2016 Prof. Dr.-Ing. Sascha Genies Rückbau koordinierender und technischer Bauwerke

Haben Sie Fragen?

30 09.04.2016 Prof. Dr.-Ing. Sascha Genies Rückbau koordinierender und technischer Bauwerke

Knowing that and knowing how - Concerning motivational aspects of safety-related knowledge management to decommissioning

<p>n w Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Angewandte Psychologie</p> <p style="text-align: center;">Radiation Protection Workshop Federal Commission on Radiation Protection Bern, 8. April 2016</p> <div style="background-color: #e0f2f1; padding: 10px; border: 1px solid #ccc;"> <p>Knowing That and Knowing How:</p> <p>Motivationale Aspekte sicherheitsbezogenen Wissensmanagements bei Nachbetrieb und Rückbau</p> <p>Prof. Dr. Frank Ritz Institut Mensch in komplexen Systemen</p> </div>	<p>n w Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Angewandte Psychologie</p> <p>Inhalt</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vorbemerkung 1. Strategische Ausgangslage und motivationale Herausforderungen 2. Rückbau als Pionieraufgabe 3. Sicherheit im situationalen Kontext 4. Wissensgenerierung 5. Organisationales Lernen: Strategische Steuerung der Wissensgenerierung 6. Fazit: Voraussetzungen für den sicheren Nachbetrieb und Rückbau <p style="text-align: right; font-size: small;">Knowing That and Knowing How - Motivationale Aspekte sicherheitsbezogenen Wissensmanagements bei Nachbetrieb und Rückbau 2/13</p>																					
<p>n w Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Angewandte Psychologie</p> <p>1. Vorbemerkung - Decommissioning: State of the art?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Changemanagement und Strategieentwicklung von Erfüllung formaler Ansprüche zur Bildung operative Voraussetzung? <ul style="list-style-type: none"> – Organisationsaufbau (Struktur) & Organisationsabläufe (Prozesse) ? – ... – Recruiting-Strategie ? – Outplacement Stilllegung/ Rückbau ? – Integration Fremdpersonal ? – ... – Gefahrenprävention (Planung neuer Standards,...) ? – ... – Gefahrenbewältigung der Anforderungen unbekannter Situationen ? <p style="text-align: right; font-size: small;">Knowing That and Knowing How - Motivationale Aspekte sicherheitsbezogenen Wissensmanagements bei Nachbetrieb und Rückbau 3/13</p>	<p>n w Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Angewandte Psychologie</p> <p>1. Vorbemerkung - Alles eine Frage der Vision!</p> <p>Um genannte Aspekt „mit Leben zu füllen“, ist die Erhaltung/Förderung der Motivation wichtig!</p> <p>Dazu braucht es:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Grundlegendes Verständnis der Situation 2. Vision 3. Partizipative Planung + Beratung/Forschung durch Externe 4. Qualifizierte Begleitung durch Psycholog/inn/en 5. Entwicklung eines qualifizierten Konzepts <p style="text-align: right; font-size: small;">Knowing That and Knowing How - Motivationale Aspekte sicherheitsbezogenen Wissensmanagements bei Nachbetrieb und Rückbau 4/13</p>																					
<p>n w Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Angewandte Psychologie</p> <p>2. Ausgangslage und Herausforderungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nachbetrieb und Rückbau: motivational schwierige Perspektive <ul style="list-style-type: none"> ○ Angst vor Arbeitsplatzverlust, Sinken gesell. Ansehens und Veränderungen,... ○ oberstes Ziel einer Organisation, die Selbsterhaltung wird umgekehrt in „Selbstbeseitigung“ ○ Primärziel entfällt: keine Produktion ○ aus produktiver wird destruktive/dekonstruierende Tätigkeit ○ unklare Situationen drohen • Vision mit klaren Zielen erforderlich: <ul style="list-style-type: none"> ○ Nachbetrieb und Rückbau als Pionieraufgabe beschreiben ○ Ziele für sicheren Rückbau sind genau zu definieren! ○ Kompetenzaufbau /-erhalt – Wozu? • aus Changemanagement wird evolutionäres Lernen! <p style="text-align: right; font-size: small;">Knowing That and Knowing How - Motivationale Aspekte sicherheitsbezogenen Wissensmanagements bei Nachbetrieb und Rückbau 5/13</p>	<p>n w Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Angewandte Psychologie</p> <p>3. Rückbau als Pionieraufgabe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausgangspunkt: Entwicklung einer Vision mit zentraler Strategie mit Fokus auf Pionierleistung <ul style="list-style-type: none"> ○ MA ihren wertvollen Beitrag erklären und veranschaulichen Berücksichtigung organisationskultureller Aspekte ○ Anpassung Nachbetriebs- und Rückbauleitbild ○ Reorganisation Organisationsstrukturen und –prozesse ○ Zielsetzung klären • Vorbereitung auf z.T. unerwartete und unbekannte Situationen <ul style="list-style-type: none"> ○ Erfahrungen beim Rückbau einholen und bei Planung berücksichtigen ○ MA einbeziehen (z.B. in Workshops mit Know-how-Trägern) ○ MA befähigen unklare Situationen im Team zu bewältigen <p style="text-align: right; font-size: small;">Knowing That and Knowing How - Motivationale Aspekte sicherheitsbezogenen Wissensmanagements bei Nachbetrieb und Rückbau 6/13</p>																					
<p>n w Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Angewandte Psychologie</p> <p>4. Sicherheit im situationalen Kontext (Ritz, 2015; Ritz et al. 2013)</p> <div style="text-align: center;"> <p>Situation</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">erwartet</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">unerwartet, bekannt (Handlungen im voraus planbar & System kompensiert „automatisch“)</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">unerwartet, unbekannt Herleitung neuer Pläne, Strategien und Korrekturprozeduren erforderlich</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">↓</td> <td style="text-align: center;">↓</td> <td style="text-align: center;">↓</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Systemstatus: zuverlässig</td> <td style="text-align: center;">↓</td> <td style="text-align: center;">unzuverlässig</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">↓</td> <td style="text-align: center;">↓</td> <td style="text-align: center;">↓</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Systemqualität: Sicherheit</td> <td style="text-align: center;">↓</td> <td style="text-align: center;">Kompensation: Adaptation durch Mensch</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">↓</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">Sicherheit</td> </tr> </table> </div> <p style="text-align: right; font-size: small;">Knowing That and Knowing How - Motivationale Aspekte sicherheitsbezogenen Wissensmanagements bei Nachbetrieb und Rückbau 7/13</p>	erwartet	unerwartet, bekannt (Handlungen im voraus planbar & System kompensiert „automatisch“)	unerwartet, unbekannt Herleitung neuer Pläne, Strategien und Korrekturprozeduren erforderlich	↓	↓	↓	Systemstatus: zuverlässig	↓	unzuverlässig	↓	↓	↓	Systemqualität: Sicherheit	↓	Kompensation: Adaptation durch Mensch			↓			Sicherheit	<p>n w Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Angewandte Psychologie</p> <p>4. Situationaler Kontext: erforderliches Wissen und Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> • erwartete Situationen: zuverlässige Planung und Ausbildung; bestehendes Rückbauwissen (extern) einbeziehen und auf spez. Anlage modifizieren • unerwartete Situationen: bestehendes Rückbauwissen (extern) über Vorkommnisse, Probleme und Lösungen systematisieren und zuverlässige Pläne entwickeln • unerwartete und unbekannte Situationen: Personalentwicklung, sicherheitsbezogene Bewältigungsstrategien trainieren, sicherheitsbezogene Adaptationsfähigkeit im „Team“ fördern, kollektive Problemlösung zur Kompensation des „Unplanbaren“ <p>Wie aber spezifisches Wissen generieren und Kompetenzen fördern?</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">Knowing That and Knowing How - Motivationale Aspekte sicherheitsbezogenen Wissensmanagements bei Nachbetrieb und Rückbau 8/13</p>
erwartet	unerwartet, bekannt (Handlungen im voraus planbar & System kompensiert „automatisch“)	unerwartet, unbekannt Herleitung neuer Pläne, Strategien und Korrekturprozeduren erforderlich																				
↓	↓	↓																				
Systemstatus: zuverlässig	↓	unzuverlässig																				
↓	↓	↓																				
Systemqualität: Sicherheit	↓	Kompensation: Adaptation durch Mensch																				
		↓																				
		Sicherheit																				



<p>n w Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Angewandte Psychologie</p> <p>6. Prozess der Wissensgenerierung (Nonaka & Takeuchi, 1995)</p> <div style="text-align: center;"> <p>Implizites Wissen zu Explizites Wissen</p> <table border="1"> <tr> <td>Implizites Wissen</td> <td>Sozialisation</td> <td>Artikulation</td> </tr> <tr> <td>Explizites Wissen</td> <td>Internalisierung</td> <td>Kombination</td> </tr> </table> <p>von</p> </div> <p><small>Knowing That and Knowing How - Motivationale Aspekte sicherheitsbezogenen Wissensmanagements bei Nachbetrieb und Rückbau 9/13</small></p>	Implizites Wissen	Sozialisation	Artikulation	Explizites Wissen	Internalisierung	Kombination	<p>n w Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Angewandte Psychologie</p> <p>6. Prozessschritte (Nonaka & Takeuchi, 1995)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sozialisierung: Erfahrungen teilen und dadurch implizites Wissen wie bspw. geteilte mentale Modelle oder technische Fähigkeiten erzeugen 2. Externalisierung: implizites Wissen artikulieren und in explizite Konzepte umwandeln; Externalisierung als Schlüsselprozess bei Wissensumwandlung; neue explizite Konzepte werden aus implizitem Wissen geschaffen. Mentale Modelle und Kompetenzen werden zu alltagstauglichen Konzepten. 3. Kombination: Konzepte in ein Wissenssystem einordnen, d. h. isolierte Teile zu einem gemeinsamen Ganzen verbinden; Personen tauschen und kombinieren Wissen z. B. über Dokumente, Treffen oder elektronische Kommunikationsnetzwerke. Neues Wissen kann vor allem durch Kombinieren, Hinzufügen, Sortieren oder Kategorisieren entstehen. Zentral ist dabei die Reflexion der zu kombinierenden Inhalte. 4. Internalisierung: explizites Wissen zu implizitem Wissen verinnerlichen; stark mit dem Begriff „learning by doing“ verbunden; Sobald Erfahrungen durch Sozialisierung, Externalisierung und Kombination in individuelle Wissensbasen durch mentale Modelle oder technisches «Know-how» internalisiert werden, entsteht operative Handlungsfähigkeit. <p><small>Knowing That and Knowing How - Motivationale Aspekte sicherheitsbezogenen Wissensmanagements bei Nachbetrieb und Rückbau 10/13</small></p>
Implizites Wissen	Sozialisation	Artikulation					
Explizites Wissen	Internalisierung	Kombination					
<p>n w Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Angewandte Psychologie</p> <p>6. Organisationales Lernen (Ritz, 2015, Ritz, 2016, Argyris & Schön, 1996) als Strategische Steuerung der Wissensgenerierung</p> <p>3. Deutero Lernen: Lernen, wie und was in der Organisation gelernt wird</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p><small>Knowing That and Knowing How - Motivationale Aspekte sicherheitsbezogenen Wissensmanagements bei Nachbetrieb und Rückbau 13/13</small></p>	<p>n w Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Angewandte Psychologie</p> <p>6. Fazit: Voraussetzungen für sichereren Nachbetrieb & Rückbau</p> <ul style="list-style-type: none"> Motivation: Strategie und Vision – Rückbau als Pioneraufgabe <ul style="list-style-type: none"> Organisationskultur einbeziehen (Artefakte, Werte, Grundannahmen) Sicherheit: Planbares zuverlässig planen, Unplanbarem durch Förderung von Adaptionsfähigkeit begegnen Wissensmanagement: Prozess mit Workshops, Trainings, Gremien...etc. implementieren, um stetig implizites in explizites Wissen zu überführen Organisationales Lernen: Aktiv auf spezifische Stärken des Menschen fokussieren Was tun: <ol style="list-style-type: none"> Know-How generieren Know-How-Entwicklung steuern Know-How speichern Rückbau-Kompetenz vermarkten! <p><small>Knowing That and Knowing How - Motivationale Aspekte sicherheitsbezogenen Wissensmanagements bei Nachbetrieb und Rückbau 12/13</small></p>						

