



Rapport du Séminaire CPR 2011 / Bericht des KSR-Seminars 2011

Prise en compte des accidents radiologiques dans la culture de sûreté et de radioprotection Berücksichtigung von radiologischen Ereignissen bei der Sicherheits- und Strahlenschutzkultur

Des accidents radiologiques surviennent, inéluctablement. Les annonces INES sont fréquentes dans tous les domaines d'application des radiations, en médecine comme dans l'industrie, nucléaire ou autre. Evidemment cela concerne surtout les autres pays, mais cela arrive parfois aussi en Suisse. Et chaque fois nous sommes étonnés, parfois même pris au dépourvu.

Que faut-il en penser? Faisons-nous vraiment tout ce qu'il faut pour que cela n'arrive plus? Faut-il élever les exigences, renforcer les consignes, multiplier les contrôles? Quelle est la démarche la plus efficace? Le principe d'optimisation, qui enjoint de consentir un effort continu pour réduire les doses aussi bas que raisonnablement possible, incite peut être à se focaliser sur des détails et fait perdre de vue les risques de faible fréquence mais de portée lourde. Est-ce que la réponse n'est pas à rechercher dans une autre approche? Est-ce l'attitude individuelle face au risque plutôt que la réglementation de détail qui assure une radioprotection effective? Serait-ce cela le message de la culture de radioprotection, message lancé dans la discussion au cours de ces derniers mois par l'IRPA? Autant de questions qui ont été abordées par des personnalités compétentes lors du séminaire de la CPR 2011.

Radiologische Unfälle treten unweigerlich immer wieder auf. INES-Meldungen kommen in allen Bereichen, wo Strahlen angewendet werden, vor, in der Medizin wie in der Industrie, nuklearer oder anderer Art. Selbstverständlich betrifft dies vor allem andere Länder, es kommt aber manchmal auch in der Schweiz vor. Und jedesmal sind wir erstaunt, gar überrascht. Was müssen wir davon halten? Tragen wir wirklich alles dazu bei, damit diese Vorkommnisse nicht mehr geschehen? Muss man die Anforderungen erhöhen, die Weisungen verschärfen, die Kontrollen verstärken? Welches Vorgehen ist am effizientesten? Das Optimierungsprinzip, das anhaltende Anstrengungen der Verantwortlichen verlangt, um die Dosen so tief als möglich zu halten, verleitet uns vielleicht dazu, uns auf Details zu konzentrieren und den Blick für weniger häufige Risiken zu verlieren, die aber gravierende Ausmasse annehmen können. Sollte die Antwort nicht in einem anderen Ansatz gesucht werden? Ist es nicht vielmehr das individuelle Verhalten gegenüber dem Strahlenrisiko als die Reglementierung bis ins letzte Detail, das einen wirksamen Strahlenschutz gewährleistet? Wäre dies die Botschaft zur Strahlenschutzkultur, welche im Verlauf der letzten Monate in der Diskussion durch die IRPA lanciert wurde? Lauter Fragen, die von kompetenten Persönlichkeiten im Rahmen des Seminars 2011 aufgegriffen wurden.

Programme / Programm

09:30 - 09:35	Begrüßungswort	André Herrmann
Einführungsreferate		Chairman: Chr. Wernli
09:35 - 10:15	Baromètre IRSN. Perception du risque et de la sécurité par les français	Marie-Hélène Eljammal, (IRSN)
10:15 - 10:55	Strahlenschutz- und Sicherheits-Kulturen: Von der Theorie zur Praxis	Rolf Michel (SSK)
KKW		
11:00 - 11:30	Strahlenschutzkultur in Kernanlagen: Was lernen wir aus Vorkommnissen?	S. Jahn (ENSI)
11:30 - 12:00	Vorkommnis in einem schweizerischen Kernkraftwerk - Was lernen wir daraus?	F. Sarott (KKL)
12:00 - 12:20	Discussion	
Industrie		Chairman: P. Vock
13:30 - 14:00	Organisation des tirs gammagraphiques à EDF - REX (retour d'expériences) basé sur les événements significatifs	Bernard Le Guen (EDF)
14:00 - 14:30	Radiologische Ereignisse bei der mobilen Gammagraphie und was man daraus lernen kann	Michel Hammans (SUVA)
Médecine		
14:30 - 15:00	Comment sécuriser les pratiques après un accident en radiothérapie : l'exemple d'Epinal ?	Alain Noël
15 :00 - 15:30	Le retour d'expérience des événements significatifs de radioprotection déclarés à l'ASN	C. Marchal (ASN)
15:30 - 16:00	Quo vadis en Suisse? expériences avec ROSIS;	R. Moeckli, SSRPM
Discussion plénière		
16:00 - 16:30	Sommes-nous sur la bonne voie?	Conférenciers et public
16:30	Mot du chef de la division Radioprotection de l'OFSP	Werner Zeller (BAG)

Begrüßungswort des Präsidenten- mots de bienvenue du président

Geschätzte Damen und Herren,

Mesdames et Messieurs,

Au nom des membres et experts de la Commission fédérale de protection contre les radiations et de surveillance de la radioactivité, j'ai le grand plaisir de vous souhaiter une très cordiale bienvenue à notre séminaire annuel.

Permettez-moi d'ouvrir ce séminaire par une remarque personnelle quant à son libellé. En effet, dans le titre du séminaire, il est question de « la culture de sûreté et de radioprotection », suggérant par là que ces deux éléments font partie d'une même culture, qu'ils émanent d'une même philosophie. Or je perçois la radioprotection comme complémentaire à la sûreté nucléaire, entre-autre parce que, au-delà de la sûreté d'une installation, la radioprotection implique d'optimiser l'exposition aux radiations, voire de la justifier lors de décisions conduisant à des fortes doses, que ce soit en cas d'accidents radiologiques ou en thérapie médicale. Une exposition plus ou moins importante de travailleurs aux radiations ou une surexposition de patients n'implique pas nécessairement une faiblesse de la sûreté d'une installation car même une installation parfaitement sûre n'exclut pas des irradiations inutiles.

Vous l'aurez compris, j'aurais préféré parler de « cultures » au pluriel pour mieux différencier ces deux aspects que sont la culture de sûreté des installations et celle de radioprotection, qui ont, à n'en pas douter, de fortes synergies. Le titre du séminaire est resté sous une forme monoculturelle et nous saurons probablement mieux à la fin de cette journée s'il faut distinguer plusieurs cultures dans le domaine des radiations.

Nebst dieser semantischen Betrachtung soll uns das heutige Seminar insbesondere Einblick geben, wie aus radiologischen Ereignissen Folgerungen und Lehren gezogen werden können, damit die Wiederholung von Fehlern vermieden werden kann. Nach mehr als 50 Jahren friedlicher Nutzung ionisierender Strahlung und vielen kleinen und grösseren Ereignissen sollten wir nun alle möglichen Fehler begangen und daraus reichlich gelernt haben. In der Realität kommen INES-Meldungen in allen Anwendungsbereichen immer wieder vor, in der Medizin wie auch in der Industrie. Und jedes Mal sind wir erstaunt, gar überrascht. Wie konnte das schon wieder passieren? Nukleare Sicherheit und Strahlenschutz weisen offensichtlich immer noch Schwachstellen auf. Mit Verschärfung der technischen Anforderungen sowie der Personalkompetenzen bemühen sich Behörden und Fachgesellschaften dagegen zu wirken. Ist das der richtige Ansatz? Zu Beginn der friedlichen Nutzung der Radioaktivität in den 60er Jahren waren die Fachleute zuversichtlich, dass die Technik alleine die Sicherheit einer Anlage gewährleisten kann. Three Mile Island in 1979 und Tschernobyl vor 25 Jahre sowie die dokumentierten Überexpositionen von Patienten haben gezeigt, dass der Mensch ein wichtiges Glied in der Sicherheitskette ist und dass die Technik alleine nicht immer eine Fehlhandlung korrigieren, gar verhindern kann. In der nuklearen Sicherheit spricht man deshalb vom so genannten MTO-Prinzip (Mensch-Technik-Organisation), das heisst es werden nebst den rein technischen auch noch menschliche und organisatorische Aspekte berücksichtigt. Diese drei Elemente bilden die Eckpfeiler der nuklearen Sicherheit, welche nur so gut sein kann wie das schwächste Glied dieses Dreiecks.

Der Strahlenschutz andererseits baut auf die drei Regeln „Rechtfertigung, Optimierung, Einhaltung von Dosisgrenzwerten“, welche das Sicherheitsprinzip ergänzen. Diese beiden Prinzipien bilden die ethische Verpflichtung der Verantwortlichen gegenüber der Gesellschaft und der Umwelt.

Allerdings können die Akzeptanz dieser Vorsorgeprinzipien und die dazu erforderliche Verhaltensbereitschaft des Personals nicht angeordnet werden, sondern müssen von jedem Angestellten positiv angenommen und täglich pro-aktiv gelebt werden, inklusive durch das Management. Mit motivierten Mitarbeitenden besteht eine gute Chance, eine „vollkommene Betriebskultur“ zu schaffen, dank welcher auch radiologische Ereignisse vermieden werden.

Finalement, le grand public doit pouvoir se convaincre de la qualité de la culture d'entreprise dont il est aussi un élément. Cela implique une bonne transparence, une bonne communication et ... le moins d'accidents possibles. La première conférence nous renseignera justement sur la perception du public quant à la fiabilité des installations nucléaires ou des applications médicales.

Ces différentes facettes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection seront développées par des personnalités compétentes que je remercie pour leur contribution. Les conférences du matin seront modérées par le Dr. Christian Wernli, Chef de la Radioprotection à l'Institut Paul Scherrer de Würenlingen, et l'après-midi par le Prof. Peter Vock, Directeur de l'Institut de Radiologie de l'Université de Berne à l'Hôpital de l'Île, et je les en remercie. Mes remerciements vont aussi au Dr. Christophe Murith et à son équipe pour l'organisation de cette journée.

Bei Ihnen, geschätzte Damen und Herren, bedanke ich mich für Ihren täglichen Einsatz im Strahlenschutz und lade Sie ein, sich aktiv an diesen Überlegungen im Rahmen dieses Seminars zu beteiligen. Auch die Mittagspause soll Ihnen Anlass geben, Ideen, Anliegen, gar Probleme, auszutauschen.

Je vous souhaite un intéressant et convivial séminaire.

A. Herrmann

Titre de l'exposé :

Baromètre IRSN : Perception du risque et de la sécurité par les français

- Marie-Hélène El Jammal est statisticienne spécialisée dans les enquêtes d'opinion à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) où elle pilote le Baromètre IRSN. Cet outil mesure les évolutions de l'opinion sur les risques auxquels les membres du public sont soumis en général, et sur les risques nucléaires et radiologiques en particulier. Il apporte des connaissances sur la manière dont le grand public met en perspective les différents risques, sur sa perception de la qualité de leur gestion et sur ses attentes en matière d'information, notamment en cas d'accident ou d'incident. L'objet de cette intervention sera de présenter les réponses apportées par le public au Baromètre IRSN et de les comparer à celles des experts en charge d'évaluer des risques.

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Direction de la stratégie, du développement et des partenaires
Service de l'ouverture à la société

Le Baromètre IRSN sur la perception des risques et de la sécurité

Séminaire CPR - Bern - 4 février 2011

Faire avancer la sûreté nucléaire



Février 2011

Carte d'identité

Etablissement public indépendant, chargé d'expertises et de recherches dans tous les domaines liés à l'utilisation de l'énergie nucléaire, des rayonnements ionisants et de la radioactivité naturelle

Créé par décret en date du 20 février 2002


Sous la tutelle de 5 ministères : Défense, Environnement, Industrie, Recherche et Santé.

Budget : 281 M€ de budget

1500 personnes, dont les 2/3 sont des ingénieurs ou cadres

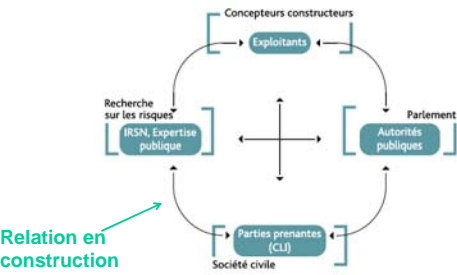
Laboratoires et recherches sur des installations lourdes

Coopération scientifique forte au niveau national, européen ou international



Séminaire CPR - 4 février 2011 Bern Page 2/32

Environnement institutionnel



Un nouvel intervenant, la société


Séminaire CPR - 4 février 2011 Bern Page 3/32

L'IRSN et ses interactions avec le public

Les travaux de l'IRSN menés avec le public couvrent un large spectre qui va :

- Qui va de la simple information sur les résultats de ses recherches et expertises
- Qui passe par la communication avec un public concerné par une question particulière : par exemple, dialogue avec les riverains du Tricastin
- Se poursuit jusqu'à la création d'un véritable partenariat avec toutes les parties prenantes : par exemple, le groupe Radioécologie Nord Cotentin.


Le public se forge ainsi une représentation des risques au fil de ses interactions avec les experts, les autorités, le sentiment produit par les médias ou les associations.



Séminaire CPR - 4 février 2011 Bern Page 4/32

Sommaire


- Présentation de l'outil Baromètre
 - Origines
 - Objectifs
 - Méthode
 - Questionnaire
 - Valorisation et exploitation
- Le Baromètre à l'épreuve de vos questions
 - Quelle est la plus grande source de danger pour les populations?
- L'opinion publique dans l'équation de la science
 - Science et expertise
 - Les intervenants du nucléaire
 - Réponses de l'IRSN aux exigences sociétales et juridiques



Séminaire CPR - 4 février 2011 Bern Page 5/32

Baromètre IRSN : ses origines

- Etudes IRSN sur la composante psycho-sociale du risque depuis 1977
 - Principe ALARA - mieux comprendre les opinions sur le nucléaire
- 1986 : 1ère enquête sur la perception des risques
- 1988 : enquêtes recentrées sur l'objet nucléaire
- 1991 : Baromètre IRSN



Séminaire CPR - 4 février 2011 Bern Page 6/32

Baromètre IRSN : ses objectifs

- Assurer un suivi régulier dans le temps des opinions sur les risques en France
- Apporter des connaissances utiles pour informer sur les risques
- Mesurer l'impact des politiques publiques
- Alimenter les réflexions sur l'ouverture à la société civile de l'expertise et des sciences

2000 questions
+ de 30 ans d'enquêtes

Séminaire CPR, 4 février 2011, Bern Page: 7/32

IRSN

Méthode

Echantillon représentatif de la population française

- 1000 personnes âgées de 18 ans et plus sont interrogées
Plan de sondage : méthode des quotas (sexe, âge, profession du chef de famille) et des strates (région x habitat).



Terrain

Enquête réalisée en face à face au domicile des personnes interrogées
Enquêteurs BVA répartis sur l'ensemble du territoire
15 jours en fin d'année par l'institut de sondage BVA
Durée de passation : 40 minutes

Séminaire CPR, 4 février 2011, Bern Page: 8/32

IRSN

Description du questionnaire

■ Un tronc commun pour assurer un suivi longitudinal (historique/évolutions).

- Questions communes à plusieurs enquêtes - exemples : préoccupations de société et environnementales, gravité des risques, crédibilité des informations diffusées sur les risques, confiance dans les actions des autorités, rôle des experts scientifiques, image du nucléaire, ...

■ Des questions spécifiques en lien avec l'actualité

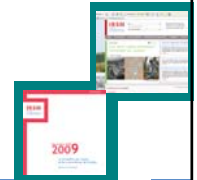
- En 2007 : *l'affaire des irradiés d'Epinal, perception du risque lié à la radiothérapie*
- En 2008 : *incidents de l'été 2008 à Socrati et Tricastin, crise financière*
- En 2009 : *grippe A, nanoparticules*
- En 2010 : *Tchernobyl 25 ans après, déchets nucléaires*

Séminaire CPR, 4 février 2011, Bern Page: 9/32

IRSN

Valorisation et exploitation

- Diffusion large du rapport
- Mise en ligne sur le site internet
- Intégration des résultats dans de nombreuses études (hors IRSN)
- Publication dans des revues spécialisées
- Collaboration avec d'autres organismes
ex : PERPLEX avec AFSSA, AFSSET, InVS, INERIS, INRA, ADEME, IFEN



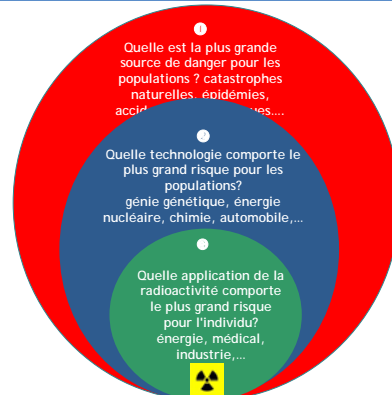
Séminaire CPR, 4 février 2011, Bern Page: 10/32

IRSN

■ Le Baromètre à l'épreuve de vos questions

Séminaire CPR, 4 février 2011, Bern Page: 11/32

IRSN



Séminaire CPR, 4 février 2011, Bern Page: 12/32

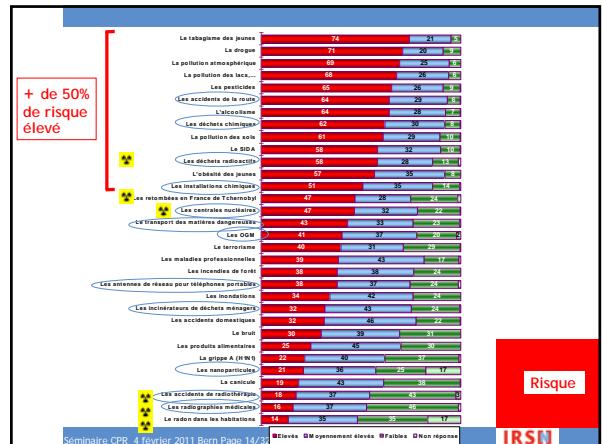
IRSN

1 question sur l'importance perçue du risque

« Dans chacun des domaines suivants, considérez-vous que les risques pour les Français en général sont quasi-nuls, faibles, moyens, élevés ou très élevés ? ».

- des situations **largement médiatisées** : les accidents de la route, le tabac, l'alcool...
- des situations **peu connues** par le public : le radon dans les habitations
- ou d'autres encore, perçues comme comportant **peu de risque** : les radiographies médicales, le bruit...

Séminaire CPR, 4 février 2011, Bern Page: 13/32 **IRSN**



La perception conjugue 3 dimensions

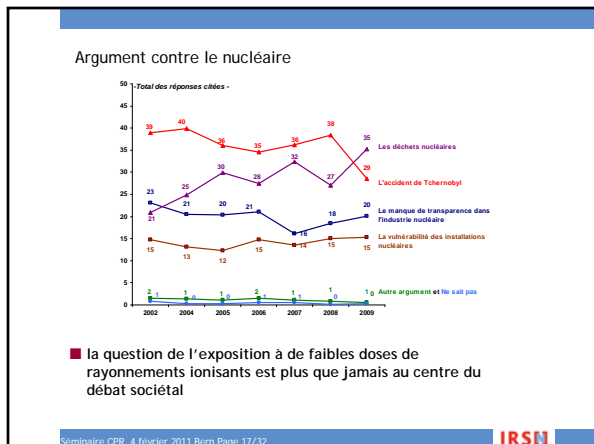
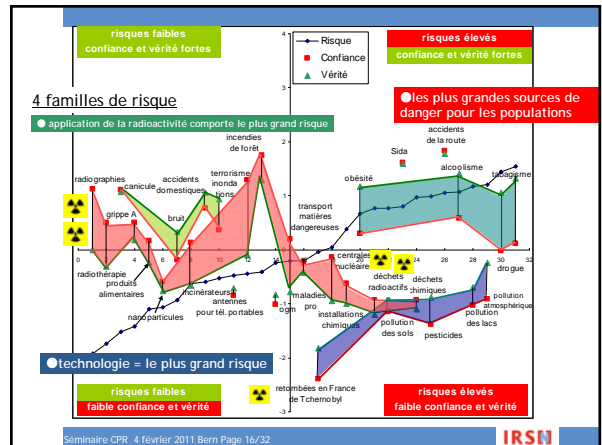
GRAVITE DES RISQUES : « Dans chacun des domaines suivants, considérez-vous que les risques pour les Français en général sont quasi-nuls, faibles, moyens, élevés ou très élevés ? ».

CONFIANCE : « Avez-vous confiance dans les autorités françaises pour leurs actions de protection des personnes dans les domaines suivants ? » (5 modalités de réponse allant de « non, pas du tout » à « oui, tout à fait »)

CREDIBILITE : « Pour chacun des domaines suivants, estimez-vous que l'on dit la vérité sur les dangers qu'il représente pour la population ? » (5 modalités de réponse : « non, pas du tout » à « oui, tout à fait »).

Risque
Confiance
Crédibilité

Séminaire CPR, 4 février 2011, Bern Page: 15/32 **IRSN**

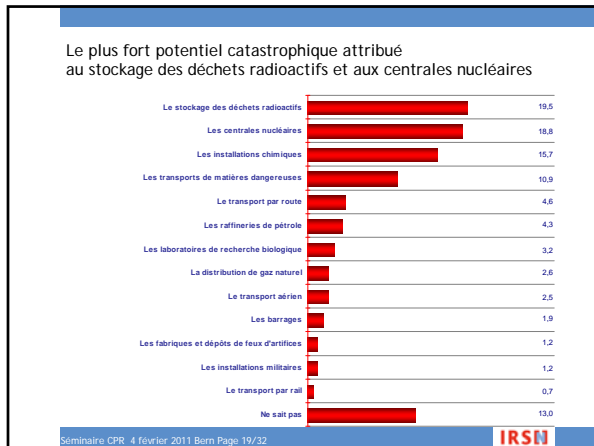


Nucléaire

- 7 % d'adhésion par rapport à 2007
- Toutes les précautions sont prises pour assurer un très haut niveau de sûreté dans les centrales nucléaires françaises
- 50% en 2007 - 38% en 2008 - 43% en 2009
- +10 % de désaccord par rapport à 2007
- Autour des installations nucléaires, les habitants sont en aussi bonne santé qu'ailleurs - 40% en 2007 - 53% en 2008 - 50% en 2009

Adhésion : 18 - 24
Peut-être d'accord : 26 - 26
Désaccord : 53 - 40

Séminaire CPR, 4 février 2011, Bern Page: 18/32 **IRSN**



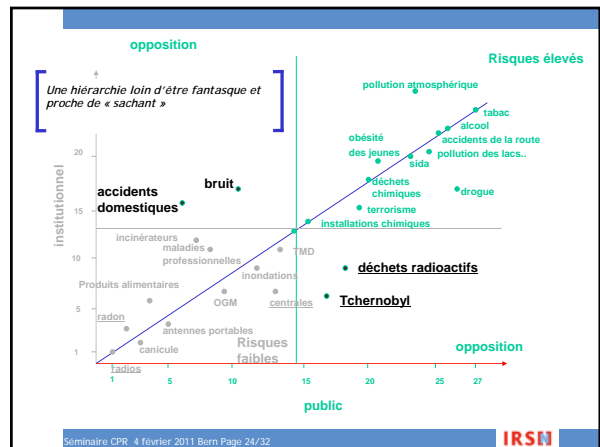
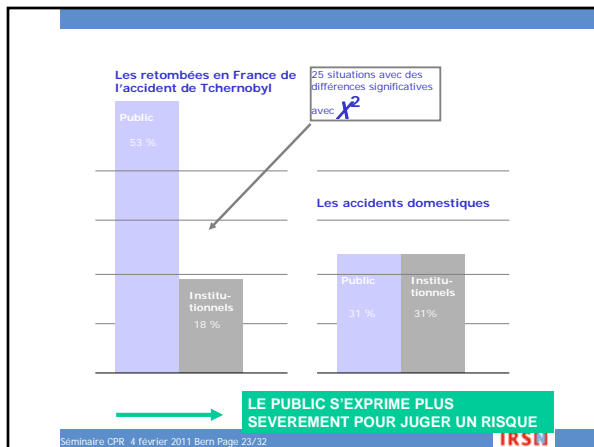
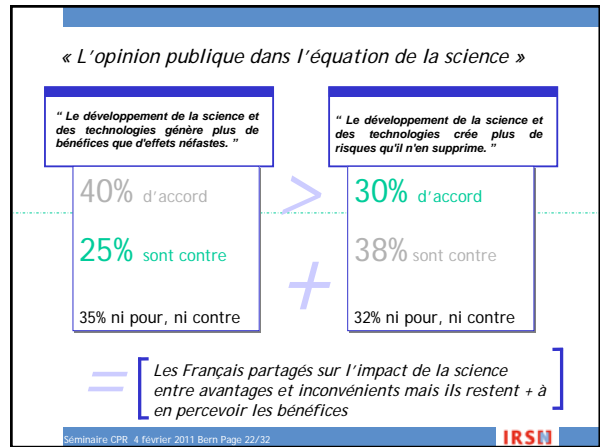
SECTEUR NUCLEAIRE :

Le risque nucléaire occupe toujours une **place de second plan** dans la hiérarchie des préoccupations des Français, mais ils s'inquiètent de plus en plus de **l'impact sanitaire et environnemental** de l'industrie nucléaire, et notamment de la gestion des déchets.

Séminaire CPR, 4 février 2011, Bern Page: 20/32 **IRSN**

L'opinion publique dans l'équation de la science

Séminaire CPR, 4 février 2011, Bern Page: 21/32 **IRSN**



« L'opinion publique dans l'équation de la science »

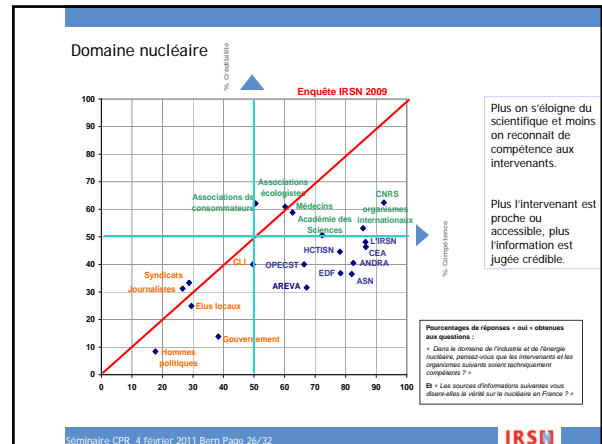
Constat

- Les Français s'intéressent aux avantages et inconvénients de la science
- Ils acceptent de vivre dans un monde avec des risques
- Il n'y a pas de crainte généralisée des risques
- Le public n'est pas ignorant

Mettre à mal les stéréotypes

- Toute résistance à la science vient d'une technophobie généralisée. « ils ont peur de tout. On ne peut plus rien faire »
- Le public ignore ce qu'est la science. Une plus grande connaissance l'ouvrirait aux progrès.
- Il faut présenter les avantages de la science et oublier les risques.

