

WURDEN INTERNATIONAL DIE LEHREN AUS TSCHERNOBYL RICHTIG UND VOLLSTÄNDIG GEZOGEN?

Dr. S. Prêtre, Direktor HSK, CH-5232 Villigen-HSK, Schweiz

1. Einleitung

Im April 1986 waren bereits mehrere aussagekräftige internationale Publikationen verfügbar (siehe Referenzen), die Empfehlungen zum Vorgehen bei einem radiologischen Grossunfall enthielten. Die wichtigsten Grundlagen waren: IAEA Safety Series 55 /1/, ICRP Publikation 40 /4/, IAEA Safety Series 72 /6/.

Nun, die radiologische Katastrophe von Tschernobyl übertraf - räumlich, zeitlich und sozial - die Vorstellungen, die den genannten internationalen Empfehlungen zu Grunde lagen. Es wurden nachher viele Lehren daraus gezogen und in revidierte internationale Empfehlungen eingebaut. Die Fragen, die wir hier diskutieren möchten sind:

<< Wurden die Lehren aus dieser Katastrophe richtig und vollständig gezogen? Wurde dies in den internationalen Empfehlungen genügend berücksichtigt? >>

Die Antworten, die ich in diesem Text schildere, widerspiegeln nur meine eigene subjektive Meinung.

2. Die revidierten internationalen Empfehlungen

Die grundlegende Empfehlung für den Strahlenschutz weltweit war damals die Publikation 26 der ICRP (1977). Ihre Revision begann 1988. Sie war fällig geworden wegen neuen Erkenntnissen aus der epidemiologischen Studie der Ueberlebenden von Hiroshima und Nagasaki. Somit entstand die ICRP Publikation 60 /13/. In diesem neuen grundlegenden Werk wurde der Strahlenschutz bei Unfallsituationen mit dem Konzept der Interventionen gegenüber früher etwas anders geregelt. Als Hauptkriterium für die Entscheidung, ob eine Intervention (und welche Art Intervention) angezeigt ist, wurde "die vermiedene Dosis" eingeführt. Es darf gesagt werden, dass bei dieser Revision keine revolutionären Änderungen entstanden sind. Die ICRP-Publikation 60 ist eher als die Krönung des in vielen Jahren entstandenen rationellen Strahlenschutz-Gebäudes anzusehen.

Anschliessend wurde die ICRP-Publikation 40 (1984) /4/ revidiert und der gefestigten Doktrin angepasst. Dabei entstand die neue ICRP-Publikation 63 (1993) /16/. Ein Vergleich dieser beiden Dokumente zeigt eine sanfte Evolution ohne bahnbrechende Neuigkeiten, sowie viele Aehnlichkeiten. Auf jeden Fall spürt man nicht, dass zwischen den Entstehungsepochen dieser Dokumente eine grosse radiologische Katastrophe geschah.

Bei den Empfehlungen der IAEA ist Aehnliches zu beobachten. Die IAEA Safety Series 72 (1985) /6/ wurde durch die IAEA Safety Series 109 (1994) /17/ ersetzt. Der neue Leitfaden enthält viele praktische Empfehlungen und die Ableitung der Interventions-Niveaus ist gut erklärt. Der Sprung von 1985 bis 1994 entspricht diesbezüglich einem deutlichen Fortschritt. Wäre man erneut einer grossräumigen Kontamination, wie damals beim Tschernobyl-Unfall ausgesetzt, hätte man mit dem Leitfaden IAEA-SS 109 /17/ ein sehr gutes Werkzeug zur Hand.

Die internationale Strahlenschutz-Gemeinschaft hat zwischen 1975 und 1990 ein integriertes, logisches, vollständiges und schönes "Gebäude" von Prinzipien, Vorgehen und Schutzmassnahmen aufgebaut. Dieses Gebäudes ist auf alle Radionuklide und alle denkbaren Situationen anwendbar. Der zentrale Begriff dieses logischen Gebäudes ist **die Dosis** (und insb. **die effektive Dosis**). Um das "Gebäude" auf jede mögliche Situation anzuwenden, gibt es ein Universal-Werkzeug: **die Optimierung**.