Motivationale Aspekte sicherheitsbezogenen Wissensmanagements bei Nachbetrieb und Rückbau


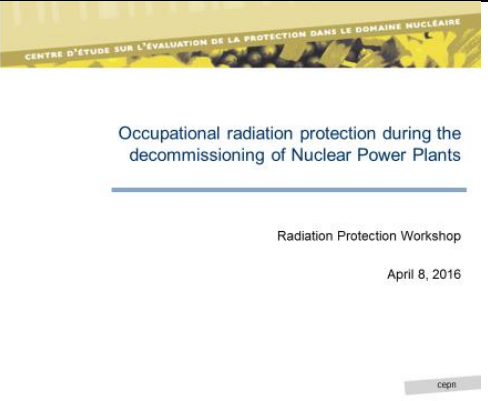
Nuclear operators are challenged to prepare the organisation and its staff for decommissioning. Especially, the design of the changing points in the organisation will be critical: from the operational phase to post-operational phase and from post-operational phase to decommissioning. The organisation and their employees have to fulfil strategic and motivational efforts, in order to manage these changes effectively. While operating in these new phases, uncertainty will occur to a high degree, in terms of not pre-planable situations. Required organisational standards - like process-descriptions, procedures or roles – will often not fit to specific situational requirements.

In order to maintain system safety (occupational and nuclear safety) new knowledge has to be generated and combined with existing knowledge. To this end, motivation is an essential basis to lead behaviour to a high level of safety performance. Therefore, in this contribution, scientific approaches in the areas of motivation, knowledge management, change management, organizational learning, resilience and organizational culture are condensed into an application-oriented framework. This framework deals with the appropriate conditions that have to be established to organize a high level of safety performance during the different phases of change, in order to reach decommissioning successfully.

Furthermore, the change process will be described as a chance. Planning and its implementation can deliver valuable aspects, how the strategies of hazard prevention and hazard coping can be balanced in practice. By collecting relevant data and their systematization, marketable know-how could be generated, that will be needed for further (world-wide) decommissioning-projects.

The key to this is, to regard human behaviour as a source of safety. Successful human adaptations are needed to solve situation specific problems, with which the control under varying conditions can be kept. The capture of this adaptations in relation to the demands of specific situations, leads to knowledge, which is useful to describe new operating procedures, e.g. in terms of standards for decommissioning. An underlying vision, that is allowing adaptations and learning of them, can be useful for the design of conditions of the decommissioning in general.

Specific implications of decommissioning on radiation protection

<p>   </p>	<p style="text-align: right;">Content</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Introduction ■ Operation versus decommissioning ■ Radiological Characterisation ■ Management of external exposures ■ Management of internal exposures ■ Concluding remarks
<p style="text-align: center;">Introduction</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Decommissioning is a new stage in the life of the facility that will progressively lead to the breach of all containment barriers and thus change the 'radiological' conditions. ■ All requirements for occupational radiation protection apply to the decommissioning stage: <ul style="list-style-type: none"> ■ Proper workers' training, ■ Individual and collective monitoring, ■ Dose limits, ■ Maintain exposures ALARA, ■ Etc. ■ An important difference: there is probably an increase of the potential for internal exposure while some (most) operators and (or) regulatory bodies expect 0 mSv from internal exposures. 	<p style="text-align: center;">Operation versus decommissioning</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ During operation, except for specific jobs (SGR for instance), RP staff has many feedback data to prepare jobs in the RCA: <ul style="list-style-type: none"> ■ Exposure duration, ■ Accurate dose rate, ■ Circuit contamination, ■ Experienced staff, ■ Etc. ■ Ability to accurately plan expected occupational exposures and to implement efficient dose reduction actions (shielding, organization, just in-time training, decontamination, etc.). ■ Different situation when planning decommissioning activities (also depending on the decommissioning strategy e.g. immediate versus safe store).
<p style="text-align: center;">Operation versus decommissioning</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ During decommissioning: <ul style="list-style-type: none"> ■ Difficulty for estimating exposure duration, ■ Dose rate may evolve during the work, ■ Pipe/component cutting: increase potential for contamination dispersion in the working area, ■ New jobs/tasks, ■ Etc. ■ Difficult to assess exposures and thus to implement adequate protections means. In some cases: overestimate of collective dose which may lead to a non appropriate level of protection. ■ Work duration may be influenced by a lack of knowledge of mechanical and physical properties of components (thickness, etc.) leading to an increase of external exposures. RP performances are influenced by a lack of data which are not only related to radiological characterisation. 	<p style="text-align: center;">Operation versus decommissioning</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Well known but: it's very important to keep operating staff in order to prepare and achieve an efficient decommissioning program: <ul style="list-style-type: none"> ■ Operating knowledge of events that may influence radiological conditions in which decommissioning works take place (fuel claddings, leakage, component replacement, etc.).
<p style="text-align: center;">Radiological Characterisation</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ A detailed radiological characterisation is required for : <ul style="list-style-type: none"> ■ An effective management of radioactive wastes streams during the decommissioning project, ■ An effective management of workers radiological protection. ■ It includes: <ul style="list-style-type: none"> ■ Components and pipe (primary circuit) sampling and analysis, <ul style="list-style-type: none"> • Potential for activity re-suspension during cutting, • Mechanical/physical properties. ■ Detailed mapping of all RCA locals with dose rate measurements and contamination measurement (fixed and not fixed), <ul style="list-style-type: none"> • Assess collective exposure, • Plan individual and collective protective equipment. ■ 3D pictures with gamma camera (identify hot spots), <ul style="list-style-type: none"> • Favour workers training, • Efficient pre-job briefing. 	<p style="text-align: center;">Radiological Characterisation San Onofre 1</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Characterisation plan: 1 full year before starting the work. <ul style="list-style-type: none"> ■ 50 to 60 samples per circuit. Analysis: α and γ spectrometry. ■ For all samples: pictures + GPS. ■ Videos of complex area for workers training and briefing. ■ Contamination: 5 to 10 samples for a 20 m² area.

Decontamination

- Based on characterisation results: assess the need for full system or component decontamination:
 - Decrease dose rate and thus collective exposure.
 - Decrease of residual contamination allowing to meet clearance criteria (according to national regulations) and decrease radioactive waste storage costs.
- Several vendors (AREVA CORD, Westinghouse, etc.) and process.
- Implementation of such process leads to workers exposure. Depending on the duration of decontamination:
 - Collective dose higher than 100 H.mSv,
 - Production of contaminated resins to managed as radioactive wastes.

Management of external exposures

- Individual monitoring:
 - Use of passive and operational dosimeters as for operation.
- It may be difficult to assess collective dose for some task requiring intensive working hours (several 1000) in very low dose rate areas (a few $\mu\text{Sv.h}^{-1}$). During the planning, calculated collective dose in the range of 10 to 50 man.mSv but actual recorded dose may be closed to 0.
 - May be an issue when discussing with regulators differences between planned and actual exposures.

**Management of external exposures
Reactor vessel segmentation**

Plant	Cutting Method	RPN Activity Ci (Bq)	Cutting Length ft (m)	Radiation Exposure (1 Sv)	Waste Volume m ³ (m3)	Filtration Flowrate gpm (lpm)
Yankee Rowe	Plasma Arc Metal Disintegration Machining (MDM)	0.9 M Ci (3.4 E16 Bq)	Segmented All Internals	100 rem	Not Comparable. All of Internals except GTCC shipped as Waste	75 gpm (284 lpm)
Conn Yankee	Abrasive Water Jet MDM	0.8 M Ci (3.0 E16 Bq)	1800 ft (550 m)	205 rem (2.05 Sv)	1250 m ³ (35.4 m3)	Approx. 250 gpm (950 lpm)
Maine Yankee	Ultra High Pressure Water Jet Mechanical Cutting	2 M Ci (7.4 E16 Bq)	1170 ft (355 m)	50 rem (0.5 Sv)	1700 m ³ (48 m3)	1000 gpm (3,785 lpm)
Songs Unit 1	Abrasive Water Jet MDM	0.4 M Ci (1.4 E16 Bq)	813 ft (248 m)	23 rem (0.23 Sv)	254 m ³ (7.2 m3)	1,500 gpm (5,700 lpm)
Rancho Seco	Mechanical Cutting Hydraulic Press Separation	0.07 M Ci (2.7 E15 Bq)	Cut into Large Pieces	20 rem (0.2 Sv)	Approximately 1,130 m ³ (32 m3). All of Internals except GTCC shipped as Waste	Not Available

**Management of external exposures
SONGS 1**

Year	Time in RCA (h)	Dose Col. (H.Sv)
1999	12 098	0,163
2000	116 134	0,717
2001	184 790	0,599
2002	143 430	0,618
2003	167 330	0,361
2004	138 556	0,173
2005	152 534	0,195
2006	187 338	0,174
2007	171 080	0,003
2008	75 156	0
Total	1 102 210	3,003

Management of internal exposures

- Different approaches:
 - Favour an intensive decontamination strategy allowing workers to perform their tasks in non contaminated areas:
 - Require skilled decon. workers,
 - Get ride of contamination of fixed residual contamination with sprays, paints, etc.
 - Protect workers against internal contamination:
 - Individual ventilated suits,
 - Respiratory masks,
 - Engineering barriers,
 - Individual monitoring:
 - Biological analysis,
 - Tissue,
 - Personal air samplers.
- With the second strategy, need for dressing and undressing training and increase in work duration (+20 to 30%).