Séminaire CPR, 4 février 2011, Bern Page: 25/32 **IRSN**



Science et expertise scientifique

La transparence et le « partage de l'expertise » doivent être la règle

88% = « il faut mettre à la portée de tous une information compréhensible sur les risques des installations »

82% = « Dans leurs avis, les experts scientifiques doivent aussi présenter les points de désaccord »

Les Français veulent être impliqués dans le contrôle des risques

95% des personnes interrogées sont favorables au développement de structures de concertation pluralistes associant experts scientifiques, décideurs politiques, industriels, associations et citoyens

L'enquête contredit l'idée d'une crise de confiance dans la science et les experts

90% font plus ou autant « confiance en la science qu'il y a dix ans »
 60% pour dire que « les décideurs politiques ne s'appuient pas assez sur les experts scientifiques »

Séminaire CPR, 4 février 2011, Bern Page: 27/32 **IRSN**

EXPERTISE SCIENTIFIQUE :

Les Français ne veulent pas se substituer aux experts mais ils souhaitent une transparence accrue et veulent être impliqués dans le contrôle des risques.

La compétence scientifique reste le critère le plus important pour contrôler un risque mais les Français souhaitent aussi le développement de structures pluralistes.

Séminaire CPR, 4 février 2011, Bern Page: 28/32 **IRSN**

Réponses de l'IRSN aux exigences sociétales et juridiques

Séminaire CPR, 4 février 2011, Bern Page: 29/32 **IRSN**

L'ouverture et ses défis

- L'ouverture de nos travaux vise à construire avec les acteurs de la société, dans l'esprit du Grenelle de l'environnement, une compréhension partagée des enjeux complexes des situations à risques et des alternatives permettant d'y faire face.
- Elle contribue à renforcer la qualité et la visibilité de la contribution que l'Institut apporte aux décideurs publics et à la société en amont des décisions publiques.
- La mise œuvre concrète se fait en concertation avec les partenaires habituels que sont les autorités et les exploitants.
- L'IRSN prend des engagements précis et les partage publiquement avec tous les acteurs de la maîtrise des risques radiologiques et nucléaires avec la signature d'une « Charte de l'ouverture à la société »

Séminaire CPR, 4 février 2011, Bern Page: 30/32 **IRSN**

Trois engagements de la charte IRSN pour améliorer l'évaluation des risques à travers un dialogue renforcé avec la société

■ Accroître la transparence de ses travaux

Mise en ligne des synthèses des rapports de sûreté de GP, dispositions dans les contrats commerciaux, fiches sur des sujets médiatisés sur irsn.fr, portail envt

■ Partager ses connaissances.

Exemples des actions en milieu scolaire : ateliers lycéens, ifforme... Publications IRSN (doctrine et synthèse) - Soutien au film de Th. Johnson

■ Accompagner les acteurs de la société dans l'acquisition des compétences nécessaires à leur implication et construire avec eux l'évaluation des risques.

Exemple de l'action pilote environnement Loire, GEP Mines, le Cor et ses GT, CORE Santé, PRIME Montbéliard, groupe de suivi Tricastin..



CONCLUSION

- L'ouverture des processus d'évaluation et de décision est une exigence sociétale et juridique
- Tous les acteurs sont interpellés : associatifs, syndicats, élus, experts « institutionnels », industriels, autorités
- Un long chemin reste à faire mais le retour d'expérience montre qu'on peut réussir
 - à travailler ensemble à préparer la décision en éclairant les enjeux
 - à rendre ces décisions plus efficaces
- L'IRSN a engagé une démarche d'apprentissage basée sur des actions-pilotes et depuis 2009 sur les engagements pris avec sa Charte

Merci de votre attention

WWW.IRSN.FR
33 1 58 35 80 33



Titel des Referats:

Strahlenschutz- und Sicherheits-Kulturen: Von der Theorie zur Praxis

- **Rolf Michel** ist seit 1984 Professor für Strahlenschutz an der Leibniz Universität Hannover. Er war von 1999 bis 2006 Mitglied der deutschen Strahlenschutzkommission (SSK) und ist seit 2008 erneut Mitglied und Vorsitzender der SSK. 2008/2009 war er Präsident des deutsch-schweizerischen Fachverbandes für Strahlenschutz.


Schwerpunkte seiner Arbeit liegen in den Bereichen Strahlungstransport, Strahlungsnachweis und Radioanalytik, Produktion von Radionukliden in Kernreaktionen, Wechselwirkung der kosmischen Strahlung mit Materie und Radioökologie.



**Strahlenschutz- und Sicherheitskulturen:
 Von der Theorie zur Praxis
 (theoria cum praxi)**

Rolf Michel

CPR/KSR Séminaire de radioprotection / Strahlenschutz Seminar, 5.02.2011 in Bern
 Einfluss von radiologischen Ereignissen auf die Sicherheits- und Strahlenschutzkulturen



**Von der Theorie zur Praxis
 (theoria cum praxi)**


Wissenschaft zum Nutzen und Wohl der Menschen

Gottfried Wilhelm Leibniz
 1646 - 1716

„Die Billigkeit oder Nächstenliebe strebt nach etwas Höherem in dem Sinne, dass jeder seine eigene Glückseligkeit in der des anderen zu vermehren trachtet, indem er diesem nach seinen Kräften zu Hilfe kommt.“

Gottfried Wilhelm Leibniz,
 Vorwort zum Codex juris gentium diplomaticus, 1693/1700

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover



**Von der Theorie zur Praxis
 (theoria cum praxi)**

Wissenschaft zum Nutzen und Wohl der Menschen

Gottfried Wilhelm Leibniz
 1646 - 1716

„Auß dem, was ich vom herrn Leibenitz höre und sehe, muß er gar großen verstandt haben und dadurch ahngenehm sein. Es ist rar, daß gelehrte leutte sauber sein undt nicht stincken, und railerie verstehen.“

Herzogin Elisabeth Charlotte von Orleans (1652-1722)

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Inhalt

- Einfluss von radiologischen Ereignissen auf die Sicherheits- und Strahlenschutzkulturen
- Was ist Kultur?
- Kurz etwas zur Sicherheitskultur
- Was ist Strahlenschutzkultur?
- Eine Kulturleistung: Organisation und Struktur eines effektiven Strahlenschutzes
- Anforderungen an eine Strahlenschutzkultur
- Strahlenschutzkultur als Kultur der Strahlenschützer
- Der Kampf der Strahlenschutzkulturen!
- Optimistischer Ausblick eines Pessimisten

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Epistemologische „radiologische“ Ereignisse mit Relevanz für die Strahlenschutzkultur der Professionellen

1896	Röntgenstrahlungsschäden der Haut
1899	Therapie von Hautkrebs mit Röntgenstrahlung
1902	Hautkrebs als Folge der Röntgengeratitis
1907	Therapie von Hautkrebs mit Radium
1910	Experimenteller Beweis der Krebsinduktion durch Strahlung
1911	Beschreibung von 54 Fällen von Röntgenstrahlungskrebserkrankungen, Leukämie bei Radiologen und Chemikern
1918	strahleninduzierter Krebs durch Radium
1929	Knochenkrebs bei Radium-Leuchtzifferblattmalerinnen
1930	Experimenteller Beweis der Induktion von Leukämie durch Strahlung
1942	Strahlen-induzierter Schneeberger Lungenkrebs
1950er	Anscheinende Veränderungen des Geschlechtsverhältnisses bei Kindern der Überlebenden der Atombombenexplosionen und Beobachtung genetischer Effekte bei Säugetieren und Fruchtfliegen nach hohen Strahlendosen
1961	Genetische Effekte wurden überschätzt, aber ein Anstieg von Leukämie (später auch von soliden Tumoren) wird bei den Überlebenden der Atombombenexplosionen beobachtet.
1990	Anstieg von Schilddrüsenkrebs als Folge des Unfalls von Chernobyl
heute	Nicht-Krebserkrankungen als stochastische Strahlenschäden? Sind Katarakte auch stochastische Strahlenschäden?

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Epistemological radiological events

1895	Discovery of X-rays - Röntgen -
1896	X-ray lesions of the skin - Leppin -
1896	Discovery of radioactivity and radioactive elements – Becquerel & Curies –
1899	Therapy of skin cancer with X-rays – Stenbeck, Sjörgen -
1902	Skin cancer as a consequence of X-ray dermatitis - Friebe -
1910	Experimental proof of cancer induction - Marie –
1907	Therapy of skin cancer with radium – Wickham, Desgrais-
1911	Description of 54 cases of „X-ray cancers“ - Hesse -
1911	Leukemia incidence in radiologists and chemists - Jagie -
1918	Cancer induced by radiation of radium - Lazarus, Barlow -
1928	International Commission on Radiological Protection ICRP
1929	Bone sarcomas in dial painters - Martland & Humphries -
1930	Experimental proof of radiation-induced leukemia
1942	Radiation-induced Schneeberger lung cancer - Rajewski –
1950ies	apparent change in sex ratio of offspring of Japanese atomic-bomb survivors and observation of genetic effects in mammals and fruit flies after high doses
1961	Genetic effects may be overestimated, but increase of leukemia (later also solid cancers) among Japanese atomic-bomb survivors
##	stochastic non-cancer effects
##	Are cataracts also stochastic?

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Radiologische Ereignisse mit Relevanz für die Strahlenschutzkultur der Gesellschaft

- Röntgenstrahlen, Radium und die Medizin
- Hiroshima und Nagasaki, die oberirdischen Kernwaffenexplosionen, die globale Kontamination, der atomare Overkill
- Atoms for Peace: Placebo und Versprechen; die zivile Nutzung der Kernenergie, ...
- Kerntechnische Unfälle: Three Mile Island, Chernobyl ...
- Altlasten: Hanford, Majak, Uranbergbau, WISMUT, ...
- Unfälle, Nebenwirkungen und Risiken in der Medizin
- Strahlenunfälle und verlorene Quellen: Goiania, ...
- ...
- Leukämie bei Kindern & kerntechnische Anlagen: ..., KIKK, ...
- Asse: marodes Endlager; politisches Fanal der Unmöglichkeit der Endlagerung; Ursache von Leukämie und Schilddrüsenkrebs?


R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Einfluss von radiologischen Ereignissen auf die Sicherheits- und Strahlenschutzkulturen

Was ist Kultur?

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Fachverband für Strahlenschutz e.V.
German-Swiss Society for Radiation Protection (FS)
Member of the International Radiation Protection Association (IRPA)



Was ist und warum bemühen wir uns um eine Kultur des Strahlenschutzes?

R. Michel

StrahlenschutzPRAXIS 15 (2009) No. 4, pp. 36 – 51

Vortragsfolien unter:

www.zsr.uni-hannover.de

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Was ist Kultur?

Die Definition von Kultur wurde stark von dem amerikanischen Anthropologen Edward Tylor beeinflusst, der 1873 auf der Grundlage der darwinschen Evolutionstheorie eine erste an den Erkenntnissen der Naturwissenschaft orientierte Definition Kultur gab:

„Kultur oder Zivilisation im weitesten ethnographischen Sinn ist jener Inbegriff von Wissen, Glauben, Kunst, Moral, Gesetz, Sitte und alle übrigen Fähigkeiten und Gewohnheiten, welche der Mensch als Glied der Gesellschaft sich angeeignet hat.“

Obwohl Anthropologen noch weltweit Tylor's Definition von Kultur benutzen, hat sich im 20. Jahrhundert ein Verständnis von Kultur entwickelt, dass als zentrales und umfassendes Konzept der Kultur die universelle Fähigkeit des Menschen zugrunde legt, Erfahrungen zu klassifizieren und symbolisch zu kodieren und symbolisch kodierte Erfahrungen sozial zu vermitteln.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Die Begründung der Kultur entsteht aus dem Willen zum Leben.

Das Konzept, welches das Entstehen von Kultur verständlich macht und den Begriff klar eingrenzt, stellt die Kultur der Natur entgegen.

Damit ist als Kultur alles bestimmt, was der Mensch von sich aus verändert und hervorbringt, während der Begriff Natur dasjenige bezeichnet, was von selbst ist, wie es ist.

Der Mensch lebt in einer natürlichen Umwelt, die lebensfeindlich ist.

Der Kampf um die Lebensgrundlagen und ums Überleben muss unaufhörlich geführt werden.

Kultur stellt trotz der Aussichtslosigkeit dieses Kampfes die Weitergabe der Fähigkeiten an zukünftige Generationen sicher.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Der normative Aspekt von Kultur

- Der Begriff Kultur wird aber nicht nur beschreibend, sondern auch normativ verwendet.
- In diesem Sinne meint „Kultur“ nicht nur das, was Kultur darstellt wird, sondern auch das, **was sein soll**. Häufig werden moralische oder ethische Maßstäbe mit dem Kulturbegriff verbunden.
- Dabei ergibt sich jedoch die Schwierigkeit, dass verschiedene Kulturen unterschiedliche Auffassungen über moralische oder ethische Maßstäbe haben.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Kultur als anthropologisches Grundgesetz

Menschliche Gesellschaften sind für ihr Überleben und ihre Bedürfnisbefriedigung auf ihre kulturellen Fähigkeiten angewiesen.

Damit diese auch folgenden Generationen zur Verfügung stehen, muss eine Generation ihre Praktiken, Normen, Werke, Sprache, Institutionen an die nächste Generation überliefern.

Diese Traditionsbildung ist als **anthropologisches Grundgesetz** in allen menschlichen Gesellschaften anzutreffen.

Die **Notwendigkeit der Kulturbildung** ergibt sich in einem Bereich menschlicher Betätigung immer dann wenn Handlungen mit möglichem **Gewinn oder Verlust** verbunden sind.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Warum eine Kultur des Strahlenschutzes?

Weil wir sie zum Überleben brauchen!

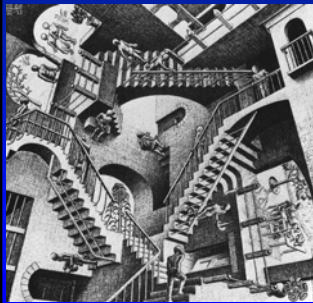
Die Notwendigkeit des Strahlenschutzes ergibt sich aus dem Wissen um die schädlichen Wirkungen ionisierender Strahlung. Strahlenschutz steht im Spannungsfeld zwischen diesen schädlichen Wirkungen und der Möglichkeit Radioaktivität und ionisierende Strahlung zum Wohle des Menschen zu nutzen.

Hier wird meist zuerst an die Anwendungen in der Kerntechnik und der Medizin gedacht. Es sei aber betont, dass die Anwendungen von Radioaktivität und ionisierende Strahlung weit über diese - zugegebener Maße wichtigen - Anwendungsbereiche hinausreichen.

Und nicht zuletzt sind Radioaktivität und ionisierende Strahlung natürlicher Weise allgegenwärtige Phänomene der oben so genannten „lebensfeindlichen“ Umwelt; auch hier ist Strahlenschutz notwendig.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Das Gebäude des Strahlenschutzes ist eine Kulturleistung.



Beträchtlicher Fortschritt wurde in den vergangenen 50 Jahren in allen Bereichen des Strahlenschutzes erreicht:

- Forschung und Medizin, Kernindustrie,
- konventionelle Industrien mit
 - Strahlenquellen & -feldern,
 - radioaktiven Tracern
 - NORM und TENORM Materialien.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Sicherheitskultur

- Historisch wurde die Bedeutung einer Sicherheitskultur durch den Unfall von Tschernobyl herausgestellt, in dem die Auswirkungen von Missmanagement und menschlicher Faktoren auf die Sicherheit eklatant deutlich wurden.
- Der Begriff "safety culture" wurde erstmals im "Summary Report on the Post-Accident Review Meeting on the Tschernobyl Accident" benutzt.
- Dieses Konzept wurde eingeführt als ein Mittel, um zu erklären, wie ein Mangel an Wissen und Verständnis über Risiko und Sicherheit durch eine Organisation und die in ihr Beschäftigten zur Katastrophe beitrugen.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Sicherheitskultur

Das Advisory Committee on the Safety of Nuclear Installations (ACSNI) beschreibt Sicherheitskultur als:

"The safety culture of an organization is the product of individual and group values, attitudes, perceptions, competencies and patterns of behaviour that determine the commitment to, and the style and proficiency of an organization's health and safety management."

Die Kultur des Strahlenschutzes kann zwar als ein Teil der allgemeinen industriellen Sicherheitskultur betrachtet werden, sie geht aber darüber hinaus, dort wo in der Medizin, der Forschung und im täglichen Leben Radioaktivität und Strahlung die Notwendigkeit des Strahlenschutzes begründen. Strahlenschutzkultur muss ein konsistentes System in allen Anwendungsbereichen bieten.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Was ist eine Kultur des Strahlenschutzes?

Ein erster Versuch einer Definition:

„Der Begriff "Strahlenschutzkultur" beschreibt, wie Strahlenschutz am Arbeitsplatz, in der Medizin und im täglichen Leben gesetzlich geregelt, verwaltet, durchgeführt, erhalten und wahrgenommen wird. Strahlenschutzkultur spiegelt die Einstellungen, Überzeugungen, Auffassungen, Ziele und Werte wieder, die Beschäftigte, Fachleute, Regulierungsbehörden und die Gesellschaft als Ganzes in Bezug auf den Strahlenschutz teilen.“

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

**Strahlenschutzkultur:
ein Zusammenwirken von vier Aspekten**

kategorisch/praktisch:
Anforderungen und Regeln
Systeme und Organisation
Verhaltensweisen

gesellschaftlich:
Kulturträger,
Kulturgemeinschaft,
Wahrnehmung



inhaltlich:
Einstellungen, Überzeugungen,
Auffassungen, Werte, Ziele

tradierend:
Pflege und Förderung,
Weitergabe von Inhalten,
Traditionsbildung,
historisches Bewusstsein

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

**Der Begriff „Strahlenschutzkultur“
beschreibt, ...**

... wie Strahlenschutz am Arbeitsplatz, in der Medizin und im täglichen Leben gesetzlich geregelt, verwaltet, durchgeführt, erhalten und wahrgenommen

Strahlenschutzkultur spiegelt die **Einstellungen, Überzeugungen, Auffassungen, Ziele und Werte** wieder, die **Beschäftigte, Fachleute, Regulierungsbehörden und die Gesellschaft als Ganzes** in Bezug auf den Strahlenschutz teilen

inhaltlich tradierend
kategorisch/praktisch gesellschaftlich

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Inhalte einer Kultur des Strahlenschutzes

Die Inhalte umfassen das, was als Einstellungen, Überzeugungen, Auffassungen (Erkenntnisse, Wahrnehmungen), Ziele und Werte das Fundament einer Strahlenschutzkultur bildet.

Die Akteure, i.e. Beschäftigte, Fachleute, Regulierungsbehörden und die Gesellschaft als Ganzes, sind unterschiedliche Player im Spiel des Strahlenschutzes mit zu definierenden Rollen, Interessen, Anforderungen und Eigenschaften.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Grundeinstellungen des Strahlenschutzes

Die Grundeinstellungen des Strahlenschutzes ergeben sich aus der **Janusköpfigkeit** von Radioaktivität und Strahlung.

Die Menschheit gebraucht einerseits Radioaktivität und Strahlung zum Wohl von Mensch und Umwelt.

Sie ist sich andererseits der Gefahren bewusst, die mit ionisierender Strahlung verbunden sind und erkennt Radioaktivität und Strahlung als unvermeidbare Teile unserer natürlichen Umwelt an.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Das fundamentale Konzept des Strahlenschutzes

Daraus ergibt sich das **fundamentale Konzept des Strahlenschutzes**, Mensch und Umwelt vor den Gefahren ionisierender Strahlung zu schützen, die Konsequenzen der Anwendungen zu minimieren und damit die Grundlage dafür zu legen, dass menschliche Handlungen mehr Gutes als Schädigendes verursachen.

Dies Konzept hat normativen Charakter und damit werden Ethik des Strahlenschutzes und Kultur des Strahlenschutzes zu einer untrennbaren Einheit.

Der IRPA Ethik-Code ist nur ein – allerdings wichtiger – Baustein dieser Ethik und viele Diskussionen werden sich noch um die ethischen Aspekte der Strahlenschutzkultur ergeben.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

R. Maushart, Basel (1994): Es wird die These vertreten ...

- Eine Ethik im Strahlenschutz wird nur stellvertretend für die eigentlich geforderte Ethik der Strahlenanwendung in Kerntechnik und Medizin entwickelt.
- Der Strahlenschutz hat keine Lobby, außer - wenn überhaupt - die Strahlenschützer selber.

R. Maushart zitierte die 1992 Sievert lecture von S. Silini, der auf die unterschiedlichen Dosisgrenzwerte zwischen Beschäftigten und Bevölkerung hinwies und dazu sagte:

"I would ... like to see a system in which each person is protected as a human being, irrespective of any working condition".

Silini, S., Ethical Issues in Radiation Protection, The 1992 Sievert Lecture, Health Physics 63 (1992) 139 – 148.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

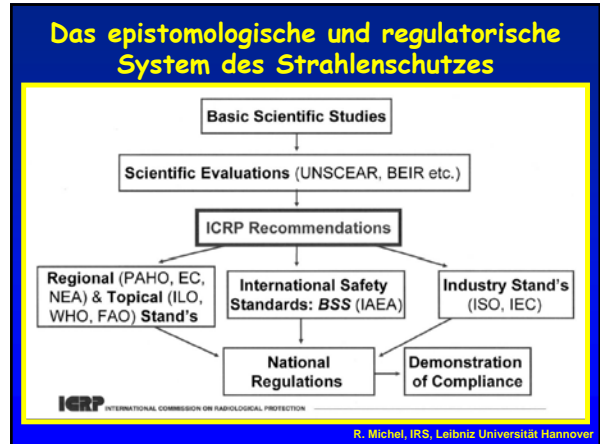
Grundeinstellungen im Strahlenschutz

- ❖ Strahlenschutz soll auf wissenschaftlicher Erkenntnis aufgebaut sein.
- ❖ Wenige fundamentale Prinzipien reichen aus, das Gebäude des Strahlenschutzes zu errichten.
- ❖ Es sind die schon lange bewährten Grundpfeiler des Strahlenschutzes, nämlich
 - das Prinzip der Rechtfertigung,
 - das Prinzip der Optimierung des Schutzes und
 - das Prinzip der Begrenzung.

Zwei weitere Prinzipien sind erst in neuerer Zeit als kategorische Handlungsprinzipien hinzugekommen und haben auch im Strahlenschutz grundlegende Bedeutung erhalten:

- das Prinzip der Nachhaltigkeit und
- das Prinzip der Vorsorge.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover



ICRP Value Judgements – Constraints & Equity

Utilitarian ethics <i>Judge actions by the consequences</i>	Deontological ethics <i>Some duties are imperative</i>
Justification <i>Do more good than harm</i>	Limitation <i>No individual unduly harmed</i>
Optimisation <i>Maximise good > harm</i>	Dose constraints <i>Increased equity = emphasise the individual</i>

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Überzeugungen

Aus den Grundeinstellungen ergibt sich die Überzeugung des Strahlenschutzes, **dass Radioaktivität und Strahlung in friedlicher Absicht zum Wohle von Mensch und Umwelt zu nutzen unter weitestgehender Vermeidung deterministischer Effekte und unter Minimierung stochastischer Schäden.**

Dies wird in allen Expositionssituationen, d.h. geplanten, existierenden und auch im Notfall, für sinnvoll erachtet.

Der Strahlenschutz muss auch darauf vorbereitet sein, in militärischen oder verbrecherischen Expositionssituationen, Schäden und Risiken nach Kräften zu minimieren.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Das Ziel ist klar:

- Mensch und Umwelt vor den schädigenden Wirkungen ionisierender Strahlung zu schützen und einen sicheren Umgang mit Radioaktivität und Strahlung zum Nutzen des Menschen möglich zu machen.
- Dies bedeutet im Klartext, **deterministische Effekte auszuschließen und stochastische Effekte unter Berücksichtigung des Einzelfalls und sozialer und ökonomischer Faktoren so gering wie möglich zu halten.**
- Übergreifende Ziele einer Kultur des Strahlenschutzes sollen dabei sein, den Strahlenschutz in ein umfassendes System des Risikomanagements zu integrieren und dieses kontinuierlich zu verbessern und weiter zu entwickeln.
- Dabei ist es erforderlich, alle Risiken frühzeitig und bei niedrigen Werten zu berücksichtigen und im Zusammenspiel aller Akteure bei aller notwendigen Spezialisierung ein globales Risikomanagement zu erreichen.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Umsetzung der Strahlenschutzkultur in der Praxis: der kategorische und praktische Aspekt

- Wie soll Strahlenschutzkultur gelebt werden und wie werden die Inhalte in die Praxis umgesetzt, d.h. wie Strahlenschutz
 - ❖ gesetzlich geregelt,
 - ❖ verwaltet und
 - ❖ durchgeführt wird.
- Es kann auf ein in der Sicherheitskultur inzwischen bewährtes Konzept zurückgegriffen werden.
- Dies ist ein bereits von Unternehmen und professionellen Gesellschaften erfolgreich angewandtes Schema einer zeitlichen und qualitativen Entwicklung der Sicherheitskultur.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

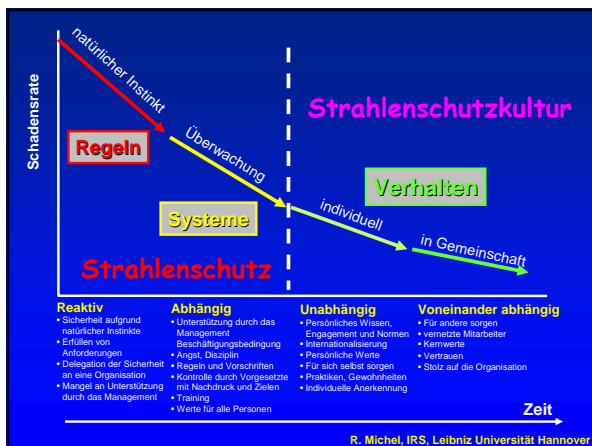
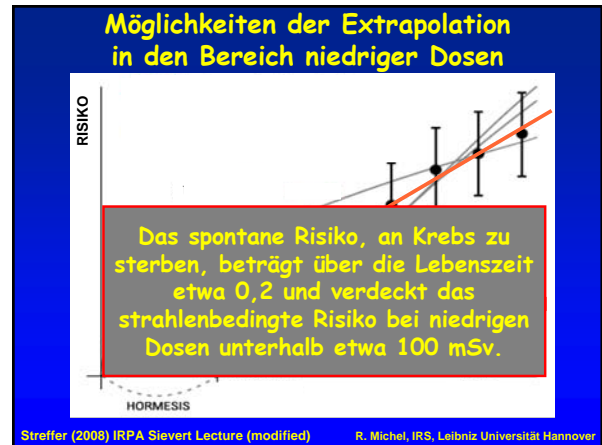


„Null Opfer“ und das Risiko stochastischer Schäden

In Anbetracht der Tatsache des stochastischen Charakters von Strahlenwirkungen steht der Strahlenschutz vor einem Problem, dass in der allgemeinen Sicherheitstechnik, wo man Opfer identifizieren und Tote zählen kann, so nicht existiert, nämlich, dass Schäden nicht prinzipiell vermeidbar sind und ein „Null-Risiko“ nicht erreichbar oder nicht nachweisbar ist.

