

Strahlenschutzkommission

Geschäftsstelle der
Strahlenschutzkommission
Postfach 12 06 29
D-53048 Bonn

<http://www.ssk.de>

Kriterien für die Beurteilung von Tätigkeiten und Verfahren im Hinblick auf eine Rechtfertigung

Empfehlung der Strahlenschutzkommission
mit Begründung und Erläuterung der Empfehlung

Inhaltsverzeichnis

TEIL I Kriterien für die Beurteilung von Tätigkeiten und Verfahren im Hinblick auf eine Rechtfertigung Empfehlung der Strahlenschutzkommission

1	Einleitung.....	3
2	Empfehlung	4
3	Literaturverzeichnis	6

TEIL II Kriterien für die Beurteilung von Tätigkeiten und Verfahren im Hinblick auf eine Rechtfertigung Begründung und Erläuterung der Empfehlung

1	Rechtfertigung im System des Strahlenschutzes	9
1.1	ICRP 60	9
1.2	IAEA Basic Safety Standards	10
1.3	EURATOM-Grundnormen	12
1.4	Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) und Röntgenverordnung (RöV).....	13
1.5	Bisherige Stellungnahmen der SSK zur Rechtfertigung	14
2	Aktuelle Problemstellung	18
2.1	Der ICRP-Entwurf 2004	18
2.2	IAEA-Entwürfe DD811	19
2.3	Bewertung	20
3	Grundsätze und Verfahren der Rechtfertigung	20
3.1	Der Begriff der Rechtfertigung	20
3.2	Grundsätze der Rechtfertigung.....	21
3.3	Anwendungsbereiche	23
3.4	Strukturiertes Verfahren zur Beurteilung der Rechtfertigung	26
3.5	Zuständigkeiten	27
3.6	Die Rolle der SSK.....	28
3.7	Gesellschaftliche und politische Bewertungen.....	29
3.8	Entscheidung über eine Rechtfertigung.....	30
4	Anforderungen	31
4.1	Grundlagen.....	31
4.2	Beschreibung und Begründung der Tätigkeit oder des Verfahrens	38
4.3	Dosis und Risiko für den Einzelnen	39

4.4	Dosis und Risiko für die Allgemeinheit und die Gesellschaft.....	39
4.5	Strahlungslose Alternativen	40
4.6	Stand von Wissenschaft und Technik	40
4.7	Schutz der Umwelt	41
4.8	Ökonomische und soziale Faktoren	42
4.9	Quantifizierung und Abwägung von Nutzen und Schaden	43
5	Rechtfertigung in speziellen Anwendungsbereichen	44
5.1	Tätigkeiten	44
5.1.1	Rechtfertigungsfelder	44
5.1.2	Regelungen für Tätigkeiten	45
5.1.3	Kriterien für Tätigkeiten im Sinne von StrlSchV und RöV.....	48
5.1.4	Kriterien für hoheitliche Anwendungen	50
5.1.5	Kriterien für medico-legale und -ökonomische Anwendungen	51
5.1.6	Kriterien für allgemeine Anwendungen	51
5.2	Interventionen und außergewöhnliche Strahlenexpositionen.....	52
5.2.1	Rechtfertigungsfelder	52
5.2.2	Regelungen für Interventionen	53
5.2.3	Kriterien für Interventionen	59
5.2.4	Kriterien für außergewöhnliche Strahlenexpositionen.....	62
5.3	Medizinische Anwendungen	67
5.3.1	Rechtfertigungsfelder	67
5.3.2	Kriterien des Rechtfertigungsprozesses bei medizinischen Anwendungen..	67
5.4	Arbeiten.....	73
5.4.1	Rechtfertigungsfelder	73
5.4.2	Regelungen für Arbeiten.....	73
5.4.3	Kriterien für Arbeiten	75
6	Allgemeine Kriterien und Bewertung.....	76
7	Literaturverzeichnis	82

TEIL I

Kriterien für die Beurteilung von Tätigkeiten und Verfahren im Hinblick auf eine Rechtfertigung

Empfehlung der Strahlenschutzkommission

1 Einleitung

Die Notwendigkeit der Rechtfertigung von Tätigkeiten, Interventionen und von Verfahren und Anwendungen von radioaktiven Stoffen oder ionisierender Strahlung in der Medizin ist eins der drei Grundprinzipien des Systems des Strahlenschutzes: Rechtfertigung, Begrenzung und Optimierung. Das derzeitige System des Strahlenschutzes beruht im Wesentlichen auf Empfehlungen der ICRP, insbesondere auf ICRP 60 [ICRP 1991], und ist im Einklang mit den IAEA Basic Safety Standards (BSS) [IAEA 1996].

Die EURATOM-Grundnormen [CEC 1996] nahmen die in ICRP 60 empfohlene Notwendigkeit der Rechtfertigung auf und verpflichten die Signaturstaaten des EURATOM-Vertrages [EUR 1957] sicherzustellen, dass alle neuen Tätigkeitskategorien bzw. Tätigkeitsarten, bei denen es zur Exposition durch ionisierende Strahlung kommt, vor ihrer erstmaligen Genehmigung bzw. Zulassung durch Abwägung ihres wirtschaftlichen, sozialen oder sonstigen Nutzens gegenüber der möglicherweise von ihnen ausgehenden gesundheitlichen Beeinträchtigung gerechtfertigt werden.

In der Richtlinie 97/43/EURATOM über den Gesundheitsschutz von Personen gegen die Gefahren ionisierender Strahlung bei medizinischer Exposition [CEC 1997] wird auch für medizinische Anwendungen die Notwendigkeit der Rechtfertigung von Expositionen festgelegt. Medizinische Strahlenexpositionen sollen einen hinreichenden Nettonutzen ausweisen, wenn man ihren gesamten potentiellen diagnostischen und therapeutischen Nutzen, einschließlich des direkten Nutzens für die Gesundheit des Einzelnen und des Nutzens für die Gesellschaft, gegen den Schaden abwägt, den der Einzelne erleiden könnte. Dabei sollen auch Effizienz, Nutzen und Risiken verfügbarer alternativer, strahlungsärmerer oder strahlungsloser Techniken in die Abwägung einbezogen werden.

Im Rahmen der Umsetzung der EURATOM-Grundnormen und der Richtlinie 97/43/EURATOM in Deutschland wird die Notwendigkeit der Rechtfertigung in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [BMU 2001] und der Röntgenverordnung (RöV) [BMU 2002] im deutschen Regelwerk verankert.

In ihrem „Draft for discussion“ [ICRP 2004] hat die ICRP festgestellt, dass Rechtfertigung ein über den eigentlichen Bereich des Strahlenschutzes hinausreichender komplexer Prozess sei, der von Regierungen nach strategischen, ökonomischen, militärischen und anderen Gründen entschieden werde. Die ICRP hält nach wie vor die Rechtfertigung für eine Grundvoraussetzung im System des Strahlenschutzes, erklärt jedoch die Methoden der Beurteilung im Hinblick auf eine Rechtfertigung für außerhalb ihres Kompetenzbereichs.

Diese Einschätzung der ICRP macht es erforderlich, dass nationale oder internationale Regelungen getroffen werden, die es erlauben, den Auftrag der EURATOM-Grundnormen auch methodisch zu spezifizieren. Hierzu soll diese Empfehlung einen Beitrag leisten.

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) hat mit Schreiben vom 7. März 2005 die Strahlenschutzkommission (SSK) um Beratung zur Entwicklung von Kriterien für die Beurteilung von Tätigkeiten und Verfahren im Hinblick auf eine Rechtfertigung gebeten.

Dabei sollte u.a. folgendes mit einbezogen werden:

- Beurteilung des Nettonutzens für die Gesellschaft,
- Prüfung von strahlungsfreien Alternativen und

Abwägung des Risikos und Identifizierung optimaler Verfahren.

Auf der gemeinsamen Grundlage der genannten Empfehlungen und Regelwerke, dass der Strahlenschutz auf den Prinzipien Rechtfertigung, Begrenzung und Optimierung aufgebaut sein sollte, hat die SSK die Notwendigkeit und den Stellenwert der Rechtfertigung im System des Strahlenschutzes erörtert.

Es wurde geprüft, inwiefern Empfehlungen und Regelwerke die existierenden Anwendungsfälle abdecken, praktikable Kriterien angeben und es erlauben, ein durchgängiges Verfahren zur Rechtfertigung abzuleiten.

In der Erkenntnis, dass Empfehlungen und Regelwerke meist nur allgemeine Aussagen machen, wurden in Anlehnung an in Entwürfen der IAEA [IAEA 2005] vorgeschlagenem Vorgehen methodische Grundsätze und ein strukturiertes Verfahren zur Beurteilung der Rechtfertigung entwickelt.

Für dieses Verfahren wurden Anforderungen und Kriterien für seine Umsetzung formuliert und die unterschiedlichen Aspekte der Rechtfertigung in speziellen Anwendungsbereichen angesprochen.

Anhand von Beispielen wurde abschließend die Praktikabilität des nachstehend empfohlenen strukturierten Verfahrens und der dafür entwickelten Kriterien geprüft.

2 Empfehlung

Der Schutz des Menschen und der Umwelt vor den schädigenden Wirkungen ionisierender Strahlung soll auch weiterhin auf der Grundlage der bewährten Prinzipien Rechtfertigung, Begrenzung und Optimierung aufgebaut sein. Vor dem Hintergrund möglicher Gefährdungen durch ionisierende Strahlung ist die Notwendigkeit der Rechtfertigung planbaren menschlichen Handelns, das zu einer Strahlenexposition von Mensch und Umwelt führt, ein unverzichtbares Prinzip im Regelwerk des Strahlenschutzes.

