Bundesamt für Energiewirtschaft (Schweiz)
Office fédéral de l'énergie (Suisse)
Ufficio federale dell' energia (Svizzera)
Federal Office of Energy (Switzerland)

Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen
Division principale de la Sécurité des Installations Nucléaires
Divisione principale della Sicurezza degli Impianti Nucleari
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate

5232 Villigen-HSK

Tel. 056 / 310 38 11 Fax : 0

DIR-D

Datum	18. März 1996
Aktenzeichen	HSK-AN-2970 KSA-AN-1893
Typ/Charakter	Aktennotiz
Klassifikation	
Bearbeiter	S. Prêtre / sa
Visum	
Projekt, Thema, Gegenstand (Schlagwörter)	Tschernobyl
Seiten	13
Beilagen	
Zeichnungen	11

Wurden international die Lehren aus Tschernobyl richtig und vollständig gezogen?

Beitrag zum BfS/SSK-Seminar München, 6. und 7. März 1996 "Zehn Jahre nach Tschernobyl, eine Bilanz"

Inhalt

Erweiterte Zusammenfassung

Abstract

1. Einleitung
2. Die revidierten internationalen Empfehlungen
3. Cäsium-137 ist eine Kalamität
4. Die kritische Grösse eines dauerhaft kontaminierten Gebiets
5. Die Dauer bis zur "Normalisierung" der Situation
6. Die tolerierbare Lebensmittelkontamination
7. Die soziale Dimension einer radiologischen Katastrophe wie Tschernobyl
8. Ist die effektive Dosis immer der richtige Entscheidungsparameter?
9. Schlussfolgerung
10. Referenzen

Folien

Verteiler

HSK:	GROMO	BAG:	3 Ex.
KSA:	alle Mitglieder	BEW:	3 Ex.
EKS:	Büro		
KOMAC:	Büro		
KÜR:	alle Mitglieder		

Ablage

F.1

WURDEN INTERNATIONAL DIE LEHREN AUS TSCHERNOBYL RICHTIG UND VOLLSTÄNDIG GEZOGEN?

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

Erweiterte Zusammenfassung

Zur Zeit des Tschernobyl Unfalls waren bereits gute internationale Empfehlungen vorhanden. Aber die entstandene radiologische Katastrophe übertraf - räumlich, zeitlich und sozial - die Vorstellungen, die diesen Empfehlungen zu Grunde lagen. In der Folge wurden viele Lehren daraus gezogen und die internationalen Empfehlungen entsprechend revidiert. Vergleicht man die entstandenen Nach-Tschernobyl Empfehlungen mit den vorherigen, so findet man zahlreiche Verbesserungen und viele Aehnlichkeiten. Der Vergleich zeugt von einer sanften Evolution ohne bahnbrechende Neuigkeiten; man spürt nicht, dass zwischen den Entstehungsepochen dieser Dokumente eine radiologische Katastrophe geschah. Die internationale Strahlenschutz-Gemeinschaft hat zwischen 1975 und 1990 ein integriertes, logisches, vollständiges und schönes "Gebäude" von Prinzipien, Vorgehensweisen und Schutzmassnahmen aufgebaut. Nun geschah im Jahre 1986 ein enormes radiologisches Ereignis, das neuartige Probleme brachte und das im Aufbau befindliche Strahlenschutz-"Gebäude" erschütterte. Die Frage war dann: 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 und sezierte die neuartigen Probleme in so kleine Teilprobleme, bis alle irgendwie ins "Gebäude" passten. Aber, ein ungutes Gefühl bleibt: gewisse Lehren aus der Tschernobyl-Katastrophe konnten nicht vollständig gezogen werden. Was hätte man sonst noch oder besser lernen können?