Hier ist nach Auffassung des Strahlenschutzes die „**Linear-No-Threshold**“-Annahme (LNT) ein Werkzeug, das geeignet ist, auf der Basis verfügbaren Wissens einen sinnvollen und hinreichenden Strahlenschutz zu gestalten.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover



Entwicklung des Strahlenschutzes

Organisationen mit einer reifen Strahlenschutzkultur sollten charakterisiert werden durch eine Art der Kommunikation, die auf gegenseitiges Vertrauen, auf gemeinsame Überzeugungen bzgl. der Bedeutung von Sicherheit und das Vertrauen in die Effizienz vorbeugender Maßnahmen begründet ist.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Praktische Ausgestaltung des Strahlenschutzes

Das Konzept, dass Strahlenschutzkultur als etwas beschreibt, was letztlich in einer Gemeinschaft als Prozess gelebt werden muss, erfordert natürlich auch ganz allgemeine Überlegungen zur praktischen Ausgestaltung des Strahlenschutzes unter dem kategorisch/praktischen Aspekt von Strahlenschutzkultur.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Die Akteure

Um eine wissenschaftlich-technische und auch normative Kultur in der Praxis umzusetzen und am Leben zu erhalten, muss sie von allen Akteuren anerkannt, für Wert befunden, gelebt und an nachfolgende Generationen weitergegeben werden.

Aufgrund der Breite der Anwendung des Strahlenschutzes in praktisch allen Lebensbereichen sind hier sowohl professionelle Akteure als auch Akteure der allgemeinen Gesellschaft einzuschließen.

Dabei sind **professionelle Akteure** nicht nur reale Personen, die von Experten, Regulatoren und behördliche Amtsträger über die Praktiker bis zu den sonst beruflich tätigen Personen reichen, sondern auch juristische Personen wie Unternehmen, Fachinstitutionen und –gesellschaften und Kommissionen.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Noch größer ist die Liste der nicht-professionellen, gesellschaftlichen Akteure.

- Politiker,
- Unternehmer und Aktionäre,
- NGOs und Interessenverbände, Interessenvertreter (Stakeholder und Lobbyisten),
- Nicht im Strahlenschutz engagierte Fachgesellschaften,
- Gruppierungen und Parteien, Berufsverbände,
- Patienten,
- die Medien,
- Schulen, Universitäten und andere Ausbildungsstätten,
- die Mitglieder der allgemeinen Bevölkerung.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Kommunikation

Nicht zuletzt stellen wesentliche Aufgaben bei der Durchführung des Strahlenschutzes die interne Kommunikation unter allen Beteiligten und die externe Darstellung und Kommunikation mit der Gesellschaft dar.

Im Inneren ist Kommunikation eine Grundvoraussetzung jeglicher Zusammenarbeit im Team.

Das Ziel, Fehler nicht zu wiederholen, setzt vollständige Offenheit und Transparenz dieser Kommunikation voraus.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Kommunikation nach Außen

Kommunikation nach Außen folgt sicherlich dem alten Leitspruch:

Es nützt nicht Gutes zu tun, man muss auch darüber sprechen.

Sie sollte aber mehr sein.

Sie sollte als Plattform verstanden werden, sich zu Fragen des Strahlenschutzes in die gesellschaftliche Diskussion einzumischen.

Dazu gehört, sich immer wieder mit Minderheitsmeinungen auseinander zu setzen, falsche Aussagen im öffentlichen Raum richtig zu stellen und aktiv an den Diskussionen um die Fortentwicklung des Regelwerkes teilzunehmen.

Dabei sollte der Strahlenschützer als kompetent, transparent, offen und ehrlich wahrgenommen werden. Er sollte die Konsistenz der Strahlenschutzkultur im Inneren seiner Organisation mit Stolz nach außen vertreten.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Strahlenschutzkultur und Gesellschaft

Ein gesellschaftlicher Aspekt der Strahlenschutzkultur behandelt, wer in der Gesellschaft Kulturträger ist und wie die Strahlenschutzkultur von den unterschiedlichen Gruppen der Gesellschaft wahrgenommen und gelebt wird.

Aufgrund der historischen Entwicklung sind auch heute noch die **professionellen Strahlenforscher und Strahlenschützer** nahezu ausschließlich die **Kulturträger im Strahlenschutz**.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Strahlenschutzkultur und Gesellschaft

Die Gruppe der professionellen Strahlenschützer ist aber kein monolithischer Block mit gleichen Ansichten und Überzeugungen. Es handelt sich vielmehr eine lebende Gemeinschaft, in der kontrovers diskutiert und um Richtungen gerungen wird.

Dennoch gibt es ein relativ homogenes Meinungsbild und einen Mainstream des Strahlenschutzes.

Es existieren im Strahlenschutz allerdings auch Gruppierungen, die Außenseitermeinungen propagieren.

Dies sollte aber auch für eine Kultur des Strahlenschutzes kein Problem darstellen, sondern als wesentlicher Teil der lebenden Kultur angesehen werden.

Es ist auch eine Kulturleistung, wie man mit anderen Meinungen umgeht.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Traditionsbildung in der Zeit und im Raum

In der professionellen Gemeinschaft besteht die Wahrnehmung, dass weltweit die Anwendungen von Radioaktivität und ionisierender Strahlung in vielen Lebensbereichen zunehmen.

Dies benötigt eine Traditionsbildung in der Zeit und im Raum.

Dies wird nur funktionieren, wenn Strahlenschutzkultur aus dem professionellen Bereich heraus zu einem Teil unserer allgemeinen Kultur wird.

Das bedeutet, einen Weg zu finden, dass alle gesellschaftlichen Akteure die Grundeinstellungen, Ansichten, Werte und Ziele des Strahlenschutzes als Kulturleistung anerkennen und auch selbst übernehmen wollen.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Wahrnehmung des Strahlenschutzes in der allgemeinen Gesellschaft

- Die Realität der Wahrnehmung des Strahlenschutzes in der allgemeinen Gesellschaft ist ein Desaster.
- Dabei sind Strahlenschutzthemen in der Gesellschaft von hoher Aktualität.
- Allerdings werden sie vielfach von den unterschiedlichen Akteuren der Gesellschaft vielfach zur Verfolgung eigener - nicht dem Strahlenschutz zugehöriger - Absichten, Ziele und Zwecke angesprochen oder eingesetzt.
- Dabei wird auch vor Falschaussagen, die wissenschaftlich nicht haltbar sind, nicht zurückgeschaut.
- Dies hat zu einer weitgehend negativen Wahrnehmung des Strahlenschutzes in der Öffentlichkeit geführt.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Ursachenforschung

Bezeichnend für die Wahrnehmung von Fragen des Strahlenschutzes in unserer Gesellschaft ist die Darstellung in den Medien, die von ungeheurerlicher Verantwortungslosigkeit im Umgang mit wissenschaftlichen Befunden zeugt.

Hierzu einige Beispiele:

das Medien-Desaster.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Umweltradioaktivität: Risiko und Risikowahrnehmung

Das sieht bei der „künstlichen“ Radioaktivität schon ganz anders aus – womit wir bei der subtilsten Form von Wahrnehmung und von Risiko wären: Man kann denen nicht trauen... Und tatsächlich waren der Umschlag von Schock in Hypermoral seitens der tätigen Zauberehrliche und in tätige Reue seitens der Anwender nur von kurzer Dauer und eher programmatisch.

Korea und Cuba setzten den Faden schon in Brand, an dem das nukleare Schwert über aller Köpfe hing. Diese Angst war real, ebenso wie die vor Fall-out. Weltweit wurden nach „Trinity“ über 2000 Bombentests durchgeführt, mindestens ein Viertel davon in der Atmosphäre. Die „friedliche Nutzung“ der Kernkraft führte zu deutlicher Belastung von Ostsee, Irischer See, Skagerack und Nordatlantik (Cs-137 in Fisch als Indikator) und zu hohen zusätzlichen Belastungen durch Unfälle.

Dombrowski (2010)

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Umweltradioaktivität: Risiko und Risikowahrnehmung

Die bedeutsamste Komponente der Nukleartechnik, die Entsorgung, ist vorgeblich von technischer Warte aus „gelöst“, doch weckt gerade diese Behauptung die größten Bedenken: Wie viel Teller'sche Bedenkenlosigkeit braucht es, um „Lösung“ zu reklamieren? Wird sie je die erforderliche Dauer des zu Lösenden einlösen können? Das glaubt nicht einmal der Dummste.

Und selbst in jenem Bereich, in dem „Radioaktivität“ ihren größten Zuspruch erfährt, mehren sich die Bedenken, seitdem ans Licht kommt, dass manche Gesundheitssysteme mehr röntgen als andere, manche sogar weit mehr, als medizinisch nötig ist. „Um uns geht's denen da oben doch sowieso nicht...“, klingt es, als sei es nur Stammtisch.

Dombrowski (2010)

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Umweltradioaktivität: Risiko und Risikowahrnehmung

Wäre man vollständig „modern“, müsste man sich im Lichte veränderter Erfahrungsverteilung und neuen Wissens kontinuierlich reprogrammieren. Die Instrumente dazu liefern Psychologie, Verhaltens- und Lerntheorie, die Inhalte alle unsere Wissensbestände. Das aber bedeutete, beständig lernen und das Erlernte beständig überprüfen und sodann beständig gegen die Verfestigungen des Überkommenen anwenden zu wollen. Und es bedeutete ständige Kontrolle (man könnte auch „Qualitätssicherung“ sagen): Stimmen die Dinge noch? Die Erfahrungen, die Kenntnisse, die Beziehungen?

Da erscheint es angenehmer und vor allem anstrengungsloser, sich in feudale Gefolgschaft zurückfallen und einem Vertrauen den Vorzug zu geben, das keine Kontrolle kennt, sondern nur institutionelle Gewissheit. So überlässt man es „dem“ Staat, „der“ Regierung, „dem“ Chef – am liebsten in Erwartung des Guten, Gelingenden, Richtigen und der moralischen Gewissheit, ganz und gar enttäuscht sein zu dürfen, wenn aus fehlender Kontrolle alles ganz anders läuft als erhofft.

Dombrowski (2010)

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover



R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Stimmen der Medien zu Chernobyl

- „... 800 000 children are affected by Chernobyl which is likened to a past time nuclear attack“ Reuters: London, October 13, 1995
- „... impact of the accident is comparable to that of the Second World War ...“ UNESCO, Man and the Biosphere Series, Vol. 16
- „... about 9 million people affected400 000 forced to leave their homes with only their clothes on their backs 800 000 men worked inside the reactor for no more than 90 seconds ...“ UN Dept. of Humanitarian Affairs, DHA News, No. 16, Sep./Oct. 1995
- „... 1 million children had been severely deformed ...“ „Igor – child of Chernobyl“, British TV documentary
- „... 3,2 million people are victims of the accident, including 1 million children ...“ „... over 125 000 have already died ...“ UNIAI news agency, Kiev 23 December, 1995

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Stimmen der Medien zu Hiroshima

NDR 3 am 50. Jahrestag des Atombombenabwurfs:
 250 000 Spätfolgen in Hiroshima durch radioaktive Strahlung.

ARD Tagesschau vom 06.08.08:
 „... auch heute noch sterben an den Spätfolgen der atomaren Strahlung jährlich Tausende Japaner ...“.

Epidemiologie bis 2000*

1950 – 2000 zusätzliche Leukämiefälle:	93
zusätzliche solide Tumore:	479

* Preston et al., Radiation Res. 162 (2004) 377-389

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Das ALARA-Prinzip

- Das **ALARA-Prinzip** ist in der Öffentlichkeit weitgehend unbekannt und die LNT-Hypothese wird nicht verstanden.
- Die öffentliche Diskussion zeigt die gesellschaftliche Sehnsucht nach Null-Risiko mit absolut mangelnder Bereitschaft sich der Tatsache zustellen, dass es ein Null-Risiko in keinem Lebensbereich gibt.
- Die LNT-Hypothese erhält vor diesem Hintergrund den Charakter einer bedrohlichen Realität.
- Das **R** für reasonable in ALARA wird als ein unethisches Prinzip des Gewinnstrebens angesehen und als Ausdruck eines **R** für Risiko verstanden.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

... und Risiko kann man nicht einschätzen.

Es würde erfordern, Expositionen in ihrer Höhe einschätzen zu können und die daraus berechenbaren Risiken im Kontext anderer Risiken zu vergleichen.

Aber bereits die Quantifizierung von Expositionen misslingt. Kein normaler Mensch kann gefühlsmäßig die mehr als 10 Zehnerpotenzen von Dosen erfassen, auf denen sich unsere natürlichen und anthropogenen Strahlenexpositionen ereignen.

Auch die notwendige Unterscheidung zwischen Gy und Sv versteht niemand.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Einschätzungen von 81 Risiken in einem zwei-dimensionalen Faktorenraum

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Natürliche und anthropogene Strahlenexpositionen

Beispiele:

- durch die Kontamination der Umwelt mit I-129 ist in Deutschland mit einer Jahresdosis von ca. 6 nSv zu rechnen,
- die Ableitungen radioaktiver Stoffe aus Kernkraftwerken bewirken für die hypothetischen Referenzpersonen an den ungünstigsten Einwirkungsstellen Jahresdosen von weniger als 10 µSv pro Jahr,
- die natürliche Strahlenexpositionen liegen hoch variabel zwischen ca. 1 und 10 mSv pro Jahr und
- in der Therapie werden lokale Dosen von 500 Gy eingesetzt.

All dies kann ohne Ausbildung nicht verstanden werden.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Die Angst vor den Wirkungen geringer Strahlendosen

- Aus der im Strahlenschutz bewährten LNT-Hypothese ergibt sich vielmehr die Angst vor den Wirkungen geringer Strahlendosen.
- Es werden in der Öffentlichkeit Wirkungen von Dosen im Mikrosievert-Bereich diskutiert, ohne zu sehen, dass es diese geringen Strahlendosen in der Realität nicht gibt.
- Jedes neugeborene Kind hat bereits im Mutterleib eine natürliche Strahlendosis von etwa 1 Millisievert erhalten, bis zum 5. Lebensjahr werden die 10 Millisievert erreicht und bis zum 50. Lebensjahr werden 100 Millisievert überschritten.
- Jede zusätzliche Dosis aus anderen Quellen addiert sich auf diese natürliche Strahlenexposition und bewirkt mit ihr im Verein das Strahlenrisiko des Menschen.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Unverstandene Phänomene und Techniken

Die Kommunikationsprobleme im Zusammenhang mit Radioaktivität und Strahlung sind wesentlich dadurch beeinflusst, dass es sich – trotz der mehr als 100jährigen Geschichte – um neue und in der allgemeinen Gesellschaft unverstandene Phänomene und Techniken handelt, mit deren Risiken die Gesellschaft noch nicht umzugehen gelernt hat.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Kultur und neue Technologien

Jede neue Technologie, jede Anwendung neuer wissenschaftlicher Erkenntnis birgt Risiken und Chancen, die nur durch Kulturleistungen in eine sinnvolle Balance gebracht werden können.

Dies gilt für alle Bereiche, angefangen mit der Nutzung des Feuers durch den Menschen über mechanische Werkzeuge und chemische Werkstoffe und reicht bis zur Kernenergie, der Nutzung der Elektrizität und heute speziell des Mobilfunks bis hin zur Gentechnik.

Es ist stets ein langer Weg von anfänglicher Tabuisierung bis zur endgültigen Beherrschung.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Die ultimative Komplikation für die Wahrnehmung von Radioaktivität und Strahlung:

- Man kann sie nicht sehen, nicht riechen, nicht schmecken, nicht fühlen.
- Sie können zerstörerische Macht verleihen.
- Ihre Wirkungen können stochastisch sein.

Damit berühren Radioaktivität und Strahlung Urängste des Menschen.

R. IN EVERY ART B...UGHT THE FIRE
 O...MORTALS A MEAN...TO MIGHTY ENDS

Prometheus brachte den Menschen das Feuer.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Er wurde dafür von den Göttern schwer bestraft ...

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

... und die Menschen erhielten die Büchse der Pandora.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Das Problem ist nicht auf Radioaktivität und Strahlung beschränkt.

Genetechnik
 Mobilfunk
 Medizin
 Kernenergie
 Biologie
 Chemikalien
 Chemie
 Werkzeuge
 Physik
 Feuer

Wie der Mensch Risiken und Chancen wahrnimmt und auf sie reagiert, ist meist nicht rational, sondern ...

... wird weitgehend durch archetypische Festlegungen dominiert.

Symbole, mit denen Unerfahrungen belegt sind, siegen über die Tatsachen.

Die rechte Hirnhälfte siegt über die linke.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover



Kampf der Kulturen?

In der Diskrepanz zwischen der Strahlenschutzkultur der professionellen Akteure und der Wahrnehmung dieser Kultur des Strahlenschutzes in der Gesellschaft stellen sich die Fragen:

Gibt es mehrere Kulturen des Strahlenschutzes?

Gibt es unterschiedliche Kulturen im Strahlenschutz, die von den professionellen Akteuren oder Teilen der Gesellschaft vertreten und gelebt werden?

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Kampf der Kulturen?

Leider muss man diese Fragen bejahen.

- Es gibt im Strahlenschutz wie in allen Bereichen technischer Kulturleistungen, Gruppen der Gesellschaft, die die jeweiligen Errungenschaften grundsätzlich ablehnen und für einen Irrweg der Menschheit halten.
- Damit muss jede Gesellschaft leben. Die Entscheidung über die Rechtfertigung einer Kulturleistung ist ein gesellschaftlicher Prozess, der in demokratischen Gesellschaften durch Mehrheiten entschieden werden.
- Minderheiten sind zu tolerieren. Auch das ist eine Leistung unserer generellen, demokratischen Kultur.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover



Kultur des Strahlenschutzes zum Überleben

Wenn man die gesellschaftliche Wahrnehmung des Strahlenschutzes betrachtet, dann kann man schlussfolgern, **wir brauchen eine Kultur des Strahlenschutzes zum Überleben und um nicht in mittelalterliche Zustände zurückzufallen**, in denen Ängste und Glauben regierten und wissenschaftliches Schließen mit dem Scheiterhaufen belohnt wurde.

Diese Kultur auch in der Gesellschaft zu etablieren und die Gesellschaft zu einer Kulturgemeinschaft im Strahlenschutz zu machen, wird ein langer Weg sein.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover



Warum bemühen wir uns um eine Kultur des Strahlenschutzes?

- Um dem tradierenden Aspekt der Strahlenschutzkultur durch Pflege und Förderung des Strahlenschutzes und durch Traditionsbildung, Weiterentwicklung und Weitergabe gerecht zu werden.
- Dabei betrifft die Weitergabe nicht nur die Übermittlung an **zukünftige Generationen**, sondern auch die **räumliche Verbreitung** in neue Anwendungsbereiche und geografische Regionen.
- Die Weitervermittlung gleicher Strahlenschutzkultur in Länder, in denen die Anwendungen von Radioaktivität und ionisierender Strahlung gerade erst wachsen oder neu begonnen werden, macht die weltweite Weitergabe zu einem Top-Thema.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Warum bemühen wir uns um eine Kultur des Strahlenschutzes?

- Strahlenschutz ist derzeit eine kulturelle Errungenschaft der professionellen Akteure, die erst noch zu einer allgemeinen gesellschaftlichen Kulturleistung werden soll.
- **Eine enthusiastische Generation professioneller Strahlenschützer hat ein nicht immer bequemes, aber sicheres Haus des Strahlenschutzes gebaut.**
- Dieses Haus zu erhalten ist ein Ziel der Initiative um eine Kultur des Strahlenschutzes. Was nützt es kulturelle Errungenschaften zu erreichen, wenn sie nicht nachhaltig sind. Nachhaltigkeit hat dabei nicht nur den Aspekt des zeitlichen Erhalts, sondern auch der Weitergabe in der Fläche.
- **Die Nutzung von Radioaktivität und Strahlung nimmt weltweit dramatisch zu. Immer neue Anwendungen in der Medizin aber auch das gegenwärtige Wiederaufleben der Kernindustrie machen es erforderlich, die Kultur des Strahlenschutzes in neue Anwendungsbereiche, Unternehmen oder Länder weiterzugeben.**

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Der Weg zu einer Kultur des Strahlenschutzes

Um die Kultur des Strahlenschutzes nachhaltig zu erhalten, weiter zu verbreiten und weiter zu entwickeln, müssen wir versuchen, sie in einem globalen Ansatz in der allgemeinen Kultur und im Bewusstsein der Menschen verankern.

Dies bedeutet die Grundeinstellungen, Werte und Ziele der Kultur des Strahlenschutzes aus der professionellen Gemeinschaft heraus in die Öffentlichkeit zu tragen, für sie zu werben.

Dazu bedarf es eines langen Atems, um schrittweise möglichst viele Gruppen der Gesellschaft zu erreichen.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Kompetenzerhalt

Es erscheint bei aller Problematik eines drohenden Kompetenzverlustes im Strahlenschutz noch relativ klar, was zu tun ist, um die Kultur des Strahlenschutzes in die nächste Generation weiter zu geben.

Dies ist – angesichts des drohenden Kompetenzverlustes im Strahlenschutz – eine Herausforderung, der wir uns stellen müssen.

Neben diesem Kampf um den Kompetenzerhalt können wir Strahlenschutzkultur nur fördern, wenn wir sie als Prozess verstehen, der lebenslanges Lernen, Kommunizieren, Ausbilden und Lehren beinhaltet.

Da Radioaktivität und Strahlung nachhaltiger als der Mensch sind, ist es erforderlich, das Strahlenschutz von der kulturellen Leistung zur Selbstverständlichkeit menschlichen Verhaltens wird.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Uhren lassen sich nicht zurückdrehen.

- In der Geschichte der Menschheit hat der gesellschaftliche Rechtfertigungsprozess meist dazu geführt, dass das, was technisch möglich wurde, auch verwendet wurde – zum Nutzen und zum Nachteil von Mensch und Umwelt.
- Viele halten dieses Verhalten für unethisch.
- Wir müssen aber erkennen, dass dies eine wesentliche Eigenschaft des Menschen und seiner Entwicklung ist.
- Nur durch die Entwicklung von Kultur kann der Mensch die Waage von Nutzen und Schaden zugunsten des Nutzens neigen.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Kontinuierliche Weiterentwicklung

Der Aspekt der kontinuierlichen Weiterentwicklung menschlicher Erkenntnis und der daraus zu ziehenden Schlussfolgerungen ist für jede Kulturleistung unabdingbar.

Kultur ist kein Zustand, sondern muss ein Prozess sein.

Sich selbst genügende, stagnierende Kulturen sterben aus.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Der Mensch lebt in einer natürlichen Umwelt, die lebensfeindlich ist.

Der Kampf um die Lebensgrundlagen und ums Überleben muss unaufhörlich geführt werden und doch werden wir ihn alle verlieren.

Der Traum von der besten aller möglichen Welten, in der der Mensch in Harmonie mit Natur und Technik existiert, keine Spuren hinterlässt und risikofrei lebt, ist ein unrealistisch kulturoptimistischer Ansatz.

Albert Schweitzer hat den Kulturbegriff sehr eng an den Willen zum Leben geknüpft. Kultur ist damit ein Ausdruck der Lebensbejahung und Sinnsetzung. Nur durch kulturelle Leistungen hat der Mensch zu dem gebracht, was er heute ist. Mancher mag das beklagen.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Wir benötigen Strahlenschutz als Kulturleistung.

... Kulturpessimismus darf nicht Anlass sein, die Bestellung unseres Gartens zu vernachlässigen und das Notwenige zu tun.

Radioaktivität und ionisierende Strahlung sind allgegenwärtige Phänomene der Natur.

Die Nutzung von Radioaktivität und ionisierender Strahlung existiert und nimmt weiter zu.

Wir brauchen die Kultur des Strahlenschutzes zum Überleben und als Teil des Bestrebens, diese Welt zu einer lebenswerten Welt für Menschen zu machen!

Nicht handeln ist keine Lösung.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Kultur bedeutet Anerkennung der Realität



Pangloss:
Alle Ereignisse sind in der besten der möglichen Welten miteinander verkettet ...

Candide:
Das ist wohl gesprochen, aber es gilt unseren Garten zu bestellen

Voltaire, Candide (1759)

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover



The End

Sisyphos zwischen Persephone & Hades

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Titel des Referats:

Strahlenschutzkultur in Kernanlagen: Was lernen wir aus Vorkommnissen?


- S. Jahn ist seit 2001 Strahlenschutzsachverständiger bei der ENSI. Schwerpunkte seiner Arbeit sind die Koordination der Aufsicht in nuklearen Forschungsanlagen, die Anerkennung von Strahlenschutzausbildungen und andere Aufsichtstätigkeiten wie Inspektionen, das Erstellen von Gutachten und Freigaben, die Analyse von Vorkommnissen und das Erstellen von Richtlinien. Seit 2006 ist er National Contact Point für die Schweiz für die European Training and Education in Radiation Protection (EUTERP)-Plattform und wurde als Mitglied im Direktorium des Fachverbands für Strahlenschutz 2009-2010 gewählt.


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

Strahlenschutzkultur in Kernanlagen

Was lernen wir aus Vorkommnissen?

S.G. Jahn


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

Übersicht

- Begriffe
- Beispiel

Strahlenschutzkultur

Vorkommnisse


Was lernen wir aus Vorkommnissen bezüglich Strahlenschutzkultur?

Ergebnisse der Auswertung von Vorkommnisberichten

Was kann getan werden, um den Lerneffekt aus Vorkommnissen positiv zu beeinflussen?

Vorkommnisbearbeitung als tradierender Aspekt der Strahlenschutzkultur

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommnisse, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat 2 / 27


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

Begriffe


- Abweichung vom Normalbetrieb (KEV, StSV)
- Beinahe-Unfall (IAEA, IRS, WANO)
- Bagatell-Ereignis (IAEA, WANO)
- Betriebsstörung (KKW)
- Befund (KEV)
- Ereignis (KEV)
- Zwischenfall
- Unfall (R-103, R-100)
- Störfall, technischer oder radiologischer (StSV)
- Strahlenunfall (StSV)
- Notfall (VEOR, ...)
- Katastrophe, Desaster, GAU, Supergau (Medien)
- ...