Der Strahlenschutz in der Röntgendiagnostik, in der Nuklearmedizin, in Kernkraftwerken, beim Transport radioaktiver Quellen, bei Radon-Problemen, bei kontaminierten Lebensmitteln, bei Strahlenunfällen, etc. wird mit dem gleichen "Gebäude" behandelt. Nun geschah im Jahre 1986 die Grosskatastrophe von Tschernobyl; dabei traten neuartige Probleme auf. Eine Zeitlang war das "Gebäude" der internationalen Strahlenschutz-Gemeinschaft **erschüttert**. Die Frage war: Soll man die schöne Einheit des "Gebäudes" brechen, um sich der Neuartigkeit der Tschernobyl-Probleme anzupassen? Die Antwort war anders:

Die internationale Strahlenschutz-Gemeinschaft erholte sich von ihrem Schock. Sie sezierte die Katastrophe von Tschernobyl in so kleine Teilprobleme bis alle irgendwie ins "Gebäude" passten. Damit wurde die Schönheit und die Einheit des Strahlenschutz-Gebäudes gerettet und sogar bekräftigt. Aber ein ungutes Gefühl bleibt: gewisse Lehren aus der Tschernobyl-Katastrophe konnten nicht völlig gezogen werden. Die Rettung des Strahlenschutz-Gebäudes hatte Priorität. Dadurch wurde verpasst, aus der Katastrophe neuartige Lehren zu ziehen.

Versuchen wir das schöne Strahlenschutz-Gebäude für einen Moment zu vergessen und stellen wir die profane Frage eines nicht-indoktrinierten Laien: Was sonst hätte man von Tschernobyl lernen können?

3. Cäsium-137 ist eine Kalamität

Nuklide mit sehr kurzer Halbwertszeit können sehr stark strahlen, aber sie leben nicht lange. Nuklide mit sehr langer Halbwertszeit leben zwar sehr lange, aber sie strahlen nicht intensiv. Und in der Mitte befindet sich das Cs-137 das sowohl intensiv strahlt als auch länger als der Mensch lebt. Dazu kommt, dass Cäsium recht flüchtig und sehr leicht löslich ist.

Beim Unfall in Goiânia haben wir realisieren müssen, dass eine Cs-137 Quelle von 3x3x3 cm³ zu einem Volumen von 3500 m³ radioaktiven Abfalls geführt hat. Es wurden 17'500 Fässer abgefüllt. /22/

Um 1 km² Gelände unbewohnbar zu machen, genügt ein halbes Gramm Cs-137. Bei den höchst toxischen chemischen Giften, die sesshaft sind und ein Gelände dauerhaft kontaminieren können, braucht es einige 10 bis einige 100 kg, um einen km² Gelände unbewohnbar zu machen.

Somit sollten wir doch erkennen, dass Cs-137 eine sehr schlimme Kalamität sein kann. Der Schutz der Menschheit gegen Cs-137 müsste besonders geregelt sein. Die einheitliche Regelung für alle Nuklide gemäss "Strahlenschutz-Gebäude" lässt uns diese heikle Besonderheit des Cs-137 nicht sofort erkennen.

4. Die kritische Grösse eines dauerhaft kontaminierten Gebiets

Betrifft die Gelände-Kontamination ein Quartier einer kleinen Stadt wie in Goiânia oder betrifft sie die Nahumgebung eines KKW's (einige km²), so kann diese Kontamination von allen Seiten angegangen und saniert werden. Eine so kleine Kontamination kann sich nicht auf alle Bestandteile und Kreisläufe der Biosphäre erstrecken. Sie wird auch von ihrer sauberen Umgebung verdünnt.

Betrifft die Gelände-Kontamination eine ganze Region, die ökologisch und soziologisch abgerundet ist und eine politische Einheit bildet (ein "Bezirk" von ~ 100 km²), so ist die Lage bereits viel ernsthafter und die Kontamination erstreckt sich auf fast alle Bestandteile und Kreisläufe der Biosphäre. Aber wenn alle Nachbar-Regionen sauber geblieben sind, kann die betroffene Region an ihrer Peripherie "atmen". Sie kann auch Hilfe von aussen von allen Seiten empfangen. In einem solchen Fall spielt die Solidarität aus den Nachbarregionen eine entscheidende Rolle. Die betroffene Region fühlt sich verstanden und unterstützt. Es entsteht eine sehr wirksame Dynamik, um zu räumen, putzen, dekontaminieren, beseitigen, ersetzen.