- **Cäsium-137 ist eine Kalamität**
  Cäsium-137 strahlt stark, wirkt lange, ist gut löslich und relativ leicht flüchtig. Um 1 km^2 Gelände unbewohnbar zu machen, genügt ein halbes Gramm Cs-137. Bei den höchst-toxischen chemischen Giften, die auch ein Gelände dauerhaft unbewohnbar machen können, braucht es einige 10 bis 100 kg pro km^2.
  Beim Unfall Goiânia ist eine Spitalquelle Cs-137 von 3x3x3 cm^3 ausser Kontrolle geraten. Es wurden 49 Personen hospitalisiert und 4 davon starben. Es entstand 3500 m^3 Abfall. Braucht Cäsium-137 nicht eine Sonderbehandlung in der Gesetzgebung?
- **Die kritische Grösse eines dauerhaft kontaminierten Gebiets**
  Wenn die kontaminierte Region nicht zu gross ist (z.B. 100 km^2), so kann sie an ihrer Peripherie "atmen". Sie kann auch Hilfe von aussen von allen Seiten empfangen. Und die saubere Umgebung wirkt durch die ökologischen Kreisläufe verdünnend. Die Solidarität aus den nicht-betroffenen Nachbarregionen spielt auch aktiv mit.
  Bei einer grossflächigen Kontamination kann es aber eine Region geben, die rundherum auch von kontaminierten Regionen umgeben ist. Diese zentralgelegene Region "erstickt" in ihrer Kontamination und eine Art Ghetto-Effekt entsteht. Diese deutliche Verschlimmerung der Situation kann entstehen, wenn das ernsthaft kontaminierte Gebiet grösser ist als ~500 km^2.
- **Die Dauer bis zur Normalisierung der Situation**
  Die Gesellschaft hat ein grosses Bedürfnis nach "Normalleben". Sie kann lange, aber nicht ewig in einem Ausnahmezustand überleben. Die nicht-umgesiedelte Bevölkerung sollte die Zuversicht haben, dass sie nach spätestens 5 bis 10 Jahren wieder normal wird leben können. Wenn aber das "Ende des Tunnels" gar nicht in Sicht ist, verliert die Bevölkerung die Hoffnung und wird apatisch. Das rationelle internationale Strahlenschutz-"Gebäude" hat leider eine sehr perfekte, luxuriöse und unnötig enge Definition der Normalität gegeben. Nach dieser

Definition werden bevölkerte Regionen um Tschernobyl noch gut 30 Jahre warten müssen, bis diese luxuriöse Normalität tatsächlich erreicht wird. Es gibt "de facto"-Situationen, die man mit gutem Gewissen als "hinreichend normal" erklären kann. Dies wird ohnehin für Radon praktiziert.

- **Tolerierbare Lebensmittelkontamination**
  Aufgrund des Strahlenschutz-"Gebäudes" wird die maximal tolerierbare Radioaktivität in den Lebensmitteln berechnet. Die Lebensmittelkontrolleure betrachten aber solche rational abgeleiteten Werte als zu hoch. Sie wenden das Prinzip der Reinheit an. Die Lebensmittelproduzenten und Grossverteiler sind eher noch strenger. Sie wollen kontaminierte Lebensmittel, selbst wenn sie nur leicht und harmlos kontaminiert sind, gar nicht auf den Markt bringen. Sie behaupten, dass Lebensmittel, die nicht tadellos sind, gar nicht gekauft werden. Dieses Rennen in Richtung "Null Fremdstoffe" kostet aber der Gesellschaft gesamthaft viel Geld, denn gute Lebensmittel werden unnötigerweise vernichtet.
  Es bräuchte eine generelle akzeptierte Definition von "Harmlosigkeitswerten", unterhalb welcher die Kontamination mit gutem Gewissen als Null erklärt werden kann. Solche "Harmlosigkeitswerte" würden die unnötige Inflation nach noch mehr Reinheit stoppen und das Vertrauen der Bevölkerung wieder herstellen.
- **Soziale Dimension einer erwogenen Intervention**
  Man kann einen finanziellen Schaden beziffern. Der Gesundheitsschaden kann in Anzahl Kranke, Verletzte und Tote auch quantifiziert werden. Aber was ein Sozialschaden ist, ist noch nicht gut erforscht worden. Wenn eine Gesellschaft nach dem Ausnahmezustand sich nicht erholen kann, wenn Apathie, Depression, Empörung und Misstrauen sich dauerhaft installieren, dann hat man bestimmt einen Sozialschaden. Die Frage ist: Wie kann man diese negative Entwicklung, die zum Sozialschaden führt, vermeiden. Das richtige Management einer Krise sollte studiert werden. Dabei kann es sein, dass sich aus Strahlenschutz-Gründen gut gemeinte und rationelle Interventionen nachträglich vom sozialen Standpunkt aus als falsch oder kontraproduktiv erweisen.
- **Einfluss der Dosisrate**
  Wenn eine Strahlendosis innerhalb von Minuten oder innerhalb von Tagen oder innerhalb von Jahren aufgenommen wird, sollte dies zu unterschiedlichen Bewertungen führen. Das heute gültige internationale Strahlenschutz-"Gebäude" bewertet so unterschiedliche Situationen fast gleich. Das ist intuitiv nicht glaubhaft. Diese undifferenzierte Bewertung führt möglicherweise, im Fall der während Minuten bestrahlten Liquidatoren, zu einer Unterschätzung ihrer gesundheitlichen Folgen. Andererseits werden möglicherweise die Konsequenzen aus der Bestrahlung grosser Teile der Bevölkerung überschätzt, da die Bestrahlung sich auf Jahre erstreckt.