Genereller Begriff im Aufsichtsbereich des ENSI:

Vorkommnis


Kriterien für Meldepflicht ENSI-Richtlinie B03

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommnisse, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat 3 / 27


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat


Strahlenschutzkultur in Kernanlagen

Sicherheitskultur in Kernanlagen



Beispiel: Überzeugung, dass der Strahlenschutz es ermöglicht die Kernenergie zum Wohle von Mensch und Umwelt zu nutzen

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommnisse, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat 4 / 27


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

Beispiel: Lucens-Havarie und Vorläufer


Literatur-Hauptquelle: „Geschichte der Sicherheitsaufsicht über die schweizerischen Kernanlagen 1960-2003“, Roland Naegelin
Weitere Dokumente: Bericht der Untersuchungskommission Lucens UKL

Vorläuferprojekt (1956-1958): Reaktor für das ETH-Fernheizkraftwerk

Auslegungscharakteristika:

- Kühlmittel: D₂O bei 190-220°C, 60 bar,
- Moderator: D₂O bei ca. 50°C, Atmosphärendruck
- Brennstoff: Nat. U-Metall
+ beschränkte Menge leicht angereichertem U
- Hüllrohr: Zirkaloy
- Containment: Blechhülle in Kaverne mit Druckablastung gegen den umliegenden Fels mit porösem Drainagebeton als Zwischenfüllung

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommnisse, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat 5 / 27


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

Beispiel: Lucens-Havarie und Vorläufer

Vorläuferprojekt: Reaktor für das ETH-Fernheizkraftwerk

- Externe Experten Gruppe (der OECE) verweist auf **günstige Merkmale**: Unterirdische Bauweise, gute Erfahrung mit Leistungsregelung durch Temperaturregelung des Moderators und **ungünstige Merkmale** exotherme Reaktion U-Metall - D₂O bei Hüllrohrschaden, keine Erfahrung mit D₂O unter erhöhtem Druck und Temperatur, Standort des Reaktors im Stadtzentrum
- Direktor des Fernheizkraftwerks **entgegnet den Bedenken** mit empirischem Vorgehen bei der Inbetriebsetzung („Try and Error“) mit ständiger Überwachung statt erweiterter Störfallanalysen, und dem Verweis, dass die Schweiz überall stark besiedelt sei
- **Wechsel der Projektleitung aus Finanzierungsgründen**: ETH-Schulrat (Fernheizkraftwerk Zürich) -> NGA, nationale Gesellschaft zur Förderung der industriellen Atomenergie (Versuchskraftwerk Lucens)

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommnisse, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat 6 / 27

Beispiel: Lucens-Havarie und Vorläufer

Literatur-Hauptquelle: „Geschichte der Sicherheitsaufsicht über die schweizerischen Kernanlagen 1960-2003“, Roland Naegelin
Weitere Dokumente: Bericht der Untersuchungskommission Lucens UKL

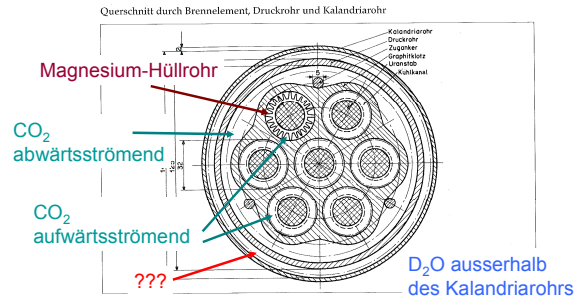
Versuchsatomkraftwerk Lucens (VAKL):

Auslegungscharakteristika:

- **Kühlmittel:** CO₂ bei 220-385 C°, 60 bar,
- **Moderator:** D₂O bei 30-80°C, Atmosphärendruck (und Graphitkörper bestehend aus mehreren Blöcken) leicht angereichertes U-Metall
- **Brennstoff:** Magnesium
- **Hüllrohr:** Blechhülle in Kaverne mit Druckablastung gegen den umliegenden Fels mit porösem Drainagebeton als Zwischenfüllung und einem zylinderförmigen Betoninnenring (Schutz der Blechhülle vor berstende Teile)
- **Containment:**

Beispiel: Lucens-Havarie und Vorläufer

Versuchsatomkraftwerk Lucens (VAKL):



Beispiel: Lucens-Havarie und Vorläufer

Vorversuch: KASIMIR (Untersuchung zum Verhalten des Lucens-Brennelements im Heliumkreislauf des DIORIT-Reaktors am EIR)

Auslegungscharakteristika:

- **Kühlmittel:** He bei 220-385 C°, 60 bar, (schlechtere Kühlkapazität als CO₂) CO₂ als umhüllender Kreislauf
- **Moderator:** D₂O bei 30-80°C, Atmosphärendruck (und Graphitkörper bestehend aus mehreren Blöcken)
- **Brennstoff:** leicht angereichertes Nat. U-Metall
- **Cladding:** Magnesium

Beispiel: Lucens-Havarie und Vorläufer

Vorversuch: KASIMIR Vorkommnis am 16. November 1966

- **Vorgeschichte:**
 - nach knapp 6 Monaten Betrieb
 - Leistungsabsenkung wegen Problemen mit der Aarewasserkühlung
- **Auslöser und Ablauf:**
 - Danach wurde die Leistung wieder rasch erhöht
 - Dabei stieg die Temperatur des He und der Druck im CO₂-Kreislauf extrem an, wodurch klar war, dass Teile der Magnesium-Hüllrohre und des Uran-Metalls geschmolzen sein mussten
- **Sofortmassnahmen:**
 - Reaktorschnellabschaltung
- **KSA verlangt Untersuchung** nicht nur der technischen Ursachen sondern auch der betrieblichen Anweisungen und Abläufe
- **Auswirkungen:**
 - CO₂-Kreislauf blieb intakt und dicht.
 - starke Kontamination einiger weniger Systeme,
 - aufwändige Aufräumarbeiten, Stillstand über 4 Monate

Beispiel: Lucens-Havarie und Vorläufer

Vorversuch: KASIMIR Vorkommnis am 16. November 1966

Direkte Ursache:

Durch die rasche Leistungserhöhung muss es zu einem Verkleben des Hüllrohrs im Graphitblock gekommen sein, wodurch der Graphitblock undicht wurde und das Kühlgas nicht mehr homogen zur Kühlung beitragen konnte (Kurzschluss des Kühlgases)

Ursprüngliche Ursachen und Befunde:

- Die Begrenzung der Aufheizgeschwindigkeit wurde falsch vorgegeben
- Frühere ungewöhnliche Aktivitäts- und Temperatur-Messdaten wurden nicht berücksichtigt, um den Versuch rechtzeitig abubrechen
- KSA hat das EIR gedrängt, dass die Verantwortlichen einen Verweis erhalten sollen

Abgeleitete Verbesserungsmassnahmen für den VAKL:

- Generell langsame Gradienten zum Anfahren, Abfahren und Leistungswechsel
- Vermeiden von Thermoschocks
- Sofortiges Entfernen von Hüllrohrschäden
- Genauere Überwachung der Kühlgasaustrittstemperatur

Beispiel: Lucens-Havarie

Versuchsatomkraftwerk Lucens (VAKL): Vorkommnis am 21.01.1969

Betriebsphase:

- Teilbewilligung für provisorischen Betrieb
- wenige Wochen Betrieb bei 60-100% Nennleistung 30 MW während der Inbetriebsetzungstests
- viele Stillstandsperioden wegen Nachrüstungen
- direkt vor Vorkommnis Stillstand > 2 Monate
- wenige Stunden nach Start, während des Anfahrens bei 40% Leistung

Ereigniserkennung und -ablauf:

- Aufgrund eines raschen Aktivitätsanstiegs im Kühlkreislauf und CO₂-Anstieg im Containment wurde auf ein Schmelzen eines BE mit Kühlmittelverlust in das Containment geschlossen



Beispiel: Lucens-Havarie (und Vorläufer)

Versuchsatomkraftwerk Lucens (VAKL): Vorkommnis am 21.01.1969

Sofortmassnahmen:

- Reaktorschneellabschaltung automatisch
- Isolation der Reaktorkaverne (Containments) durch Handschaltungen
- Messung der in die Umgebung freigesetzten Radioaktivität durch KueR und EIR wenige Stunden nach Vorkommnis

Departementchef setzte eine Untersuchungskommission (UKL) ein

Abschluss der Untersuchung mit UKL-Bericht, Juni 1979

Auswirkungen:

- 40 kg Uran geschmolzen (100% der Auslegungannahme)
- Edelgas-Freisetzung in das Containment = 100% der Auslegungswerte gemäss dem denkbar schlimmsten Unfall, I-131-Freisetzung = 1 %
- Freisetzung von I-131 ausserhalb des Containments und in der Umgebung messbar (trotz Isolation des Containments)
- Freisetzung in der Umgebung vernachlässigbar gering: Personendosen in der Umgebung höchstens 0,1 mrem (= 10 microSv)
- später durch Druckentlastung 5 mrem (0,5 mSv, hauptsächlich durch Tritium),
- Keine Angaben zu Dosis des Personals bei Aufräumarbeiten und Dekontaminationsarbeiten



Beispiel: Lucens-Havarie (und Vorläufer)

Versuchsatomkraftwerk Lucens (VAKL): Vorkommnis am 21.01.1969

Direkte Ursache

- Ein oder mehrere **korrodierte Magnesium-Hüllrohre** führten zur **Verstopfung von Kühlkanäle**
- Die Überhitzung einiger Spaltstoffstäbe führte zum **Schmelzen** des Urans und des Magnesiums
- **Exotherme Reaktion** des Kohlendioxids (und Restwassers) mit Uran
- Der Druckaufbau führte zur **Zerstörung** des CO₂-Druckrohrs, des D₂O-Rohrs (Kalandriarohrs) und der Berstscheiben des Kalandriatanks

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommnisse, KSR Seminar 2011

14 / 27

S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat



Beispiel: Lucens-Havarie (und Vorläufer)

Versuchsatomkraftwerk Lucens (VAKL): Vorkommnis am 21.01.1969

Ursprüngliche Ursachen:

- **Wasser aus einer undichten Sperrwasserdichtung** des Kühlgasumwälzgebläses war in das BE gelangt und hat während des 2-monatigen Stillstands zur Korrosion des Magnesium-Hüllrohrs geführt.
- Das **Problem mit den Sperrwasserdichtungen** trat schon im Sommer 1968 auf, der Betrieb musste wegen zu hoher Feuchtigkeit im CO₂ mehrfach unterbrochen werden
- Die **Ursache wurde nicht zeitnah untersucht**, erst nach der Havarie wurden mögliche Ursachen genannt:
 - zu häufige und zu starke **Wechsel der Betriebsbedingungen**
 - Wechsel auf eine modernere Dichtung mit bekannt grosserer Leckage, **ohne eigene Versuche** (da Versuchsstand nicht mehr existierte)
- Weitere Ursachen:
 - **Wegzug von erfahrener Personal**
 - **Umorganisation beim Gebläsehersteller**
 - **Unklarheit bezüglich Verantwortlichkeiten** bei der Übernahme des VAKL durch den Betreiber EOS vom Hersteller AGL



Beispiel: Lucens-Havarie (und Vorläufer)

Versuchsatomkraftwerk Lucens (VAKL): Vorkommnis am 21.01.1969

Zusätzliche beeinflussende (negative) Faktoren:

Containment war undicht, trotz sofort eingeleiteter Isolation, wegen

- **undichter Elektrokabeldurchführung wegen schlechter Zugänglichkeit und ungünstiger Bauweise der Abdichtungen (schlechte Ergonomie)**
- **zusätzlich eingebauter Entgasungsleitung ohne Änderungsantragsverfahren und Dokumentation**

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommnisse, KSR Seminar 2011

16 / 27

S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat



Sicherheitskultur

- Was kann aus Vorkommnissen über die Sicherheitskultur abgeleitet werden bzw. welche Ursachen zeigen Mängel in der Sicherheitskultur?

Vorkommnissen

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommnisse, KSR Seminar 2011

17 / 27

S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat



Internationale Dokumentation

- Vorkommnisursachen im Bereich der Sicherheitskultur wurden **vor** Tschernobyl sehr selten gesucht und analysiert (Ausnahme wie z.B. UKL-Bericht)
- **Seit** Tschernobyl zumindest unter Experten (INSAG-Berichte)
- **In den letzten zehn Jahren** nimmt die Bedeutung allgemein zu (siehe z.B. VGB-Leitfaden „Sicherheitskultur in deutschen Kernkraftwerken“, 1999), jedoch nicht in Verbindung mit Vorkommnisanalysen
- In IRS-Berichten (IAEA) **eher selten**, wenn dann auf der Ebene der Artefakte

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommnisse, KSR Seminar 2011

18 / 27

S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat



IAEA - IRS Guidelines (March 2010)

To meet the objective of the IRS, events/issues to be reported to the IRS should be selected according to the following general principles:

- ...
- Organizational or human factor issues such as a **degraded safety culture** at a plant,

Im Anhang: Definition of Safety Culture

- The assembly of characteristics and attitudes in organizations and individuals which establishes that, as an overriding priority, protection and safety issues receive the attention warranted by their significance.

Laut Aussage Sektion MEOS gibt es keinen zusammenfassenden Bericht oder statistische Aussage über Vorkommnisursachen, die auf Mängel in der Sicherheitskultur hinweisen !



Vorkommnisursachen im Bereich Sicherheitskultur

- Fehlendes Verantwortungsbewusstsein, unklare Verantwortungsdelegation
- Inadäquate Ausbildung, fehlende Erfahrung
- Fehlende Vorsorge, fehlende oder mangelhafte Planung
- Fehlende Überzeugung, dass Regeln und Vorschriften sinnvoll sind

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommnisse, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

20 / 27



Sicherheitskultur

- Wie kann die Sicherheitskultur einer Organisation im Hinblick auf den Umgang mit Vorkommnissen gestärkt werden?
- Wie kann das Personal einer kerntechnischen Anlage motiviert werden, die Vorkommnisbearbeitung bezüglich Sicherheitsgewinn ernst zu nehmen?
- Wie lernen wir aus Vorkommnissen? (Was ist Vorkommnisbearbeitung?)

Umgang mit Vorkommnissen

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommnisse, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

21 / 27



Wichtige Aspekte der Vorkommnisbearbeitung

- **Erkennen eines Vorkommnisses**
 - Definition von Betriebsgrenzen, Auslegung der Überwachung
 - Schulung der Mitarbeiter, was ist ein Vorkommnis (Spannbreite des Begriffs), woran erkennt man eine Abweichung, warum melden und untersuchen, Beispiele für schwierig zu erkennende Abweichungen
- **Alarmieren**
Feuerwehr, Sanität, Strahlenschutz, Kollegen etc.
- **Sofortmassnahmen** (StSV Art. 97)
Ausbreitung verhindern, Personen schützen, Kontaminationen und Inkorporationen kontrollieren, Dekontaminieren, Massnahmen zur Abklärung treffen
- **Melden** (StSV Art. 98)
betriebsintern an Vorgesetzte und zuständige Kontaktpersonen zur Behörde

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommnisse, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

22 / 27



Wichtige Aspekte der Vorkommnisbearbeitung

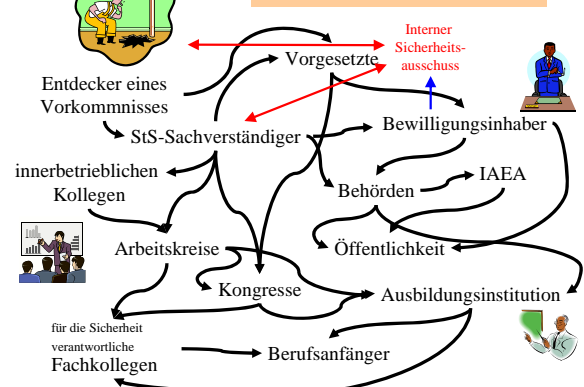
- **Untersuchen und dokumentieren** (StSV Art. 99)
 - Ablauf bzw. Befund
 - Auswirkung oder sicherheitstechnische Bedeutung (Risikozunahme)
 - Ursachen (direkte und ursprüngliche)
 - Verstärkende und dämpfende Faktoren
 - Wirkung der Sofortmassnahmen
 - Erkenntnisse (Lessons learned) und geplante Folgemaassnahmen
- **Folgemaassnahmen realisieren / Störfallvorsorge verbessern (KEV)**
 - Betriebsstörungen in die Planung von Vorhaben und Tätigkeiten mit einbeziehen (StSV Art. 6, 94-96)
- **Informieren**
 - Ausbilden und Instruieren aller Personen, für die die Erkenntnisse aus der Untersuchung in ihrem Aufgabenbereich nützlich sein können
 - Behörde informiert betroffene Personen, Kantone, Bevölk. (StSV Art. 100)

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommnisse, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

23 / 27



Die Wege der Information





Was ist für die Informationsverbreitung **nachteilig**?

- Unkenntnis über die Bedeutung von Vorkommnissen als wichtige Quelle zur Verbesserung der Sicherheit für sich selbst und für andere
- Blindheit gegenüber Abweichungen vom Normalbetrieb und Missständen (Aufmerksamkeitsdefizit)
- Geheimnistuerei, Verschlossenheit
- Tadel, Schuldzuweisungen und Strafen jeder Art
- Unfähigkeit zur Selbstkritik, Übersensibilität auf Kritik von aussen
- Unsachgemässe Weitergabe der Informationen
- Unverhältnismässige oder stark verzögerte Reaktionen auf Vorkommnisse
- Gartenhagdenken in beide Richtungen
 - bloss nicht jemandem ausserhalb des eigenen Aufgabenbereichs auf Missstände aufmerksam machen
 - sich nichts im eigenen Bereich von aussen kommentieren lassen
- Hierarchiedenken bezüglich Kommunikation
- Ignoranz gegenüber interkulturellen Unterschieden in der Kommunikation



Wie kann die Informationsverbreitung **positiv** gefördert werden?

- **Gemeinsame Überzeugung bilden:** Vorkommnisse sind eine wichtige Quelle zur Entdeckung von Schwachstellen bezüglich technischen (Auslegung, Instandhaltung) und organisatorischen (Prozesse und Personal) Sicherheitsmassnahmen
- **Gemeinsamer Bewertungsstab erarbeiten,** bezüglich der Wichtigkeit von Beinahe-, Bagatel- und nicht meldepflichtigen Vorkommnisse, da „richtige Vorkommnisse“ seltener werden
- **Einbindung aller Aspekte der Vorkommnisbearbeitung in die Betriebskultur** (z.B. periodische Info über Lessons Learned im Intranet)
- **Aufmerksamkeit bezüglich Erkennen von Abweichungen schulen,** den Sinn von Interventionsschwellen und Betriebsgrenzen verstehen
- **Vorbildfunktionen der Vorgesetzten** bezüglich Offenheit
- **Anonymisierung der Beteiligten**
- **Prämierung von Mängelmeldungen und Gegenmassnahmen**
- **Auffanggefässe für Meldungen aller erdenklichen Arten** installieren
- **Kritik an Prozessen ernst nehmen** und gegebenenfalls berücksichtigen
- **Querdenker** (im Sinne von gesamtheitlichen Denken) fördern



Resümee

- Als wichtiges Element der Strahlenschutzkultur/Sicherheitskultur ist die **Wahrnehmung und Analyse von Vorkommnissen** sowie die **Verbreitung von Erkenntnissen** daraus in der Kerntechnik teils etabliert teils ausbaufähig
- Dabei sind mit zu berücksichtigen:
 - Beinahe- und Bagatel-Ereignisse erweitern,
 - Betriebsintern keine Schuldzuweisungen,
 - Vorbildfunktion ernst nehmen,
 - Betriebsinterne MA, externe Fachkollegen (Fachverbände) und Behörden informieren
 - Bereitstellung der anonymisierten „Lessons Learned“ zur Ausbildung
 - Besprechung aktueller Vorkommnisse als ständiger Bestandteil von Fortbildungskursen
- Zeitraubende uneffektive Vorschriften zu Gunsten einer besseren Wahrnehmung und Verarbeitung von Vorkommnissen hinterfragen

Danke für ihre Aufmerksamkeit!



Informationsmaterial: Ursachen und Ursachenstatistik



- NRPB: "Ionising Radiations Incident Database: First Review of Cases Reported and Operation of the Database", National Radiological Protection Board 1999, ISBN 0 85951 436 6



Störfall-Ursache (IRID-Statistik)	Anzahl an Störfällen*
fehlerhaftes Verhalten	36
mangelhafte Bedienungsanleitung / Betriebsvors.	29
Fehlerh. Nutzung / Nichtverwendung Messgeräten	24
unsachgemässe Arbeitsüberwachung	22
mangelhafte Ausbildung	22
...	
Auslegungsfehler (schlechte Planung)	13
unsachgemässe Instandhaltung	13
externe Faktoren (z.B. Brand, Korrosion)	9
andere technische Fehler (Herstellungsfehler...)	7
...	
fahrlässige oder vorsätzliche Tat	4
unsachgemässe Schutzmittel/Schutzkleidung	0

Störfall-Ursache (Statistik aus Laboratorien in der Schweiz)	Anzahl an Störfällen*
fehlende oder inadäquate Planung, Auslegungsfehler	10
Mangelhafte Instandhaltung (Alterungsüberwachung, Funktionsprüfung,...)	8
Nichtbeachtung von Vorschriften (nicht durchgeführte Schutzmassnahme,...)	5
Ungenügende oder fehlende Kontrollmessung	5
Technischer Fehler (nicht weiter spezifizierbar)	3
Externe Faktoren (Blitzschlag, Sturm, Erdbeben, ...)	3
Ungenügende Vorbereitung, fehlerhafte Montage	3
Mangelhafte Betriebsvorschriften / Bedienungsanleitung	2
Fehlende Bezeichnung oder Markierung	2
Mangelhafte Ausbildung oder Instruktion	1

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommission, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

31 / 27
* insgesamt 25 Störfälle ausgewertet

Intelligenz
lässt sich daran messen, wie oft
Negatives erfahren werden muss,
bevor daraus **gelernt** und
eine **Gegenmassnahme** getroffen wird

2. Ansatz zur Bestimmung von
kognitiven Fähigkeiten in der Tier-Verhaltensforschung

**Beispiel 2:
Überschreitung eines Ortsdosisrichtwerts**

- Ablauf:**
Bei der Auswertung von TL-Dosimetern wurde eine Ortsdosis 1.18 mSv ausserhalb kontrollierter Zonen in einem Laborraum innerhalb von 3 - 9 Monaten festgestellt.
- Auswirkung:**
 - Es konnte gezeigt werden, dass keine nicht beruflich strahlenexponierte Person eine Dosis > 1mSv erhalten hat (kein Strahlenunfall), da sich niemand im angrenzenden Labor permanent aufhielt.
 - Artikel 59a StSV war eingehalten (ODL pro < 0,1mSv/ Woche).
 - Ein abgeleiteter betriebsinterner Richtwert (ODL 1 mSv/Jahr) wurde überschritten.

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommission, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

33 / 27

**Beispiel 2:
Überschreitung eines Ortsdosisrichtwerts**

- Direkte Ursache:** Lagerung von radioaktiven Abfällen an der Zonengrenze ohne Abschirmung
- Indirekte Ursache:** Fehlende Strahlenschutzplanung, Unangemessene Überwachung
- Folgemaassnahmen:**
 - Aufbau einer Abschirmung
 - Einzonung des benachbarten Raums in die kontrollierte Zone

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommission, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

34 / 27

**Beispiel 3:
Dosisgrenzwertüberschreitung gemäss TLD**

- Ablauf:** Die Auswertung eines persönlichen Dosimeters einer ber. str. expo. Person ergab eine Dosis von ca. 15 mSv innerhalb der Bilanzierungsdauer. Der betreffende Mitarbeiter konnte nachweisen, dass er persönlich nicht diesem Strahlenfeld ausgesetzt war. Das TLD der folgenden Bilanzierungszeit ergab ungefähr die gleiche Dosis. Dies führte zur Dosisgrenzwertüberschreitung.
- Ursache:** Das Dosimeter wurde vom MA nicht wie vorgeschrieben nach Verlassen der kontrollierten Zone in der betrieblichen Dosimeterablage abgelegt, sondern nach Hause genommen und dort in einer Keramikschale mit Uranglasur abgelegt.
- Folgemaassnahme:** Nochmalige Instruktion sämtlicher MA die offiziellen Dosimeterablagen benützen.

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommission, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

35 / 27

Beispiel 4: Freisetzung von Radioaktivität auf Übungsbrandplätzen

Ereignis/Befund/Ablauf:

- Bei Routine-Dichtheitstests wurde Kontamination an der Aussenseite einer Strahlenquelle gefunden, welche aus einem verschraubten Stahlrohr gefüllt mit Cs-137 in Form von Salzen (Marke „Eigenbau“) bestand

Abklärung beim Strahlenschutz-Verantwortlichen:

- Es gab mehrere solcher Quellen, die für die Ausbildung von AC-Zügen der Feuerwehr verwendet wurden und in den jeweiligen Brandherden versteckt wurden
- Über die ursprüngliche Aktivität gab es keine verlässlichen Angaben, aus den Dosisleistungsmessungen konnte eine Aktivität von rund 6 GBq abgeschätzt werden
- Es lag nur eine Bewilligung für Co-60-Quellen für diese Art von Einsatz vor, jedoch keine für diese Cs-137-Quellen

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommission, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

36 / 27

Beispiel 4: Freisetzung von Radioaktivität auf Übungsbrandplätzen

Radiologische Auswirkungen:

- Es wurden an zwei Übungsbrandplätzen kontaminierte Bodenflächen (16 qm und 20 qm) mit bis zu 0,3 MBq/cm² gemessen
- Das Transportfahrzeug war mit bis zu 1,5 kBq / cm² kontaminiert
- Insgesamt wurden 30 MBq Cs-137 freigesetzt (ca. 3 m³ radioaktives Material mussten der Entsorgung radioaktiver Abfälle zugeführt werden)
- Angeblich gab es keine Inkorporation bei den Auszubildenden (Nachweis der Ganzkörpermessung nicht vorhanden), die externe Bestrahlung war vernachlässigbar

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommission, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat 37 / 27

Beispiel 4: Freisetzung von Radioaktivität auf Übungsbrandplätzen

Direkte Ursachen:

- Durch den Einsatz im Feuer gab es an den Hüllrohren Risse und die Quellen wurden undicht. Durch die mehrfache Bewegung, Stösse und Löschversuche (Wasserberieselung) trat Radioaktivität aus

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommission, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat 38 / 27

Beispiel 4: Freisetzung von Radioaktivität auf Übungsbrandplätzen

Indirekte Ursachen (Schwachstellen):

- Der unsachgemässe Einsatz basiert auf der Missachtung von mehreren Regeln:
 - Verwendung von Quellen ohne Bewilligung
 - Verwendung von nicht zertifizierten Quellen für den Einsatz ausserhalb kontrollierter Zonen
 - Einsatz von nicht zertifizierter Quellen unter extremen Bedingungen
 - Mangelnde Kontaminationskontrollen nach dem Einsatz unter extremen Bedingungen
- Überheblichkeit, fehlende Weiterbildung des Ausbilders

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommission, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat 39 / 27

Beispiel 4: Freisetzung von Radioaktivität auf Übungsbrandplätzen

Folgemassnahmen

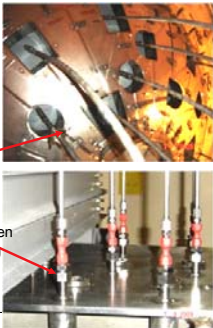
- Verbot für den Einsatz rad. Quellen ausserhalb der kontrollierten Zonen, bis alle Quellen überprüft waren
- Strafrechtliches Verfahren gegen den verantwortlichen Strahlenschutzbeauftragten wegen Fahrlässigkeit
- Erstellung einer Betriebsinternen Weisung über die Inventarisierung, Zertifizierung, Ausleihe, sicheren Einsatz, Entsorgung und Überprüfung der Quellen, Benennung von Quellenbeauftragten
- Schulung der Quellenbeauftragten
- Neubesetzung der Stelle des Ausbilders

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommission, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat 40 / 27