Ist aber dieser Bezirk von weiteren Bezirken umgeben, die selber auch kontaminiert sind, dann "erstickt" dieser Bezirk in seiner Kontamination. Es entsteht so etwas wie eine Belagerung oder ein **Ghetto-Effekt**, wie es Soziologen in der Ukraine und in Belarus beobachtet haben /19/. Bezirke oder Regionen, die sich am Rande der Kontamination befinden, können

wenigsten noch auf einer Seite "atmen", aber wenn die Kontamination sich in allen Richtungen wesentlich weiter als die natürlichen Grenzen der Region (oder die politischen Grenzen des Bezirks) erstreckt, **dann ist die Katastrophe wesentlich schlimmer**. Eine solche Situation kann entstehen, wenn das ernsthaft kontaminierte Gebiet grösser ist als ~ 500 km².

Dieser "nicht-lineare" Effekt, der soziologisch und ökologisch erklärbar ist, erscheint aus der Rationalität des Strahlenschutz-"Gebäudes" selbstverständlich nicht.

5. Die Dauer bis zur "Normalisierung" der Situation

Eine Gesellschaft hat ein grosses Bedürfnis nach "Normalleben". Was normales Leben ist, ist schwierig zu definieren. Das normale Leben ist vielleicht für die Gesellschaft, was die Gesundheit für das Individuum ist. Ein Krieg oder die Pest oder eine Naturkatastrophe hemmen die Gesellschaft stark; sie kann für eine Zeit nicht mehr "normal" funktionieren. Jede Gesellschaft wird von sich aus immer versuchen irgend eine Art "Normalität" zu erreichen. Sie hat auch viel Ausdauer und kann sich mehrere Jahre bemühen, um diese angestrebte "Normalität" zu erreichen. **Es braucht aber die Hoffnung, die sagt: "Wir werden es schaffen" oder "man sieht bereits das Ende des Tunnels"**. Sollte diese Hoffnung aussterben, dann entsteht Apathie, Depression, Empörung, Misstrauen, was zum Umbruch und zur Destrukturierung dieser Gesellschaft führt.

Nach einem Krieg, nach einer Ueberschwemmung, nach einem Erdbeben, nach einem Staudammbruch wird sofort wieder aufgebaut. Das Problem einer dauerhaften Geländekontamination mit einem unsichtbaren, unfassbaren Gift ist perfid und deprimierend. In gewissen betroffenen Regionen um Tschernobyl wurden mit viel Aufwand grosse Dekontaminationsarbeiten unternommen. Der Erfolg blieb aber mager, was deprimierend wirkt.

Zu Lösung dieses Problems hat das rationale internationale Strahlenschutz-"Gebäude" einen schlechten Dienst geleistet. Dieses "Gebäude" sieht eigentlich nur 2 Regimes vor:

- das Regime der "Praktiken" (für den Normalzustand)
- das Regime der "Interventionen" (für den gestörten Zustand)

Bei der Einführung einer "Praktik" (neue Tätigkeit) wird etwas mehr Dosis addiert. Bei der Einführung einer "Intervention" wird etwas Dosis vermieden.

Dieses Schwarz-Weiss-System erinnert an die Zeit, bei welcher es aussenpolitisch nur 2 Zustände gab: Krieg oder Frieden. Jetzt weiss man, dass es dazwischen viele Grau-Zonen geben kann. Der Ausdruck "Drôle der Guerre" wurde eingeführt, um zu sagen, dass es nicht Krieg aber auch nicht Frieden ist.

Das internationale Strahlenschutz-"Gebäude" erweckt den Eindruck, eine Situation sei so lange nicht "normal" bis die nicht-natürliche und nicht-medizinische Bevölkerungsdosis wieder unterhalb 1 mSv/Jahr gefallen ist. Ist diese Dosis höher als 1 mSv/Jahr, so befindet man sich im Regime der Interventionen, was in anderen Worten bedeutet, dass die Lage nicht "normal" ist. Wird die Dosis von 1 mSv/Jahr als Kriterium für die "Normalität" benützt, so gibt es bevölkerte Regionen um Tschernobyl, wo diese doktrinäre "Normalität" erst in ~30 Jahren wieder erreicht werden wird. Diese Interpretation des internationalen Strahlenschutz-"Gebäudes" bewirkt eine Entmutigung und Deprimierung der betroffenen Bevölkerung und behindert den Wiederaufbau dieser Gesellschaft.