**Management of internal exposures
Humboldt Bay**

- Boiling water reactor (BWR) which experienced numerous fuel cladding during operation. Consequence: high level of contamination and β/γ ratio close to 1:1.
 - All workers wear a personal air sampler and filter analysis is used to assess internal exposure,
 - Favour air filtrating masks rather than ventilated suits,
 - Important work to protect hands and forearms: contamination of blood with alpha emitters is 10 times worst than inhalation in terms of dose,
 - Area monitoring: fixed air samplers and continuous air monitoring monitors (MGP EDGAR) - but difficult to use in dusty atmosphere - ,
 - Only mechanical cutting (no hot cutting techniques) to prevent activity re-suspension.

Other occupational risk

- Attention must be paid to the management of risk other than ionising radiation, for instance asbestos or lead exposures.
 - Some difficulties met in France for protection against asbestos in RCA as regulatory requirement for a shower immediately after working in asbestos areas.
- Characterisation strategy must include these risks.

Concluding remarks

- Decommissioning generally leads to an increase of internal exposure risk requiring a particular involvement of the RP staff as well as dedicated training of workers.
- Characterisation strategy is crucial in order to properly manage radiation protection and radioactive waste streams.
- Full or partial system decontamination during the transition phase may help to reduce dose rates and contamination.
- Importance of information sharing between operators involved in NPP decommissioning in order to identify best practices (ISOE WG DECOM, www.isoe-network.net).



Radioprotection des travailleurs lors du démantèlement des installations nucléaires

Ludovic.Vaillant@cepn.asso.fr

CEPN

28 rue de la Redoute

92 260 Fontenay-aux-Roses

Le nombre de centrales nucléaires mises à l'arrêt définitif est croissant en Europe et aux Etats-Unis. Le démantèlement de ces installations présente des risques particuliers par rapport à la phase d'exploitation qu'il convient d'anticiper et de gérer afin d'assurer un niveau optimal de protection des intervenants.

La préparation et la réalisation de travaux de maintenance dans les installations nucléaires et les centrales électronucléaires en particulier s'appuient sur une connaissance approfondie de l'état de l'installation et des conditions radiologiques et sur l'existence d'un retour d'expérience solide après plusieurs décennies d'exploitation.

Lors du démantèlement de l'installation, les intervenants réalisent des activités sans disposer de retour d'expérience et dans un environnement évolutif, ce qui complexifie la préparation des travaux et le choix des moyens d'optimisation de la radioprotection. Par ailleurs, la rupture progressive des barrières de confinement (découpe des tuyauteries et des gros composants) génère un risque d'exposition interne plus important qu'en phase d'exploitation.

Une gestion adaptée de ces risques repose en premier lieu sur une caractérisation précise de l'installation, caractérisation qui présente également un intérêt pour la gestion des flux de déchets radioactifs générés tout au long du démantèlement de l'installation. Cette caractérisation s'appuie sur des mesures de débits de dose, des prélèvements et analyses (spectrométrie alpha et gamma) de circuits, la réalisation de frottis, l'utilisation de gamma caméra, etc. Il est également important de s'appuyer sur une connaissance solide de l'historique d'exploitation de l'installation et des événements ayant pu impacter les conditions d'intervention (rupture de gaine de combustible, fuites sur le circuit primaire, etc.).

Les données fournies par la caractérisation constituent une base solide permettant de juger de l'utilité de la décontamination chimique des circuits et des composants. Ces données permettent également d'élaborer des prévisionnels de dose pour les différentes opérations de démantèlement et de mettre en œuvre des moyens de prévention du risque de contamination interne (port de masque à air filtrant, tenue étanche ventilée, mise en place de sas de confinement, etc.). La formation à la radioprotection des intervenants doit inclure ces spécificités.

Il convient d'intégrer la gestion du risque radiologique des intervenants dans le contexte plus large de prévention des risques (amiante, plomb, sécurité classique, etc.) en veillant à un niveau de protection optimale des travailleurs.

Le partage d'expérience avec les exploitants ayant déjà réalisé des démantèlements de centrales nucléaires est un facteur important d'acquisition de compétence et d'expérience afin d'identifier les meilleures pratiques en termes de radioprotection des intervenants sur ce type d'activité. Dans cet esprit, le réseau ISOE a mis en place un groupe de travail spécifique (www.isoe-network.net).



Arbeitsmedizinische Erfahrungen beim Rückbau des Kernkraftwerkes Würgassen

Dr. med. Klaus Rose
Facharzt für Allgemeinmedizin-Betriebsmedizin
Neue Strasse 37, D-37699 Fürstenberg
Telefon: 0049-5271-4488
E-Mail: doc-rose@gmx.de

Kurzbiographie des Kernkraftwerkes Würgassen

- ▶ Errichtung 19.07.1967 Antrag auf Errichtung und Betrieb
- ▶ 19.01.1968 Baubeginn
- ▶ 18.12.1971 Erste nukleare Stromerzeugung
- ▶ Stromerzeugung bis August 1994 Rund 73 Milliarden KWh
- ▶ Stilllegung 29.05.1995 Stilllegungsbeschluss
- ▶ 25.09.1995 Antrag auf Stilllegung und Rückbauphase I

Rückbau des Kernkraftwerkes Würgassen

Rückbauterminplan	
Phase	Termin
Phase 1	14.04.1997
Phase 2	06.01.1998
Phase 3	14.07.1999
Phase 4	06.09.2002
Phase 5	29. August 2014
Phase 6	

Rückbau des Kernkraftwerkes Würgassen

Legend for the diagram:

- Phase 1: Maschinenhaus und URZ-Gebäude
- Phase 2: Hauptgebäude und... nach Stilllegung
- Phase 3: Lagergebäude in Stilllegung
- Phase 4: Reaktorabgebäude, Baulöcher etc.
- Phase 5: URS mit technischer Ordnung der Infrastruktur im URS-Gebäude
- Phase 6: Dehlschutt und Abkammerung

Zwischenlager des Kernkraftwerkes Würgassen

Verbleib des gemäß den Anforderungen an eine spätere Endlagerung konditionierten Abfalls im Zwischenlager bis zum Abtransport ins Bundesendlager.

Erfahrungen beim Rückbau des Kernkraftwerkes Würgassen

- ▶ Alpha-Inkorporation
- ▶ Gefahrstoffe (z.B. PCB)
- ▶ Unfallgeschehen
- ▶ Fazit

Alpha-Inkorporationen

- ▶ Zwischen 1998 und 2013 wurden über 7000 Ausscheidungsproben ausgewertet.
- ▶ Der überwiegende Teil der Ausscheidungsproben zeigten keinen Befund.
- ▶ Der Grenzwert für eine Inkorporation mit Alphanukliden in der Probe betrug 1,5 mBq/d.
- ▶ Die meisten betrachteten Befunde führten zu einer effektiven Dosis von < 50 µSv.
- ▶ Im gesamten Überwachungszeitraum gab es eine Inkorporation mit einer effektiven Dosis von ca. 0,85 mSv.

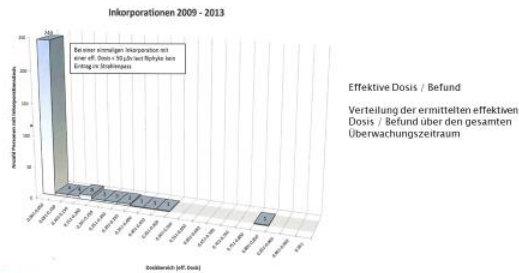
Alpha-Inkorporationen

Ausscheidungsproben / Befunde

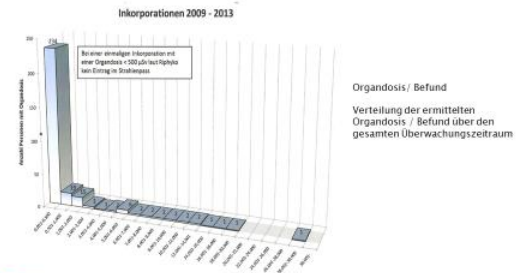
Anzahl der durchgeführte Ausscheidungsproben im Jahr sowie Anzahl der Befunde im Jahr

Jahr	Ausscheidungsproben	Befunde
1998	130	31
1999	130	31
2000	204	45
2001	844	104
2002	502	62
2003	326	41
2004	326	33
2005	324	11
2006	366	36
2007	639	39
2008	547	37
2009	344	38
2010	530	35
2011	671	35
2012	355	35
2013	162	13

Alpha-Inkorporationen



Alpha-Inkorporationen



Gefahrstoffe

PCB – wie tritt es auf?

- PCB wird auf zwei Pfaden freigesetzt
 - Staubgebunden kann PCB bei allen mechanischen Eingriffen in die Gebäudestruktur freigesetzt werden (Stemmen, Fräsen, Bohren, ...)
 - In der gasförmigen Phase wird PCB bei wärmeentwickelnden Abtragsverfahren freigesetzt (Fräsen, Schleifen, ...)