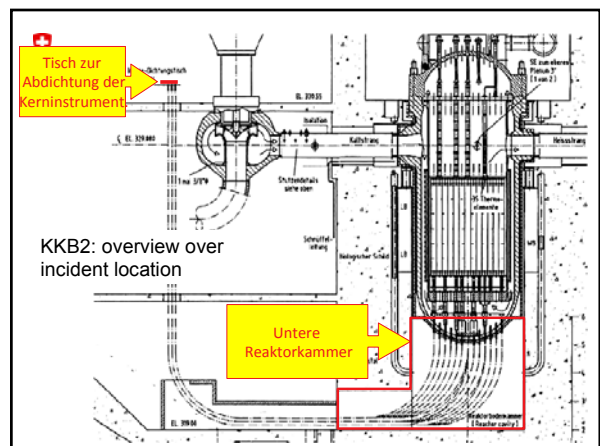
Beispiel 5: Dosisgrenzwertüberschreitung bei zwei Personen im KK-Bezau 3.8.2009

Ereignisablauf

- Am 31 Juli 2009, wurde KKB Block 2 für die Jahresrevision abgefahren
- In dieser Revision war ein Dichttest des Primärkühlkreislauf geplant
- Vorbereitungsarbeiten für diesen Test:
 - Installation von fernbedienbaren Kamera mit dazugehöriger Beleuchtung im Raum unterhalb des Reaktordruckgefäss (reactor cavity room)
 - Herausziehen von Innenrohren der hochaktivierten Kerninstrumentierung zur Neutronenflussmessung aus dem Reaktorkern (Tisch zur Abdichtung der Kerninstrument)



Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommission, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat



Beispiel 5: Dosisgrenzwertüberschreitung bei zwei Personen im KK-Beznau 3.8.2009

- In der ursprünglichen Arbeitsplanung waren diese beiden Tätigkeiten klar zeitlich voneinander getrennt mit einem Kontrollschritt dazwischen (Absperrung und Abschirmung der Reaktorkammer)


```

      graph LR
      A[work under vessel] --> B[locking room and checking shielding]
      B --> C[in-core tubes drawing]
      
```
- Die Zeit für die Abchtung der Innenrohre war zu knapp geplant


```

      graph LR
      A[work under vessel] --> B[locking room and checking shielding]
      B --> C[IN-CORE tubes drawing]
      style C fill:#f00,stroke:#f00
      
```
- Um dieses Problem zu beheben wurde der Beginn des Innenrohrziehens nach auf einen früheren Zeitpunkt verschoben ohne den Konflikt mit den Arbeiten in der Reaktorkammer zu erkennen


```

      graph LR
      A[work under vessel] --> B[locking room and shielding check]
      B --> C[IN-CORE tubes drawing]
      style B fill:#f00,stroke:#f00
      style C fill:#f00,stroke:#f00
      
```

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommnisse, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat 43 / 27

Beispiel 5: Dosisgrenzwertüberschreitung bei zwei Personen im KK-Beznau 3.8.2009

- Before starting the job inside reactor cavity the dose rate was monitored by RP-controller (around 1.5 mSv/h)
- RP-controller admitted the worker to enter the cavity to start installation of light
- Whilst the two employees were working in resp. in front of the room under the reactor pressure vessel, the inner tubing was withdrawn from the reactor pressure vessel
- Withdrawal of in-core thimbles causes rapidly increase of dose rate in the reactor cavity room
- test shows 2.8 Sv/h with two tubes withdrawn

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommnisse, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat 44 / 27

Beispiel 5: Dosisgrenzwertüberschreitung bei zwei Personen im KK-Beznau 3.8.2009

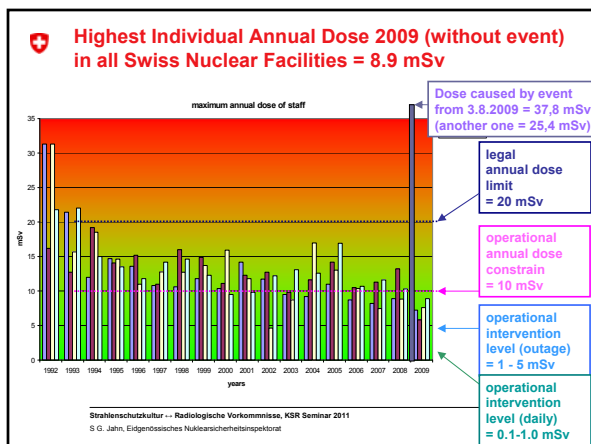
- Only by chance the conflict was recognized by the radiation protection coordinator on duty - who had no knowledge of the changes in the schedule
- RP coordinator alarmed the person inside the cavity who left the scene as quickly as possible (resulting 37.8 mSv)
- RP coordinator commanded the RP controller to monitor the dose rate
- RP controller used the monitor in an inadequate manner and was too close to the source for around 20 sec (25.4 mSv)

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommnisse, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat 45 / 27

Beispiel 5: Dosisgrenzwertüberschreitung bei zwei Personen im KK-Beznau 3.8.2009

Messungen zur Verifikation der Dosisrate innerhalb der unteren Reaktorkammer

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommnisse, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat 46 / 27



Beispiel 5: Dosisgrenzwertüberschreitung bei zwei Personen im KK-Beznau 3.8.2009

Sicherheitstechnische Bedeutung:

- Mehrere Schutzmassnahmen versagten
- Nur durch einen glücklichen Zufall (Aufmerksamkeit des zuständigen Strahlenschutztechnikers) wurde so schnell gehandelt, dass die Strahlendosen keine deterministische Gesundheitsschäden verursachten
- Das Ereignis wurde als INES Level 2 Vorkommnis eingestuft, da der gesetzliche Grenzwert in zwei Fällen überschritten wurde
- Ein ähnliches Vorkommnis wurde von Tricastin-1 (Frankreich) im Jahr 1999 berichtet (IRS-Report 7367)

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommnisse, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat 48 / 27



Beispiel 5: Dosisgrenzwertüberschreitung bei zwei Personen im KK-Beznau 3.8.2009

Ursachen und weitere Faktoren (1)

- **The safety checks** offered by the computer based **planning tool are not used**
→ No interlocking of tasks with conflict potential
- **Misleading declaration of task chronology**
→ predecesing tasks as a successor with negative time interlacing
→ conflict with predecessor was not recognized with manual checking
- **No update of outage schedule** was performed with the planning tool at the actual change
→ outage schedule was different to the actual task chronology



Beispiel 5: Dosisgrenzwertüberschreitung bei zwei Personen im KK-Beznau 3.8.2009

Ursachen und weitere Faktoren (2)

- **No involvement of all relevant departments** in the safety check when changing the outage schedule
→ in particular no consulting of radiation protection department
- **Bad documentation and distribution of the change information**
- **Not enough on-the-job experience** by radiation protection worker
→ Radiation protection worker finished training course some month before he worked first time at KKB
- **Inadequate determination of responsibilities** (function splitting) in area of radiation protection
→ Different persons are responsible for coordination and clearance of tasks → In case of communication errors the complete picture gets lost



Beispiel 5: Dosisgrenzwertüberschreitung bei zwei Personen im KK-Beznau 3.8.2009

Ursachen und weitere Faktoren (3)

- **inadequate using of electronic personal dosimeter**
→ no adjusting of the alert level (normal setting 1 mSv/h) to actual dose rate (around 1.5 mSv/h)
→ the dosimeter alerts from beginning of work
→ no reaction on emergency signal
- **missing technical measure** to avoid withdrawing whilst the cavity room is open



Beispiel 5: Dosisgrenzwertüberschreitung bei zwei Personen im KK-Beznau 3.8.2009

Ursachen und weitere Faktoren (4)

- **missing permanent dose rate sensor** with optical and acoustical signalisation of high dose rate
- **inadequat use of handheld dose rate monitor to verify radiological situation** → RP Controller went with handheld dose rate monitor into radiation area instead of using a telescopic dosimeter.
(maybe wrong human reaction under stress condition)



Beispiel 6: Reaktorunfall Tschernobyl 26. April 1986

Verwendete Literatur:

- UNSCEAR 2000 Report http://www.unscear.org/unscear/en/publications/2000_2.html
- INSAG-7 „The Chernobyl Accident: Updating of INSAG-1“ Vienna, 1992
- Chernobyl Catastrophe and Consequences, J. Smith and N.B. Beresford (Springer 2005)
- Tschernobyl: Auswirkungen auf die Bodensee-Region, G. Linder u. E. Recknagel (Thorbecke 1988)



Beispiel 6: Reaktorunfall Tschernobyl 26. April 1986

Zeitliche Abfolge des Unfalls

- Bei einem Test stieg wegen des Dampfblasen-Effekts die nukleare Leistung leicht an.
- **Nach ca. 40 s wurden vom Personal alle Abschaltstäbe gleichzeitig in den Reaktor eingefahren**

- Darauf stieg die Leistung in 3 s auf das 100-fache

- 2 Explosionen waren im Kommandoraum hörbar:

Der Dampfdruck zerfetzte zunächst die Kühlkanäle und die Inertgashülle.

Eine Knallgasexplosion zerstörte den Reaktorkern und das Reaktorgebäude. Die 1000 Tonnen schwere obere Platte wurde mehrere Meter angehoben. Heisse Teile wurden herausgeschleudert und brannten.

**Beispiel 6:
Reaktorunfall Tschernobyl 26. April 1986**

Strahlenschutzkultur – Radiologische Vorkommission, KSR Seite 5
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

**Beispiel 6:
Reaktorunfall Tschernobyl 26. April 1986**

Zeitliche Abfolge des Unfall

- Der Reaktor brannte 10 Tage

- Freisetzung von ca. 5% des gesamten Radioaktivitätsinventars von ca. 10^{19} Bq, = ca. 100 fachen der Hiroshima-Atombombe

Strahlenschutzkultur – Radiologische Vorkommission, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

**Beispiel 6:
Reaktorunfall Tschernobyl 26. April 1986**

- Die Radioaktivität wurde durch die heisse Luft (Kamineffekt) in eine Höhe von ca. 2000 m getragen
- Winde trugen die radioaktive Rauchwolke über die gesamte Nordhalbkugel.

Strahlenschutzkultur – Radiologische Vorkommission, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

**Beispiel 6:
Reaktorunfall Tschernobyl 26. April 1986**

Auswirkungen

- durch Fallout und Washout betroffene Zonen mit 30 km Ring und 60 km Ring

Figure VII. Surface ground deposition of cesium-137 in the immediate vicinity of the Chernobyl reactor [1]. (24). The distances of 30 km and 60 km from the nuclear power plant are indicated.

Strahlenschutzkultur – Radiologische Vorkommission, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

**Beispiel 6:
Reaktorunfall Tschernobyl 26. April 1986**

Auswirkungen

Personen der Notfallorganisation, wie z.B. Feuerwehrlente, die nach ihrem Einsatz in Krankenhäusern behandelt wurden

Grad der akuten Strahlen-krankheit	Dosisbereich (Gy)	Personenzahl	Todesfälle bis Ende 1986
Kein Befund	< 0.8	103	0
Leicht	0.8 – 2.1	41	0
Mittel	2.2 – 4.1	50	1
Schwer	4.2 – 6.4	22	7
Sehr schwer	6.5 -16	21	20
Gesamt		237	28

* Dosen wurden durch Anzahl an geschädigten Chromosomen im Blut ermittelt, da Dosimeter fehlten bzw. Messbereich überschritten war
 ** Nach 1986 starben weitere 11 Personen an den Auswirkungen akuter Strahlenschäden

**Beispiel 7:
Reaktorunfall Tschernobyl 26. April 1986**

Auswirkungen

Liquidatoren: freiwillige? Helfer zur Absicherung des Reaktors und Beseitigung der Kontamination

- Gesamt ca. 600.000 – 800.000
- davon 226242 Personen direkt auf dem Reaktorgebiet und in der 30 km – Zone mit einer Kollektivdosis 14070 Pers.-Sv
- 713 Personen erhielten Dosen > 500 mSv
- Insgesamt werden bei einer linearen Dosis-Wirkungsbeziehung maximal 1500 Krebsfälle bei den 800.000 Personen gerechnet

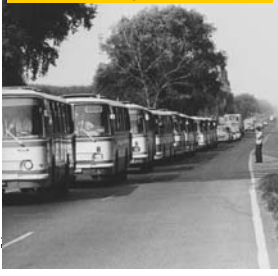
Strahlenschutzkultur – Radiologische Vorkommission, KSR Seite 5
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

**Beispiel 7:
Reaktorunfall Tschernobyl 26. April 1986**

Auswirkungen
evakuierte Bevölkerung

- Insgesamt wurden 116317 Personen aus der 30 km-Zone und weiteren Ortschaften evakuiert (49360 aus Pripjat)
- Mittlere Dosis 10 und 50 mSv
- Die Kollektivdosis wird mit 3800 Pers. Sv interne und externe Dosis + 55000 Pers. Sv Schilddrüsendosis abgeschätzt
- Bei konservativer Annahmen: Ca. 400 tödliche Krebsfälle (1986-2026) erwartet ohne Schilddrüsenkrebs

Am 27 April 1986 wurde die Bevölkerung der Stadt Pripjat (49360 Personen) innerhalb weniger Stunden komplett evakuiert. 1200 Busse wurden eingesetzt



**Beispiel 6:
Reaktorunfall Tschernobyl 26. April 1986**

Auswirkungen: Stark betroffene Gebiete in Osteuropa

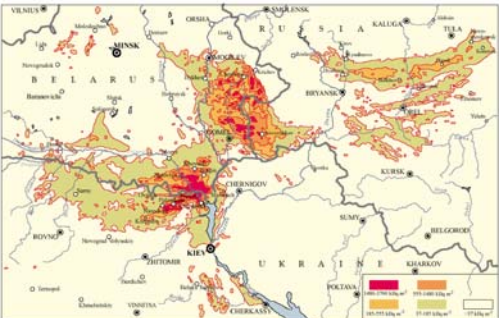


Figure VI. Surface ground deposition of caesium-137 released in the Chernobyl accident (1). (2)

**Beispiel 6:
Reaktorunfall Tschernobyl 26. April 1986**

Auswirkungen
Bevölkerung in den stark betroffene Gebiete in Osteuropa

- Ca. 5 Millionen Menschen in Gebieten mit mehr als 37 kBq/m² Cs-137-Fallout
- Diese erhielten eine Dosis von im Mittel 10 bis 20 mSv im Zeitraum 1986-2002 (etwa 70 % der Gesamtdosis E_∞)
- Selbstversorger (Jäger) in ungünstigen Situationen bis zum 100-fachen
- Bei konservativer Annahme (lineare Dosis-Wirkungsbeziehung) 0,3 % Erhöhung der Krebsmortalitätsrate (entspricht ca. 4000 Krebsfälle)
- ca. 4000 Schilddrüsenkrebsfälle wurden in den stark betroffenen Gebieten von 1986-2002 gezählt, dies sind mehr als bislang abgeschätzt
- Massnahmen bei Schilddrüsenkrebs: Operation, Bestrahlung und Medikamente
- Von den 4000 Schilddrüsenkrebsfälle waren bislang 15 nicht heilbar
- Psycho-Soziale Auswirkungen: Neben den tatsächlichen medizinischen Diagnosen Leiden die Menschen vor Angst, Armut, Arbeitslosigkeit, Perspektivlosigkeit, Unselbständigkeit ...

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommission, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

**Beispiel 6:
Reaktorunfall Tschernobyl 26. April 1986**

Direkte Ursachen: Auslegungsfehler, fehlerhafte Bedienung
Ursprüngliche Ursachen:

- Der Zusammenhang zwischen Dampfblaseneffekt und Wirksamkeit des Abschalt-Systems war für das Personal undurchsichtig
- Die Betriebsvorschrift war eine widersprüchliche, ungeeignete Vorschrift
- Die Planer und Betreiber der RBMK-Reaktoren sind offenbar Opfer der eigenen Propaganda und der überwiegend guten Betriebserfahrungen geworden
- Ungenügende Selbstkritikfähigkeit, fehlende Offenheit, kein Informationsaustausch zwischen verschiedenen Stellen, ungenügende Ausbildung, fehlende unabhängige Aufsicht

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommission, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

**Zusammenfassung der häufigsten Ursachen:
Umgang mit geschlossene Quellen**

Direkte Ursachen:

- Unabgeschirmte Verwendung bzw. Lagerung
- Freisetzung durch unsachgemässen Umgang
- Verlust
- Freisetzung durch Alterung der inaktiven Hülle
- Unsachgemässe Entsorgung

ursprüngl. Ursachen, zusätzliche Faktoren:

- Fehlende oder schlechte Verantwortungsdelegation
- Mangelhafte Strahlenschutzplanung
- Mangelhafte Kontrolle der Umgangsparameter
- Fehlende Kontrolle der Dosisleistung, der Dichtheit, ...
- Fehlende Instruktion der MA über den Umgang
- Mangelhafte Inventarisierung
- Überschreitung der max. Gebrauchsdauer

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommission, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat

**Zusammenfassung der häufigsten Ursachen:
Umgang mit offenen Quellen**

Direkte Ursachen:

- Freisetzung durch unsachgemässen Umgang bzw. Lagerung
- Kontaminationsverschleppung durch unachtsamen Umgang
- Unzulässige Abgabe an die Umwelt
- Unsachgemässe Entsorgung

ursprüngl. Ursachen, zusätzliche Faktoren:

- Mangelhafte Schutzmittel, Apparaturen, Messgeräte
- Fehlende Kontrolle der Kontamination
- Umgang in nicht ordentlich ausgestatteten Räumen, Gebäuden
- Fehlende oder schlechte Planung
- Ungeeignete oder fehlende Vorschriften
- Fehlende Ausbildung bzw. mangelhafte Instruktion der MA
- Fehlende oder schlechte Verantwortungsdelegation

Strahlenschutzkultur -- Radiologische Vorkommission, KSR Seminar 2011
S.G. Jahn, Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat



Zusammenfassung der häufigsten Ursachen Empfang und Versand von Quellen

Direkte Ursachen:

- Dosisleistungsüberschreitung durch unsachgemässe Verpack.
- Überschreitung des max. zulässigen Aktivitätsinventars
- Freisetzung durch unsachgemässe Verpackung bzw. Umgang
- Kontaminationsverschleppung durch fehlende Kontrolle
- Unsachgemässe Bezettelung
- Fehlerhaft Angaben auf den Transportpapieren

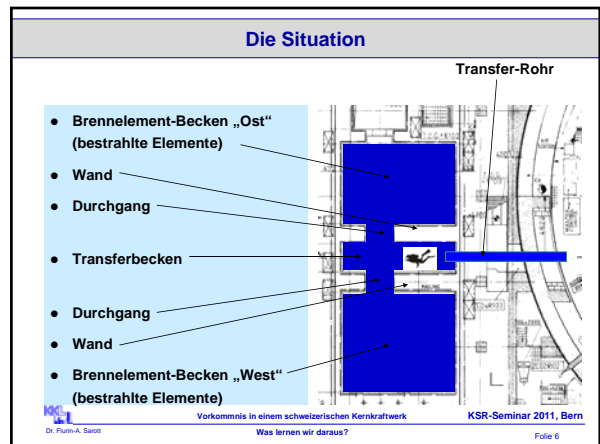
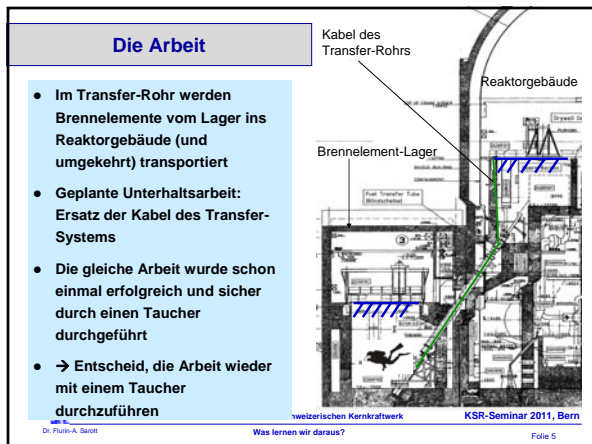
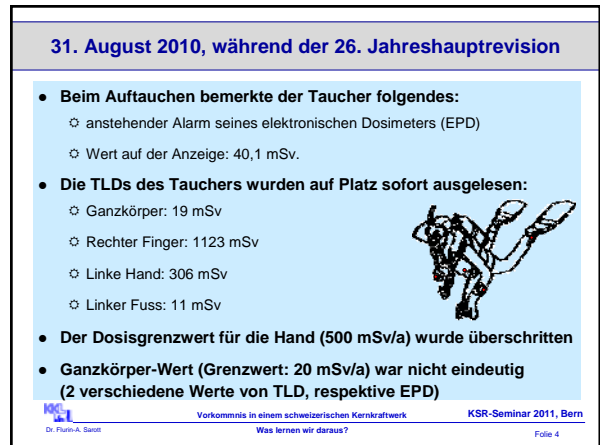
ursprüngl. Ursachen, zusätzliche Faktoren:

- Mangelhafte Kontrolle der radiologischen Parameter vor der Verpackung
- Dilettantische Kontrolle der Verpackung
- Fehlende Ausbildung bzw. Instruktion der MA über den Umgang
- Unterschätzung der Komplexität der Transportvorschriften
- Schlechte (meist zu späte) Planung und Vorbereitung des Versands
- Fehlende oder schlechte Verantwortungsdelegation, Kommunikation
- Inadequates QM-System

Titel des Referats:

Vorkommnis in einem schweizerischen Kernkraftwerk - Was lernen wir daraus?

- **Flurin-Andry Sarott** hat nach seiner Promotion in anorganischer Chemie an der Universität Zürich von 1989 bis 1995 am Paul Scherrer Institut auf dem Gebiet der Sicherheit bei der Endlagerung radioaktiver Abfälle gearbeitet. Seit 1995 ist er im Kernkraftwerk Leibstadt tätig. Seine aktuelle Funktion ist Leiter der Abteilung Überwachung (Strahlenschutz, Chemie, Entsorgung von radioaktiven Abfällen, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz). Er ist Strahlenschutzsachverständiger und Mitglied der Eidg. Kommission für Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität, KSR.



Die Überprüfung (vor Beginn des Kabeltausches)

- Überprüfung der Dosisleistung mit Unterwasser-Messsonde. Durchgeführt vom Taucher am Arbeitsplatz (Messpunkte 1 – 6)
- Ablesen der Werte an der Oberfläche, am Strahlenschutz-Posten
- Werte von Messpunkten 1 - 6 wie erwartet: keine Gefahr



Messung mit: Unterwasser-Messsonde, Thema: Prüfung, Rev. Nr.: 10/2011

Station	Messpunkt	Reaktion	Messwert	Abweichung
1	1	0	0	0
2	2	0	0	0
3	3	0	0	0
4	4	0	0	0
5	5	0	0	0
6	6	0	0	0

Die Vorbesprechung

- Die Becken-Durchgänge standen offen für den Nachfluss von kaltem Wasser (Hitze-Schutz für den Taucher)
- Dem Taucher wurde verboten, die Durchgänge zu passieren: bestrahlte Brennelemente auf der anderen Seite → hohes Risiko
- Dem Taucher wurde **nicht** verboten, unidentifizierte Objekte anzufassen
- Dem Taucher wurde **nicht** gesagt, sich strikt im überprüften Bereich des Transfer-Beckens aufzuhalten
- Mit dem Taucher wurden die spezifischen Anforderungen für das Tauchen besprochen (Luftzufuhr, Kommunikations-Regeln etc.)

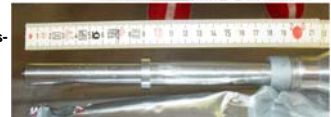
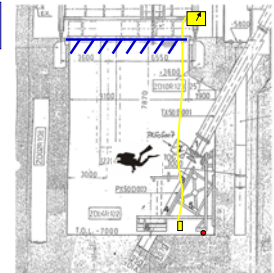
Was ist passiert?

- Während eines Arbeitsunterbruchs entdeckte der Taucher ein nicht identifiziertes Objekt,
- er fragte den Tauchüberwacher, was zu tun sei,
- er wurde angewiesen, das Objekt in seinen Korb zu legen
- Während der Korb gehoben wurde, alarmierte die Raumstrahlungsüberwachung (Korb noch unter Wasseroberfläche). Die Anzeige des Teletectors am Becken-Rand war erhöht.
- Der Korb wurde wieder tiefer abgelassen
- Der Taucher verliess das Becken



Das Objekt

- Kontakt-Dosisleistung überschreitet 100 Sv/h
- Als oberstes Stück eines Drytubes identifiziert (= Gehäuse von Neutronen-Monitoren im Reaktorkern). Hoch-aktiviert durch Neutronenfluss
- In schwer zugänglichem Teil des Beckens gefunden
- Kann wegen Platz- und Orts-Verhältnissen nicht durch Unterwasser-Messsonde gefunden werden.



Die Abschirmung

- Abschirmung durch Wasser ist sehr effektiv
- Keine Dosisleistung ab Distanz > 1.4 Meter zum Drytube
- Quelle ist mit Dosisleistungsmessung sehr schwer lokalisierbar
- Extrem hohe Dosisleistung, sobald Quelle nah genug am Körper
- Zunahme der Dosisleistung passiert sehr schnell

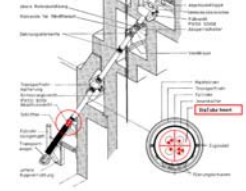


Der Taucher

- Hatte keine Symptome akuter Bestrahlung
- Wurde ärztlich überwacht
- Wurde von Arbeit mit Strahlenbelastung ausgeschlossen
- Wurde psychologische Hilfe angeboten
- Der Kraftwerksleiter sprach ihm persönlich sein Bedauern über den Vorfall aus
- Wurde durch einen erfahrenen Experten der Aufsichtsbehörde über biologisch-radiologische Aspekte informiert
- Langzeitfolgen sind nicht zu erwarten

Wie kam das Drytube dorthin?

- Drytubes wurden während der JHR2006 entfernt und im Reaktorbecken in Stücken zurechtgeschnitten
- Manche Stücke waren etwas länger als der Einsatz für das Transfer-Rohr
- Während des Kippvorgangs wurde sehr wahrscheinlich das oberste Stück eines Drytubes abgeschert
- Das betroffene Stück Drytube lag also seit 2006 auf dem Grund des Brennelementbeckens



Vorkommnis in einem schweizerischen Kernkraftwerk

KSR-Seminar 2011, Bern

Dr. Flurin A. Sauter

Was lernen wir daraus?

Folie 13

Versäumnisse

- Der Verlust von hoch-radioaktivem Material wurde nicht bemerkt
- Das verlorene Stück Drytube wurde nicht entdeckt
- Der Alarm des EPD's wurde von Luftblasengeräuschen übertönt
- Keine Fernüberwachung der Strahlung während Tauchen
- Kein Auftragspapier für die Entfernung des Drytubes
- Daher wurde der Strahlenschutz bei dieser Arbeit (Drytube-Entfernung) nicht involviert
- Die Risiken von fremdem Material wurden nicht bewertet
- Die Anweisung von Unterhaltsarbeiten verlangt generell das Aufräumen des Arbeitsplatzes



Vorkommnis in einem schweizerischen Kernkraftwerk

KSR-Seminar 2011, Bern

Dr. Flurin A. Sauter

Was lernen wir daraus?