Schlussfolgerung

Es wurde schon viel aus der Tschernobyl-Katastrophe gelernt, einiges wurde aber verdrängt, weil es nicht ins schöne Strahlenschutz-"Gebäude" passt.

WURDEN INTERNATIONAL DIE LEHREN AUS TSCHERNOBYL RICHTIG UND VOLLSTÄNDIG GEZOGEN?

HAVE THE LESSONS LEARNED FROM CHORNOBYL ALREADY BEEN FULLY CONSIDERED IN INTERNATIONAL RECOMMENDATIONS?

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

Abstract

At the time of the Chornobyl accident some good international recommendations were already available for dealing with a nuclear emergency. In the subsequent years, these recommendations were revised and adapted to the lessons learned. But some of the lessons have not been fully considered yet, perhaps because they do not fit into the integrated Rationale on Radiation Protection built between 1975 and 1990. What else could we still learn from the Chornobyl experience?

• **Caesium-137 is a calamity**. Only a half of a gramme of this substance can make 1 km^2 of land inhabitable during a very long time. To achieve the same effect with a chemically highly toxical substance one needs 10'000 to 100'000 times more substance. The accident in Goiânia confirms that Cs-137 is a calamity and that special severe regulations are needed.

• **The critical size of a contaminated land surface is evaluated at ~500 km^2.** When the contaminated region is significantly smaller, it can "breathe" at the periphery, and can get help from all regions around. But when the contaminated region is surrounded by other regions which are also contaminated, then this central region "suffocates" and a ghetto-effect develops. In such a case, the society in it becomes ill and the catastrophe is much more severe.

• **The time duration until "normal life" can be declared, should not last longer than 5 to 10 years.** If it is longer, the society affected will resign and becomes apathetic. The too narrow definition of "normality" in the radiation protection recommendations will give the affected population the feeling of living in an unsound environment for about 30 years. A recognition of "de facto" situations as being "sufficiently normal" - as this is done for radon - would have permitted a more effective management of the Chornobyl post-accident crisis.

• **The international recommendations for contaminated foodstuff is not adapted to the real situation.** People will simply not buy foodstuff which comes from the contaminated area, independent of contamination levels. To avoid a continous inflation of the purity of foodstuff toward a zero contamination level, an international very low level of no-concern should be agreed upon.

• **The social dimension of a post-accident crisis has not yet been fully explored.** When interventions are envisaged from the point of view of radiation protection, the potential social effects - which can be contra-productive - should be taken into consideration.

• **The current radiation protection recommendations do not fully consider the importance of time during which a radiation dose is accumulated.** If the same dose is accumulated during minutes or days or years it should lead to health consequences which are quite different. This weakness in the system tends probably to underestimate the importance of the irradiation of the "liquidators" and to overestimate the importance of the irradiation of the remote populations.

• **On the whole, many lessons were learned from Chornobyl, but the social aspects of such a catastrophe are not yet recognised.**

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 Aenderungen 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 cm^3 zu einem Volumen von 3500 m^3 radioaktiven Abfalls geführt hat. Es wurden 17'500 Fässer abgefüllt. /22/

Um 1 km^2 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 km^2 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 KKWs (einige km^2), 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 km^2), 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 km^2.

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 Transport-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 Perso-

nengruppe. 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 km^2 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 Evakuation 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 Pripyat 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 km^2 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).

International gezogene Lehren

ICRP Publikation 40

Protection of the Public in the Event of Major Radiation Accidents (1984)

→

ICRP Publikation 63

Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency (1993)

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)

→

IAEA Safety Series No. 109

Intervention Criteria in a Nuclear or Radiation Emergency (1994)

→

FAO / WHO

Codex Alimentarius
Section 6.1 (1991)

Guideline Levels for Radionuclides in Food Following Accidental Nuclear Contamination