Gefahrstoffe

Ermittlung der PCB-Belastung im Kernkraftwerk Würzgassen

- Oberflächenabtrag durch eine modifizierte Schleifscheibe (Abtragtiefe jeweils in 3mm Schritten)
- Boden, Wände und Decken in 3 Schritten bis max. 9mm Tiefe
- Dekontanstrich vom Probenahmeort separat abgetragen und ausgewertet
- Vergleich der PCB-Verteilung in der Gebäudestruktur mit und ohne Dekontanstrich
- 8 Proben mit erhöhter Aktivität (> 10 Bq/g) konnten nicht ausgewertet werden
- Berücksichtigung der Gebäudestruktur in den Bauteilen BT 1.2, 2a, 3, 6 und 7

Gefahrstoffe

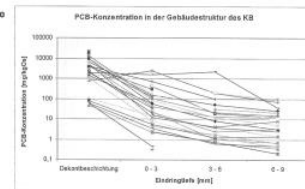
Ergebnisse der PCB-Belastung im Kernkraftwerk Würzgassen

- PCB befindet sich dominant im Dekontanstrich.
- Die maximale PCB-Konzentration von 20850 mg/kgOS wurde in der Dekontbeschichtung im BT 2, Raum 2.110 ermittelt.
- Die maximale PCB-Konzentration an der Oberfläche der Gebäudestruktur (0-3 mm) beträgt 2450 mg/kgOS (BT 2, Raum 2.133).
- Die PCB-Konzentration in der Gebäudestruktur ohne Dekontanstrich ist gering (ab 3 mm Tiefe < 10 mg/kgOS).
- Zusätzliche Proben sind zur Ermittlung der PCB-Konzentration in anderen Bereichen notwendig (z.B. BT 65, Probe aus 6 mm Tiefe = 1,1 mg/kgOS).

mg/kgOS = mg/kg Originalsubstanz

Gefahrstoffe

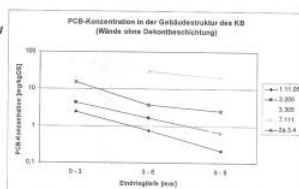
Alle untersuchten Räume im KB des KWW



37 Räume untersucht 48 Probenentnahme 122 Proben	gemittelte PCB-Konzentration [mg/kgOS]			
	Dekont	0-3 mm Tiefe	3-6 mm Tiefe	6-9 mm Tiefe
Wärmezentrale	46,8	8,218	8,008	0,21
Reaktorraum	28950,0	2495,0	2200,0	119,0
28 Räume	5612,2	281,2	119,6	20,2
Wand	908,4	819,4	421,5	20,8

Gefahrstoffe

Alle untersuchten Räume im KB des KWW (Gebäudestruktur ohne Dekontbeschichtung)



8 Räume untersucht 5 Probenentnahme 51 Proben	gemittelte PCB-Konzentration [mg/kgOS]		
	0-3 mm Tiefe	3-6 mm Tiefe	6-9 mm Tiefe
Wärmezentrale	2,4	0,7	0,2
Reaktorraum	21,2	30,0	20,8
28 Räume	15,9	7,4	4,9
Wand	9,8	12,7	8,8

Gefahrstoffe

Ableitung der Abluft aus PCB-Arbeitsbereichen

- Staubgebundene PCB-Emissionen
 - Beim Einsatz von Dekontverfahren mit lediglich staubgebundenen PCB ist eine Arbeitsplatzabsaugung zur Staubminderung mit Rückführung der Abluft in die Raumluft des Arbeitsbereiches möglich (Einsatz eines Dust-Control mit H13-Filterung).
- Wärmeentwickelnde Verfahren
 - Beim Einsatz von wärmeentwickelnden Verfahren darf die Abluft aus der Arbeitsplatzabsaugung nicht in die Raumluft des Arbeitsbereiches zurückgeführt werden. Die Ableitung der Abluft erfolgt über das Filtermobil direkt in die Fortluft.

Gefahrstoffe

Beispielhafter Arbeitsschutz bei Sanierung mit PCB-Konzentration in der Raumluft

- Ermittelte PCB-Konzentration in der Raumluft während Fräsarbeiten: 5,9 µg/m³ (< 1/100 AGW)
- Arbeitsschutz:
 - Microfaseranzug, Overschuhe, Baumwoll- und Nitrilhandschuhe, Vollmaske, P3-Filter, Arbeitsplatz- und werkzeugbezogene Absaugung (Dust-Control, H13-Abscheidung = 99,95%, Rückführung der Luft in den Arbeitsbereich)

Gefahrstoffe

Zusammenfassung

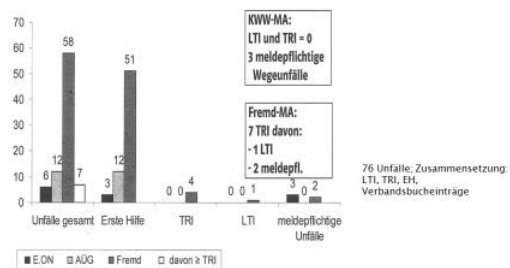
- In den Dekontanstrichen bis in die 80'er Jahre hinein finden sich erhebliche PCB-Konzentrationen. Verwertbare Informationen hierüber liegen nicht mehr vor. Verbot in offenen Systemen ab 1978, generell ab 1989 in Deutschland, in der Schweiz 1972 bzw. 1986.
- Ab 6 mm Tiefe sind die Konzentrationen so gering, dass die abgetragene Betonstruktur deponierbar ist.
- Unter Verwendung von üblichen Absaugungen waren die staub- und gasförmigen Konzentrationen bei 1/100 und weniger des AGW.
- Der radiologisch bedingte Arbeitsschutz reicht für die Sanierung der PCB-Belastung in der Arbeitsbereichen aus.
- Die Deponierung von gemischte radioaktiven Abfall mit PCB-Anteilen zur Endlagerung ist abschließend geklärt. Derzeit befinden sich diese Gebinde noch im Zwischenlager des KWW Würgassen.

AGW = Arbeitsplatzgrenzwert

Unfallgeschehen

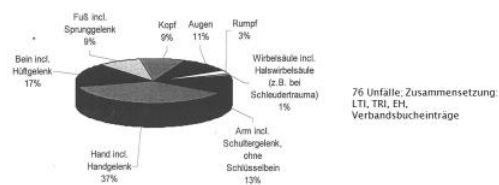
- Das Unfallgeschehen entspricht dem Hochbaugewerbe (Zunahme von Hand- und Augenverletzungen)
- Dem Einsatz der PSA kommt entscheidende Bedeutung zu
- Problematisch sind minderqualifizierte Mitarbeiter von Fremdfirmen

Unfallgeschehen



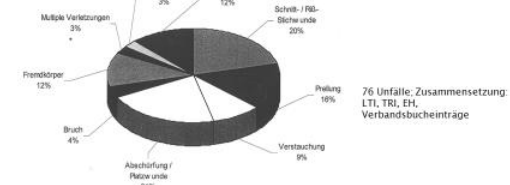
Unfallgeschehen

Verletzte Körperteile (Gesamtunfälle)



Unfallgeschehen

Verletzungsarten (Gesamtunfälle)



Unfallgeschehen

Arbeiten mit Absturzgefahr

- Die allgemeinen Arbeiten mit Absturzgefahr nehmen mit Fortschreiten der Rückbauarbeiten deutlich zu.
- Rückbaubegleitend ist die Sicherung der Arbeitsplätze gegen Absturzgefahren sehr wichtig.
- Im Zuge des Rückbau muss ein vermehrtes Augenmerk auf die Beschaffung von PSA gegen Absturz gesetzt werden.
- Durch einen erhöhten Schulungsaufwand muss allen Mitarbeitern die Problematik des Hängetraumas vermittelt werden.

Unfallgeschehen

Hängetrauma

- Unter Hängetrauma versteht man einen Kreislaufzusammenbruch aufgrund des freien, bewegungslosen und aufrechten Hängens in einem Auffanggurt bzw. Sicherungsgeschirr. Bereits nach wenigen Minuten kann die Bewusstlosigkeit eintreten.
 - Nach 2 - 12 Minuten treten Herzrhythmusstörungen und Bewusstlosigkeit auf.
 - Nach einer 10-minütigen Bewusstlosigkeit kann bereits der Tod eintreten.
 - Nach ca. 25 Minuten „freiem Hängen“ tritt mit hoher Wahrscheinlichkeit, auch nach erfolgreicher Rettung, der Tod ein.



Unfallgeschehen

- › Die in Frage kommenden Mitarbeiter sollten geschult werden, während des Hängens möglichst die Beine zu bewegen.
- › Ein abgestürzter Mitarbeiter, der frei und aufrecht im Rettungsgeschirr hängt, ist ein medizinischer Notfall.
- › Der Ausdruck „prompte Bergung“ meint „sofortiges Beenden des Hängens“.
- › Retter brauchen ein Spezialtraining mit Verständnis für die physiologischen Vorgänge. Verletzte unbedingt in Oberkörperhochlage bzw. Kauerstellung bringen.
- › Das Risiko des Hängetraumas ist für Unerfahrene nicht zu ermesen.

Unfallgeschehen

Voraussetzungen zum Tragen von PSA gegen Absturz im KWW

- › Technische und organisatorische Maßnahmen sind nicht möglich oder stehen in keinem vertretbarem Verhältnis.
- › Ausgabe von PSA gegen Absturz erfolgt nur an hierzu berechtigtes Personal
- › Unterweisung im Umgang mit PSA gegen Absturz, nicht älter als 1 Jahr.
- › Gültige G41-Untersuchung
- › Keine Arbeiten mit PSA gegen Absturz, wenn sich kein sachkundiger Mitarbeiter auf der Anlage aufhält.

Fazit

- › Sinkende Strahlenbelastung, nur sehr geringe Alpha-Inkorporationen (50-Jahre Folgedosis max. 5–10µ Sv).
- › Unerwartete Gefahrstoffe, z.B. versehentliches Zersägen von bleihaltigen Einbauten, PCB, Asbest, ...
- › Steigende Belastung der Restbelegschaft:
 - › Zeitlich
 - › Inhaltlich: zunehmende ausbildungs- und tätigkeitsfremde Arbeiten
 - › Burn-Out Risiko steigt
- › Neue Herausforderungen: G41, Höhenrettung, Arbeiten mit Sicherheitsgeschirr, Hängetrauma
- › Lüftungstechnik (O₂-Vol.% niedrigste Messung: 19%), Beleuchtung
- › Problembereich Fremdfirmen
- › Nacharbeit
- › Anschlägen von Lasten
- › Individuelle Gefährdungsanalyse
- › Aufbewahrungsfristen

Danke für ihre Aufmerksamkeit.