Folie 14

Korrekturmassnahmen, Stand Ende Dezember 2010

- Die Drytube-Stücke werden in einem abgeschlossenen Behälter transportiert (erledigt)
- Es wird eine Anweisung für den Umgang mit losem Material in Becken erstellt
- Der akustische Alarm des EPD's wird auf den Kopfhörer des Tauchers geleitet
- Am Körper des Tauchers wird Teledosimetrie installiert
- Es wird eine Prozedur für das Überwachen und Wieder-Auffinden von gefährlichem Material erstellt
- Eine verbesserte / umfangreichere Vorbesprechung wird in die Wege geleitet



Vorkommnis in einem schweizerischen Kernkraftwerk

KSR-Seminar 2011, Bern

Dr. Flurin A. Sauter

Was lernen wir daraus?

Folie 15

Stellungnahme der Aufsichtsbehörde

Die Aufsichtsbehörde liess mittels Modellrechnung ermitteln:

- Ganzkörperdosis: **28 mSv**
- Handdosis: **7500 mSv**
- Das Ereignis wurde als INES 2 eingestuft „Belastung eines Arbeiters über den Gesetzlichen Limiten“
- Die Aktivität des Drytubes wurde durch Modellrechnung auf 1.8 TBq (50 Ci) bestimmt.
- Alle Unterwasserarbeiten müssen permanent auf Monitor von einem Mitarbeiter des Strahlenschutzes überwacht werden.
- Unbekannte Objekte dürfen nur mit einem Werkzeug gehandhabt werden
- Überprüfung der Dosisrate über den Arbeitsbereich hinaus, auch mit Unterwasser-Handmessgeräten



Vorkommnis in einem schweizerischen Kernkraftwerk

KSR-Seminar 2011, Bern

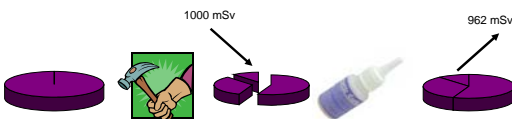
Dr. Flurin A. Sauter

Was lernen wir daraus?

Folie 16

Nebenschauplatz: das zerbrochene TLD

- Das Finger-TLD des Tauchers ist durch mechanische Belastung während des Gebrauchs gebrochen
- Das zerbrochene TLD wurde mit Sekundenkleber repariert und dann wie „normal“ ausgewertet
- Diese Prozedur wurde verifiziert:



Vorkommnis in einem schweizerischen Kernkraftwerk

KSR-Seminar 2011, Bern

Dr. Flurin A. Sauter

Was lernen wir daraus?

Folie 17

Dank an meine Kollegen

Andreas Ritter
und
Lars Kämpfer

für die Mitarbeit bei der Verfassung
dieses Präsentation



Vorkommnis in einem schweizerischen Kernkraftwerk

KSR-Seminar 2011, Bern

Dr. Flurin A. Sauter

Was lernen wir daraus?

Folie 18

Titre de l'exposé :

Organisation des tirs gammagraphiques à EDF - REX basé sur les événements significatifs

- **Bernard Le Guen** est Directeur délégué Radioprotection Sécurité à la direction production nucléaire d'EDF et membre du groupe permanent radioprotection de l'autorité de sûreté nucléaire française (ASN). L'orientation de sa carrière de médecin, ancien interne des Hôpitaux de Paris, vers la radiothérapie et la recherche en biologie moléculaire, puis de radioprotectionniste, expert européen sur les questions de contamination interne, ancien directeur du laboratoire de radiotoxicologie d'EDF font de lui l'interlocuteur privilégié comme conseiller médical et scientifique pour toutes les problématiques liées à la radioprotection et sa culture.

Contrôle radiographique EDF / DPN

Une
EXCELLENCE
Recherchée

Bernard LE GUEN
Jean-Claude LEONARD

Radiographie Industrielle EDF DPN

La gammagraphie en France

- Un fournisseur principal d'appareils (Cegelec)
- Environ 200 autorisations d'utilisation
 - -700 appareils utilisant de l'Ir-192
 - -50 appareils utilisant du Co-60
- Pas d'accident « grave » depuis plusieurs années ... mais des événements significatifs radioprotection
- A l'étranger, plusieurs incidents illustrant les conséquences désastreuses d'une perte de contrôle des sources de gammagraphie.

Radiographie Industrielle EDF DPN

Un exemple : accident de Dakar et Abidjan – 3 juin au 4 août 2006

- A Dakar, dans une filiale d'un groupe français, une source est restée dans un flexible sans que les opérateurs ne s'en rendent compte
- La source non protégée est restée plusieurs semaines dans les locaux de l'entreprise
- Début août, la télécommande avec son flexible sont transférées par avion à Abidjan
- Dans la nuit du 3 au 4 août, l'équipe ivoirienne s'aperçoit de la présence de la source

Radiographie Industrielle EDF DPN

Un exemple récent: Dakar et Abidjan – 3 juin au 4 août 2006

- Quatre personnes transférées à Percy: l'une d'entre elles présente des signes d'irradiation sévère, à la fois hématologiques et cutanés
- Expertise afin de déterminer l'exposition réelle de l'ensemble des travailleurs potentiellement concernés pour donner des traitements adaptés
- Il s'agissait d'un gammagraphe de type TIF distribué par la société MDS Nordion en Belgique. Les appareils de type TIF sont interdits d'utilisation en France depuis 1989 car non conformes au décret n°85-968

Radiographie Industrielle EDF DPN

Contrôle radiographique EDF DPN

Technique de contrôle non destructif, essentiellement par gammagraphie, qui permet d'apprécier des défauts d'homogénéité dans les organes

Collimateur Source

Film

Image du défaut

2009

- 5541 permis délivrés
- environ 25000 tirs/an

Radiographie Industrielle EDF DPN

Contrôle radiographique EDF DPN

Impact d'une source ponctuelle nue en fonction de la distance

Ir 192		2200 GBq		60Ci
--------	--	----------	--	------

2 mSv 6 s

0,50m

DED 1,2 Sv/h

2 mSv 24 s

1,00m

DED 300 mSv/h

2 mSv 40 mn

10,00m

DED 3 mSv/h

Radiographie Industrielle EDF DPN

Contrôle radiographique EDF DPN

Délimitation d'une zone d'opération. Balisage de chaque accès à cette zone
Accès interdit aux personnes ne faisant pas partie de l'équipe de tir.

Le balisage est une activité qui peut sembler simple mais qui est fondamentale en terme de prévention, elle est de la responsabilité de l'équipe intervenante.

7

Contrôle radiographique EDF DPN

Historique

2001 CNPE du BLAYAIS
Irradiation d'un radiologue lors d'un tir radio (environ 16mSv)

- Le radiologue est entré dans le local sans avoir réinséré la source dans le gammagraphe pour récupérer les cassettes de film afin de les envoyer au développement.
- Il n'a pas effectué de mesure avec un radiamètre avant d'entrer dans le local.
- Nuit de tir chargé (11 tirs de réalisés)
- Port d'une surtenu de protection de la contamination surfacique
- Les dosimètres utilisés n'étaient pas équipés d'alarme sonore.

Suite à cet événement significatif

- Port d'un dosimètre à alarme sonore sur Débit d'Equivalent de Dose pour chaque intervenant de l'équipe de tir.
- Etude sur le travail des radiologues réalisée par l'Université de Bordeaux avec le CNPE du BLAYAIS. (Etude GARRIGOU)
- Définition et mises en œuvre de Pratiques Performantes
 - Permis de tir standardisé sur le parc
 - Méthode commune d'analyse avec pesage des tirs
 - Plans de balisage : constitution d'une base de données
 - Amélioration de la logistique (Fournitures de matériels de balisage standardisés)

8

Permis de tir ou équivalent (fiches d'intervention, etc.)

- l'un des risque de l'organisation mise en place dans un dossier préparatoire, dont le prescripteur est volumineux, est une déclinaison plus sur la forme que sur le fond et le sens.
- Le radiologue peut se sentir "noyé" dans une organisation très complexe (de l'obtention du permis de tir, des levées des points d'arrêt, de la vérification du balisage etc.).
 - Travail EDF sur un dossier unique
 - dossier complet autoportant standardisé (END) (permis de tirs, pesage du tir, plan de balisage...)

9

L'analyse de risque du tir

Validé par SPR en fonction :

- Des caractéristiques de la source (DeD)
- Des caractéristiques du tir (présence d'un collimateur, durée du tir)
- De la co-activité, de l'horaire de tir
- De l'environnement (en ou hors ZC)
- Du balisage (nb d'accès, nb de niveaux)

Si le tir est à risque particulier alors SPR réalise un contrôle indépendant

10

Les plans des locaux

les plans : **importance de la fiabilité des plans de balisage selon une représentation standardisée et de la visite des locaux.**

- Mis à jour par SPR
- 1 plan par niveau
- Format image non modifiable
- Plan avec les spécificités des tirs radio (crinoline, caillebotis, béton, trappes)
- À disposition des Charges d'Affaires sous format informatique

11

Contrôle radiographique EDF DPN

Matériels fournis par les CNPE

Nouveaux matériels de balisage présentés au Challenge DPN 2010

12

Le collimateur

Une source non collimatée irradie sur 360°

Le rôle du collimateur est de limiter le faisceau à une direction donnée à partir d'un angle de 120°

L'autre partie du faisceau est bloquée par le collimateur en uranium appauvri. La diminution du DeD dans la partie bloquée (de l'ordre de 240°) est d'un facteur 250

Prescriptions : la non utilisation du collimateur hors zone contrôlée doit être justifiée et validée par la Direction

13 Radiographie Industrielle EDF DPN EDF

Contrôle radiographique EDF DPN

Balilage d'un accès

Rubalise

Panneau de chantier

Affichette lumineuse à diodes

14 Radiographie Industrielle EDF DPN EDF

Contrôle radiographique EDF DPN

Chantier de tir

Embout d'éjection

Film

Gaine d'éjection

Balise sentinelle asservie au DEE

Télécommande

Gammagraphe

15 Radiographie Industrielle EDF DPN

LES EXIGENCES DU REFERENTIEL RADIOPROTECTION CHAPITRE 5 MAITRISE DES CHANTIERS

- Les programmes de tirs sont affichés.
- Les tirs à risque particulier font l'objet, avant la première éjection de source d'un contrôle obligatoire du balisage et d'un pré job briefing.

16 Radiographie Industrielle EDF DPN EDF

Contrôle radiographique EDF DPN

Historique

Analyse des ESR

Fragilités concernant la maîtrise et la fermeture complète de la zone d'opération

- Manque de temps et d'anticipation dans les préparations des dossiers de tirs.
- Erreur sur les plans de balisage par rapport à la réalité du terrain.
- Difficulté d'analyse des co-activités et de planification des tirs.
- Outil de pose d'un balisage ou mauvais positionnement du balisage entraînant une possibilité d'accès à la zone d'opération.
- Difficulté de pose du balisage pour les zones d'opération complexe et étendue.

Aménagement

- Coordination et facilitation sur le terrain par un accompagnement des radiologues en début de tir et de nuit par les « superviseurs ».
- Visite de terrain systématique avant validation des plans.
- Réunion de tir journalière.
- Dossiers de tir doivent être PRÊT à J0-48h (Tirs prévus).
- Double contrôle de la fermeture de la zone d'opération pour les tirs à risques.
- Définition d'une zone d'opération type pour la salle des machines.
- Amélioration du matériel de balisage pour faciliter le travail des radiologues avec notamment la pose d'enrouleurs à chacun des accès des Salles des Machines.

17 Radiographie Industrielle EDF DPN EDF

Contrôle radiographique EDF DPN

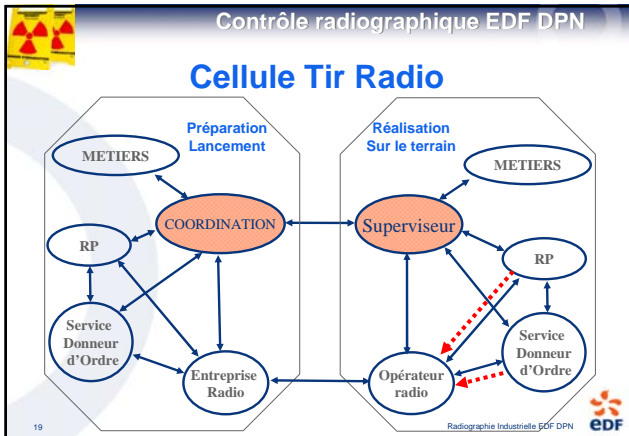
La vigilance c'est du travail

Facteurs de dégradation de la vigilance

Présentation PEX-17-10-2002

- Individuel :**
 - Travail de nuit (phases de micro-sommeil)
 - Routine
 - Fatigue
 - Pénibilité (effort-postures)
 - Interruptions
 - Conditions de récupération (sommeil, alimentation, médicaments...)
- Organisation dans l'action :**
 - Intrusion dans le balisage
 - Recherche d'information-documents
 - Attentes - Nouvelles demandes
 - Isolement organisationnel
- Organisation :**
 - Changement de sites et temps de transfert
 - Instabilité des collectifs
 - Pression temporelle : préparation, Nbs de tirs, GJ, etc.)
 - Pression organisationnelle (attendus des autres acteurs)
- Equipements :**
 - Incidents, blocage,
 - Présentation de l'information
 - Chariots et stockage
- Environnement :**
 - Accessibilité
 - Ambiances physiques (éclairage, ...)
 - Débit de dose
 - Contamination

18 Radiographie Industrielle EDF DPN EDF



LA CELLULE DE TIR RADIOGRAPHIQUE

oPour cela la cellule de tir radiographique à la responsabilité :

- d'assurer l'interface entre les différents acteurs (**elle est le point d'entrée unique de l'activité**),
- de coordonner les actions devant être réalisées par les différents acteurs et s'assurer de leur réalisation,
- de piloter l'élaboration des analyses de risques et des dossiers de tirs radios en phase de préparation,
- de s'assurer que les risques de co-activité et d'impact sur les plannings ont été pris en compte,
- de superviser la réalisation des contrôles radiographiques, notamment par sa présence sur le terrain en début de tirs et en particulier en début de nuit

oLa cellule de tir radiographique est rattachée au projet d'arrêt.

oElle est composée d'agents détachés ou missionnés de différents services.

LA CELLULE DE TIR RADIOGRAPHIQUE

oAvant arrêt : cette cellule réalise des réunions préparatoires périodiques (mensuelle puis hebdomadaire) , rencontre avec entreprises prestataires de tirs

oPendant l'arrêt : la cellule réalise une réunion de coordination journalière en phase de réalisation des tirs (pilotage par le coordonnateur) et une présence sur le terrain en début de nuit et de tir (superviseurs)

oEn fin d'arrêt : la cellule réalise une réunion de REX qui formalise la prise en compte du retour d'expérience de l'activité pendant l'arrêt.

oLe coordonnateur peut être issu de la structure d'arrêt, du service donneur d'ordre, du service Prévention des Risques.

- La charge de coordination n'est pas sous traitable.

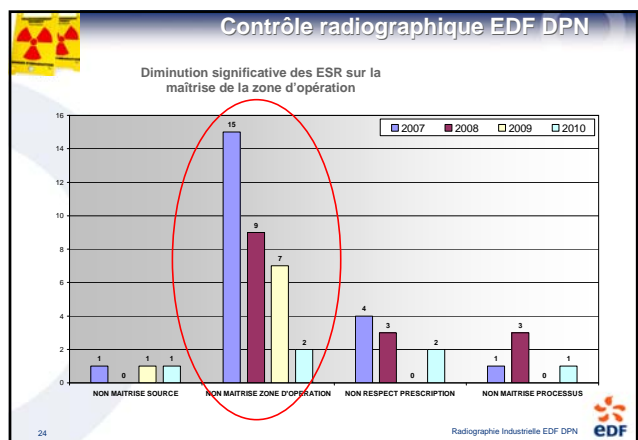
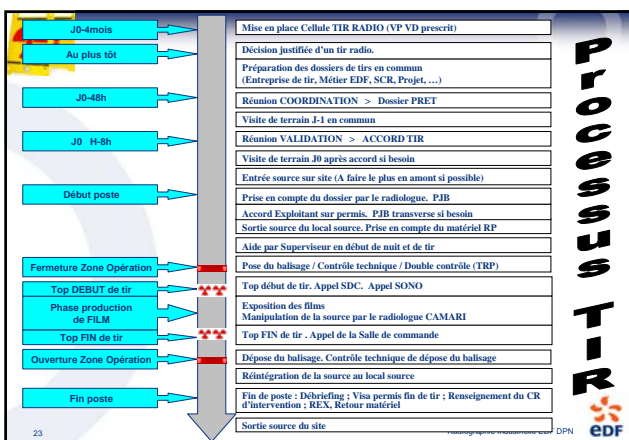
oLes superviseurs peuvent être issus:

- du service Prévention des Risques
 - ils ne peuvent dans ce cas réaliser le contrôle des tirs à risque particulier,
- Le recours à la sous traitance est possible (ex tireur d'une autre entreprise)

LE ROLE DES SUPERVISEURS DANS UNE CELLULE DE TIR RADIOGRAPHIQUE

oLes superviseurs:

- Prenent en compte les informations sur les tirs auprès du coordonnateur,
- Assurent une présence sur le terrain principalement en début des tirs et notamment en début de nuit pour:
 - Coordonner les actions à réaliser pour les tirs à risques particuliers afin d'optimiser le temps et limiter les impacts sur la durée de réalisation de l'activité.
 - Apporter un appui aux opérateurs de tirs radiographiques et agir en temps réel pour respecter et faire respecter les exigences définies dans le dossier de tir.
 - Alerter les services concernés en cas de détection de non conformité afin que ceux ci prennent les dispositions nécessaires permettant la réalisation du tir,
 - Participer au pré job briefing sur les tirs à risque particulier.
- Rendent compte au coordonnateur des actions réalisées et tracées pour alimenter le retour d'expérience.



Contrôle radiographique EDF DPN

Historique

2009 CNPE de FLAMANVILLE
Exposition imprévue d'un opérateur radio lors d'un tir (4,75mSv)


- Environnement de tir difficile. Port d'une tenue étanche ventilée. Zone Orange
- Nuit de tir chargé (21 films réalisés)
- Equipe en attente de résultat des films et préparant le repli de chantier.
- Reprise d'un film nécessaire.
- **Accès dans la zone de tir sans attendre le top de réinsertion de la source par l'opérateur qui manipulait et avait un problème de réinsertion de source.**
- **Radiamètre oublié, pas de mesure effectuée avant de pénétrer dans le local.**

- **Information des sites et des radiologues de l'évènement**
- **Réalisation d'un DVD en collaboration avec l'entreprise HORUS ABC**

➢ Reconstitution de ce dernier tir de la nuit montrant aux radiologues que le risque d'irradiation d'un professionnel est possible dans cette phase de réinsertion de la source.

➢ Un deuxième film montre que la mise en œuvre des gestes fondamentaux du CAMARI facilité **par les pratiques de fiabilisation** (performance humaine) permet de sécuriser cette phase.

Ce DVD a été largement diffusé auprès des acteurs de la radiographie industrielle à la DPN, notamment dans les entreprises de radiographie industrielle.




Contrôle radiographique EDF DPN

Historique

2010 CNPE de PENLY (Tir sur un fortuit lors d'un ASR)
Non respect des conditions techniques d'accès dans une zone de tir radio

- Manipulation de la source par un assistant radiologue (CAMARI) alors que le radiologue et la RP du site étaient présents dans la zone d'opération pour contrôler un écart sur un défaut de balisage.
- Fragilités existantes sur l'efficacité des lignes de défense de l'équipe intervenante lors d'un tir sur un fortuit avec **une équipe méconnaissant les locaux**
- **Fragilités de l'organisation du site qui n'avait pas mis en place d'accompagnement et de contrôle particulier**

- **Information des sites de l'évènement et travail avec les radiologues:** un film avec l'Institut de Soudure et le site de PENLY est en cours pour rappeler **les gestes des professionnels** attendus dans les différentes phase d'un tir en y intégrant les pratiques de fiabilisation.

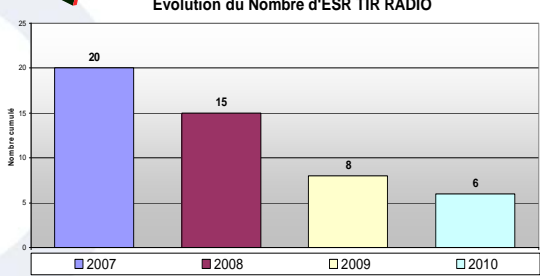


Contrôle radiographique EDF DPN


Dynamique d'amélioration continue

Résultat au 31/12/2010

Evolution du Nombre d'ESR TIR RADIO



Année	Nombre d'ESR TIR RADIO
2007	20
2008	15
2009	8
2010	6



Contrôle radiographique EDF DPN

Dynamique d'amélioration continue

Résultat au 31/12/2010

Analyse FH des écarts

Pérenniser les organisations


- Implication de chaque acteur dans l'équipe
- Responsabilité partagée

Réaliser les bons gestes sur le terrain

- Gestes fondamentaux du CAMARI
- Analyse et actions avec les radiologues

☐ ESR FLAMANVILLE 2009 et ESR PENLY 2010

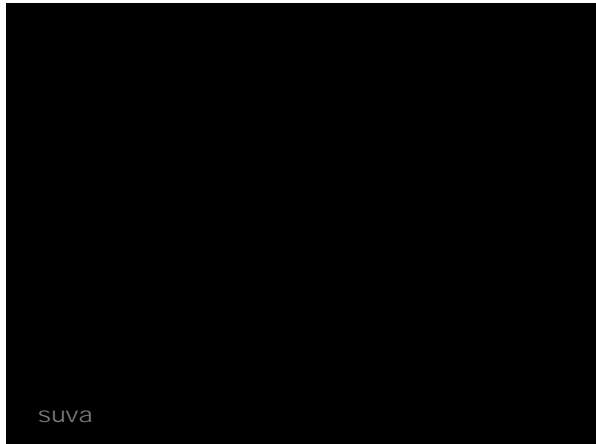
Nombre de sites	2007	2008	2009	2010
EXCELLENT			1	5
BON	4	14	15	13
SATISFAISANT	7	5	3	
MOYEN	3			1



Titel des Referats:

Radiologische Ereignisse bei der mobilen Gammagraphie und was man daraus lernen kann

- **Michel Hammans** ist Leiter des Teams Strahlenschutz der Suva, welches u.a. als Aufsichtsbehörde bei den Anwendungen ionisierender Strahlung in Industrie und Gewerbe tätig ist. Er hat als Behördenvertreter Einsitz in der Eidgenössischen Kommission für Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität. Vorsitzender der Fachkommission Strahlenschutz bei der Schweizerischen Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung.



Radiologische Ereignisse bei der mobilen Gammagraphie und was man daraus lernen kann

suvapro

Michel Hammans
KSR-Seminar 4.2.2011, Bern

Inhalt

- ◆ Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung
- ◆ Mobile Gammagraphie
- ◆ Zwischenfall in der Schweiz und die Lehren daraus
- ◆ Zwischenfälle international und die Lehren daraus

suvapro

Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung

- ◆ Vor allem bei der Sicherung der Güte von Schweissarbeiten
- ◆ Es gibt verschiedene Prüfverfahren je nach Lage des nachzuweisenden Fehlers und je nach Beschaffenheit des Prüfobjekts:
 - Oberflächenerfassende Prüfverfahren (Sichtprüfung, Eindringprüfung, Magnetpulverprüfung, Wirbelstromprüfung)
 - Volumenerfassende Prüfverfahren (Ultraschallprüfung, Durchstrahlungsprüfung)

suvapro

Durchstrahlungsprüfung

- ◆ Bildgebendes Verfahren der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung
- ◆ Dichte des Bauteils wird auf einen Röntgenfilm abgebildet
- ◆ Einsatz von Röntgenröhren, Beschleuniger, Radionuklide
- ◆ Einsatz innerhalb von Prüfräumen, ausserhalb von Prüfräumen

suvapro

Mobile Gammagraphie

- ◆ 12 Betriebe
- ◆ ca. 100 Prüfer
- ◆ mittlere Jahresdosis: 1.8 mSv
- ◆ Radionuklide:

Nuklid	Max. Aktivität	T _{1/2}	E _γ
Se-75	2.8 TBq	120 d	10 - 400 keV
Ir-192	3.7 TBq	74 d	70 - 610 keV
Co-60	3.7 TBq	5.27 a	1.17 MeV, 1.33 MeV

suvapro

Einige Merkmale

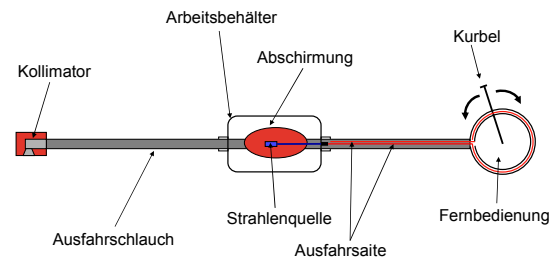
- ◆ hohe Aktivität der Quelle → hohe Dosisleistung

Nuklid	Aktivität	Dosisleistung in 1 m
Se-75	2.8 TBq	180 mSv/h
Ir-192	3.7 TBq	480 mSv/h
Co-60	3.7 TBq	1350 mSv/h

- ◆ mobiler Einsatz
- ◆ Witterungseinflüsse
- ◆ wechselnde Arbeitsplätze
- ◆ z.T. Nachtarbeit
- ◆ Transport
- ◆ Berufsbildung

suvapro

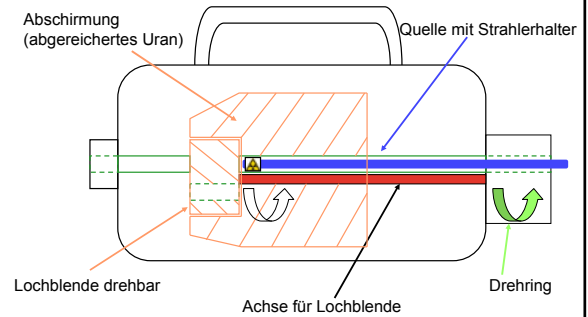
Funktionsweise einer Bestrahlungseinheit



suvapro

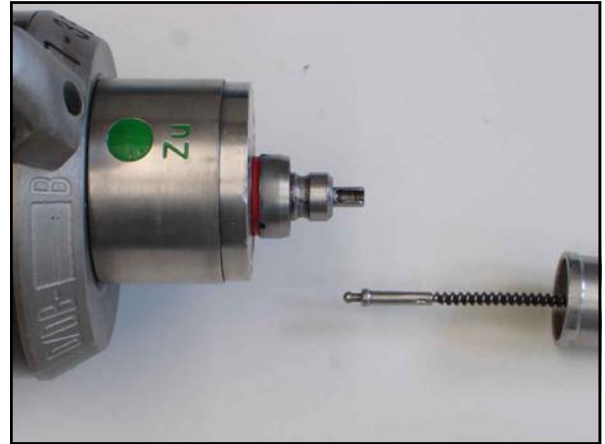


Arbeitsbehälter mit Lochblende



suvapro







Anforderungen

- ◆ Bewilligung
- ◆ Ausbildung
- ◆ Transportvorschriften
- ◆ Physikalische und medizinische Überwachung
- ◆ Ausrüstung:
 - Dosimeter
 - Warnschreier
 - Geeichtes Dosisleistungsmessgerät
 - Bestrahlungseinheit gewartet und kontrolliert
 - Absperrmaterial
- ◆ Mobile Einsätze mit zwei Personen
- ◆ Kollimatoren
- ◆ Absperrung

Die maximal erlaubte Dosisleistung an der Absperrung hängt ab von der pro Woche benötigten Strahlzeit

Strahlzeit	Im Gebäude	Im Freien
1 Stunde	20 $\mu\text{Sv/h}$	100 $\mu\text{Sv/h}$
2 Stunden	10 $\mu\text{Sv/h}$	50 $\mu\text{Sv/h}$
3 Stunden	7 $\mu\text{Sv/h}$	33 $\mu\text{Sv/h}$
5 Stunden	4 $\mu\text{Sv/h}$	20 $\mu\text{Sv/h}$
10 Stunden	2 $\mu\text{Sv/h}$	10 $\mu\text{Sv/h}$
½ Stunde	20 $\mu\text{Sv/h}$	100 $\mu\text{Sv/h}$

Minimale Strahlzeit : 1 Stunde pro Woche !

suvapro

Bestimmung des Sicherheitsabstands

Sicherheitsabstand Streustrahlung

Sicherheitsabstand Nutzstrahl

suvapro

Störfall vom 16.7.1992

- ◆ Baustelle Fabrikgelände, Überprüfung von Schweissnähten in einem Ofen
- ◆ Nacht, 2.30 Uhr
- ◆ Prüfer ist alleine
- ◆ Ausfahrtschlauch löst sich vom Schutzbehälter

suva^{pro}



Störfall vom 16.7.1992

- ◆ Baustelle Fabrikgelände, Überprüfung von Schweissnähten in einem Ofen
- ◆ Nacht, 2.30 Uhr
- ◆ Prüfer ist alleine
- ◆ Ausfahrtschlauch löst sich vom Schutzbehälter
- ◆ Quelle (Ir-192, 744 GBq) kann nicht vollständig in den Schutzbehälter zurückgezogen werden

suva^{pro}



Störfall vom 16.7.1992

- ◆ Baustelle Fabrikgelände, Überprüfung von Schweissnähten in einem Ofen
- ◆ Nacht, 2.30 Uhr
- ◆ Prüfer ist alleine
- ◆ Ausfahrtschlauch löst sich vom Schutzbehälter
- ◆ Quelle (Ir-192, 744 GBq) kann nicht vollständig in den Schutzbehälter zurückgezogen werden
- ◆ Bei Annäherung an Behälter ertönt der Warnschreier
- ◆ Versuch Behälter zu schliessen
- ◆ Prüfer erkennt die Situation

suvapro

Störfall vom 16.7.1992 (Forts.)