P. Gern

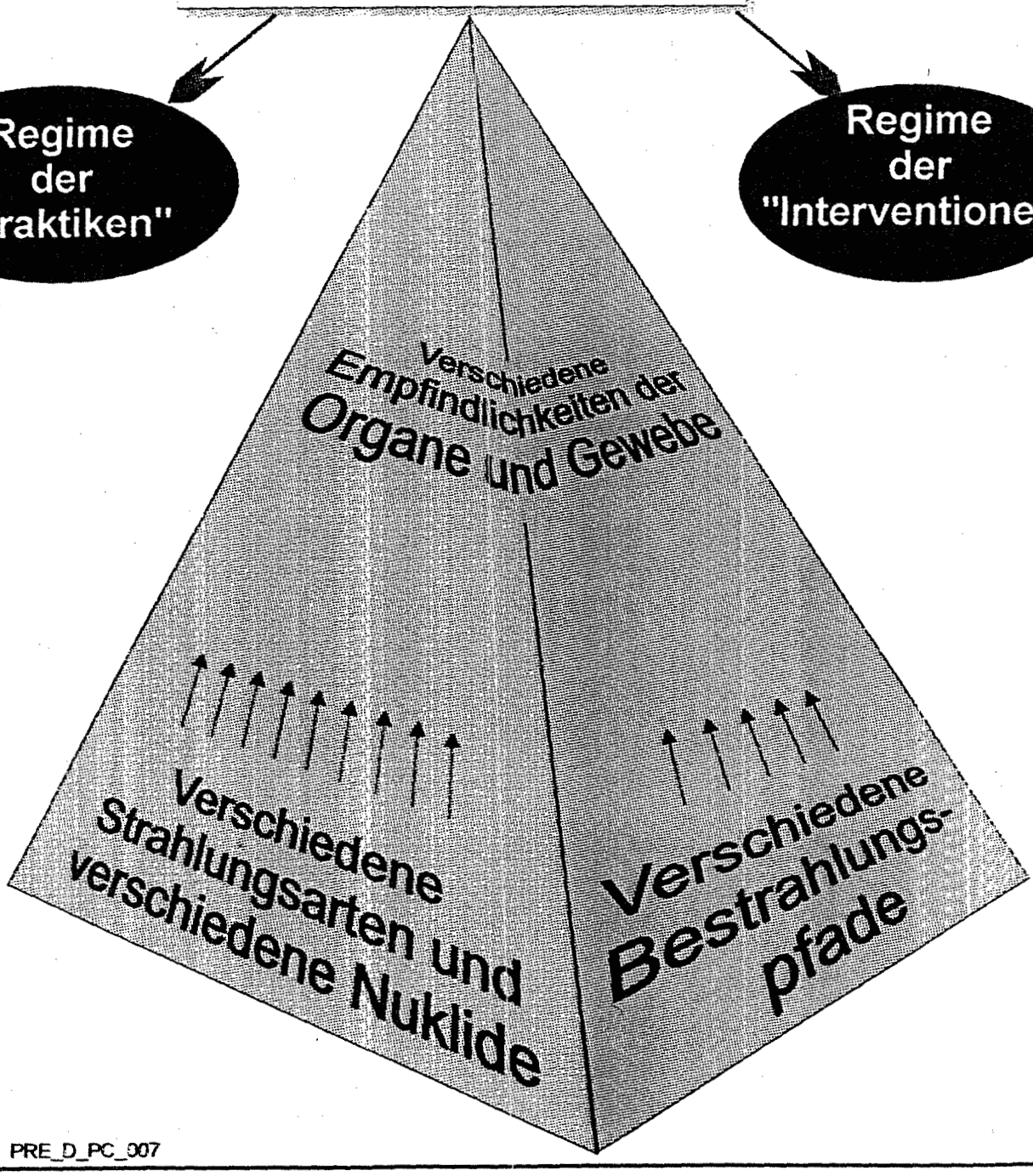
Das rationelle Strahlenschutzgebäude erbaut 1972 - 1990

effektive Dosis

$$E = \sum_T \sum_R w_T \cdot w_R \cdot D_{T,R}$$

Regime der "Praktiken"

Regime der "Interventionen"



Was im Strahlenschutzgebäude nicht oder zu wenig berücksichtigt wird:

- Die Zeit { Dauer der Bestrahlung / Dauer der Kontamination }
- Die Anzahl betroffener Menschen (soziale Aspekte)
- Die Grösse des kontaminierten Gebietes (ökologische + soziale Gleichgewichte)
- Die sehr hohen Ansprüche einer modernen Gesellschaft an ihre Lebensmittel
- Der Umgang mit "de facto" Situationen

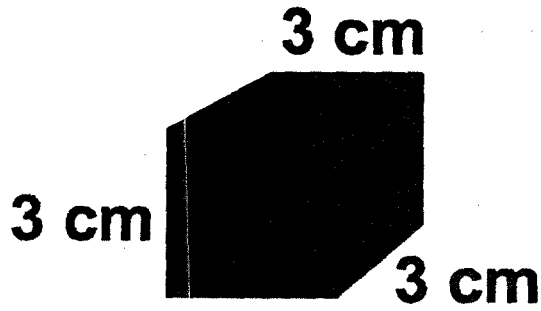
Cäsium-137: eine Kalamität

Wieviel von einem sesshaften Gift braucht es, um ein km²-Gelände dauerhaft unbewohnbar zu machen?