Rechtfertigung ist generell das Bemühen, eine umstrittene Handlung einsichtig zu begründen. Rechtfertigung im Strahlenschutz ist die plausible Begründung von menschlichen Handlungen auf der Grundlage wissenschaftlich-technischer Beurteilungen und gesellschaftlicher Gegebenheiten in den Bereichen Tätigkeiten, Arbeiten, medizinische Verfahren und Anwendungen und Interventionen. Das Prinzip der Rechtfertigung dient im gesetzlichen Regelwerk des Strahlenschutzes als Grundlage zum Ausschluss der Rechtswidrigkeit einer möglichen Schädigung durch eine Strahlenexposition. Eine zu rechtfertigende Handlung muss mehr Nutzen als Schaden bewirken.

Die SSK empfiehlt, alle planbaren menschlichen Handlungen, die eine Strahlenexposition von Mensch und Umwelt zur Folge haben, zu rechtfertigen.

Kriterien der Rechtfertigung

In Übereinstimmung mit der ICRP sieht die SSK die Rechtfertigung von planbaren menschlichen Handlungen auch im Strahlenschutz als einen komplexen gesellschaftlichen Prozess an, in den die betroffenen, beteiligten, interessierten und verantwortlichen Individuen und Gruppen der Gesellschaft einzubeziehen sind.

Nutzen und Schaden der zu rechtfertigenden Handlungen sind mit ihren Alternativen ohne Strahlung gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik unter Berücksichtigung der Strahlenexposition und des damit verbundenen Risikos, den Folgen für die Umwelt sowie den ökonomischen und sozialen Faktoren zu betrachten. Es sind alle Betroffenen, d.h. Beschäftigte, Einzelpersonen oder Gruppen der Bevölkerung und die gesamte Gesellschaft, einzubeziehen. Zu einer Bewertung müssen der Nutzen gegen den Schaden, die Risiken gegen die Chancen und die Vorteile gegen die Nachteile abgewogen werden. Alle positiven und negativen Aspekte, insbesondere auch der radioaktivitäts- oder strahlungsfreien Alternativen, sind in der Abwägung zu berücksichtigen.

Planbare menschliche Handlungen, die eine Strahlenexposition von Mensch und Umwelt zur Folge haben und als nicht gerechtfertigt eingeschätzt werden, sind nach Gesetzeslage (AtG, StrlSchV, RöV) nicht zulässig. Da dies einen ordnungsrechtlichen Eingriff in die Handlungsfreiheit des Menschen darstellt, muss das Verfahren der Rechtfertigung Rechtssicherheit bieten.

Die SSK hält daher die verbindliche Festlegung eines Verfahrens der Rechtfertigung für erforderlich. Angesichts der Komplexität der Rechtfertigung als gesellschaftlicher Prozess schlägt die SSK ein strukturiertes Verfahren zur Rechtfertigung vor, das in der Begründung und Erläuterung weiter ausgeführt wird und in dem sich an eine umfassende wissenschaftlich-technische Betrachtung und Abwägung eine gesamtgesellschaftliche Bewertung anschließt.

Ein solches Verfahren erfordert die Beschreibung und Begründung des in Frage stehenden menschlichen Handelns und bedarf der Sammlung und Berücksichtigung aller Aspekte von Nutzen und Schaden, wobei neben eindeutig negativen oder positiven Aspekten auch solche zu berücksichtigen sind, die den ambivalenten Charakter menschlichen Handelns beinhalten.

Die wissenschaftlich-technische Betrachtung und Abwägung ist die Aufgabe von wissenschaftlichen Gremien wie der SSK (und der ICRP). Sie haben Nutzen und Schaden der zu rechtfertigenden Handlungen mit ihren Alternativen ohne Strahlung gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik unter Berücksichtigung der Strahlenexposition und des damit verbundenen Risikos, den Folgen für die Umwelt sowie den ökonomischen und sozialen Faktoren zu betrachten.

Bewertung und Entscheidung

In der wissenschaftlich-technischen Bewertung im Hinblick auf eine Rechtfertigung müssen die Vorteile gegen die Nachteile, der Nutzen gegen den Schaden, die Risiken gegen die Chancen abgewogen werden. Dabei sind alle positiven und negativen Aspekte, auch der radioaktivitäts- oder strahlungsfreien Alternativen, in die Abwägung mit einzubeziehen.

Die abschließende Bewertung nach gesellschaftlicher Diskussion ist in der Verantwortung der Legislative. Nur wenn geltendes Recht bereits einen festen Entscheidungsrahmen vorgibt, kann Rechtfertigung auch in der Verantwortung der Exekutive liegen. In der gesellschaftlichen Diskussion und für die abschließende Bewertung sind zusätzlich zur wissenschaftlich-technischen Betrachtung und Abwägung weitere ökonomische und soziale Faktoren, ethische, kulturelle und religiöse Aspekte, Meinungen von gesellschaftlichen Interessengruppen, Auswirkungen auf das Rechtssystem und politische Auswirkungen einzubeziehen.

Eine menschliche Handlung ist dann als gerechtfertigt anzusehen, wenn in dieser komplexen Abwägung Nutzen, Chancen und Vorteile gegenüber Schaden, Risiken und Nachteilen überwiegen.

Eine Rechtfertigung muss nicht immer eindeutige Ergebnisse hervorbringen. So kann eine Handlung, die generell gerechtfertigt oder nicht gerechtfertigt ist, im Einzelfall nicht gerecht-

fertigt bzw. gerechtfertigt sein. In solchen Fällen soll der Rechtfertigungsprozess die Randbedingungen und Grenzen der Anwendbarkeit eines Verfahrens oder einer Methode liefern.

Rechtfertigung ist kein einmaliger Prozess, sondern muss bei Vorliegen neuer relevanter Erkenntnisse erneut durchgeführt werden.

3 Literaturverzeichnis

- [BMU 2001] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Verordnung für die Umsetzung von EURATOM-Richtlinien zum Strahlenschutz vom 20. Juli 2001, Artikel 1: Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV), BGBl. I, Nr. 38, S. 1714, Bonn, 26. Juli 2001
- [BMU 2002] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlung (RöV) vom 8. Januar 1987 (BGBl. I, S. 114), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung zur Änderung der Röntgenverordnung und anderer atomrechtlicher Verordnungen vom 18.06.2002 (BGBl. I, S. 1869)
- [CEC 1996] CEC, Council Directive 96/29/Euratom of 13 May 1996 laying down basic safety standards for the protection of the health of workers and the general public against the dangers arising from ionizing radiation, OJ 1-159 of 29.06.1996, page 1
- [CEC 1997] CEC, Council Directive 97/43/Euratom of 30 June 1997 on health protection of individuals against the dangers of ionizing radiation in relation to medical exposure, and repealing Directive 84/466/Euratom, OJ 09.07.1997, p. 22
- [EUR 1957] Vertrag zur Gründung der Europäischen Atomgemeinschaft (EURATOM), (BGBl II 1957, 1014), Rom (Italien), 25. März 1957
- [IAEA 1996] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA), International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. IAEA Safety Series No. 115, IAEA, Wien, 1996
- [IAEA 2005] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA), DD811, The Justification of Practices involving Exposure to Ionizing Radiation, Draft 4 (4 January 2005) und IAEA Draft, The Justification of Novel Practices involving Exposure to Ionizing Radiation, Draft 7, September 2005
- [ICRP 1991] International Commission on Radiological Protection (ICRP), 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60, Annals of the ICRP, Vol. 21 No. 1-3, 1991
- [ICRP 2004] International Commission on Radiological Protection (ICRP), Draft for Consultation: 2005 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, 2004

TEIL II

Kriterien für die Beurteilung von Tätigkeiten und Verfahren im Hinblick auf eine Rechtfertigung

Begründung und Erläuterung der Empfehlung

1 Rechtfertigung im System des Strahlenschutzes

Das System des Strahlenschutzes ruht auf den drei Grundprinzipien der **Rechtfertigung** von Tätigkeiten, der **Begrenzung** von Expositionen und der **Optimierung** des Strahlenschutzes im Hinblick auf eine Minimierung der Expositionen auch unterhalb der Grenzwerte. Diese Grundprinzipien sind in ICRP 60 [ICRP 1991a] explizit formuliert, sie sind in den IAEA Basic Safety Standards (BSS) [IAEA 1996] enthalten und in den EURATOM-Grundnormen [CEC 1996] für die Europäische Union zur rechtlichen Umsetzung in den EURATOM-Mitgliedsstaaten festgeschrieben.

1.1 ICRP 60

Nach ICRP 60 [ICRP 1991a] wird das System des Strahlenschutzes von den drei Prinzipien Rechtfertigung von Tätigkeiten, Begrenzung der Strahlenexposition und Optimierung des Strahlenschutzes getragen. Paragraph 112 lautet:

„The system of radiological protection recommended by the Commission for proposed and continuing practices is based on the following general principles. ...