- ◆ Quelle wird in den Behälter zurückgezogen ohne Zuhilfenahme von Zangen
- ◆ Keine Meldung
- ◆ Abreise in die Ferien
- ◆ Erste Strahlenschäden eine Woche nach dem Zwischenfall
- ◆ Nach Rückkehr aus den Ferien: Konsultation des Hausarztes, Meldung an die Suva

suvapro

Fingerdosis ca. 10 Sv (Bestrahlungszeit: ca. 10 Sekunden)
Ganzkörperdosis 18 mSv



suvapro

Ursachen

- ◆ Schlechte Wartung
- ◆ Technischer Mangel
- ◆ Ausbildung
- ◆ Prüfer arbeitet alleine
- ◆ Zeitdruck

Lehren/Massnahmen

- ◆ Publikation Kontrolle und Wartung

suvapro



suvapro

Ursachen

- ◆ Schlechte Wartung
- ◆ Technischer Mangel
- ◆ Ausbildung
- ◆ Prüfer arbeitet alleine
- ◆ Zeitdruck

Lehren/Massnahmen

- ◆ Publikation Kontrolle und Wartung
- ◆ Beseitigung technischer Mangel
- ◆ Vertiefung Verhalten bei Störfällen in Kursen
- ◆ 2-Mann Regelung
- ◆ Vertiefung Verhalten bei Störfällen in Kursen

suvapro

Typische Beispiele von Störfällen, die der IAEA gemeldet wurden

- ◆ 14. September 2007, Texas USA: Störfall mit 3,5 TBq Co-60
- ◆ 4. November 2008, Yeosu, Korea: Störfall mit 1.8 TBq Ir-192
- ◆ 27. Juli 2009, Gdansk, Polen: Störfall mit 2.6 TBq Ir-192

suvapro

14.9.2007 Texas USA

- ◆ Störfall mit Bestrahlungseinheit, enth. 3,5 TBq Co-60 auf dem Werksgelände einer Firma
- ◆ 3 Prüfer im mobilen Einsatz
- ◆ Stabdosisimeter zeigen Dosen > **2 mSv**
- ◆ Dosen auf TLD > **130 mSv**
- ◆ Ausfahrtschlauch mit „Knick“, → Quelle konnte nicht ganz zurückgezogen werden
- ◆ Kein Warnschreier und kein Dosisleistungsmessgerät mitgeführt

suvapro

4.11.2008 Yeosu, Korea

- ◆ Störfall mit Bestrahlungseinheit, enth. 1.8 TBq Ir-192 auf dem Werksgelände einer Firma
- ◆ Strahlerhalter löste sich von der Ausfahrseite. Quelle blieb im Ausfahrtschlauch statt im Schutzbehälter.
- ◆ Da keine Messgeräte und Warnschreier verwendet wurden, wurde der Fehler erst beim Beladen des Fahrzeugs entdeckt
- ◆ Dosis Prüfer 1 **GK = 51 mSv**
Dosis Prüfer 2 **GK = 61 mSv**
- ◆ Mangelhafte Wartung
- ◆ Kein Warnschreier und kein Dosisleistungsmessgerät mitgeführt

suvapro

27.7.2009 Gdansk Polen

- ◆ Störfall mit Bestrahlungseinheit, enth. 2.6 TBq Ir-192 auf dem Werksgelände einer Firma
- ◆ Prüfer kann die Quelle nicht in den Schutzbehälter zurückziehen, SV kommt mit Hilfsperson und löst Problem
- ◆ Dosis SV **GK = 365 mSv** Hand = **5 Sv**
Dosis HP **GK = 182 mSv** Hand = **2.3 Sv**
- ◆ Mangelnde Wartung des Materials
- ◆ Unüberlegte Vorgehensweise

suvapro

Ursachenschwerpunkte

- ◆ Ungenügende Wartung der Bestrahlungseinheit
- ◆ Mangelnde Strahlenschutz Ausbildung des Personals
- ◆ Keine Strahlenmessgeräte mitgeführt

suvapro

Lehren/Massnahmen für die Schweiz

- ◆ Zwischenfälle werden in den Strahlenschutzkursen vorgestellt
- ◆ Seit 2003 obligatorische Wiederholungskurse alle 5 Jahre
- ◆ Überprüfung der Wartung der Bestrahlungseinheiten anlässlich der Kontrollen
- ◆ Un angekündigte Kontrollen auf den Baustellen


suvapro

Erhöhung der Anforderungen
Verschärfung der Weisungen
Verstärkung der Kontrollen

↔

Verbesserung beim individuellen Verhalten

- ◆ Anpassungen in der Gesetzgebung
- ◆ Unangekündigte Kontrollen
- ◆ Weisungen bezüglich Wartung
- ◆ Strahlenschutzkurse
- ◆ Hilfsmittel

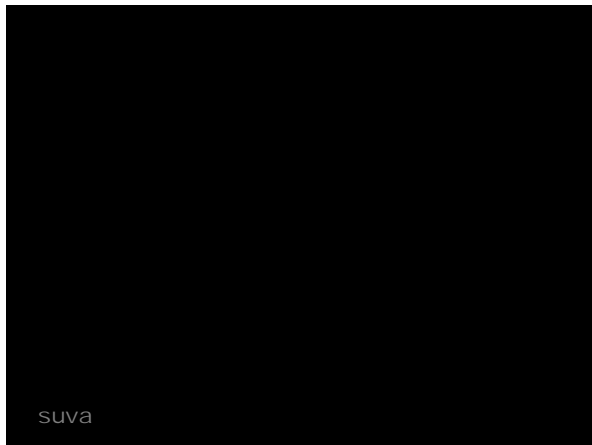


suvapro

Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit



suvapro



Titre de l'exposé :

Comment sécuriser les pratiques après un accident en radiothérapie : l'exemple d'Epinal ?

- **Alain Noel** est physicien médical au centre régional de lutte contre le cancer Alexis Vautrin à Nancy. Ses préoccupations principales ont toujours été tournées vers le Patient et ses travaux ont été orientés vers la qualité et la précision des traitements en radiothérapie. Il a aussi une longue expérience en radiologie, spécialisé sur le thème Qualité-Dose principalement en mammographie et scanographie.

De plus, Alain Noel est Enseignant-Chercheur au Centre de Recherche en Automatique de Nancy - CRAN UMR 7039 Nancy Université - CNRS ou il dirige des thèses en radiothérapie et radiologie.

Sécurisation d'une activité de radiothérapie bi-site

Noel A^{1,2}, Marchesi V¹, Peiffert D^{1,2}
1 Centre Alexis Vautrin
2 CRAN UMR 7039 Nancy Université-CNRS
54500 Vandoeuvre-les-Nancy



Introduction

- Sur-irradiation de 24 patients entre mai 2004 et août 2005
 - Inspections ASN et IGAS mettent en évidence des dysfonctionnements
 - ARH de Lorraine confie la responsabilité de l'activité de RT au CAV
- Fermeture du service entre février 2007 et janvier 2008
 - Prise en charge des patients sur la région Grand-Est
 - Mise à niveau de l'équipement :
 - Formation
 - Sécurisation des pratiques

Introduction

- Notre démarche qualité-sécurité
 - guidée par la mise en cohérence avec les installations du CAV
 - Limitation des localisations prises en charge :
 - Prostate
 - Sein
 - Métastases
 - Rectum depuis fin 2008
 - Objectif de 300 Patients la 1^{ère} année de redémarrage

Epinal I : l'Accident

- 24 patients traités pour un cancer de la prostate entre mai 2004 et août 2005 ont reçu une dose de rayonnement entre 20 et 30% supplémentaires par erreur de manipulation du logiciel de planification de traitement (calcul de temps de traitement avec coin physique, irradiation avec coin dynamique)

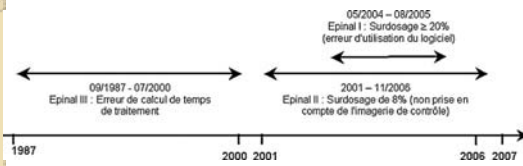
Epinal II : l'excédent de dose

- 409 patients traités pour un cancer de la prostate entre octobre 2000 et octobre 2006 ont reçu une dose de rayonnement de 0,17 à 0,34Gy supplémentaires (8 à 10%) apportée par la réalisation quotidienne d'images portales

Epinal III : l'erreur de calcul

- entre 1987 et juillet 2000, pour les patients traités en technique isocentrique, une erreur de calcul insérée dans le programme informatique "maison" de calcul des unités moniteurs a entraîné un excédent de dose de 3% (1100 patients traités par des faisceaux de photons de 6MV), 5,5% (3600 patients traités par des faisceaux de photons de 12MV) et 7,1% (306 patients traités par des faisceaux de photons de 25MV)

Chronologie des dysfonctionnements



Séminaire CPR 04-02-2011

7

Dysfonctionnements divers

- Erreur de calcul (juillet 1993): 8 patientes ont été traitées avec une erreur de calcul du temps de traitements pour des faisceaux tangentiels avec filtre en coin (facteur d'atténuation du filtre pris en compte deux fois) entraînant des surdosages allant de 20% à 70%

Séminaire CPR 04-02-2011

8

Dysfonctionnements divers

- Modification de protocole de traitement (entre février 1999 et juin 1999) : pendant l'arrêt, pour remplacement, de la machine de traitement disposant de faisceaux d'électrons, 36 patientes ont eu une irradiation exclusive en photons de la chaîne mammaire interne conduisant à une irradiation plus importante du cœur ayant pu entraîner, dans certains cas, une majoration des complications cardiaques.

Séminaire CPR 04-02-2011

9

Etat des lieux : 600 Patients/an

- Le plateau technique : RT seule
 - Clinac 2100C (Varian) installé en 1999
 - Ph 6 & 25 MV, e 6 à 18 Mev
 - MLC 120 lames et IP à matrice CI
 - Clinac 600 (Varian) installé en 1993
 - Ph 6 MV, ni MLC ni IP
 - TPS Eclipse de Varian
 - I R&V « maison » faisant également fonction de système de gestion et de recueil d'activité
 - I Simulateur conventionnel
 - I accès scanner : 2 h/sem

Séminaire CPR 04-02-2011

10

Etat des lieux : 600 Patients/an

- Les ressources humaines
 - 2 Radiothérapeutes et I interne
 - I PSRPM
 - I Cadre de santé
 - 8 Manipulateurs
 - I Technicien
 - 2 Secrétaires

Séminaire CPR 04-02-2011

11

Mise à niveau des équipements

- Accélérateurs
 - Clinac 2100C mis à niveau
 - IP aSi (aSI1000) : diminution des doses délivrées d'un facteur 5 environ
 - Dosimétrie complète de la machine
 - CQ ext sur l'ensemble des énergies
 - Clinac 600 : pas remis en service
 - Remplacement par une machine mono-énergie « matchée » avec MLC 120 lames et imagerie portale aSi (aSI1000).
 - Mise en service mi-juin 2009

Séminaire CPR 04-02-2011

12

Mise à niveau des équipements

- Installation d'un simulateur-scanner
 - Programmé avant l'arrêt du service
 - Simulix Evolution (Nucletron) permet l'acquisition volumique (CBCT)
- Accès scanner
 - Porté à 3 heures/semaine

Mise à niveau des équipements

- TPS Eclipse remplacé par Isogray de Dosisoft afin d'homogénéiser les pratiques avec le CAV
- Système R&V « maison » remplacé par un système commercialisé, homologué et de dernière génération (ARIA de Varian)
- Liaison informatique sécurisée à haut débit CAV-CHJM
 - Échange de données avec toutefois BDD indépendantes
 - Accès aux données de traitement (CAV et/ou CHJM) indépendamment du site

Sécurisation des pratiques

- Procédures thérapeutiques, techniques et organisationnelles identiques sur les 2 sites
- L'indication de RT est validée au CAV
- Manipulateurs formés au CAV à nos techniques pendant l'arrêt de l'activité
- 2 Radiothérapeutes et 6 Physiciens assurent à tour de rôle une présence quotidienne (1 RT et PSRPM) au CHJM

Sécurisation des pratiques

- Définition des responsabilités
 - Charte de fonctionnement
 - Plan d'organisation RPM
 - Descriptions de poste, etc
- Gestion documentaire
 - Protocoles et procédures techniques, cliniques et organisationnelles

Sécurisation des pratiques

- Signalements EI
 - Recueil exhaustif des signalements
 - Analyse mensuelle en comité de retour d'expérience (CREX)
 - Réalisation d'une analyse de risque a priori suivant la méthodologie AMDEC

Reprise activité : 18 février 2008

- Conditions optimales de confiance, de qualité et de sécurité
 - Avis favorable de ASN suite à une inspection rigoureuse
 - Aucune remarque suite à la nouvelle inspection de mars 2009

CHU de Toulouse-Rangueil : *une erreur de calibration*

- Suite à une erreur de calibration d'un appareil de radiothérapie innovant, installé en avril 2006, au CHU de Toulouse-Rangueil, 145 patients traités par mini-faisceaux ont reçu une dose supérieure à celle planifiée.

Mesures Nationales

1. Qualité et sécurité des pratiques
2. Mettre en place un système de radio-vigilance
3. Ressources humaines/formation
4. Sécurité des installations
5. Relation avec les patients et les publics
6. Inspection et contrôles
7. Connaissance de la discipline

Conclusion

- Contexte « Epinal » particulier
 - Activité bi-site avec les RT et PSRPM du CAV et Manipulateurs du CHJM
 - Harmonisation des matériels et des pratiques
 - Rend la reprise de l'activité possible et durable
 - Reprise des traitements au bénéfice des patients dans des conditions optimales de qualité et sécurité.

Titre de l'exposé:

Le retour d'expérience des événements significatifs de radioprotection déclarés à l'ASN

- **Carole Marchal** est adjointe au directeur des rayonnements ionisants et de la santé à l'autorité de sûreté nucléaire française. Elle a en charge le pôle des expositions dans le domaine médical.

asn

Le retour d'expérience des événements significatifs de radioprotection (ESR) dans le domaine médical en France

Séminaire CPR
BERN 4 février 2011

Autorité de Sûreté nucléaire
Direction des rayonnements ionisants et de la santé
Carole Marchal
Adjointe au Directeur
carole.marchal@asn.fr

asn

1. La réglementation et le classement sur les échelles INES et ASN/SFRO

asn **CADRE REGLEMENTAIRE**

• Code de la santé publique : L.1333-3, R.1333-109, R.1333-111
• Code du travail : R. 4451-99

Événement significatif en radioprotection (ESR)

QUI DECLARE ?	QUOI ?	A QUI ?
<ul style="list-style-type: none"> Responsable de l'activité nucléaire (titulaire de l'autorisation, le déclarant) Professionnels de santé participant au traitement et suivi des patients (médecins, MERM, ...) Employeur(s) 	<ul style="list-style-type: none"> Tous ESR ESR exposition patients ESR exposition travailleurs 	<ul style="list-style-type: none"> ASN & Préfet de département ASN & ARS ↳ Préfet ASN (→ Inspection du travail)

QUAND ? Sans délai (~ 2 jours ouvrés)

Un système en place depuis juillet 2007

asn Outils d'aide à la déclaration

Guide n°11 de l'ASN (= Guide DEU/03)

Guide n°16 de l'ASN

- Tous les critères de déclaration
- Modèle de formulaire
- Compte-rendu d'ESR

- Critère de déclaration 2.1 (exemples)
- Classement sur l'échelle ASN/SFRO
- Formulaire adapté au critère 2.1
- Aide à la rédaction du compte-rendu d'événement

asn Classement de l'événement sur les échelles

Établissement

Patient radiothérapie

Travailleur, public environnement

SFRO

ASN

Proposition classement échelle ASN/SFRO

Proposition classement échelle INES

consultation

avis

Classement (provisoire) échelle ASN/SFRO

Classement échelle INES

Événements « patients » niveau 0 ou 1: l'ASN classe sur l'échelle ASN/SFRO, consultation de la SFRO en cas de doute;
Événements niveau ≥ 2 : consultation systématique de la SFRO

asn Communication de l'ASN

COMMUNICATION

TERMINOLOGIE	ESR classés sur INES			ESR classés sur ASN-SFRO		
	7	6	5	4	3	2
ACCIDENT	7	6	5	4	3	2
INCIDENT						
ECART						

Comptabilisé dans le rapport annuel

Comptabilisé dans le rapport annuel

asnr

Communication de l'ASN

Utilisations médicales / avis d'incidents

asnr

2. Le bilan des ESR déclarés à l'ASN

- 2.1 radiothérapie
- 2.2 médecine nucléaire
- 2.3 radiologie

asnr

Bilan : répartition par critère et par domaine d'activité

Répartition par critère de déclaration
(1203 événements domaine médical déclarés entre 2007-2010)

Critère	Activité	Pourcentage
Critère 2.1	Patient thérapie	67%
Critère 4	Sources déchets effluents	8%
Critère Patient diagnostic 2.2		7%
Critère 3 Public		7%
Critère 1 Travailleur		6%
Critère 6 Autres		5%

Typologie des ESR déclarés
(1203 événements domaine médical déclarés entre 2007-2010)

Domaine	Pourcentage
Radiothérapie externe	71%
Curiothérapie	3%
Médecine nucléaire	15%
Radiologie intervention	2%
Scanner	4%
Radiologie	5%

asnr

REPARTITION DES ESR 2010 PAR CRITERES DE DECLARATION

	Critère de déclaration											Total				
	1	2.1	2.2	3	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6		4.7	4.8	5	6
Total	31	266	36	40	3	3	2	7	6	3	2	0	0	0	20	419

En 2010, l'ASN a enregistré 419 ESR toutes activités médicales confondues

asnr

2. 1 La radiothérapie

asnr

Bilan : répartition par critère et par domaine d'activité

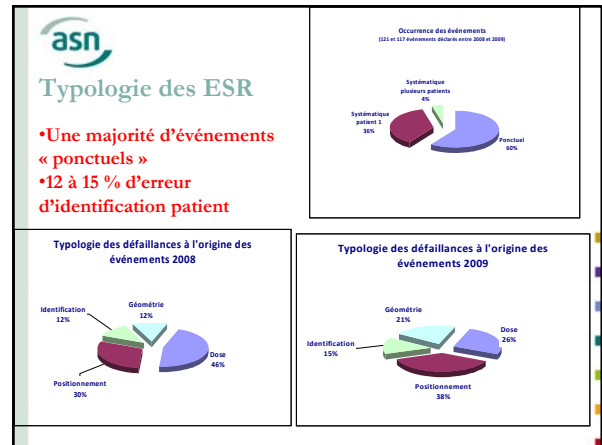
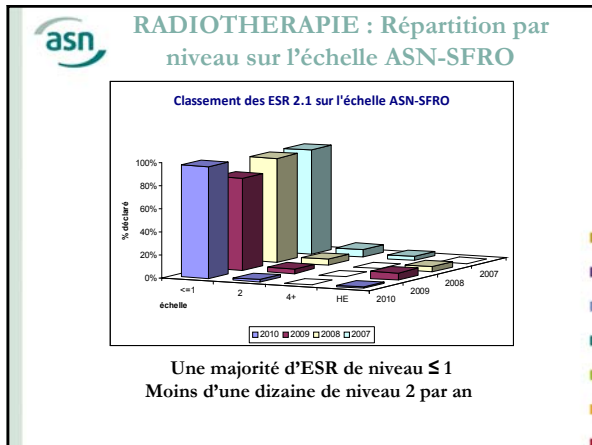
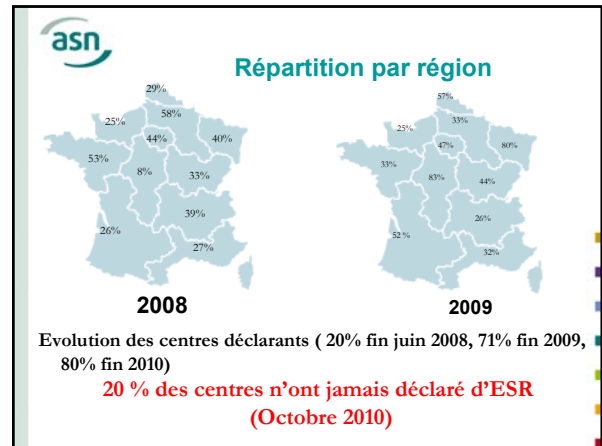
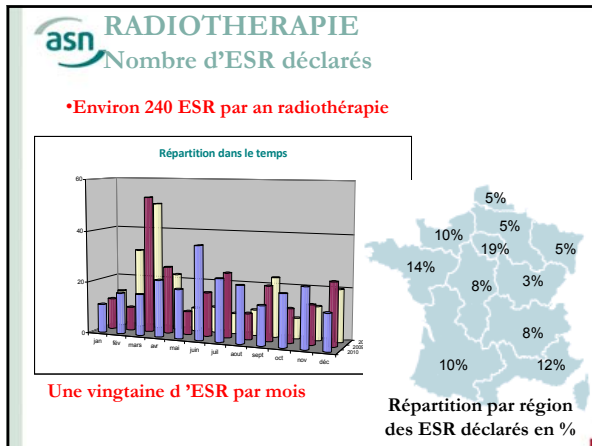
Répartition par critère de déclaration
(1203 événements domaine médical déclarés entre 2007-2010)

Critère	Activité	Pourcentage
Critère 2.1	Patient thérapie	67%
Critère 4	Sources déchets effluents	8%
Critère Patient diagnostic 2.2		7%
Critère 3 Public		7%
Critère 1 Travailleur		6%
Critère 6 Autres		5%

Typologie des ESR déclarés
(1203 événements domaine médical déclarés entre 2007-2010)

Domaine	Pourcentage
Radiothérapie externe	71%
Curiothérapie	3%
Médecine nucléaire	15%
Radiologie intervention	2%
Scanner	4%
Radiologie	5%

71% des ESR sont déclarés en radiothérapie, Une majorité d'ESR critère 2.1 (exposition de patient) en radiothérapie



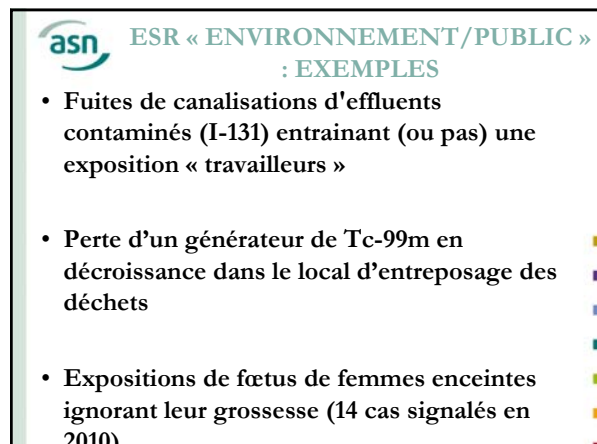
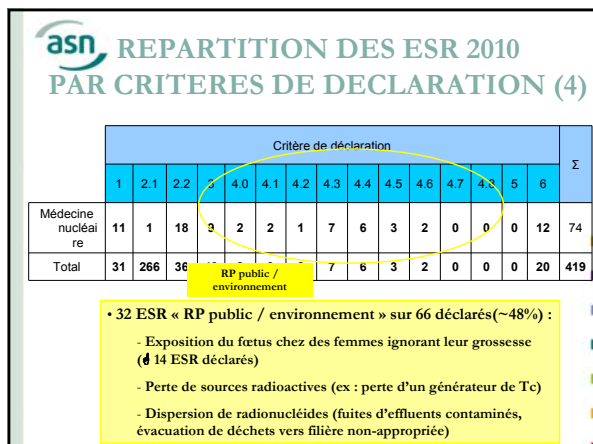
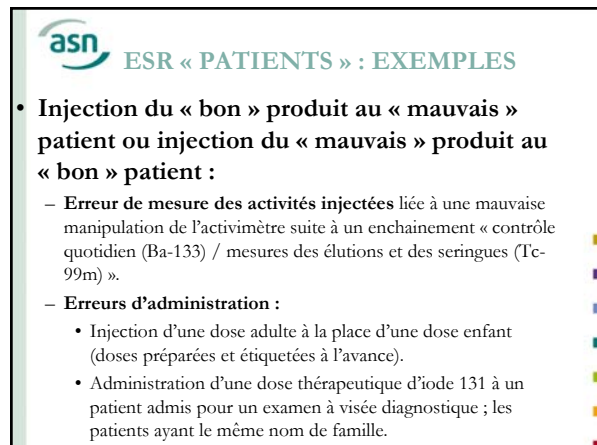
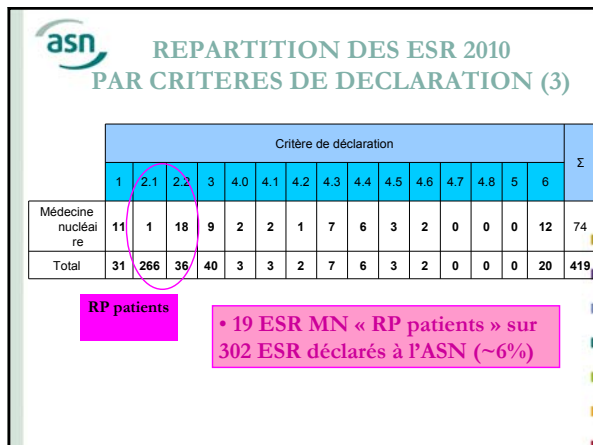
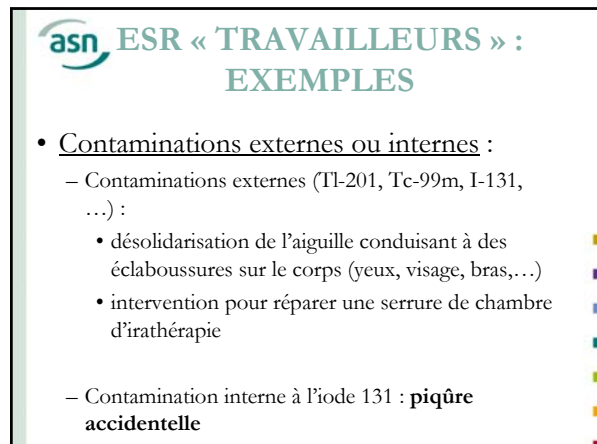
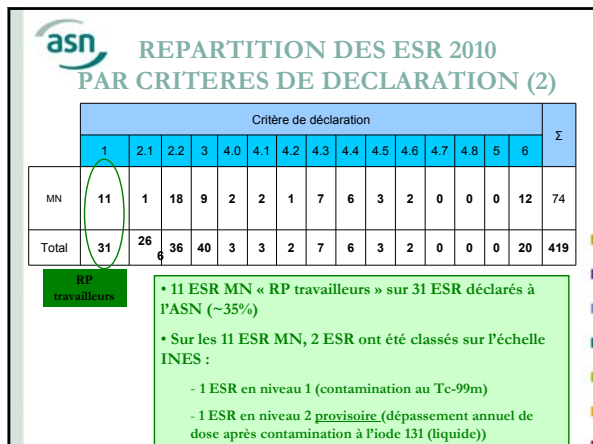
asn