Fachverband für Strahlenschutz e.V.

KSR-Workshop at BERN, 8 April 2016

Earth. Insight. Values.

DMT

Fachverband für Strahlenschutz e.V.

Decommissioning and Clearance

Dr. Jörg Feinhals, DMT GmbH & Co. KG
FS Secretary of Working Group Disposal

DMT

Fachverband für Strahlenschutz e.V.

Content

1. Definition
2. Dose Concept and Derived Values
3. Regulations in Germany
4. Why Supervision for Clearance?
5. IAEA Regulations
6. Importance of Clearance for Decommissioning
7. Planned Regulations for Switzerland
8. Chances to Reduce the Strong Dependence from Modifications of Clearance Regulations
9. Conclusion

Earth. Insight. Values.

DMT

Fachverband für Strahlenschutz e.V.

1 Definitions

Small amounts of radioactive materials for practices
for large amounts exemption=>clearance

a priori

Exemption → Regulatory Control → Clearance

a posteriori

Large amounts of radioactive materials as a result of practices

Earth. Insight. Values.

DMT

Fachverband für Strahlenschutz e.V.

2 Dose Concept and Derived Values

IAEA standard 1988: some mrem are negligible (de minimis concept)

↓

IAEA RS-G-1.7 2004 => IAEA BSS 2014 nuclide specific values for general clearance

↓

EC BSS 2015 => nat. legislation 2018

↓

Revision of RS-G-1.7 ??? surface specific values, values for specific clearance

Earth. Insight. Values.

DMT

Fachverband für Strahlenschutz e.V.

2 Dose Concept and Derived Values

First approach: Use of exemption values (before 1989)
some countries used exemption levels instead of clearance levels
Germany: 10^{-4} *exemption level per gram
=> each 10 kg has less than exemption level
but 10 kg is much too low for use as average parameter

Second approach: Determination of a clearance value by simple deterministic model (1989-2001)
Germany: 0,1 Bq/g for clearance of scrap metal
1,0 Bq/g for clearance of scrap metal via foundry
but irrespective of kind of nuclide

Third approach: nuclide specific determination of clearance values for different pathways (since 2001)

Earth. Insight. Values.

DMT

Fachverband für Strahlenschutz e.V.

3 Regulations in Germany

Nuclide	Exemption limit		Surface contamination [Bq/cm ²]	General Clearance of					Specific Clearance of			Half-life
	Activity [Bq]	Specific activity [Bq/g]		Solid substances, liquids, with the exception of column 6 [Bq/g]	Building rubble, excavated soil in amounts over 1.000 Mg/a [Bq/g]	Sites [Bq/cm ²]	Buildings for reuse or continued use [Bq/cm ²]	Solid substances and liquids for disposal with the exception of column 6 [Bq/g]	Buildings for demolition [Bq/cm ²]	Metals for recycling [Bq/g]		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
H-3	1E+7	1E+3	100	1E+3	60	3	1E+3	1E+3	4E+3	1E+3	12,3	a
Be-7	1E+7	1E+3	100	30	30	2	80	200	600	3E+2	53,3	d
Mn-54	1E+6	10	1	0,4	0,3	0,09	1	10	10	2	312,2	d
Fa-55	1E+6	1E+4	100	200	200	6	1E+3	1E+4	2E+4	1E+4	2,7	a
Zn-65	1E+6	10	1	0,5	0,4	0,01	2	10	30	0,5	244	d
Co-60	1E+5	10	1	0,1	0,09	0,03	0,4	4	3	0,6	5,3	a
Cs-58	1E+6	10	1	0,9	0,2	0,08	1	9	30	1	70,8	d
Ag-110m+	1E+6	10	1	0,1	0,08	7E-3	0,5	3	4	0,5	249,9	a
Sb-124	1E+6	10	1	0,5	0,5	0,04	1	5	20	0,5	60,3	d
Cs-137+	1E+4	10	1	0,5	0,4	0,06	2	10	10	0,6	30,2	a
Cs-134	1E+4	10	1	0,2	0,1	0,05	0,6	6	5	0,2	2,1	a
Am-241	1E+4	1	0,1	0,05	0,05	0,06	0,1	1	3	0,3	432,6	a

Earth. Insight. Values.

DMT

Fachverband für Strahlenschutz e.V.

4 Why Supervision for Clearance?

According de minimis concept an activity below clearance levels is of no regulatory concern. But 1/4 of the German RPO is dealing with clearance!

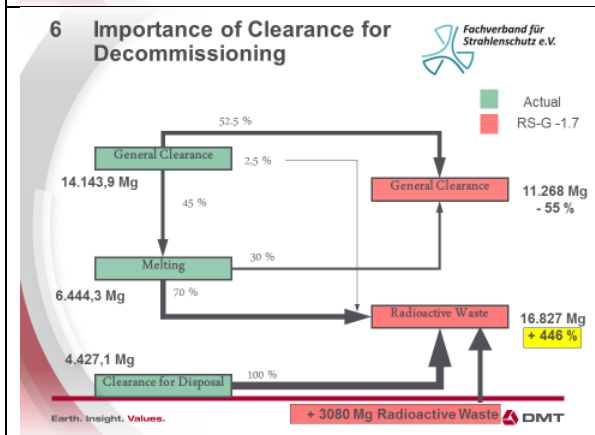
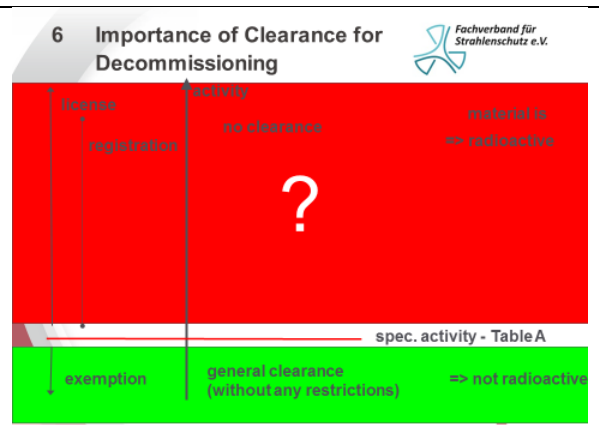
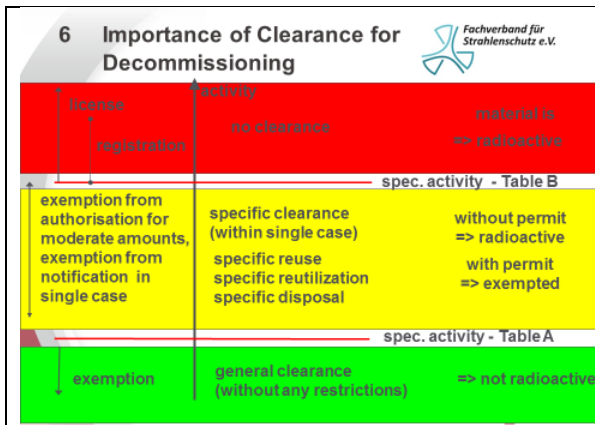
during operation

discharge of aerosols: 10^7 Bq/y

clearance: $100 \text{ Mg/y} \cdot 0,1 \text{ Bq/g} = 10^7 \text{ Bq/y}$

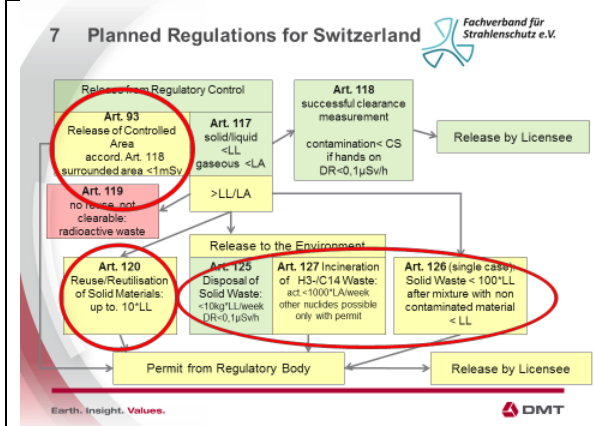
Earth. Insight. Values.

DMT



7 Planned Regulations for Switzerland

	Bq/g		Bq/cm ²	
	LE	LL	CS alt	CS neu
Be-7	400	10	1000	100
C-14	20	1	-	-
Na-22	3	0,1	-	-
Al-26	3	0,1	-	-
Si-32	-	100	3	10
Cl-36	10	1	-	-
Ca-41	30	100	-	-
Tl-44	2	0,1	-	-
Mn-54	10	0,1	-	-
Fe-55	30	1000	300	1000
Co-57	50	1	-	-
Co-60	1	0,1	-	-
Zn-65	3	0,1	30	100
Cs-137	0,8	0,1	-	-
Ba-133	10	0,1	30	100
Eu-152	7	0,1	-	-



8 Chances to Reduce the Strong Dependence from Modifications of Clearance Regulations

a) Decay Storage

Art. 130 Decay storage

A decay storage of waste with nuclides with a half life > 100 days with the aim of clearance is limited to a duration of 30 years.

=> Reduction of amount of radioactive waste by decay storage

8 Chances to Reduce the Strong Dependence from Modifications of Clearance Regulations

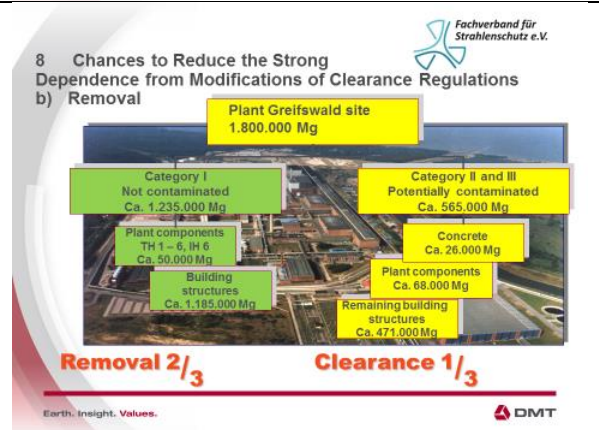
b) Removal

Annex IV RPO: Radionuclides with contribution < 10% to radiation exposure can be neglected

Nuclide	Nuclide-vector NV Bq/g	Clearance-value CV Bq/g	NV/CV	NV/CV Σ(NV/CV)
Co-60	0,05	0.1	0.5	82.71%
Cs-137	0,05	0.5	0.1	16.54%
Fe-55	0,9	200	0.0045	0.75%
Σ	1	--	0.6045	100%

In this case Fe-55 can be neglected

Describe clear, what is never contaminated/activated to reduce the scope for clearance regulations



8 Chances to Reduce the Strong Dependence from Modifications of Clearance Regulations



c) Recycling

Art. 120 Reuse/Reutilisation of Solid Materials

Use of up to ten times higher clearance values are possible

⇒ Scrap is not a radioactive waste, but a raw material only with a slight radioactive contamination!
Transboundary trade should not be blocked by national regulations.