- (a) No practice involving exposures to radiation should be adopted unless it produces sufficient benefit to the exposed individuals or to society to offset the radiation detriment it causes. (The justification of a practice.).*
- (b) In relation to any particular source within a practice, the magnitude of individual doses, the number of people exposed, and the likelihood of incurring exposures where these are not certain to be received should all be kept as low as reasonably achievable, economic and social factors being taken into account. This procedure should be constrained by restrictions on the doses to individuals (dose constraints), or the risks to individuals in the case of potential exposures (risk constraints), so as to limit the inequity likely to result from the inherent economic and social judgements. (The optimisation of protection.).*
- (c) The exposure of individuals resulting from the combination of all the relevant practices should be subject to dose limits, or to some control of risk in the case of potential exposures. These are aimed at ensuring that no individual is exposed to radiation risks that are judged to be unacceptable from these practices in any normal circumstances. Not all sources are susceptible of control by action at the source and it is necessary to specify the sources to be included as relevant before selecting a dose limit. (Individual dose and risk limits.).”*

In Paragraph 113 werden für Interventionen die drei Grundprinzipien auf zwei, nämlich Rechtfertigung und Optimierung, reduziert. Es heißt dort:

“The system of radiological protection recommended by the Commission for intervention is based on the following general principles.

- (a) The proposed intervention should do more good than harm, i.e. the reduction in detriment resulting from the reduction in dose should be sufficient to justify the harm and the costs, including social costs, of the intervention. ...*
- (b) The form, scale, and duration of the intervention should be optimised so that the net benefit of the reduction of dose, i.e. the benefit of the reduction in radiation detriment, less the detriment associated with the intervention, should be maximised.*

Dose limits do not apply in the case of intervention.”

Es wird aber auch ausgeführt, dass trotz Aufgabe des Prinzips der Begrenzung der Expositionen bei Interventionen die beiden verbleibenden Prinzipien in bestimmten Interventionssituationen zur Festlegung von Interventionsschwellen führen, unter deren Beachtung Interventionen angebracht oder sogar nahezu immer gerechtfertigt sind:

“Principles (a) and (b) can lead to intervention levels which give guidance to the situations in which intervention is appropriate. There will be some level of projected dose above which because of serious deterministic effects, intervention will almost always be justified.”

In Paragraph 112 wird außerdem der Geltungsbereich der drei Grundprinzipien festgestellt, indem darauf hingewiesen wird, dass Einzelheiten dieses Systems in der Empfehlung sowohl für Tätigkeiten als auch für Interventionen in den Kapiteln 5 und 6 formuliert sind.

ICRP 60 schlägt zur Rechtfertigung medizinischer Anwendungen vor, grundsätzlich die gleichen Kriterien anzuwenden und das Rechtfertigungssystem auf die besondere Situation der Anwendung auf Individuen anzupassen. Bereits in ICRP 60 wird die Notwendigkeit zur Trennung der Rechtfertigung einer Methode und der rechtfertigenden Indikation angedeutet. Dies wird in ICRP 73 [ICRP 1996] vertieft und zwischen „*Generic Justification of a Defined Procedure*“ und der „*Justification of a Procedure for an Individual Patient*“ unterschieden. Der Begriff der Rechtfertigung wird ausdrücklich auf die Abschätzung von Nutzen und Risiko durch die Auswirkungen der Strahlung begrenzt. Die Bewertung der verfügbaren Optionen und die Einbeziehung von sozialen und ökonomischen Kostenfaktoren stehen außerhalb der Strahlenschutzüberlegungen.

1.2 IAEA Basic Safety Standards

Auch die IAEA Basic Safety Standards (BSS) [IAEA 1996] gehen von den drei genannten Grundprinzipien aus und sind damit in Übereinstimmung mit ICRP 60. Die IAEA BSS formulieren in den „Radiation Protection Requirements“ die Notwendigkeit der Rechtfertigung von Tätigkeiten so:

“(2.20.) No practice or source within a practice should be authorized unless the practice produces sufficient benefit to the exposed individuals or to society to offset the radiation harm that it might cause; that is: unless the practice is justified, taking into account social, economic and other relevant factors.”

Zur Rechtfertigung von Tätigkeiten, die medizinische Strahlenexpositionen zur Folge haben, geben die IAEA BSS in einem eigenen Annex detaillierte Empfehlungen.

Darüber hinaus geben die IAEA BSS Hinweise, welche Tätigkeiten außerhalb der medizinischen Anwendungen als **generell nicht gerechtfertigt** anzusehen sind.

“(2.22.) Except for justified practices involving medical exposures, the following practices are deemed to be not justified whenever they would result in an increase, by deliberate addition of radioactive substances or by activation, in the activity of the associated commodities or products:

- (a) practices involving food, beverages, cosmetics or any other commodity or product intended for ingestion, inhalation or percutaneous intake by, or application to, a human being; and*
- (b) practices involving the frivolous use of radiation or radioactive substances in commodities or products such as toys and personal jewellery or adornments.”*

Die IAEA Basic Safety Standard (BSS) sind ebenfalls bei Interventionen in Übereinstimmung mit ICRP 60. Zu den Grundpflichten (basic obligations) führen die IAEA BSS aus:

“3.3. In order to reduce or avert exposures in intervention situations, protective actions or remedial actions shall be undertaken whenever they are justified.

3.4. The form, scale, and duration of any such protective action or remedial action shall be optimized so as to produce the maximum net benefit, understood in a broad sense, under the prevailing social and economic circumstances.

3.5. In the case of emergency exposure situations, protective actions are not normally likely to be necessary unless intervention levels or action levels¹¹ are or may be exceeded.

3.6. In the case of chronic exposure situations, remedial actions are not normally likely to be necessary unless the relevant action levels are exceeded.”

In einer Fußnote zu 3.6 erläutern die IAEA BSS die Rolle der Rechtfertigung im Zusammenhang mit Eingreifrichtwerten (action levels):

“Intervention levels and action levels serve to protect members of the public and are specified separately for different protective actions and remedial actions. Optimized levels for justified interventions are normally selected for inclusion in emergency plans and remedial action plans, and, in the case of accidents, are re-evaluated at the time of their implementation on the basis of current conditions.”

Die IAEA BSS sehen auch spezielle Umstände (special circumstances), in denen es gerechtfertigt sein kann, temporär die Grenzwerte der Strahlenexpositionen zu verändern. Die IAEA BSS führen aus:

“1.50. In special circumstances, provided that a practice is justified as required by the Standards and is designed and conducted according to good practice, and that radiation protection in the practice has been optimized as required by the Standards but occupational exposures still remain above the dose limits, and that it can be predicted that reasonable efforts can in due course bring the occupational exposures under the limits, the Regulatory Authority may exceptionally approve a temporary change in a dose limitation requirement of the Standards. Such a change shall be approved only if formally requested by the registrant or licensee, if the Regulatory Authority determines that the practice is still justified and is satisfied that appropriate consultation with the workers concerned has taken place.

1.51. Should special circumstances exist which require a temporary change in some dose limitation requirement of the Standards, the registrant or licensee may apply to the Regulatory Authority for such a temporary change.

1.52. No temporary change in a dose limitation requirement shall be made without approval by the Regulatory Authority.”

Damit stellen die IAEA BSS sich auf den Standpunkt, dass die drei Grundprinzipien nicht jeweils für sich alleine zu betrachten sind, sondern dass zwischen ihnen Beziehungen bestehen, die Entscheidungen über eine Rechtfertigung nur unter Berücksichtigung der beiden anderen Prinzipien, der Optimierung und der Begrenzung, erlauben.

Die IAEA BSS betonen zusätzlich die Bedeutung der Rechtfertigung im Bereich möglicher regulatorischer Ausnahmen vom System des Strahlenschutzes, indem sie feststellen, dass ungerechtfertigte Tätigkeiten auch nicht über Ausnahmen zulässig sein sollen: *“Exemption shall not be granted for practices deemed not to be justified.”*

1.3 EURATOM-Grundnormen

Die EU-Grundnormen [CEC 1996] haben die Empfehlungen 60 der ICRP aufgenommen und legen die Allgemeinen Grundsätze des System des Strahlenschutzes in Titel IV, Kapitel 1, Artikel 6 fest:

- „(1) Die Mitgliedstaaten stellen sicher, dass alle neuen Tätigkeitskategorien bzw. Tätigkeitsarten, bei denen es zur Exposition durch ionisierende Strahlen kommt, vor ihrer erstmaligen Genehmigung bzw. Zulassung durch Abwägung ihres wirtschaftlichen, sozialen oder sonstigen Nutzens gegenüber der möglicherweise von ihnen ausgehenden gesundheitlichen Beeinträchtigung gerechtfertigt werden.
- (2) Die Rechtfertigung bestehender Tätigkeitskategorien bzw. -arten kann überprüft werden, sobald wesentliche neue Erkenntnisse über den Nutzen bzw. die Auswirkungen der Tätigkeit vorliegen.“

Auch für Interventionen schreiben die EU-Grundnormen in Übereinstimmung mit ICRP 60 die Notwendigkeit einer Rechtfertigung vor. In Titel IX, Interventionen, Artikel 48, heißt es:

- „(2) Durchführung und Umfang sämtlicher Interventionen werden unter Beachtung der nachstehenden Grundsätze geprüft:
 - Eine Intervention erfolgt nur, wenn die Minderung der Beeinträchtigung durch Strahlung ausreicht, um den Schaden und die Kosten einschließlich der volkswirtschaftlichen Kosten der Intervention zu rechtfertigen;
 - Form, Umfang und Dauer der Intervention werden so optimiert, dass der Nutzen der Minderung der gesundheitlichen Beeinträchtigung abzüglich des mit der Intervention verbundenen Schadens maximiert wird;
 - bei Interventionen finden die Dosisgrenzwerte gemäß den Artikeln 9 und 13 keine Anwendung;

jedoch stellen die nach Artikel 50 Absatz 2 erstellten Interventionswerte einen Hinweis dafür dar, in welchen Situationen eine Intervention angezeigt ist; zudem sollten bei unter Artikel 53 fallenden langfristigen Expositionen die Dosisgrenzwerte gemäß Artikel 9 normalerweise für mit Interventionen befasste Arbeitskräfte angemessen sein.“