Hätte das internationale Strahlenschutz-"Gebäude" noch ein "Regime für "de facto" Situationen zusammen mit einer flexiblen Definition der "Normalität" eingeführt, so hätte die betroffene Bevölkerung die Hoffnung nicht aufgegeben. Für solche "de facto" Situationen, die übrigens auch im Bereich des Radons existieren, wäre es ohne weiteres vertretbar, 10 mSv/Jahr oder sogar 20 mSv/Jahr als Ambitionsniveau zu deklarieren, unterhalb welchem eine hinreichende "Normalität" erreicht wird. Solche Dosen sind für beruflich strahlenexponierte Personen zulässig ohne unzumutbare Gesundheitsschäden zu verursachen und werden wahrscheinlich bei der betroffenen Bevölkerung kleinere Schäden hervorrufen, als die konventionellen sozio-ökonomischen Schäden eines hoffnungslosen Zustandes. Wenn es voraussehbar ist, dass solche Pegel nicht innerhalb von 5 bis höchstens 10 Jahren unterschritten werden können, dann sollte die Bevölkerung dieser Region umgesiedelt werden. Man darf die Geduld der Bevölkerung nicht während länger als ~10 Jahren strapazieren.

6. Die tolerierbare Lebensmittelkontamination

Das internationale Strahlenschutz-"Gebäude" geht von der tolerierbaren Dosis aus und rechnet zurück auf die maximale Aktivität eines bestimmten Radionuklids, die sich in einem kg eines bestimmten Lebensmittels befinden darf. Das ist die streng rationale Denkweise. Dabei muss man eine bestimmte Essgewohnheit voraussetzen.

Die Lebensmittelkontrolleure ihrerseits denken in Begriffen von Qualität und Reinheit. Sie erkundigen sich über die technologisch erreichbare Reinheit und verlangen sie. Für Nuklide wie Cs-137 führt diese Denkweise zu Kontaminationslimiten, die viel strenger sind als die Strahlenschutzlimiten.

Die Lebensmittelproduzenten sind noch strenger. Im Sinne der Konkurrenz wollen sie Lebensmittel auf den Markt bringen, die tadellos sind. Das sind die besten Verkaufsargumente.

Im Bereich der Lebensmittel denkt der Mensch nicht rational. Lebensmittel haben eine sehr hohe symbolische Bedeutung. Hier will der Mensch Reinheit, es sei denn er befindet sich in Hungersnot. Es gibt aber weltweit ein Ueberangebot an Lebensmitteln und grossen Trans-

port-Kapazitäten. Falls irgendwo eine Region radiologisch kontaminiert wird, sind viele Leute der Meinung, dass die Lebensmittelprodukte aus dieser Region für eine gewisse Zeit kaum noch gekauft werden, auch wenn ihr Kontaminationspegel sehr tief und harmlos ist. **Hier wird die Strahlenschutzlogik bestimmt nicht siegen. Was siegen wird ist die Denkweise: "Zur Sicherheit kaufe ich jetzt Lebensmittel aus einer nicht betroffenen Region". Die grossen Lebensmittelverteiler wissen das; deshalb werden sie die fraglichen Produkte gar nicht auf den Markt bringen.**

Dieses Rennen in Richtung "Null Fremdstoffe" kostet aber der Gesellschaft gesamthaft viel Geld und raubt der betroffenen Region die Möglichkeit, zur Normalität zurückzukehren, da ihre Produkte nicht verkauft werden können. Viele gute Lebensmittelprodukte werden vernichtet werden müssen, weil niemand sie kaufen will. Dieses Rennen könnte vielleicht gestoppt werden, wenn sich alle Beteiligten (Strahlenschützer, Lebensmittelkontrolleure, Lebensmittelproduzenten, Lebensmittelverteiler) auf Tiefstwerte einigen könnten, unter welchen **alle** der Meinung sind, dass es wirklich harmlos ist. Unterhalb solcher Tiefstwerte wären alle Produkte gleich gut (= tadellos). Unterhalb dieser Tiefstwerte würde das Konkurrenz-Rennen aufhören. Damit solche Tiefstwerte weltweit praktisch als Null-Werte akzeptiert werden, müssten sie auch tatsächlich sehr tief sein. Die Gefahr eines solchen Vorgehens ist, dass solche "Harmlosigkeitswerte" mit Dialektik zu gefährlichen Grenzwerten umgedreht werden.