Earth. Insight. Values.



9 Conclusions



The planned clearance regulations for Switzerland are a good basis for future decommissioning projects, but more detailed requirements are necessary for their application especially for

- the clearance of areas accord. Art. 93
- the clearance of scrap in melting facilities without any license
- the clearance of waste for a landfill
- the clearance of waste for incineration

A full revision of the guideline B04 concerning these issues would be very helpful.

Earth. Insight. Values.



9 Conclusions



Earth. Insight. Values.



Decommissioning and its effects on environment



Decommissioning and its effects on environment

B. Clavel, G. Gontier

Radiation Protection Workshop / Federal Commission on radiation protection / BERN 08/04/2016

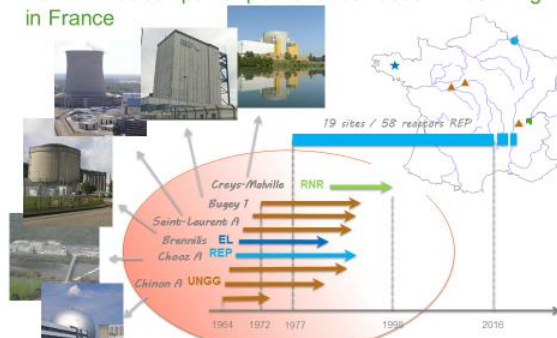
PLAN

1. CONTEXT
2. REGULATORY FRAMEWORK
3. DISCHARGES MONITORING
4. ENVIRONMENTAL MONITORING
5. CONCLUSIONS
6. PHOTOS



Radiation Protection Workshop / BERN 08/04/2016 | 2


1 / EDF nuclear power plants under decommissioning in France




19 sites / 58 reactors REP

1964 1972 1977 1990 2016


- 6 sites / 9 operating reactors between 1964 and 1998
- Different reactor-types (UNGG, RNR, REP, EL) => different radiological inventories



2 / FRENCH REGULATORY FRAMEWORK




- Loi n° 2006-686 du 13/06/2006 « Nuclear transparency and safety »
- Décret n° 2007-1557 du 02/11/2007 « INB »
- Décret n° 2011-2019 du 29/12/2011 « Environmental impact »
- Arrêté du 07/02/2012 « INB »
- Décisions n° 2013-DC-0360 du 16/07/2013 « Environment »
- Local décisions « permits » and « terms and conditions »



Radiation Protection Workshop / BERN 08/04/2016 | 4



DISCHARGES MONITORING




Radiation Protection Workshop / BERN 08/04/2016 | 5

3 / PERMITS OF DISCHARGES

NPP	Discharge permits	Recent permits				
		SH (TBa/yr)	14C (GBa/yr)	Other beta or gamma emitters (GBa/yr)	Alpha emitters (Bq/yr)	
GAZEOUS radioactive discharges						
Bugey 1	Décision n°2014-DC-0443	Step 1	0.1	3.5	0.4	0.15
		Step 2	3	70	0.2	0.15
		Step 3	0.1	9	0.2	0.15
Chooz A	Décision n°2009-DC-0185	Step 1	0.1	10	0.01	-
		Step 2	0.015	(100 for vessel)	(0.02 for cesium and Hk)	-
		Step 3	0.015	(0.1 DMT STE)	0.01	-
Crays-Malville	Arrêté du 05/08/2007	For 10 years	100	-	0.1	-
Chinon A3	Décision n°2015-DC-0527	Top of reactor	2	-	0.1	-
Chinon A	Décision n°2015-DC-0498	Out of reactor	0.0035	3.15	0.1	-
Saint-Laurent A	Décision n°2011-DC-0498	Out of reactor	4	30	0.1	0.05
Brennilis	Décision n°2011-DC-0239	Out of reactor	0.7	10	0.02	-
LIQUID radioactive discharges						
Bugey 1	Décision n°2014-DC-0443	Step 1	0.0002	-	0.01	-
		Step 2	5	150	40	-
		Step 3	0.02	0.65	10	-
Chooz A	Décision n°2009-DC-0185	Step 1	0.1	(80 water pool)	2	-
		Step 2	0.0001	-	0.75	-
		Step 3	-	-	-	-
Crays-Malville	Arrêté du 05/08/2007	Two steps	15 (10 yrs)	-	30 (18 yrs)	-
Chinon A	Décision n°2015-DC-0527	-	0.00093	0.031	0.86	-

Adapted to our needs and to radiological inventories



Radiation Protection Workshop / BERN 08/04/2016 | 6

3 / MONITORING RELEASE STRATEGY


→ OBJECTIVES :

- Ensure compliance with discharge permits thus the associated environmental impact
- Discharge monitoring must be representative

→ REGULATION :

- Art. 3.2.8 de la « décision environnement » (décision ASN of the 16 July 2013)
- => Criteria to be considered :
- Radiotoxicity : Only RN that represent more than 1 % of the total effective dose of the estimated discharge are considered
- Detection Frequency : Case by case Study
- Metrological constraints : Potential questions :
 - Possibility of outsourcing analyses
 - Feasibility of determination by calculation
 - Requirement to develop a specific analytical protocol

=> Notion of « Reference radionuclides » : RN are accounted for at the decision threshold






Radiation Protection Workshop / BERN 08/04/2016 | 7

3 / SPECIFIC CASE : Chlorine 36 (1/2)

- Only gaseous RN of its category (PF / PA) -> Represent an important part of the discharge (not filtered by THE)
- Analysis Standards of the 36Cl in discharges and waste by liquid scintillation (Norme NF M60-332)

No industrial sampler to capture 36Cl in gaseous discharges

- ☑ International practices ? → 
- ☑ Bibliographical summary → Capturing methods for gaseous 36Cl
- ☑ Manufacturing of a sampler prototype 
- ☑ Trapping and catalytic conversion efficiency, stability of the trapping solution, influence of ageing of the catalyst → => Results expected in the second half of 2016



Radiation Protection Workshop / BERN 08/04/2016 | 8



3 / RN analysed in GASEOUS discharges

« Reference radionuclides » (highlighted in bold)

	Creys	Brennilis	Chooz A	Bugy 1	Chinon A3	St-Laurent
TRITIUM	H3	H3	H3	H3	H3	H3
CARBONE 14	14C	T	T	T	T	T
	14CH4	H	H	H	H	H
	14CO2	H	H	H	H	H
	14CFC	H	H	H	H	H
	14CCl4	H	H	H	H	H
PF/PA	99Tc	M	M	M	M	M
	99TcO2	H	H	H	H	H
	99TcO	H	H	H	H	H
	99TcO3	H	H	H	H	H
	99TcO4	H	H	H	H	H
IODES	131I	H	H	H	H	H
	131I2	H	H	H	H	H
	131I2O2	H	H	H	H	H
ALPHA	Alpha alpha	Alpha alpha	Alpha alpha	Alpha alpha	Alpha alpha	Alpha alpha

Analytical performance (Bq/m³): 2, 1, 10³ à 10⁴, 10³ à 10⁵

Analysis Frequency: H: weekly, M: monthly, T: quarterly

All the analyses are outsourced except gamma spectrometry and tritium

3 / RN analysed in LIQUID discharges

Reference radionuclides (highlighted in bold)

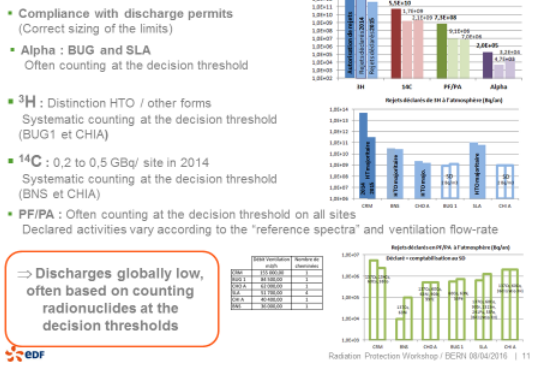
	Creys	Brennilis	Chooz A	Bugy 1	Chinon A3	St-Laurent
TRITIUM	H3	H3	H3	H3	H3	H3
CARBONE 14	14C	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report
	14CH4	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report
	14CO2	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report
	14CFC	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report
	14CCl4	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report
PF/PA	99Tc	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report
	99TcO2	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report
	99TcO	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report
	99TcO3	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report
	99TcO4	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report
IODES	131I	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report
	131I2	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report
	131I2O2	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report	Chooz report
ALPHA	Alpha alpha	Alpha alpha	Alpha alpha	Alpha alpha	Alpha alpha	Alpha alpha

Analytical performance (Bq/L): 40, 0.5 à 2, 0.1 à 0.3 (allotite M)

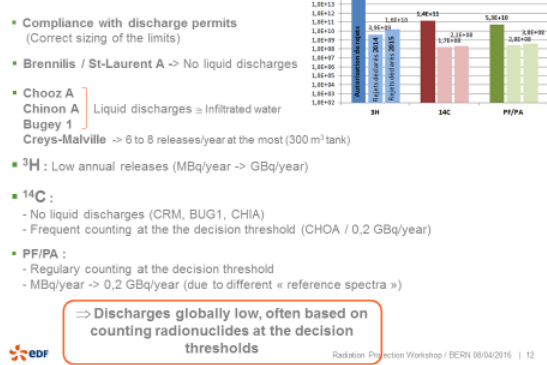
Analysis Frequency: H: weekly, M: monthly, T: quarterly

All the analyses are outsourced except gamma spectrometry and tritium

3 / Declared GAS emissions



3 / Declared LIQUID emissions



4 / SOIL AND GROUNDWATER MONITORING INSIDE THE SITE



4 / RADIOLOGICAL MONITORING OF THE ENVIRONMENT AROUND NUCLEAR SITES

2 types of observations are necessary and complementary throughout the reactors' life cycle, including decommissioning:

- The regulatory program of radiological monitoring of the environment is prescribed by the French Nuclear Authority (ASN). It aims:
 - To verify the compliance with limits fixed in the decrees ⇒ control (~ 30 000 samples - 62 000 analyses / year)
 - To verify the safe functioning of the installations and assess the potential influence of releases into the environment ⇒ environmental monitoring
- The regulatory program is strictly applied by EDF or its partners.
- This program is completed, under EDF's initiative, by radioecological studies which need more sensitive observation devices to:
 - Understand the transfer mechanisms of artificial radionuclides in the environment (~ 600 samples - 800 analyses / year)
 - Evaluate to what extent the operating or the decommissioning nuclear facilities contribute to the input of artificial radionuclides in the environment ⇒ long term monitoring

These studies are carried out by external specialized laboratories, certified by French agencies, which follow the French standards for sampling and analysis.