In der Richtlinie 97/43/EURATOM [CEC 1997] wird ebenfalls das Konzept der ICRP [ICRP 1991a] übernommen. Es heißt dort in Artikel 3 zur Notwendigkeit der Rechtfertigung medizinischer Strahlenexpositionen:

- “(1) Die medizinischen Expositionen gemäß Artikel 1 Absatz 2 müssen insgesamt einen hinreichenden Nutzen erbringen, wobei ihr Gesamtpotential an diagnostischem oder therapeutischem Nutzen, einschließlich des unmittelbaren gesundheitlichen Nutzens für den Einzelnen und des Nutzens für die Gesellschaft, abzuwägen ist gegenüber der von der Exposition möglicherweise verursachten Schädigung des Einzelnen; zu berücksichtigen sind dabei die Wirksamkeit, der Nutzen und die Risiken verfügbarer alternativer Verfahren, die demselben Zweck dienen, jedoch mit keiner oder einer geringeren Exposition gegenüber ionisierender Strahlung verbunden sind. Insbesondere
 - a) müssen alle neuen Arten von Anwendungen mit medizinischer Exposition gerechtfertigt werden, bevor sie allgemein übernommen werden; können bestehende Arten von Anwendungen mit medizinischer Exposition überprüft werden,

sobald neue wichtige Erkenntnisse über ihre Wirksamkeit oder Folgen gewonnen werden;

- b) müssen alle einzelnen medizinischen Expositionen im Voraus unter Berücksichtigung der spezifischen Ziele der Exposition und der Besonderheiten der betroffenen Person gerechtfertigt werden.*

Ist eine Art von Anwendung mit medizinischer Exposition nicht allgemein gerechtfertigt, so kann eine spezifische einzelne medizinische Exposition unter besonderen, von Fall zu Fall zu beurteilenden Umständen gerechtfertigt werden.

Gemäß den Vorgaben der Mitgliedstaaten bemühen sich die überweisende Person und die anwendende Fachkraft nach Möglichkeit darum, frühere diagnostische Erkenntnisse oder medizinische Aufzeichnungen, die für die geplante Exposition relevant sind, zu erhalten und die entsprechenden Daten zu berücksichtigen, um unnötige Expositionen zu vermeiden;

- c) müssen medizinische Expositionen zu biomedizinischen und medizinischen Forschungszwecken von einer nach einzelstaatlichen Verfahren eingesetzten Ethik-Kommission und/oder von den zuständigen Behörden geprüft werden;*
- d) muss die Rechtfertigung für diejenigen medizinischen Expositionen besonders beachtet werden, die für die Person, die sich ihnen unterzieht, nicht zu einem unmittelbaren gesundheitlichen Nutzen führen; hierzu zählen insbesondere Expositionen aus medizinisch-rechtlichen Gründen.*
- (2) Expositionen gemäß Artikel 1 Absatz 3 müssen insgesamt einen hinreichenden Nutzen erbringen, wobei auch der unmittelbare gesundheitliche Nutzen für einen Patienten, der Nutzen für Personen gemäß Artikel 1 Absatz 3 und die von der Exposition möglicherweise verursachte Schädigung zu berücksichtigen sind.*
- (3) Kann eine Exposition nicht gerechtfertigt werden, so ist sie zu untersagen."*

1.4 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) und Röntgenverordnung (RöV)

Die Bundesregierung hat die drei Grundprinzipien des Strahlenschutzes und damit den Rechtfertigungsgrundsatz in die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [BMU 2001] und die Röntgenverordnung (RöV) [BMU 2002a] übernommen. Das Atomgesetz (AtG) [AtG 2005] gibt in § 12(1)1 Ermächtigungsvorschriften zur Umsetzung des Prinzips der Rechtfertigung im Sinne von Artikel 6 Abs. 1 und 2 der EU-Grundnormen im Rahmen geeigneter Rechtsverordnungen, d.h. hier der StrlSchV und der RöV.

In der StrlSchV ist zur Rechtfertigung in § 4 festgelegt:

- „(1) Neue Arten von Tätigkeiten, die unter § 2 Abs. 1 Nr. 1 fallen würden, mit denen Strahlenexpositionen oder Kontaminationen von Mensch und Umwelt verbunden sein können, müssen unter Abwägung ihres wirtschaftlichen, sozialen oder sonstigen Nutzens gegenüber der möglicherweise von ihnen ausgehenden gesundheitlichen Beeinträchtigung gerechtfertigt sein. Die Rechtfertigung bestehender Arten von Tätigkeiten kann im Rahmen der §§ 17 und 19 des Atomgesetzes überprüft werden, sobald wesentliche neue Erkenntnisse über den Nutzen oder die Auswirkungen der Tätigkeit vorliegen.*
- (2) Medizinische Strahlenexpositionen im Rahmen der Heilkunde, Zahnheilkunde oder der medizinischen Forschung müssen einen hinreichenden Nutzen erbringen,*

wobei ihr Gesamtpotenzial an diagnostischem oder therapeutischem Nutzen, einschließlich des unmittelbaren gesundheitlichen Nutzens für den Einzelnen und des Nutzens für die Gesellschaft, abzuwägen ist gegenüber der von der Strahlenexposition möglicherweise verursachten Schädigung des Einzelnen.

- (3) Welche Arten von Tätigkeiten nach den Absätzen 1 und 2 nicht gerechtfertigt sind, wird durch gesonderte Rechtsverordnung nach § 12 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 des Atomgesetzes bestimmt.“

In der RöV werden in § 2a Festlegungen zur Rechtfertigung getroffen:

- „(1) Neue Arten von Tätigkeiten, mit denen Strahlenexpositionen von Mensch und Umwelt verbunden sein können, müssen unter Abwägung ihres wirtschaftlichen, sozialen oder sonstigen Nutzens gegenüber der möglicherweise von ihnen ausgehenden gesundheitlichen Beeinträchtigung gerechtfertigt sein. Die Rechtfertigung bestehender Arten von Tätigkeiten kann überprüft werden, sobald wesentliche neue Erkenntnisse über den Nutzen oder die Auswirkungen der Tätigkeit vorliegen.
- (2) Medizinische Strahlenexpositionen im Rahmen der Heilkunde, Zahnheilkunde oder der medizinischen Forschung müssen einen hinreichenden Nutzen erbringen, wobei ihr Gesamtpotenzial an diagnostischem oder therapeutischem Nutzen einschließlich des unmittelbaren gesundheitlichen Nutzens für den Einzelnen und des Nutzens für die Gesellschaft abzuwägen ist gegenüber der von der Strahlenexposition möglicherweise verursachten Schädigung des Einzelnen.
- (3) Welche Arten von Tätigkeiten nach den Absätzen 1 und 2 nicht gerechtfertigt sind, wird durch gesonderte Rechtsverordnung nach § 12 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 des Atomgesetzes bestimmt.“

1.5 Bisherige Stellungnahmen der SSK zur Rechtfertigung

Seit ICRP 60 hat sich die SSK nur in Einzelfällen mit der Frage der Rechtfertigung von Tätigkeiten befasst. Die Frage der Rechtfertigung wurde meist im Zusammenhang mit medizinischen Anwendungen behandelt.

Beispiele für SSK-Empfehlungen mit Bezug auf die Rechtfertigung von Tätigkeiten sind:

- Strahlenschutzgrundsätze zur schadlosen Wiederverwertung und -verwendung von schwachradioaktivem Nichteisenmetall aus Kernkraftwerken [SSK 1993]: Hier finden sich ausführliche Überlegungen zur Rechtfertigung, allerdings ausschließlich auf der Basis von Dosiskriterien.
- Grundsätze zur Bewertung der Strahlenexposition infolge von Radon-Emissionen aus bergbaulichen Hinterlassenschaften in den Uranerzbergbaugebieten Sachsens und Thüringens [SSK 1995a]: „Die SSK empfiehlt daher als Richtwert der langzeitigen Radon-Konzentration im Freien in den einer bergbaulichen Hinterlassenschaft nächstgelegenen Wohngebieten, möglichen Bebauungsgebieten oder ständigen Aufenthaltsbereichen einen Wert von 80 Bq/m^3 . Auf Grund der Ausbreitungsbedingungen liegt die Radon-Konzentration im Freien i.d.R. niedriger als in Wohnungen. Der Richtwert für die Radon-Konzentration im Freien liegt somit auch niedriger als die (damals) empfohlene Obergrenze des Normalbereiches in Wohnungen (250 Bq/m^3). Beide Werte orientieren sich an der Obergrenze des naturgegebenen Variationsbereiches. Liegen in diesen Wohngebieten oder möglichen Bebauungsgebieten die langzeitigen Mittelwerte für die Radon-Konzentrationen im Freien unterhalb dieses Richtwertes, wird eine Sanierung der Hinterlassenschaft aus Gründen der Redu-

zierung ihrer Radon-Emission nicht für gerechtfertigt erachtet. Wird dieser Richtwert in den genannten Gebieten langfristig überschritten, ist zu überprüfen, ob diese Erhöhung gegenüber dem Normalbereich durch Bergbauhinterlassenschaften verursacht sein kann.“