7. Die soziale Dimension einer radiologischen Katastrophe wie Tschernobyl

Die ICRP definiert das "Detriment" /13/ als den gesamten Schaden. Gut definiert ist das Gesundheits-"Detriment" als Folge der Bestrahlung einer definierten Personengruppe. Was im internationalen Strahlenschutz-"Gebäude" aber nicht angesprochen wird, ist das **soziale "Detriment"**. Ein soziales "Detriment" entsteht, wenn die Katastrophe grossflächig ist (siehe § 4) und wenn die Geländekontamination sehr dauerhaft ist (siehe § 5). **Betrifft die ernsthafte Geländekontamination mehr als ~500 km² und dauert sie länger als ~10 Jahre, so kann man sicher sein, dass das soziale "Detriment" mindestens so wichtig ist wie das "Gesundheitsdetriment"**. Diese soziale Dimension des Problems "Nuklearkatastrophe" ist bisher wenig erforscht worden. Man beginnt erst zu ahnen, was zu tun wäre, um die Post-Unfall Krise (die zweite Krise) zu vermeiden /15/, /20/. Die Erfahrungen betreffend die positiven und negativen Auswirkungen der Interventionen sind noch nicht ganz schlüssig /19/. In der Ukraine gab es sehr teure Interventionen, die sich als sehr kontraproduktiv erwiesen haben. Zum Beispiel wird jetzt die Zuteilung von Subventionen als Entschädigung für die mehr oder weniger echten Schäden der Katastrophe als ein Riesenflop betrachtet. Und dieser Flop kostete 14 % des Nationalbudgets. Diese Subventionen haben die Leute in ihrer Passivität, Apathie und Depression bestätigt und sie noch mehr vom Staat abhängig gemacht. Anstelle von Subventionen hätte man diejenigen Leute mit Prämien belohnen sollen, die etwas Konstruktives getan haben, um die Kontamination zu reduzieren oder um das soziale Leben wieder anzukurbeln.

Wenn man als Strahlenschützer eine Intervention vorschlägt, welche die Strahlendosis der Bevölkerung reduzieren könnte, so meint man es sicher gut. Aber jede Intervention hat soziale Auswirkungen und diese können kontraproduktive Effekte generieren. Zum Beispiel eine Evakuierung oder eine Umsiedlung kann das Richtige oder das Falsche sein, je nach politischer, psychologischer und soziologischer Situation sowie der Dosis die dadurch vermieden wird. Massgebend ist das Vertrauen: das Vertrauen der Gesellschaft in sich selbst und ihr Vertrauen in die Behörden.

Mehr sollte investiert werden, um diese soziale Dimension zu erfassen und zu verstehen. **Und dann sollte die internationale Strahlenschutz-Gemeinschaft akzeptieren, dass es auch soziologische Regeln gibt, die bei der Entscheidung über eine erwogene Intervention eine stärkere Rolle spielen können, als eine schöne mathematische Optimierung.**

8. Ist die effektive Dosis immer der richtige Entscheidungsparameter?

Im internationalen Strahlenschutz-"Gebäude" ist die Grösse "effektive Dosis" ein Dogma geworden. Ziemlich alles wird auf der Basis der effektiven Dosis entschieden. Oft ist sie auch die richtige Grösse und führt zu gesunden Entscheidungen. In der effektiven Dosis werden einerseits die Strahlenart und andererseits die unterschiedliche Gewebe- bzw. Organ-Empfindlichkeit gewichtet. Damit ist diese Grösse bereits ein Aggregat von diversen Sachen. Aber was fehlt ist der **Einfluss der Dosisrate**.

Wenn eine Dosis innerhalb Minuten oder innerhalb Tagen oder innerhalb Jahren aufgenommen wurde, sollte sie unterschiedlich bewertet werden. Bei der Transformation von effektiver Dosis ins "Detriment" gibt es wohl ein Faktor 2 (= DDREF), der zu berücksichtigen ist, je nachdem ob die Dosisrate hoch oder tief war. Aber damit kommt man nicht zur Ueberzeugung, dass die Dosisrate gebührend berücksichtigt wurde.

Rund um Tschernobyl wurden die "Liquidatoren", die Bevölkerung von Pripjat und die weitere Bevölkerung, die in den ersten 2-3 Tagen von der Wolke erwischt wurde, sehr hohen Dosisraten ausgesetzt. Die Dosis, die in diesen ersten Wochen aufgenommen wurde, ist vermutlich wichtiger für das sichtbare Gesundheitsdetriment als die Folgedosis der nächsten 50 Jahre. Nun kennt man aber diese Anfangsdosis nicht gut und zweitens wäre es vielleicht nicht richtig, sie mit der Cs-137-Folgedosis einfach zu addieren. Irgendwie sollte die Dosisrate einen grösseren Einfluss haben. Das internationale Strahlenschutz-"Gebäude" führt möglicherweise dazu, einerseits die gesundheitlichen Folgen der Bestrahlung der "Liquidatoren" und der Bevölkerung aus dem Nahbereich zu unterschätzen und andererseits führt die heutige Doktrin höchstwahrscheinlich zu einer Ueberschätzung der gesundheitlichen Konsequenzen im Fernfeld (weiter als ~500 km).