höchst-toxische chemische Gifte:	~ 10 bis 100 kg
Cäsium-137:	~ 0,5 Gramm

Goiânia - Unfall

Spitalquelle



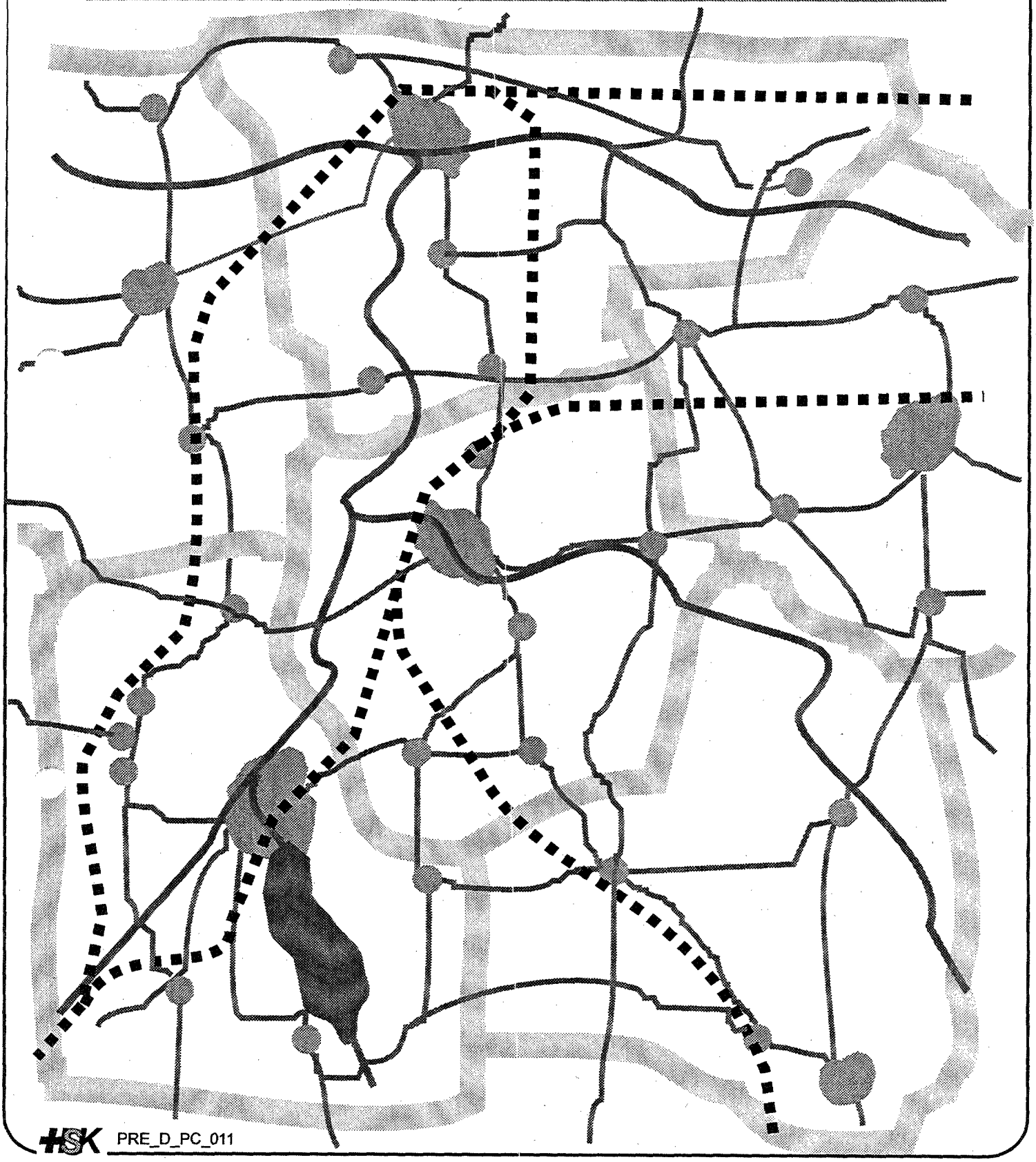