- Strahlenrisiko durch ehemalige DDR-Grenzkontrollen mittels Cs-137-Strahlung [SSK 1995b]: „Die Strahlenschutzkommission hält unter den o.g. Bedingungen, d.h. einer Fahrzeuggeschwindigkeit von ca. 5 km/h, die abgeschätzten Strahlenexpositionen für nicht besorgniserregend. Selbst unter der Annahme, dass es bei einzelnen Personen zum häufigeren Anhalten im Strahlenfeld kam und eine bis zu dreiminütige Durchleuchtung die jährliche Strahlenexposition auf ein bis wenige mSv/a ansteigen ließ, ergibt sich keine gesundheitlich bedenkliche Dosis. Medizinische Untersuchungen damals kontrollierter Personen können bei diesen Dosiswerten keine Erkenntnisse bringen. Ungeachtet dieser Abschätzungen stellt die Strahlenschutzkommission fest, dass das Vorgehen der Behörden der ehemaligen DDR in keiner Weise gerechtfertigt war, sondern den Grundsätzen des Strahlenschutzes widerspricht.“
- Radiologische Grundlagen für Entscheidungen über Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung bei unfallbedingten Freisetzen von Radionukliden, Empfehlung der Strahlenschutzkommission [SSK 1998c]: In den Radiologischen Grundlagen hat sich die SSK bisher am ausführlichsten mit Fragen der Rechtfertigung befasst – allerdings beschränkt auf Interventionen. Auf diese Empfehlung wird in den Kap. 5.2.2 und 5.2.4 eingegangen.
- Änderungsvorschläge zur ICRP 63: Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency [SSK 2004c]: „Für verschiedene Schutzmaßnahmen (Aufenthalt in Gebäuden, Iodblockade, Evakuierung, Umsiedlung, Lebensmittelrestriktionen) werden in ICRP 63 generische Eingreifrichtwerte genannt, bei deren Erreichen die entsprechende Maßnahme im allgemeinen als gerechtfertigt angesehen wird. Für einige dieser Maßnahmen wird von ICRP vermutet, dass das Optimum in dem Bereich bis zu einer Größenordnung unterhalb dieser Eingreifrichtwerte liegt. Das damit gegebene Dosisband lässt einen Handlungsspielraum offen, der im Ereignisfall nicht sinnvoll ist, sondern eher zur Verunsicherung beiträgt. Allerdings können solche Überlegungen in Planungsszenarien, in denen im Rahmen der Vorbereitung auf einen eventuellen Ereignisfall optimierte Eingreifrichtwerte ermittelt werden, hilfreich sein“.
- Ermittlung der Vorbelastung durch Radionuklid-Ausscheidungen von Patienten der Nuklearmedizin [SSK 2004f]: „Praktisch wäre eine Begrenzung des Eintrags über Patientenausscheidungen nur über eine Reduzierung der Entlassungsaktivität möglich. Dies sieht die SSK in der Abwägung sozialer Gesichtspunkte gegenüber der Verbesserung des Strahlenschutzes als nicht gerechtfertigt an, da eine Reduzierung der Entlassungsaktivität zu einer Zunahme ambulanter Radiojod-Therapien im Ausland führen würde und damit die Einträge eher erhöht würden.“

In Bezug auf medizinische Expositionen haben die Stellungnahmen der SSK sich regelmäßig mit der Frage der Rechtfertigung auf der Grundlage des derzeitigen deutschen Regelwerkes befasst:

- Ambulante, fraktionierte Radioiod-Therapie [SSK 1996a],
- Anwendung von Sr-89 in der Strahlentherapie [SSK 1996b],
- Strahlenschutzgrundsätze für die Radioiod-Therapie [SSK 1996c],

- Interventionelle Radiologie [SSK 1996e],
- Anwendung dosissparender kurzlebiger Radiopharmaka in der nuklearmedizinischen Diagnostik [SSK 1997b],
- Nachsorge für Patienten nach Strahlenbehandlung [SSK 1998a],
- Diagnostische Referenzwerte in der Nuklearmedizin [SSK 2000a],
- Notwendigkeit der Erstellung von Überweisungskriterien für die Durchführung bildgebender Verfahren [SSK 2001b],
- Mammographie-Screening in Deutschland: Bewertung des Strahlenrisikos und Wissenschaftliche Begründung zur Stellungnahme der Strahlenschutzkommission „Mammographie-Screening in Deutschland: Bewertung des Strahlenrisikos“ [SSK 2002],
- Anwendung der rechtfertigenden Indikation nach § 80 StrlSchV bei der Durchführung der Skelett-Szintigraphie mit „Zielauftrag“ [SSK 2002b],
- Anwendung von I-131 in der Nuklearmedizin [SSK 2002c],
- Anwendung der Positronen-Emissions-Tomographie (PET) als effizientes, dosis-sparendes Diagnoseverfahren [SSK 2003a],
- Anwendung der digitalen Radiographie und Fluoroskopie in der Medizin [SSK 2004a]:
„Die ICRP hat durch die Task-Group 46 eine Publikation zu diesem Thema erstellt, in der die wichtigsten Vor- und Nachteile der digitalen Radiographie und Fluoroskopie sowie Probleme beim Wechsel von „konventionell“ zu „digital“, Aspekte der Bildqualität und Patientenexposition diskutiert und die besonderen Anforderungen an Qualitätskontrollen vorgestellt werden. Zusammenfassend werden in der ICRP-Publikation bei der Nutzung digitaler Techniken in Radiographie und Fluoroskopie Vorteile bei bestimmten Indikationen und für die Qualität der Patientenversorgung gesehen. Die Strahlenschutzkommission schließt sich dieser Meinung an und hält eine weitere Verbreitung der digitalen Radiographie und Fluoroskopie für gerechtfertigt, sofern sie nicht mit einer höheren Patientenexposition verbunden ist. In der digitalen Fluoroskopie sollten alle technischen Möglichkeiten zur Dosisreduktion genutzt werden. Die Zahl der Aufnahmen muss wie bisher auf das zur Diagnostik notwendige Maß begrenzt werden.“
- Notwendigkeit der stationären Durchführung der Ganzkörperszintigraphie mit I-131 beim Schilddrüsenkarzinom [SSK 2004b]:
„Die Strahlenschutzkommission hat in ihrer 182. Sitzung am 04. bis 06. Dezember 2002 eine Stellungnahme zum Einsatz von I-131 in der Nuklearmedizin zu diagnostischen Zwecken verabschiedet [SSK 2002b]. Darin wird ausgeführt, dass die allgemeine Verwendung von I-131 in der Diagnostik bei ambulanten Patienten wegen des I-131-Eintrags in das Abwasser aus strahlenhygienischen Gründen nicht mehr gerechtfertigt ist, da bei solchen Untersuchungen das I-131 meist durch andere, radioökologisch günstigere radioaktive Stoffe ersetzt werden kann.“ und
- Neue Techniken in der Strahlendiagnostik und Strahlentherapie [SSK 2005b]:
„Vor der Einführung neuer Untersuchungs- oder Behandlungstechniken muss zusammen mit dem medizinischen Nutzen auch das strahlenhygienische Risiko abgeschätzt werden und in eine Abwägung einfließen. Gerechtfertigt ist die Einführung nur dann, wenn das Nutzen-Risiko-Verhältnis besser ist als für bereits bestehende Verfahren. Bei

der Anwendung am Patienten ist die Indikation zur Untersuchung oder Behandlung individuell zu stellen.“.

Das Problem einer Rechtfertigung medizinischer Expositionen wurde in diesen Empfehlungen unter den Gesichtspunkten

- Verfügbarkeit gleichwertiger Verfahren mit geringerer Exposition,
- Stand von Wissenschaft und Technik bzw. Fortentwicklung der medizinischen Wissenschaft,
- generelle Rechtfertigung von Verfahren,
- Hinweise auf die Ausgestaltung der Rechtfertigenden Indikation

behandelt. Lediglich in der Empfehlung zum Mammographie-Screening [SSK 2002] wurde die Rechtfertigung unter dem Gesichtspunkt der Abwägung von Nutzen und Schaden diskutiert.

Generelle und konzeptionelle Fragestellungen, in denen die Rechtfertigung relevant wird, wurden nur in wenigen Empfehlungen angesprochen [SSK 1996d, 1998b, 2000b, 2003b].

- Konzepte und Handlungsziele für eine nachhaltige, umweltgerechte Entwicklung im Strahlenschutz in Deutschland [SSK 1996d]:
„Darin kommt sie zu dem Ergebnis, dass durch die Gebote (der) Rechtfertigung der Strahlenanwendung, (der) Optimierung des Strahlenschutzes auch unterhalb von Grenzwerten und (der) Festlegung von Grenzwerten das vorrangige Ziel des Schutzes der menschlichen Gesundheit – auch zukünftiger Generationen – vor Schäden durch ionisierende Strahlung gewährleistet ist. ... Das Gebot der Rechtfertigung führt dazu, dass die Verwendung radioaktiver Stoffe oder die Anwendung ionisierender Strahlung nicht in jedem Falle zulässig ist. Dies bedeutet, dass mit einer Verwendung bzw. Anwendung ein angemessener Nutzen verbunden sein muss. ... Dieses Konzept entspricht damit dem Prinzip der nachhaltigen, umweltgerechten Entwicklung.“.
- Positionen zu Grundsatzfragen bei der Anpassung der Strahlenschutzverordnung an die neuen EURATOM-Grundnormen [SSK 1998b],
- Stellungnahme zu Themenschwerpunkten des Arbeitsentwurfs (vom 25. April 2000) der Novelle der Röntgenverordnung [SSK 2000b]: Hier empfiehlt die SSK auf der Basis von ICRP 60 und, ohne den Ansatz von ICRP 60 zu kritisieren, eine Weiterentwicklung des Rechtfertigungsgrundsatzes,
- Beiträge zur Weiterentwicklung der Konzepte im Strahlenschutz, Empfehlung der Strahlenschutzkommission [SSK 2003b]: Die SSK betont die Bedeutung der Rechtfertigung im System des Strahlenschutzes.