Example of specific tritium monitoring in the terrestrial environment of Creys-Malville in autumn 2012

4 / SPECIAL TRITIUM MONITORING IN THE TERRESTRIAL ENVIRONMENT AT CREYS-MALVILLE – AUTUMN 2012

TRITIUM RELEASES LINKED TO THE TREATMENT OF A SPECIFIC COMPONENT (UPI2)

UPI: Integrated Unit of Purification

Carbonation operation

Carbonation is an operation aiming to chemically neutralize the residual sodium by circulation of a gas mixture (CO₂ + water vapor plus nitrogen). This led to the release of tritium gas, mainly as HT.

1st operation (treatment of UPI1) in 2011: Release of ~ 10 TBq

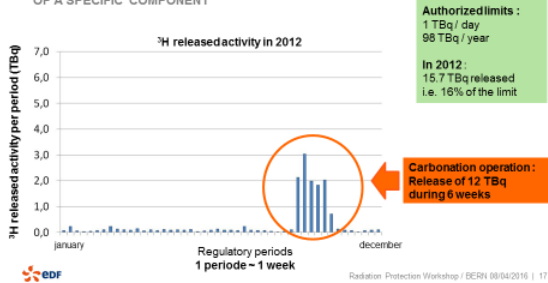
EDF decided to reinforce the radiological monitoring to characterize the potential influence of the release on the environment for the treatment of the 2nd operation

Handling of the UPI2



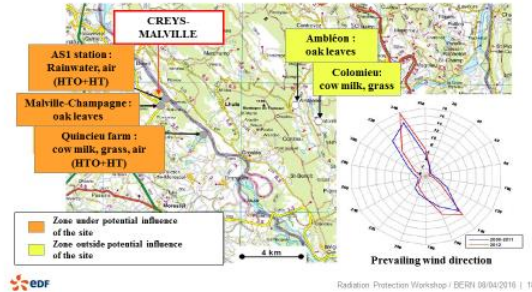
4 / SPECIAL TRITIUM MONITORING IN THE TERRESTRIAL ENVIRONMENT AT CREYS-MALVILLE – AUTUMN 2012

TRITIUM RELEASES LINKED TO THE TREATMENT OF A SPECIFIC COMPONENT



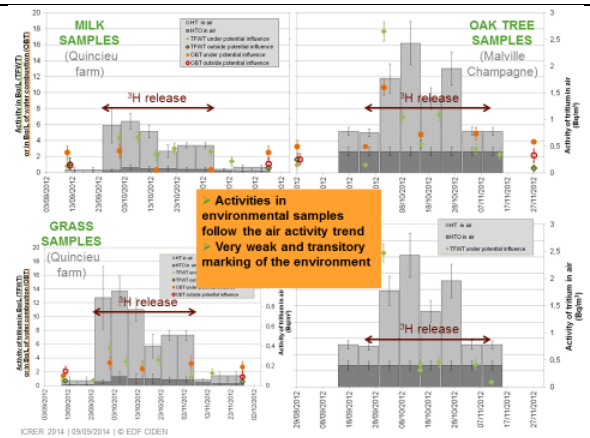
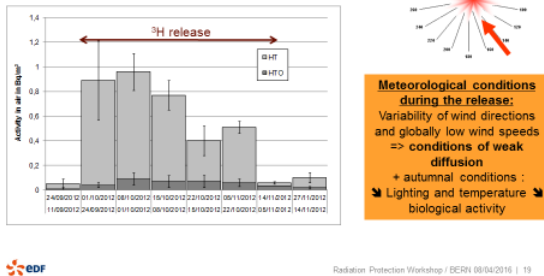
4 / SPECIAL TRITIUM MONITORING IN THE TERRESTRIAL ENVIRONMENT AT CREYS-MALVILLE – AUTUMN 2012

SAMPLING AND ANALYSES STRATEGY



4 / SPECIAL TRITIUM MONITORING IN THE TERRESTRIAL ENVIRONMENT AT CREYS-MALVILLE – AUTUMN 2012

RESULTS : ACTIVITY IN AIR UNDER POTENTIAL INFLUENCE OF THE RELEASES (QUINCIEU FARM)



5 / CONCLUSION

Main characteristics of the monitoring and environmental impact :

- Correct sizing of the current discharge permits despite varied and complex encountered situations (degassing, lixiviation, evaporation ...)
- Very complete and low level monitoring which can include development of adapted analytical protocols (36CI) or specific environmental studies
- Discharges globally low often based on counting decision thresholds
- Absence of marking or very weak and transitory marking of the environment

EDF Radiation Protection Workshop / BERN 08/04/2016 | 22



EDF Radiation Protection Workshop / BERN 08/04/2016 | 24



EDF Radiation Protection Workshop / BERN 08/04/2016 | 26



EDF Radiation Protection Workshop / BERN 08/04/2016 | 27

Decommissioning and its effects on environment

Benoit CLAVEL et Gilles GONTIER

EDF-DPNT-DIPDE

154 avenue Thiers – 69458 LYON cedex 06

Benoit.clavel@edf.fr

EDF's French nuclear fleet undergoing decommissioning is based on nine shutdown reactors headquartered in six geographical sites. These reactors which operated between 1964 and 1998 fall into four categories:

- « Natural uranium graphite gas » (Bugey 1, Saint-Laurent A1 et A2 et Chinon A1, A2 et A3) ;
- « Fast breeder » (Creys-Malville) ;
- « Heavy water reactor » (Brennilis) ;
- « Pressurised water reactor » (Chooz A, first PWR operating in France)

The strategy adopted for nuclear decommissioning is to eliminate progressively the radiological risk starting with secondary circuit and ending on the reactor. The space freed up allows reorganising buildings to accommodate support functions necessary for reactor dismantling (water treatment system, equipment for cutting and conditioning waste...).

When the radiological risk is removed, the next step is to finalise actions taken to remediate contaminated soil, demolish conventional buildings, backfill excavations and organise space framework in compliance with the future use of the site.

To date, the nuclear power plants of Creys-Malville, Chooz A and Bugey 1 have discharge authorisations for complete decommissioning. It's not the case for Brennilis, Chinon A3 and Saint-Laurent A1 et A2 which have discharge permits only for circuits located on the outskirts of the reactor. No dismantling activity is carried out at Chinon A1 and A2.

To execute a dismantling project, it's necessary to investigate environmental issues beforehand. Preliminary studies consist of estimating potential radiological and chemical discharges from dismantling operations to size permits and associated monitoring.

A health and environmental assessment is then undertaken on the basis of the permits requests asked by the nuclear operator.

The purpose of the presentation is to provide inputs about:

- permits of discharges ;
- discharges monitoring requirements ;
- dismantling discharges already done ;
- environmental monitoring strategy.

EDF has consolidated the acquired knowledge on discharges in particular during day-to-day operation of shutdown NPP as well as during dismantling operations. Discharges need to be taken into account at a level that is proportionate to the environmental issues at stake.



Decommissioning of KKM in a radiological perspective



DECOMMISSIONING KKM - KSR | BKW | APRIL 8TH, 2016 2

Step by step towards the decommissioning order

- October 30th, 2013: BKW takes the corporate decision to decommission the nuclear power plant (NPP) Mühleberg
- December 18th, 2016: BKW submits the decommissioning project to the Swiss Federal Office of Energy
- December 20th, 2019: BKW ceases the operation of NPP Mühleberg

Important Nuclear decommissioning is technically proven

Pioneering project in Switzerland for politics, administration, the community and BKW

We are pioneers in Switzerland and build upon international decommissioning and dismantling experience

DECOMMISSIONING KKM - KSR | BKW | APRIL 8TH, 2016 3

An overview of the decommissioning project

Decommissioning Project (Main report)	Accident analysis & emergency preparedness measures (Part 1)	Environmental impact report (Part 2)	Security measures (Part 3)	Application letter
---------------------------------------	--	--------------------------------------	----------------------------	--------------------

Authorities check the compliance with the law and the state of the art

DECOMMISSIONING KKM - KSR | BKW | APRIL 8TH, 2016 4

How we decommission KKM

2015: Power operation and planning of decommissioning

2019: Preparation of dismantling

2020: Nuclear dismantling / Removal of spent fuel

2021-2024: Nuclear dismantling

2031: Clearance of nuclear site

2034: Subsequent usage

2nd legal procedure

DECOMMISSIONING KKM - KSR | BKW | APRIL 8TH, 2016 5

Preparation of dismantling 2019-2020

- A: Unloading the reactor pressure vessel (transfer of spent fuel to the spent fuel pool)
- B: Installation of the safety grade spent fuel pool cooling system
- C: Removal of mobile equipment in the reactor building at +29m
- D: Removal of components in the turbine hall

DECOMMISSIONING KKM - KSR | BKW | APRIL 8TH, 2016 6

Removal of spent fuel - Nuclear dismantling 2021-2024

- A: Removal of spent fuel from the site
- B: Dismantling of the two rec. linked systems
- C: Dismantling of emergency core cooling systems / systems for decay heat removal
- D: Dismantling of reactor internals
- E: Installation of material treatment equipment
- F: Dismantling of remaining systems and isolation of decontamination of facilities and buildings
- G: Dismantling of block transformer AT