9. Schlussfolgerung

Die internationale Strahlenschutz-Gemeinschaft hat bereits viel aus der Tschernobyl-Katastrophe gelernt, aber einiges hat sie auch nicht realisiert oder verdrängt, weil es nicht gut ins "Gebäude" gepasst hat.

Was meiner Meinung nach besser oder tiefer verarbeitet werden sollte ist z.B.:

- die besondere Gefährdung durch Cs-137
- die soziologischen Erschwernisse, falls das dauerhaft kontaminierte Gelände grösser als ~500 km² ist
- die soziologischen Erschwernisse, falls die Rückkehr zu einer Art Normalität nicht innerhalb von 5 bis 10 Jahren möglich ist.
- die unbefriedigende Lösung bei der Beurteilung von kontaminierten Lebensmitteln.
- die Berücksichtigung der potentiellen sozialen Auswirkungen einer Intervention bzw. einer Nicht-Intervention.
- die Rolle der Dosisrate, damit eine z.B. über 30 Jahre verteilte Dosis anders bewertet wird als die gleiche Dosis, die in 2 Stunden aufgenommen wird.

10. Referenzen

- /1/ IAEA Safety Series No. 55. Planning for Off-Site Response to Radiation Accidents in Nuclear Facilities (1981).
- /2/ WHO. Nuclear Power: Accidental releases-principles of public health action. WHO European Series No. 16 (1981-84).
- /3/ IAEA INFCIRC/310. Guidelines for mutual emergency assistance arrangements in connection with a nuclear accident or radiological emergency (1984).
- /4/ ICRP Publication 40. Protection of the Public in the Event of Major Radiation Accidents: Principles for Planning (1984).
- /5/ IAEA INFCIRC/321. Guidelines on reportable events, integrated planning and information exchange in a transboundary release of radioactive materials (1985).
- /6/ IAEA Safety Series No. 72. Principles for Establishing Intervention Levels for the Protection of the Public in the Event of a Nuclear Accident or Radiological Emergency (1985).
- /7/ WHO. Nuclear Power: Accidental releases-practical guidance for public health action. WHO European Series No. 21 (1985-87).
- /8/ IAEA Safety Series No. 81. Derived Intervention Levels for Application in Controlling Radiation Dosis to the Public in the Event of a Nuclear Accident or Radiological Emergency (1986).
- /9/ WHO. Health Hazards from Radiocaesium following the Chernobyl Nuclear Accident. Environmental Health Series No. 24 (1987).
- /10/ OECD-NEA. Nuclear Accidents: Intervention Levels for Protection of the Public (1989).
- /11/ IAEA Safety Series No. 97. Principles and Techniques for Post-Accident Assessment and Recovery in a Contaminated Environment of a Nuclear Facility (1989).
- /12/ OECD-NEA. Protection of the population in the event of a nuclear accident. A Basis for Intervention (1990).
- /13/ ICRP Publication 60. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (1991).
- /14/ FAO/WHO Codex Alimentarius, Section 6.1. Guideline Levels for Radionuclides in Food Following Accidental Nuclear Contamination (1991).

/15/ Lochard, J. and Prêtre, S. Intervention After Accident: Understanding the Societal Impact. OECD-NEA Workshop "Radiation Protection on the Threshold of the 21st Century", Paris 11-13 January 1993.

/16/ ICRP Publication 63. Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency (1993).

/17/ IAEA Safety Series No. 109. Intervention Criteria in a Nuclear or Radiation Emergency (1994).

/18/ IAEA Safety Series No. 115 I. International Basic Safety Standards for the Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources (1994).

/19/ Girard, P. et Hériard-Durbreuil, G. Conséquences sociales et psychiques de l'accident de TCHERNOBYL. - La situation en Ukraine, sept ans après l'accident. MUTADIS Consultants. MUT 93/JSP 2/PG/GHD/003 (1994).

/20/ Lochard, J. and Prêtre, S. Return to Normality after a Radiological Emergency. Health Physics 68-1 (1995).

/21/ Girard, P. et Hériard-Dubreuil, G. La dimension du stress dans la gestion accidentelle et post-accidentelle de Tchernobyl. Conférence "Radioprotection et Médecine", Montpellier Juin 1995.

/22/ IAEA - STI/PUB/815. The radiological accident in Goiânia (1988).