Die Frage Rechtfertigung von Maßnahmen im Zusammenhang mit nuklearen Notfallsituationen wurde von der SSK ausführlich behandelt. Die daraus resultierende Empfehlung „Radiologische Grundlagen für Entscheidungen über Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung bei unfallbedingten Freisetzen von Radionukliden“ [SSK 1998c] wird in den Kapiteln 5.2.2 und 5.2.4 behandelt.

Ein besonderer Aspekt der Rechtfertigung wurde von der SSK in ihrer Stellungnahme zum Schutz des ungeborenen Lebens [SSK 2004d] angesprochen:

„Die ICRP sieht mögliche praktische Probleme, die für beruflich strahlenexponierte Frauen auftreten können, sobald restriktive Grenzwerte für das Ungeborene festgelegt werden. Sie weist darauf hin, dass diese Empfehlung häufig sehr restriktiv ausgelegt

wird und dass sie nicht für eine ungerechtfertigte Benachteiligung schwangerer Frauen im Beruf verwendet werden darf. Sie stellt fest, dass die Anwendung der Strahlenschutzempfehlungen, insbesondere von quellenbezogenen Dosisbeschränkungen, normalerweise einen ausreichenden Schutz gewährleistet und dass keine weiteren Einschränkungen für die Beschäftigung von Frauen erforderlich sind [ICRP 1996].

Die ICRP sieht den Schutz des Ungeborenen als gewährleistet an, sobald sich dieser an dem der „allgemeinen Bevölkerung“ orientiert. Die Umsetzung dieser Empfehlung geht über diesen international allgemein akzeptierten Standard der ICRP hinaus und birgt die Gefahr, dass Frauen im Beruf benachteiligt werden. Die Strahlenschutzkommission weist ausdrücklich darauf hin, dass diese Empfehlung keine Rechtfertigung für eine Benachteiligung von Frauen als beruflich strahlenexponierte Personen im Vergleich zum status quo ante darstellt, gleichzeitig aber auch als Aufforderung verstanden werden soll, konkrete Arbeitsplatzbedingungen weiter zu optimieren.“

Eine generelle Empfehlung zum Prinzip der Rechtfertigung und zu Vorgehensweisen oder Kriterien wurde bisher durch die SSK nicht abgegeben.

2 Aktuelle Problemstellung

2.1 Der ICRP-Entwurf 2004

Die derzeit gültige, allgemeine Empfehlung 60 der ICRP stellte das Ergebnis einer 30jährigen Entwicklung seit der Empfehlung 1 [ICRP 1959] dar, der weitere allgemeine Empfehlungen mit ICRP 6 [ICRP 1964], ICRP 9 [ICRP 1966] und ICRP 26 [ICRP 1977] folgten.

Die ICRP überprüft ihre Empfehlungen regelmäßig, um neue Erkenntnisse über die Effekte von Strahlenexpositionen zu berücksichtigen und zu entscheiden, ob neue Empfehlungen erforderlich sind. Die ICRP bemüht sich dabei, das System des Strahlenschutzes (der Empfehlungen) konsistenter und verständlicher zu machen. Obwohl die Empfehlung 60 erst kürzlich in internationale und nationale Regelwerken umgesetzt wurde, sieht die ICRP die Notwendigkeit einer neuen grundsätzlichen Empfehlung, um die Entwicklung seit ICRP 60 zusammenzufassen. Dabei sollen sowohl neue wissenschaftliche Erkenntnisse berücksichtigt werden als auch einer Entwicklung der Gesellschaften Rechnung getragen werden, die durch eine zunehmende Verlagerung der Gewichtungen von Kriterien vom größten Nutzen und minimalem Schaden für die Allgemeinheit hin zu Nutzen und Schaden für das Individuum gekennzeichnet ist.

Seit 1990 hat die ICRP zehn weitere Empfehlungen publiziert (Publikationen 62 [ICRP 1991b], 63 [ICRP 1991c], 64 [ICRP 1993a], 65 [ICRP 1993b], 73 [ICRP 1996], 75 [ICRP 1997a], 76 [ICRP 1997b], 77 [ICRP 1997c], 81 [ICRP 1998], 82 [ICRP 1999]), die das System des Strahlenschutzes näher spezifizieren, und hat zudem dieses System auf den Schutz nicht-menschlicher Spezies ausgedehnt [ICRP 2003]. In Vorbereitung einer neuen grundsätzlichen Empfehlung hat die ICRP ihre Vorstellungen in einem „Draft for discussion“ [ICRP 2004] zur Diskussion gestellt, zu dem auch die SSK eine Stellungnahme abgegeben hat [SSK 2005a].

Als eine wesentliche Aufgabe der geplanten, grundlegenden Empfehlung bezeichnet die ICRP die Klarstellung, wo die Verantwortung für die Rechtfertigung neuer Tätigkeiten liegt. Sie führt aus, dass Rechtfertigung ein über den eigentlichen Bereich des Strahlenschutzes hinausreichender komplexer Prozess sei, der von Regierungen nach strategischen, ökonomischen, militärischen und anderen Gründen entschieden werde. Die ICRP hält nach wie vor die Rechtfertigung für eine Grundvoraussetzung im System des Strahlenschutzes, erklärt jedoch die

Methoden der Beurteilung im Hinblick auf eine Rechtfertigung für außerhalb ihres Kompetenzbereichs.

“Judgements on whether it would be justifiable to introduce or continue a particular practice involving exposure to ionising radiation are important. Alternatives to existing practices may develop over time, which would require that those practices that do exist should be periodically re-examined to ensure that they are still justified. The responsibility for judging the justification of a practice usually falls on governments or government agencies to ensure an overall benefit in the broadest sense to society and thus not to each individual.

Governments make these decisions for strategic, economic, defence and other reasons and radiological protection considerations are recognised as being only one input that could influence the justification decisions. Therefore, while justification is a prerequisite of the complete system of radiological protection, the methods of ensuring justification are largely outside the scope of these Recommendations.”

Die ICRP gibt aber weiterhin selbst Empfehlungen zur medizinischen Exposition von Patienten. Nach ihrer Einschätzung bedürfen auch medizinische Expositionen von Patienten der Rechtfertigung, jedoch liege die Verantwortung für die Rechtfertigung medizinischer Expositionen von Patienten vielfach mehr bei den Medizinern als bei den Regierungen. Die ICRP führt aus:

“Medical exposure of patients calls for a different and more detailed approach to the process of justification. The medical use of radiation is a practice that should be justified, as is any other practice, although that justification lies more often with the profession rather than with government. In addition, however, a more detailed form of justification has to be applied to the procedures within the practice. The principal aim of medical exposures is to do more good than harm to the patient, subsidiary account being taken of the radiation detriment from the exposure of the radiological staff and of other individuals. The responsibility for the justification of the use of a particular procedure falls on the relevant medical practitioners. Justification of medical procedures therefore remains part of the Commission’s Recommendations.”

Damit zielt die ICRP darauf ab, die Verantwortung für eine Rechtfertigung bestehender oder neuer Tätigkeiten auf Regierungen oder Regierungsbehörden zu verlagern und ihr System des Strahlenschutzes auf Tätigkeiten zu beschränken, die für gerechtfertigt erklärt sind.

“The Commission then aims to apply its system of protection to practices that have been declared justified. However, the system may also be applied in situations where the practice has not been declared justified.”

In den *“Principles of Protection”* (Paragraphen 121 - 129) erwähnt die ICRP das Prinzip der Rechtfertigung nicht mehr.

Diese Einschätzungen der ICRP machen es erforderlich, dass nationale oder internationale Regelungen getroffen werden, die es erlauben, den Prozess der Rechtfertigung methodisch zu spezifizieren. Dabei muss auch die Rechtfertigung medizinischer Expositionen von Patienten eingeschlossen werden, da die ICRP auch hier in Bereichen die Zuständigkeit der Regierungen sieht.

2.2 IAEA-Entwürfe DD811

In Reaktion auf den Entwurf einer Empfehlung der ICRP bereitet die IAEA eine Stellungnahme zur Rechtfertigung nicht-medizinischer Tätigkeiten vor. Hierzu existieren bisher

Entwürfe des IAEA Safety Reports DD811 *“The Justification of Novel Practices involving Exposure to Ionizing Radiation”* [IAEA 2005].

Die IAEA fasst darin die bisherige Entwicklung zusammen und schlägt ein strukturiertes Vorgehen für den Prozess einer Rechtfertigung vor. Sie gibt einen Überblick über die Klassen von Tätigkeiten und Anwendungen ionisierender Strahlung, die einer Rechtfertigung bedürfen. Sie betrachtet bisherige nationale Ansätze für Regelungen zur Rechtfertigung und fügt umfangreiche Anhänge von Fallstudien zur Rechtfertigung an.

Die SSK hat diese Entwürfe in ihre Überlegungen zur Rechtfertigung einbezogen. Die vorliegende Empfehlung lehnt sich an die IAEA-Entwürfe an, ohne sie eins zu eins zu übernehmen. Sie enthält sich auch angesichts der noch unvollständigen Dokumente einer Stellungnahme. Sie hat ebenfalls die Anmerkungen des Radiation Safety Standards Committee (RASSC) zum Entwurf DD 811 [RASSC 2005] berücksichtigt.