Cs-137

→ 3500 m³ Abfall

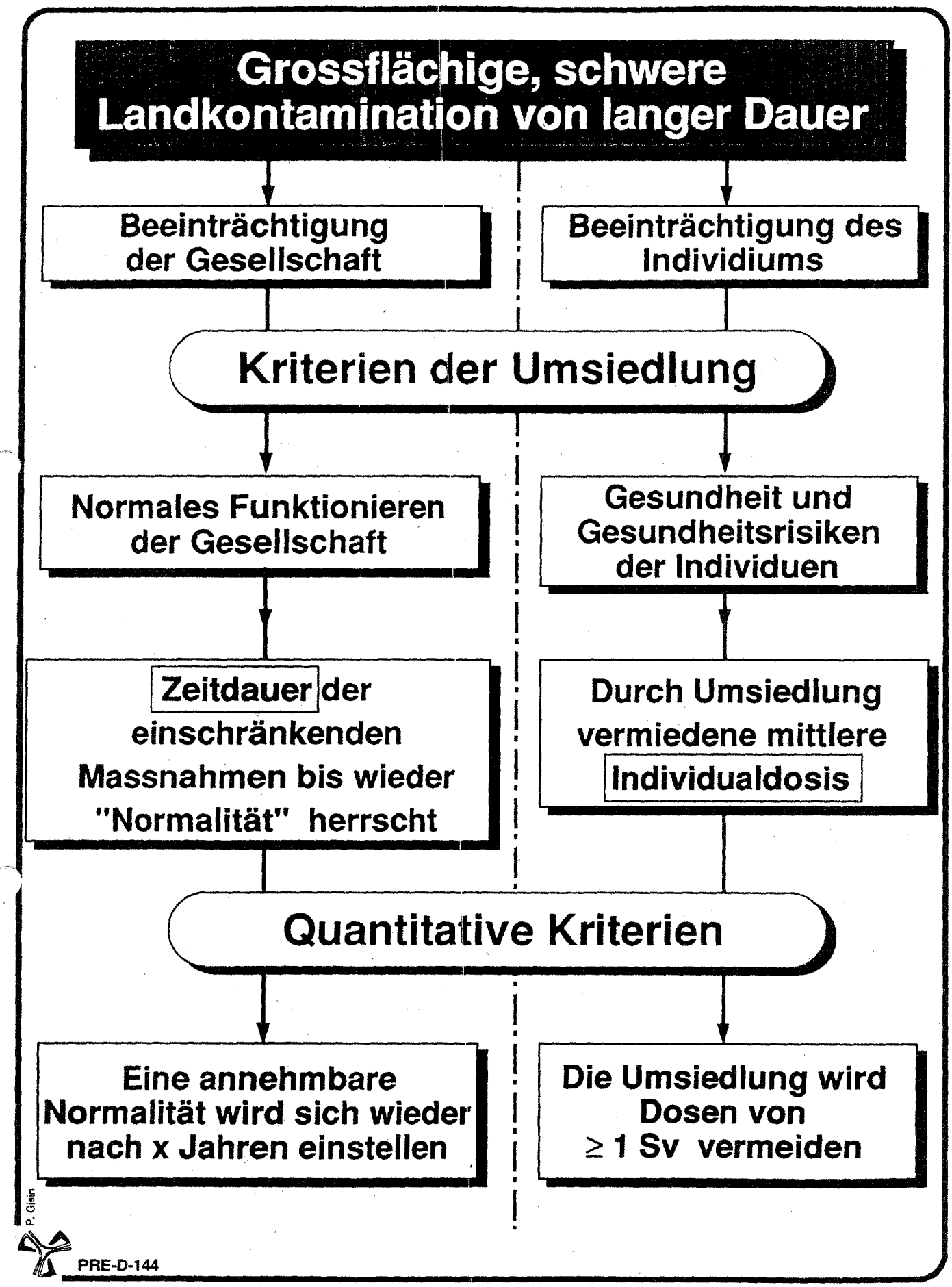
Cs-137 verteilt sich überall in der Biosphäre