DECOMMISSIONING KKM - KSR | BKW | APRIL 8TH, 2016 7

Nuclear dismantling 2025-2031

- A: Dismantling of spent fuel pool cooling systems
- B: Dismantling of pool internals
- C: Dismantling of reactor pressure vessel (RPV)
- D: Removal of personnel and material airlocks
- E: Dismantling of drywell components
- F: Dismantling of steam pipes and feed water pipes
- G: Dismantling of upper part of the biological shield
- H: Dismantling of drywell steel liner
- I: Dismantling of steam dryer and moisture separator storage pool liner and RPV cavity
- J: Dismantling of all remaining systems, e.g. reactor water clean up system
- K: Decontamination of facilities and buildings
- L: Operation of material treatment equipment
- M: Dismantling of systems in the SUSAN building

DECOMMISSIONING KKM - KSR | BKW | APRIL 8TH, 2016 8

Final state at completion of nuclear dismantling 2031

- 1: SUSAN building
- 3: Reactor building (Secondary containment)
- 17: Spent fuel pool
- 19: Steam dryer and moisture separator storage pool
- 21: Turbine hall

DECOMMISSIONING KKM - KSR | BKW | APRIL 8TH, 2016 9

Discharges to air and water remain low

Discharges to the air
At permanent shutdown: reduction of noble gas at factor ~1'000
At spent fuel removed: no more discharge of noble gas and iodine-131

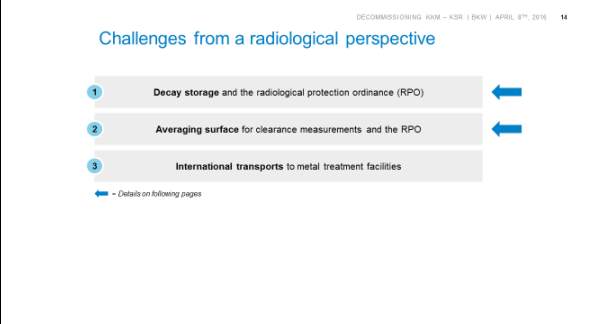
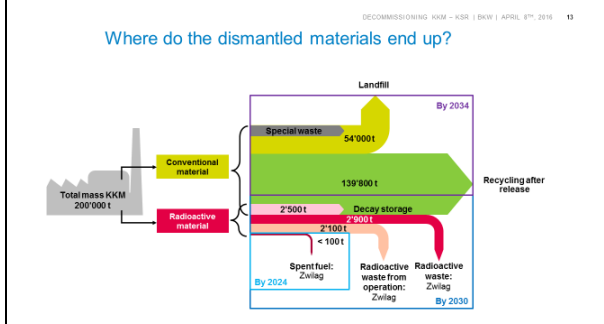
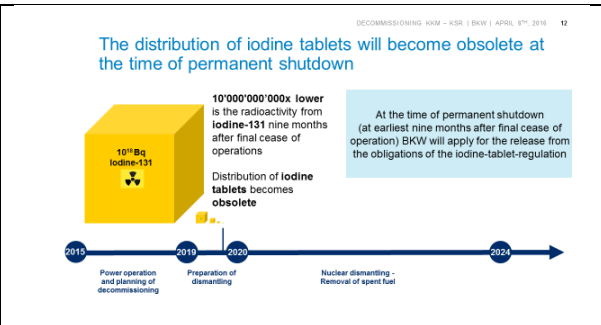
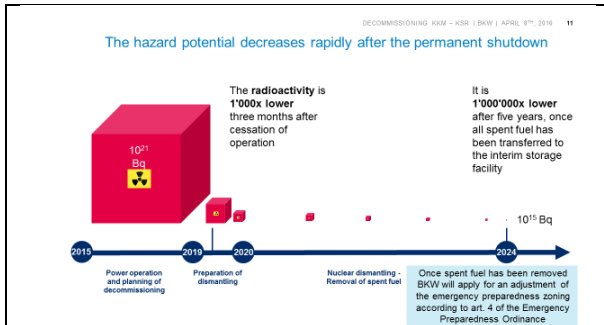
Discharges to the water
Same discharge limits as during power operation

DECOMMISSIONING KKM - KSR | BKW | APRIL 8TH, 2016 10

With the application letter we submit nine requests

- Decommissioning order for direct dismantling according to the submitted decommissioning project
- Limitation of the scope of the decommissioning activities according to the submitted decommissioning project
- Dividing of the decommissioning activities into three decommissioning phases
- Release of BKW from the liability to guarantee nuclear safety and security and termination of supervision by the competent authorities after completion of the radiological clearance measurements
- Implementation of "Preparatory Measures" after final cease of operation
- Definition of limits for radioactive discharges
- Definition of the organisational structure according to the submitted decommissioning project
- Issuance of the required permits by ENSI for the decommissioning phases as well as the activities defined in Art. 47, Nuclear Energy Ordinance
- Definition of provisions for the withdrawal and return of cooling water from and to the Aare



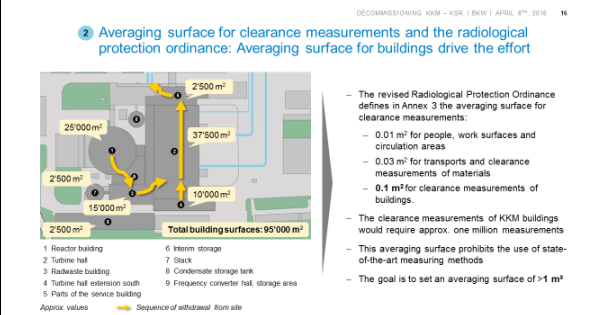


DECOMMISSIONING KKM - KSR | BKW | APRIL 8TH, 2016 15

1 Decay storage and the radiological protection ordinance: Relevant materials to be defined as radioactive materials/substances

NEA / RPA	Art. 3 / Art. 25 Radioactive Abfälle, radioaktive Stoffe oder radioaktiv kontaminierte Materialien, die nicht weiter verwendet werden	Art. 3 / Art. 25 Déchets radioactifs, les substances radioactives ou les matières contaminées par la radioactivité qui ne sont pas réutilisées
RPO (revised)	6. Kapitel: Radioaktive Abfälle Art. 119 Begriff Radioaktive Abfälle sind nicht mehr verwendete radioaktive Stoffe, welche nicht nach Artikel 118 freigesessen werden können, befesten und flüssigen Stoffen, oder	Chapitre 6: Déchets radioactifs Art. 119 Définition Les déchets radioactifs sont des substances radioactives qui ne sont plus utilisées et: a. qui, dans le cas des solides et des liquides, ne peuvent pas être libérées conformément à l'art. 118, ou
RPO (revised)	Art. 130 Ablagerung Radioaktive Abfälle, deren Aktivität aufgrund des radioaktiven Zerfalls spätestens 30 Jahre nach dem Ende ihrer Verwendung soweit abgeklungen ist, dass sie nach Artikel 118 freigesessen oder nach den Artikeln 122-125 an die Umwelt abgegeben werden können, sollen bis zum Ende dieses Zeitpunktes gelagert werden. Sie sind von den radioaktiven Abfällen, welche diese Bedingungen nicht erfüllen, zu trennen.	Art. 130 Stockage pour décroissance Les déchets radioactifs dont l'activité du fait de leur décroissance radioactive atteindra au plus tard 30 ans après la fin de leur utilisation un niveau permettant leur libération conformément à l'art. 118 ou leur rejet dans l'environnement conformément aux art. 122 à 125 doivent être entreposés jusqu'à cette date. Ils doivent être séparés de ceux qui ne remplissent pas cette condition.

NEA = Nuclear Energy Act RPA = Radiological Protection Act RPO = Radiological Protection Ordinance



DECOMMISSIONING KKM - KSR | BKW | APRIL 8TH, 2016 17

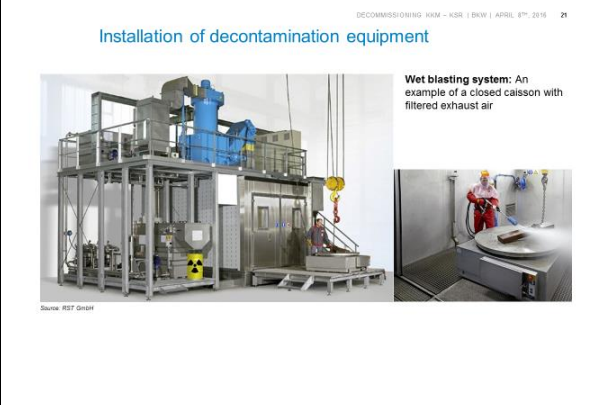
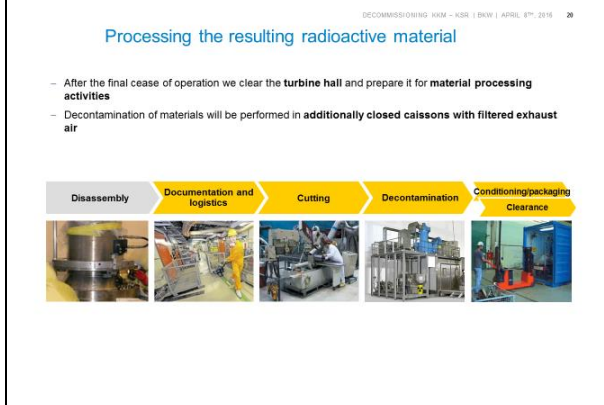
At all times safe and efficient

- During decommissioning we work with the **same safety standards** as during power operation
- We make **good progress with the planning of decommissioning**
- We are **pioneers in Switzerland** and build upon international experience: the decommissioning of nuclear power plants is technically proven
- We capitalise on the **competences of our employees** and prepare them already today for the decommissioning
- Immediate dismantling** is in the best interest of all stakeholders

DECOMMISSIONING KKM - KSR | BKW | APRIL 8TH, 2016 18

Questions?

Further information is available at:
www.bkw.ch/stillegung



Decommissioning of KKM from a radiological perspective

For the Swiss operators, the decommissioning of KKM represents a pilot project with reference character. BKW submitted the decommissioning project on December 18, 2015 to the competent authorities, outlining the direct dismantling of the Mühleberg nuclear power plant. With the removal of fuel elements and the decay of radioactivity, the hazard potential decreases rapidly after the permanent shutdown of the facility. One element for the success of the decommissioning activities is the efficiency of all three disposal channels: free release, decay storage and radioactive waste. Due to the dimension of the project all criteria for handling and treatment of radioactive material with the goal of free release as well as clearance of materials, buildings and soil areas have a significant importance for the project.



NPP Mühleberg - KKW Mühleberg – CN Mühleberg