2.3 Bewertung

Diese Absicht der ICRP [ICRP 2004] macht es erforderlich, dass nationale oder internationale Regelungen getroffen werden, die es erlauben, den Auftrag der EURATOM-Grundnormen verfahrensmäßig und methodisch zu spezifizieren. In diesem Zusammenhang ist der aktuelle Beratungsauftrag an die SSK zur Entwicklung von Kriterien für die Beurteilung von Tätigkeiten und Verfahren im Hinblick auf eine Rechtfertigung zu sehen.

Die SSK hat sich in einer Stellungnahme bereits zum ICRP-Entwurf [SSK 2005a] geäußert. Sie hat unter anderem eine klarere Beschreibung der Grundprinzipien des Strahlenschutzes angemahnt. In Bezug auf die Rechtfertigung führte die SSK aus: *„In particular, the role of “justification” seems to be unclear and, partly, contradictory. Even if “justification” is handed over to the government, there is a need to explain what is meant by “justification”. Otherwise, different governments will handle “justification” differently, a process that will result in very diverse regulations even in neighbouring countries”*.

Im Hinblick auf den aktuellen Beratungsauftrag ist darüber hinaus festzustellen, dass die bisherigen, in Kapitel 1 zusammengestellten Empfehlungen und Festlegungen zur Rechtfertigung sehr allgemein gehalten sind und kaum Verfahren, Methoden oder Kriterien zur Rechtfertigung spezifizieren. Aus diesem Grund werden in dieser Empfehlung Grundsätze, Verfahren und Anforderungen an die Rechtfertigung erarbeitet, für die speziellen Anwendungsbereiche spezifiziert und an wenigen Beispielen erläutert. Dabei kann diese Empfehlung nur ein erster Schritt zur Ausgestaltung des Prinzips der Rechtfertigung im Strahlenschutz sein. Daher wird abschließend auf einzelne Anwendungen hingewiesen, für die die Frage der Rechtfertigung aktuell ist.

3 Grundsätze und Verfahren der Rechtfertigung

3.1 Der Begriff der Rechtfertigung

Rechtfertigung ist generell das Bemühen, eine umstrittene Handlung einsichtig zu begründen; in der Rechtswissenschaft führen Rechtfertigungsgründe zum Ausschluss der Rechtswidrigkeit einer Handlung als Grundlage für eine Strafbarkeit oder zivilrechtliche Haftung.

Rechtfertigung im Strahlenschutz ist die plausible Begründung von menschlichen Handlungen auf der Grundlage wissenschaftlich-technischer Beurteilungen und gesellschaftlicher Gegebenheiten in den Bereichen Tätigkeiten, Arbeiten, medizinische Anwendungen und Interventionen. Das Prinzip der Rechtfertigung dient im gesetzlichen Regelwerk des Strahlenschutzes

als Grundlage zum Ausschluss der Rechtswidrigkeit einer möglichen Schädigung durch eine Strahlenexposition.

3.2 Grundsätze der Rechtfertigung

Die Grundsätze der Rechtfertigung werden von IAEA BSS [IAEA 1996], ICRP 60 [ICRP 1991a], EU-Grundnormen [CEC 1996] übereinstimmend festgestellt. Es heißt dort:

“No practice involving exposures to radiation should be adopted unless it produces sufficient benefit to the exposed individuals or to society to offset the radiation detriment it causes (The justification of a practice.)“ [ICRP 1991a].

“No practice or source within a practice should be authorized unless the practice produces sufficient benefit to the exposed individuals or to society to offset the radiation harm that it might cause; that is: unless the practice is justified, taking into account social, economic and other relevant factors” [IAEA 1996].

„Die Mitgliedstaaten stellen sicher, dass alle neuen Tätigkeitskategorien bzw. Tätigkeitsarten, bei denen es zur Exposition durch ionisierende Strahlen kommt, vor ihrer erstmaligen Genehmigung bzw. Zulassung durch Abwägung ihres wirtschaftlichen, sozialen oder sonstigen Nutzens gegenüber der möglicherweise von ihnen ausgehenden gesundheitlichen Beeinträchtigung gerechtfertigt werden“ [CEC 1996].

Auch der ICRP-Entwurf 2004 stellt dieses nicht in Frage, sondern sagt ebenfalls, dass die ICRP nicht für den Gesamtprozess der Rechtfertigung Verantwortung übernehmen kann.

Im Sinne dieser übereinstimmenden Aussagen empfiehlt auch die SSK: Der Schutz des Menschen und der Umwelt vor den schädigenden Wirkungen ionisierender Strahlung soll auch weiterhin auf der Grundlage der bewährten Prinzipien Rechtfertigung, Begrenzung und Optimierung aufgebaut sein. Im Regelwerk des Strahlenschutzes sieht die SSK die Notwendigkeit der Rechtfertigung planbaren menschlichen Handelns, das zu einer Strahlenexposition von Mensch und Umwelt führt, als unverzichtbares Prinzip an.

Die Formulierung der allgemeinen Grundsätze der Rechtfertigung in den bisherigen Empfehlungen [ICRP 1991a, IAEA 1996] und Regelwerken [CEC 1996, BMU 2001] reichen jedoch nicht aus, um sie praktikabel zu machen. Dies stellt auch der IAEA Draft Safety Report DD 811 [IAEA 2005] ausdrücklich fest:

“However what is not provided in Publication 60 is any indication as to how the process of justification is to be carried out, other than an implication that the procedures used in optimisation of protection may be applicable. ... There are however no detailed explanations in the BSS as to how the justification requirement is to be implemented in practice.”

Zudem ist zu berücksichtigen, dass die Notwendigkeit in den bisherigen Empfehlungen [ICRP 1991a, IAEA 1996] und Regelwerken [CEC 1996, BMU 2001] ausschließlich für Tätigkeiten (oder Quellen) gefordert wird, obwohl auch außerhalb von Tätigkeiten relevante Strahlenexpositionen auftreten können.

Nach Einschätzung der SSK bedürfen alle planbaren menschlichen Handlungen, die eine Strahlenexposition von Mensch und Umwelt zur Folge haben, grundsätzlich der Rechtfertigung. Die SSK empfiehlt dem Grundsatz zu folgen: Bei der Beurteilung planbarer menschlicher Handlungen im Hinblick auf eine Rechtfertigung bedarf es einer Abwägung des Nutzens, der Chancen und der Vorteile, die mit ihnen verbunden sind, gegenüber allen möglicherweise von ihnen ausgehenden Schäden, Risiken und Nachteile.

Vor der praktischen Ausgestaltung des Rechtfertigungsprozesses und der Entwicklung von Kriterien für eine Rechtfertigung ist zu betrachten, was unter Rechtfertigung eigentlich zu verstehen ist. Im allgemeinen Sprachgebrauch ist Rechtfertigung das Bemühen, eine umstrittene Handlung einsichtig zu begründen [WIKI 2005]. Damit ist Rechtfertigung ein auf Konsens basierender menschlicher Prozess. Konsens ist jedoch im Allgemeinen nicht vollständig zu erreichen. Daher muss bei Dissens letztendlich eine gesellschaftliche Entscheidung auf der Grundlage des geltenden Rechts herbeigeführt werden. Man kann nicht davon ausgehen, dass eine Rechtfertigung von allen Mitgliedern einer Gesellschaft akzeptiert wird.

Nach Einschätzung der SSK ist Rechtfertigung im Strahlenschutz die plausible Begründung von planbaren menschlichen Handlungen, die eine Strahlenexposition von Mensch und Umwelt zur Folge haben, auf der Grundlage wissenschaftlich-technischer Beurteilungen und gesellschaftlicher Gegebenheiten. In Übereinstimmung mit der ICRP sieht die SSK die Rechtfertigung von planbaren menschlichen Handlungen auch im Strahlenschutz als einen komplexen gesellschaftlichen Prozess an, in den die betroffenen, beteiligten, interessierten und verantwortlichen Individuen und Gruppen der Gesellschaft einzubeziehen sind. In diesem Prozess müssen ganz unterschiedliche Aspekte betrachtet werden:

- Nutzen und Schaden,
- Alternativen ohne Strahlung,
- Stand von Wissenschaft und Technik,
- Optimierung,
- Dosis und das damit verbundene Risiko für den Einzelnen,
- Dosis und das damit verbundene Risiko für die Allgemeinheit,
- Folgen für die Gesellschaft,
- Folgen für die Umwelt,
- ökonomische und soziale Faktoren,
- ethische, kulturelle und religiöse Aspekte,
- Meinungen von gesellschaftlichen Interessengruppen,
- Auswirkungen auf das Rechtssystem,
- politische Auswirkungen.

Für Rechtfertigung ist die Berücksichtigung und Bewertung aller positiven und negativen Aspekte erforderlich:

- Alleine die Tatsache, dass die Dosis niedrig ist, stellt keine Rechtfertigung für eine bestimmte Handlung dar (vgl. Kap. 4.1),
- alleine die Existenz einer strahlungsfreien Alternative bedeutet nicht, dass eine Handlung nicht gerechtfertigt ist.

Die Vielfalt unterschiedlicher Aspekte, die bei einer Rechtfertigung zu berücksichtigen sind, wird deutlich, wenn man die Vielzahl von Bereichen zielgerichteter Anwendungen von Radioaktivität und Strahlung betrachtet, bei denen es zu Strahlenexpositionen von Mensch und Umwelt kommen kann. Zusätzliche und andersartige Aspekte können relevant werden, wenn Strahlenexpositionen von Mensch und Umwelt durch natürliche Radioaktivität und Strahlung durch planbare menschliche Handlungen beeinflusst werden.