Cs-137 erreicht den Menschen über alle Bestrahlungspfade

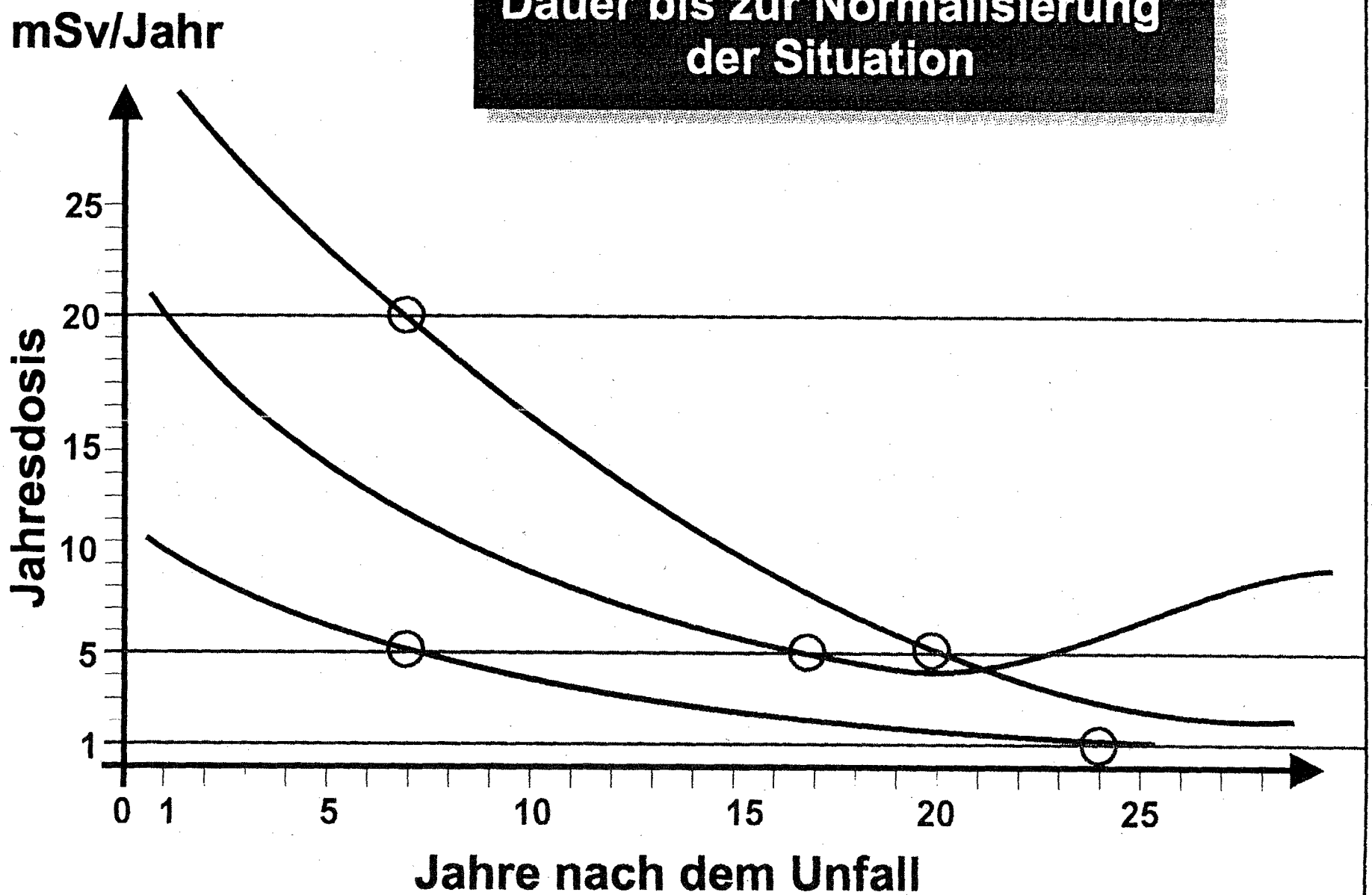
Eine Region ("Bezirk"): ~ 100 - 300 km²



HSK PRE_D_PC_011


Grossflächige, schwere Landkontamination von langer Dauer
Beeinträchtigung der Gesellschaft
Beeinträchtigung des Individiums
Kriterien der Umsiedlung
Normales Funktionieren der Gesellschaft
Gesundheit und Gesundheitsrisiken der Individuen
Zeitdauer der einschränkenden Massnahmen bis wieder "Normalität" herrscht
Durch Umsiedlung vermiedene mittlere Individualdosis
Quantitative Kriterien
Eine annehmbare Normalität wird sich wieder nach x Jahren einstellen
Die Umsiedlung wird Dosen von ≥ 1 Sv vermeiden
P. Gleim
PRE-D-144

Dauer bis zur Normalisierung der Situation



P. Gisin

HSK PRE_D_PC_012

"Strahlenschutzgebäude"

Regime der "Praktiken"

gilt beim
"Normalleben".
(Es wird Dosis addiert)
Hier gelten individuelle
Dosis - Grenzwerte.

Regime der "Interventionen"

gilt nach einem Unfall
(Es wird Dosis vermieden)
Dieser Ausnahmezustand
kann nicht ewig dauern.

es
fehlt
ein

Regime für
"de facto" Situationen

P. Gaan

Lebensmittelkontamination (LK)

- Zulässige LK errechnen (aufgrund "Strahlenschutzgebäude")

oder

- freie Konkurrenz wirken lassen

oder

- Sperre der Lebensmittel aus der betroffenen Region

oder

- sehr tiefe Toleranz-Werte vereinbaren, die praktisch als Nullwerte überall akzeptiert werden.