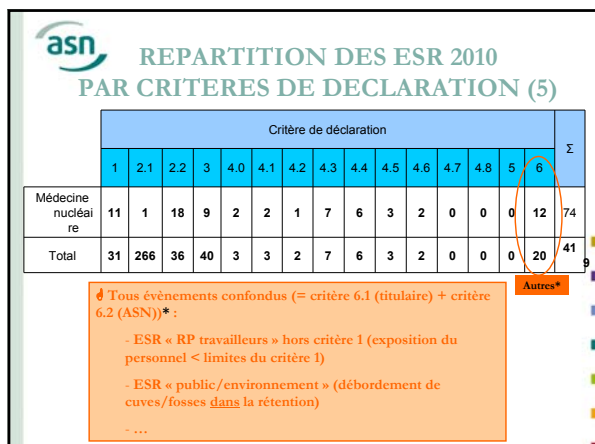
2. 2 La médecine nucléaire

asn **REPARTITION DES ESR 2010 PAR CRITERES DE DECLARATION (1)**

	Critère de déclaration											Total				
	1	2.1	2.2	3	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6		4.7	4.8	5	6
Médecine nucléaire	11	1	18	9	2	2	1	7	6	3	2	0	0	0	12	74
Total	31	266	36	40	3	3	2	7	6	3	2	0	0	0	20	419

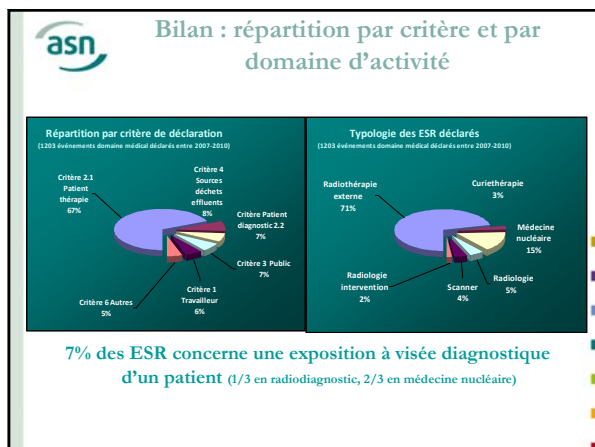
En 2010, l'ASN a enregistré 419 ESR toutes activités confondues dont 74 ESR MN (~18 %).





asn

2.3 La radiologie



asn **Déclaration des ESR de Critère 2.2 période de 2007 à 2010.**

Nature de l'activité	2007	2008	2009	2010	Σ
Médecine nucléaire	2	5	25	18	50
Radiologie conventionnelle			4	1	5
Radiologie interventionnelle	1	2	5	3	11
Scanner			1	6	7
Total	3	7	35	28	73

asn **Déclaration des ESR de Critère 2.2 période de 2007 à 2010.**

Radiologie conventionnelle :

- Défaillance du matériel : pupitre commande blocage pédale de scopie
- Exposition au fœtus

Scanographie :

- Identitovigilance
- Dysfonctionnement du matériel

asn **Radiologie interventionnelle**

- Patients
 - Cardiologie interventionnelle en 2007
 - Neuroradiologie interventionnelle en 2009
 - Radiologie vasculaire en 2011
- ESR travailleurs : dépassement de la valeur d'exposition annuelle réglementaire
 - Infirmier de bloc : 21 mSv pendant un trimestre (2009)
 - Praticien : 25 mSv en 2008 et de 27 mSv en 2009 (absence d'utilisation des EPI et EPC)
 - Praticien : plusieurs cas de dépassement de la dose extrémité en 2010

asn Surexposition en cours de pose d'un défibrillateur (IRSN)

BRÛLURE RADIOLOGIQUE À TYPE DE DESQUAMATION SÈCHE RÉVERSIBLE

A 11.09.2007 (j57 post-exposition) B 20.09.2007 (j66 post-exposition) C 18.10.2007 (j95 post-exposition)

Doses maximales au niveau de la peau et à l'entrée des poumons respectivement estimées à 16,2 Gy à 8 Gy.

→ ≈ 55 MINUTES D'ACQUISITION EN MODE RADIOGRAPHIQUE

asn Effets déterministes en NRI Estimation de doses (IRSN)

Une alopecie rectangulaire de grandes dimensions, conséquence de la juxtaposition de trois zones exposées à des doses supérieures à 5 Gy.

Selon la position exacte du patient lors de l'intervention, le champ oblique postérieur droit (30°) et le champ postérieur peuvent se recouper à la peau et conduire à une dose cutanée de l'ordre de 14 Gy sur la zone de chevauchement.

asn ESR en radiologie vasculaire

- J0 : Angioplastie du tronc cœliaque – 45 minutes de scopie
- J7 : Embolisation de l'arcade gastroduodénale le 22/11 – 150 minutes de scopie
- Appareil de radiologie sans dispositif indiquant la dose, sans filtration additionnelle, sans variation de la cadence d'image pendant la réalisation de l'acte (25 ou 30 image par seconde)
- Acte exceptionnel / Cathétérisme difficile
- Le personnel : 2 praticiens séniors et 2 MERM

asn

3. Les causes et le retour d'expérience

asn Retour d'expérience en radiothérapie

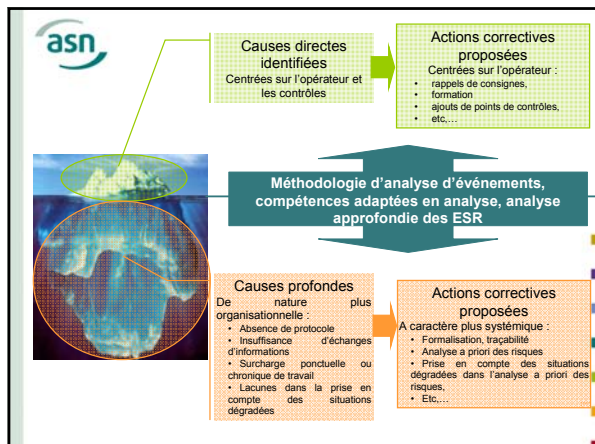
ESR majoritairement imputables à des défaillances organisationnelles et humaines

- Charge de travail / changement d'équipe / perturbation de l'activité / mode dégradé (urgence, protocole peu usuel) / pratiques différentes entre praticiens / anciens traitements
- Insuffisance dans la mise en œuvre d'une organisation sous assurance qualité
 - Formalisation des responsabilités et délégations,
 - Procédures insuffisamment formalisées / transmissions orales...
- Manque d'analyse de risque => des niveaux de défense insuffisants (identification des patients, ...)
- Formation insuffisante du personnel aux nouveaux logiciels/nouvelles techniques / confiance dans la technique

⇒ Attention au risque lié à la multiplicité des points de contrôle⁶

asn Retour d'expérience en radiothérapie

- Des organisations en place quasiment partout pour analyser les événements dont précurseurs
- Compte-rendu envoyé en même temps que la déclaration !
- **Analyse encore peu approfondie** ne remontant pas aux causes profondes
- Des situations à risque identifiées (modification en cours de traitement, protocole peu courant, urgence patient... => **nécessité d'anticiper les situations non nominales**)



Retour d'expérience en radiologie interventionnelle

- Formation insuffisante des utilisateurs (technique, RPT, RPP)
- Méconnaissance des procédures d'optimisation par les utilisateurs
- Appareils de radiologie non adaptés à l'activité (possibilité d'optimisation + indication de la dose)
- Défaillance dans le suivi et la maîtrise de la prestation de maintenance des équipements
- Absence de gestion des doses
- Absence de relevés dosimétriques détaillés
- Port aléatoire des EPI et des dosimètres
- Absence d'information des patients

La réponse de l'ASN aux ESR déclarés

- **Renforcement de la réglementation**
 - **Décision sur les obligations en matière de sécurité et d'assurance qualité en radiothérapie (plan d'actions ministériel sur la radiothérapie), critères INCa (dosimétrie in vivo, double calcul UM...)**
- **Des lettres circulaires**
 - Radiothérapie**
 - Lettre « Rappel de la réglementation » (26/04/05)
 - Lettre circulaire « Facteur organisationnel et humain » (19 avril 2006)
 - Lettre circulaire « Imagerie portale » (11 mai 2007)
 - Lettre circulaire « Calibration des faisceaux » (25 mai 2007)


La réponse de l'ASN aux ESR déclarés

- **Des lettres circulaires**
 - Radiologie interventionnelle**
 - Lettre « Rappel de la réglementation » et obligations aux chefs de service de neuroradiologie et directeurs d'établissements de santé (17 décembre 2009)
 - Médecine nucléaire**
 - Lettre « Rappel de la réglementation et recommandations » suite aux ESR / fuites de canalisation
- **Publication des rapports, lettres de suite d'inspections et note d'information**
 - Rapports : Epinal, Toulouse, Strasbourg (radiologie interventionnelle, mars 2010)

<http://www.asn.fr/index.php/S-informer/Actualites/2010/Retour-d-experience-de-l-evenement-en-radiologie-au-CHU-de-Hautepierre>

La réponse de l'ASN aux ESR déclarés

- **Des bilans**
 - Bilan ASN-AFSSAPS juillet 2007/juin 2008
 - Bilan ASN-AFSSAPS sur la période 2008/2009 (à venir)
 - Bilan trimestriel des ESR de niveau 1 sur l'échelle ASN-SFRO sur site ASN
- **Un bulletin d'information pour les professionnels**
La sécurité du patient : retour d'expériences (1^{ère} parution en mars 2011)



La réponse de l'ASN aux ESR déclarés

- **Des guides**
 - Radiothérapie**
 - Guide ASN de déclaration n°11 (15 juin 2007)
 - Guide d'assurance qualité en radiothérapie (2009)
 - Guide méthodologique d'analyse des risques (2009)
 - Guide ASN de déclaration N°16 pour les ESR « patient » en radiothérapie (octobre 2010)
- **Des saisines d'experts**
 - Saisine de l'IRSN sur la calibration des mini-faisceaux
 - Saisine du GPMED (groupe d'experts dans le domaine médical) sur les conditions d'exercice pour la stéréotaxie



Conclusion

- Sous déclaration des événements, l'élan se stabilise en radiothérapie, la dynamique émerge dans les autres domaines
- Implication de l'ensemble des professionnels dans la démarche pour une réussite
- Nécessité de former les équipes à l'analyse pour identifier les causes profondes et rendre l'organisation plus robuste

Difficulté pour faire un retour d'expérience vers les professionnels

La capitalisation des enseignements tirés des ESR est le défi à relever

43

ÉCHELLE ASN-SFRO

	ÉVÉNEMENTS (IMPRÉVUS, INATTENDUS)	CAUSES	CONSEQUENCES (GRADE CTCAE V3.0)
5 à 7 ¹	Décès	Dose ou volume erroné très supérieur(s) à la normale entraînant des complications ou séquelles non compensables avec la vie.	Décès
4 ²	Événement grave mettant la vie en danger, complication ou séquelles invalidantes	Dose ou volume erroné très supérieur(s) aux doses ou volumes habituels	Effet aigu ou tardif grave, invalide ou irréversible, de grade 4
3 ²	Événement occasionnel ou évènement sévère d'un ou plusieurs organes ou fonctions	Dose ou volume erroné supérieur(s) aux doses ou volumes habituels	Effet aigu ou tardif sévère, invalide ou irréversible, de grade 3
2 ²	Événement occasionnel ou susceptible d'occasionner une altération modérée d'un organe ou fonction	Dose supérieure aux doses recommandées, ou irradiation d'un volume posant entraînant des complications, infections, ou autres modérées	Effet aigu ou tardif modéré, invalide ou irréversible, de grade 2, altération mineure ou nulle de la qualité de la vie
1	Événement avec conséquence dermatologique mais sans conséquence clinique attendue	Erreur de dose ou de volume (peu ou erreur de dose ou erreur de cible sur une séance non compensable ou la totalité du traitement)	Aucun symptôme attendu
0	Événement sans aucune conséquence pour le patient	Erreur de dose (nombre d'unités reçues, titre...) compensée sur la totalité du traitement. Erreur d'identification du patient traité pour une même pathologie (compensable)	

(1) En cas de décès de plusieurs patients :

• le niveau minimal 5 est porté à 6 si le nombre de patients est supérieur à 1 mais inférieur ou égal à 10 ;

• le niveau minimal 5 est porté à 7 si le nombre de patients est supérieur à 10.

(2) Si le nombre de patients est supérieur à 1, il est ajouté un signe «+» au niveau retenu (exemple : 3 devient 3+).

Titre de l'exposé:
Quo vadis en Suisse? Expériences avec ROSIS

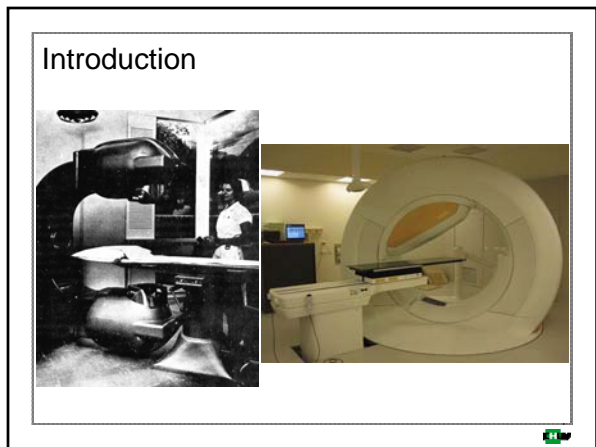
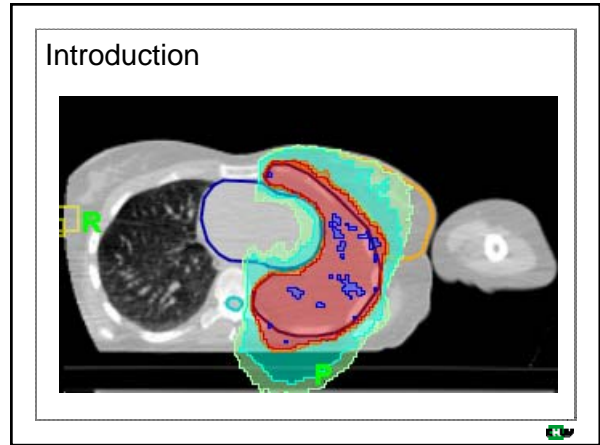
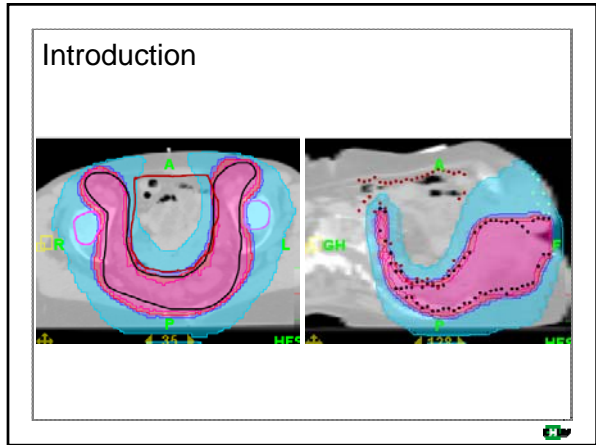
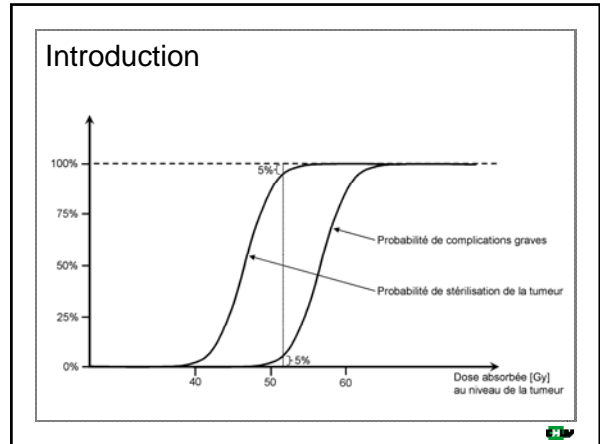
- Raphael Moeckli est chef du groupe de physique de la radiothérapie de l'Institut de Radiophysique et à ce titre physicien chef du service de radiothérapie du CHUV depuis 2001. Il est maître d'enseignement et de recherche ainsi que privat docent de la faculté de biologie et de médecine de l'Université de Lausanne. Il est l'actuel président de la Société Suisse de Radiobiologie et de Physique Médicale et membre de plusieurs groupes de travail de la société dont celui concernant l'annonce des accidents de radiothérapie (CIRS).




Institut de radiophysique
Société Suisse de Radiobiologie et de
Physique Médicale

Quo vadis en Suisse ?
Expérience avec ROSIS

Raphaël Moeckli

- ### ICRP Publication 112 (2010)
- Les accidents de radiothérapie sont dus à
 - Pas ou peu de programme d'assurance de qualité
 - Formation insuffisante
 - Faible compréhension de la physique des équipements de traitement et des systèmes de planification
 - Absence de procédure d'acceptance et de recette
 - Lacunes de compréhension des procédures par les utilisateurs
 - Omission de contrôles de qualité
 - Modification d'une procédure sans validation
 - Reprise de traitements après une panne sans validation physique
 - Faible communication des réactions tissulaire inhabituelles
 - Faible follow-up des patients
- 

ICRP Publication 112 (2010)

- Deux types d'erreurs: systématiques et aléatoires
 - Un système de QA réduit le risque d'occurrence dans les deux cas
- Il est possible de minimiser le risque en
 - Mettant en place un système d'assurance de qualité
 - Mettant en place un système de dosimétrie in-vivo

ICRP Publication 112 (2010)

- « In many parts of the world, particularly in low-income countries, the **lack of staff with the training and competence** essential for safety remains an unresolved issue. [...] In particular, **medical physicists, responsible for safety-critical issues** [...] are unavailable in many countries. »

ICRP Publication 112 (2010)

« Disseminating the knowledge and lessons learned from accidental exposures is crucial in preventing re-occurrence. »

ICRP 112, première phrase

ICRP Publication 112 (2010)

- Malheureusement pas grand chose d'autre à se mettre sous la dent
- Description d'incidents récents
- Recommandations d'actions préventives

Exemple d'incidents récents

- Etalonnage d'un μ MLC
 - Utilisé pour les traitements de stéréotaxie
 - Petits champs (< 1 cm)
 - Erreur de mesure du FOC
 - Chambre d'ionisation trop grande
- La dissémination de cet incident a permis de faire une évaluation des méthodes dosimétrie des petits champs

Exemple d'incidents récents

- Utilisation des petits champs en radiothérapie
 - Pas récent (près de 20 ans)
 - Profusion de systèmes de stéréotaxie
 - Parfois dans des petits centres
 - Parfois conduit par des neurochirurgiens
 - Problème de perte de compétence
 - Problème de la responsabilité de l'irradiation

ROISIS

- Radiation Oncology Safety Information System
- Critical Incident Report System

Situation en Europe

- Le système ROISIS est supporté par l'ESTRO (www.rosis.info)
- Il est géré par un comité indépendant
- Il fonctionne sur une base volontaire et anonyme des annonces



Situation en Europe

- Premier cas répertorié en janvier 2003
- Depuis, 884 cas répertoriés (1.2.2011)
- La base de données n'est pas simple à consulter
- L'utilité pratique est questionnable
 - Manque de moyens ?

Situation en Europe

```
incidentID: 4
modality: External
modality_other:
Date_of_discovery:
Type_of_Error/Process-related:
Discovery_method:
discovered_by: Physician
discovered_other:
affected: One patient
no.affected:
How_Discovered: 1: Chart Check
How_Discovered_2:
Chart_Check: True
Inflow_discovery: False
Portal_imaging_film_A_apfd: False
PI: False
PI_(Combined_category): False
Clinical_Review: False
QA_of_Equipment: False
At_patient_treatment: False
At_1st_pt_in_during_register_checks: False
At_Later_stage_starting_pt_in: False
External_audite: False
Disc_Other: False
disc_other_text:
OLD_Severity: Light
severity_actual:
severity_other_actual:
severity_potential:
severity_other_potential:
short_desc: Modification by the resident of a prescription not controlled by a senior hardware.
description: for a palliative treatment the prescription was 20Gy in 5 fractions and written 20Gy with 20Gy fractions. The treatment was realized 3 times with 20Gy instead of 20Gy from a control the treatment was modified.
Cause: Lack of observance of the prescription by a foreign resident no complete control of the chart by the senior no control of the prescription by the physician when the suggestion more control.
Date: 2003-01-30
```

Situation en Suisse

- Ordonnance du DFI sur la radioprotection s'appliquant aux accélérateurs d'électrons utilisés à des fins médicales (OrAc)
- Article 27, al 1
 - « L'expert en radioprotection veille à ce que tous les incidents en rapport avec l'exploitation de l'accélérateur et les irradiations soient enregistrés conformément à l'art. 24. »

Situation en Suisse

- Art 24
 - L'expert en radioprotection veille à ce que les résultats des contrôles de la qualité, tels que test de réception, révision et contrôle d'état, contrôle des éléments qui conditionnent la dose, contrôles périodiques et de stabilité, pannes et réparations, et incidents, soient consignés par écrit dans le dossier technique. Le contenu minimal du dossier technique est indiqué à l'annexe 4.

Situation en Suisse

- Annexe 4
 - Deux pages dont
 - « 3 Dossier technique
 - Le dossier technique comprend au moins les éléments suivants:
 - a. demande d'autorisation et plans de radioprotection approuvés;
 - b. autorisation de l'OFSP pour le montage et l'exploitation de l'installation;
 - c. protocoles et indications sur tous les tests et les contrôles effectués, tels que tests de réception, contrôles d'état, contrôles de stabilité, rapports de révision;
 - d. description technique et indications spécifiques de l'installation;
 - e. instructions concernant le programme d'assurance de la qualité;
 - f. enregistrements concernant les pannes et leur réparation, de même que sur les incidents **selon l'art. 27**;
 - g. indications sur l'organisation de la clinique de radiooncologie et sa structure de radioprotection, et ce, dans la mesure où elles influencent l'exploitation pratique de l'installation. »
- ... (doute de l'ermite)

Situation en Suisse

- Article 27 al 2
- « Les incidents **qui ont conduit à une exposition imprévue de personnes** doivent être annoncés dans les 30 jours à l'autorité de surveillance par l'expert en radioprotection. »
- Mandat de l'OFSP à la SSRPM et à la SASRO

Situation en Suisse

- Création d'un groupe de travail SSRPM SASRO concernant le CIRS en 2007
- Mandat sur deux niveaux
 - Critères pour une annonce obligatoire à l'OFSP
 - Annonce systématique de tous les incidents sur une base anonyme

Situation en Suisse

- Critères pour une annonce obligatoire à l'OFSP
 - Erreur sur l'identité d'un patient
 - Volume irradié erroné (> 2 cm)
 - Dose totale <> 5 %
 - Dose fraction <> 30 %
 - Dose à un OAR dépassée

Situation en Suisse

- Critères pour une annonce obligatoire à l'OFSP
 - Pas de document officiel
 - Annonce basée sur des conséquences, pas sur des causes
 - Exemple
 - 5 séances de 4 Gy avec une erreur de 1 Gy durant 1 séance → pas d'annonce à l'OFSP
 - Radiochirurgie stéréotaxique de 20 Gy en 1 séance avec une erreur de 1 cm → pas d'annonce à l'OFSP
 - Conséquences cliniques pour le patient ?

Situation en Suisse

- Annonce volontaire des incidents sur une base anonyme
 - Système ROSIS (www.rosis.ch)
 - 38 cas répertoriés depuis 2007
 - Consultation des cas synthétique
 - Encore quelques problèmes techniques
 - Système implémenté, mais peu utilisé



Quelles sont les réticences ?

- L'anonymat est jugé indispensable
- Schizophrénie du physicien médical
 - Contraintes de l'employeur
 - Responsable devant la loi
- Peur du jugement
- Presse de boulevard
- Utilité de la démarche
- Système policier
- Etc...

Conclusions

- La culture de la transparence n'est pas en place partout
- La loi n'est (peut-être) pas appliquée
 - Pas de base claire
 - Réticences des acteurs
- Les critères d'annonce sont à revoir
 - Intégrer les causes (*near miss*) ?
 - Basé sur l'échelle ASN ?

Conclusions

- Il n'y a pas de retour d'expérience
 - Nécessite des moyens
 - Qui gère ?
 - Qui paye ?
 - Comment faire ?
 - Qui est informé ?
 - De quelle manière ?
- Mais il y a une base de travail...

Post-scriptum

- En suisse
 - > 50 linacs
 - > 20 centres
 - > 15'000 patients traités par an
 - 1 accident grave répertorié en 10 ans (décès)
- Le risque de décéder d'un accident de radiothérapie est faible
- La radiothérapie est probablement la discipline de la médecine la plus régulée
 - Prédicible et reproductible
 - Documentée avant, pendant et après