Soziologische Dynamik während und nach der Katastrophe

idealer Verlauf

- Reflexe
- Heroismus
- Solidarität
- Akzeptieren
- Trauer
- Ueberwinden
- Zurück zur Normalität
- Vergessen

t

ungünstiger Verlauf

- Reflexe
- Heroismus
- Solidarität
- Ablehnung
- Revolte
- Depression

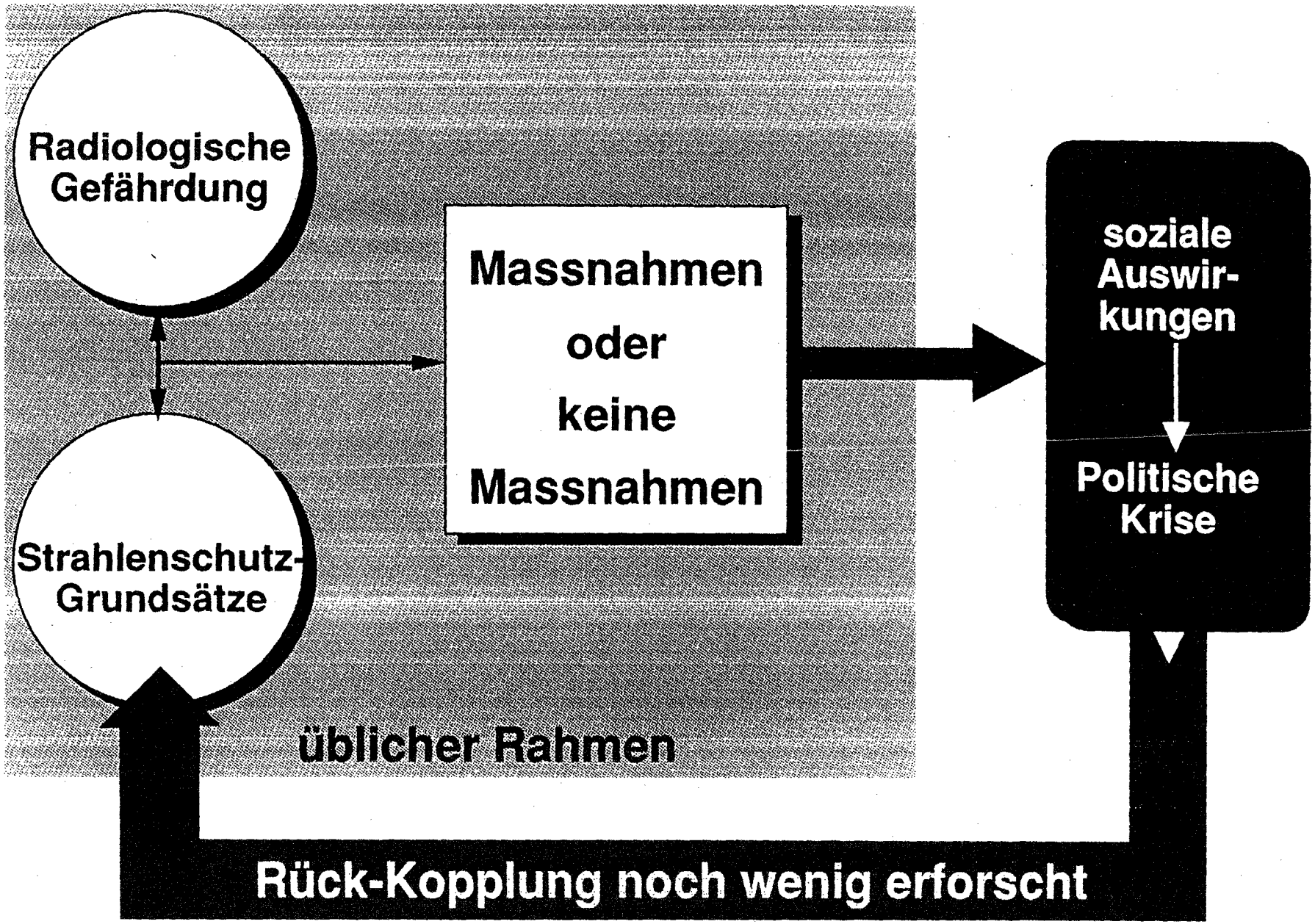
↓

Zweite und grössere Krise

t

P. Gisin

PRE-D-142



P. Gisin

PRE-D-143