3.3 Anwendungsbereiche

Natürliche und künstliche Radioaktivität und ionisierende Strahlung werden in großem Umfang vom Menschen zielgerichtet zum Nutzen für den Menschen und die Gesellschaft verwendet. Diese Anwendungen geschehen als **Tätigkeiten** im Geltungsbereich der EU-Grundnormen und als **medizinische Anwendungen** im Geltungsbereich der Richtlinie 97/43/EURATOM [CEC 1997]. Sie sind im Hinblick auf eine Rechtfertigung zu überprüfen. Dabei sind sowohl neue oder beabsichtigte Tätigkeiten vor ihrer Aufnahme zu rechtfertigen als auch bestehende Tätigkeiten unter Berücksichtigung der Weiterentwicklung von Wissenschaft und Technik wiederholt dem Rechtfertigungsprozess zu unterziehen.

In Anlehnung an eine in Großbritannien vorgenommene Zusammenstellung von Klassen existierender Tätigkeiten inklusive der medizinischen Anwendungen [IAEA 2005] sind ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu nennen:

- Gewinnung von Uran und Thorium,
- Anreicherung von Uran,
- Produktion von Kernbrennstoffen,
- Nukleare Energieerzeugung,
- Nutzung von Produkten aus abgebranntem Kernbrennstoff,
- Produktion von Radionukliden,
- Produktion radioaktiver Produkte,
- zerstörungsfreie Testverfahren,
- Bestrahlung von Produkten,
- Messung von Substanzen und Prozesskontrolle,
- Nachweis und Analyse,
- Vermeidung statischer Elektrizität,
- Beleuchtung,
- elektronische Apparaturen,
- Sicherheitsgeräte und -verfahren,
- Sicherheitsüberwachung,
- Störstrahler,
- radioaktive Tracer,
- medizinische Diagnostik,
- medizinische Therapie,
- medizinische und biomedizinische Forschung,
- berufliche Gesundheitsüberwachung,
- gesetzliche medizinische Anwendungen,
- Veterinärmedizin: Diagnostik und Therapie,
- Lehre, Aus- und Weiterbildung,

- Forschung und Entwicklung,
- Metrologie ionisierender Strahlung,
- Transport radioaktiver Stoffe.

Darüber hinaus ist festzustellen, dass auch neue Anwendungen vorgeschlagen werden oder Anwendungen aus der Vergangenheit wieder aufleben. Zu nennen sind hier zum Beispiel:

- die Anwendung von Scannern mit Röntgen- und Gammastrahlung für unterschiedliche Zwecke,
- die Anwendung von Rauchmeldern mit radioaktiven Quellen,
- der Zusatz von radioaktiven Stoffen zu und die Aktivierung von Verbraucherprodukten,
- die Nutzung von Radon-Bädern für medizinische Zwecke.

Auch übliche medizinische Anwendungen werden zunehmend für nicht-medizinische Zwecke eingesetzt. Dazu gehören:

- Gesetzliche medizinische Anwendungen,
- Einstellungsuntersuchungen oder Untersuchungen als Bedingung vor Abschluss von Versicherungen,
- die Anwendung von Röntgenuntersuchung zur Altersbestimmung für juristische Zwecke,
- die Anwendung von Röntgenuntersuchung zur Erfüllung hoheitlicher Aufgaben im Rahmen der Gefahrenabwehr,
- die Anwendung von Röntgenstrahlung zur Diebstahlsicherung oder zur Anpassung von Verbraucherprodukten an Menschen.

Solche Anwendungen werden von der ICRP 73 [ICRP 1996], der IAEA [IAEA 1996] und in der Richtlinie 97/43/EURATOM [CEC 1997] nicht als medizinische Anwendungen anerkannt. Sie sind – auch nach Einschätzung der SSK – allgemein als Tätigkeiten zu betrachten und gesondert zu rechtfertigen.

Auch die Anwendung verschiedener Verfahren in Erfüllung hoheitlicher Aufgaben, bei denen es zu erhöhten Strahlenexpositionen kommen kann, wird von den bisherigen Empfehlungen nicht abgedeckt. Sie sind nach Einschätzung der SSK ebenfalls als Tätigkeiten einzustufen. Dies gilt auch für allgemeine Anwendungen solcher Verfahren in anderen Lebensbereichen, die mit der Konsequenz vielfältiger und häufiger Strahlenexpositionen von Mensch und Umwelt einhergehen können.

Durch natürliche und künstliche Radioaktivität können radiologische Umstände, z.B. durch Unfälle, Verlust von radioaktiven Quellen und Altlasten, auftreten, die zu erhöhten Strahlenexpositionen führen, die im Rahmen von **Interventionen** beseitigt oder verringert werden können. Interventionen sind in den relevanten Empfehlungen [ICRP 1991a, IAEA 1996] und auch in den EU-Grundnormen [CEC 1996] ebenfalls als Anwendungsbereich genannt, in dem die Rechtfertigung von Maßnahmen erforderlich ist. In den Radiologischen Grundlagen [SSK 1998c] werden ausführlich Rechtfertigung und Optimierung von Maßnahmen bei Interventionen und ihren verschiedenen Anwendungsbereichen behandelt.

Radioaktivität und ionisierende Strahlung sind aber auch natürliche Phänomene der Umwelt des Menschen. Die resultierenden natürlichen Strahlenexpositionen haben einen weiten Schwankungsbereich. Innerhalb dieses Schwankungsbereiches und auch durch menschliche

Handlungen und Lebensweisen können vielfach erhöhte Strahlenexpositionen aus natürlichen Strahlenquellen zustande kommen. Die EU-Grundnormen führen dazu in Artikel 40 aus, dass sicherzustellen ist,

- dass die Arbeiten ermittelt werden, bei denen das Vorhandensein natürlicher Strahlenquellen die Exposition so erheblich erhöht, dass dies aus der Sicht des Strahlenschutzes nicht außer acht gelassen werden kann und
- dass Vorkehrungen zur Überwachung und gegebenenfalls Strahlenschutzmaßnahmen, insbesondere zur Reduzierung der Exposition, getroffen werden.

Im deutschen System des Strahlenschutzes werden diese planbaren menschlichen Handlungen als **Arbeiten** bezeichnet. Arbeitsfelder, bei denen erheblich erhöhte Expositionen durch natürliche terrestrische Strahlungsquellen auftreten können, sind in Anlage XI der StrlSchV über eine Positivliste aufgeführt als Arbeitsfelder mit erhöhten Radon-222-Expositionen und als Arbeitsfelder mit erhöhten Expositionen durch Uran und Thorium und deren Zerfallsprodukte ohne Radon. Es handelt sich um

- Arbeiten in untertägigen Bergwerken, Schächten und Höhlen, einschließlich Besucherbergwerken, Radon-Heilbäder und -Heilstollen, Anlagen der Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung,
- Schleifen von und Wechselstromschweißen mit thoriierten Schweißelektroden,
- Handhabung und Lagerung thorierter Gasglühstrümpfe,
- Verwendung von natürlichem Thorium (Th-232sec) und natürlichem Uran (U-238sec und U-235sec) zu chemisch-analytischen oder chemisch-präparativen Zwecken,
- Handhabung, insbesondere Montage, Demontage, Bearbeiten und Untersuchen von Produkten aus thoriierten Legierungen,
- Gewinnung, Verwendung und Verarbeitung von Pyrochloreisen,
- Verwendung und Verarbeitung von Schlacke aus der Verhüttung von Kupferschiefererzen.

Zusätzlich wird in § 97 StrlSchV ausgeführt: „*Wer in eigener Verantwortung Arbeiten ausübt oder ausüben lässt, bei denen überwachungsbedürftige Rückstände anfallen, durch deren Verwertung oder Beseitigung für Einzelpersonen der Bevölkerung der Richtwert der effektiven Dosis von 1 Millisievert im Kalenderjahr überschritten werden kann, hat Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung zu ergreifen.*“.

Die betroffenen Materialien werden wiederum in einer Positivliste in Anlage XII StrlSchV benannt.

Allerdings stellt § 102 StrlSchV auch sonstige Materialien nicht frei von Überwachung. Es heißt dort:

„Kann durch Arbeiten mit Materialien, die nicht Rückstände im Sinne der Anlage XII Teil A sind, oder durch die Ausübung von Arbeiten, bei denen solche Materialien anfallen, die Strahlenexposition von Einzelpersonen der Bevölkerung so erheblich erhöht werden, dass Strahlenschutzmaßnahmen notwendig sind, trifft die zuständige Behörde die erforderlichen Anordnungen. Sie kann insbesondere anordnen,

1. *dass bestimmte Schutzmaßnahmen zu ergreifen sind,*
2. *dass die Materialien bei einer von ihr zu bestimmenden Stelle aufzubewahren oder zu verwahren sind oder*

3. *dass und in welcher Weise die Materialien zu beseitigen sind.*“

Das deutsche Strahlenschutzrecht stellt damit Arbeiten zwar nicht unter Genehmigungsvorbehalt, schränkt aber die freie menschliche Handlung dahingehend ein, dass erhöhte Strahlenexpositionen durch ordnungsrechtliche Eingriffe vermieden werden sollen. Im Umkehrschluss lässt sich daraus eine Rechtfertigungsnotwendigkeit für Arbeiten ableiten.

Angesichts der Gleichwertigkeit von Strahlenexpositionen aus natürlichen und künstlichen Strahlenquellen empfiehlt die SSK auch im Hinblick auf eine Rechtfertigung, Tätigkeiten und Arbeiten gleich zu behandeln.

Die bisherigen Empfehlungen zur Ausgestaltung der Verfahren zur Rechtfertigung beziehen sich nahezu ausschließlich auf die Anwendungsbereiche Tätigkeiten, Interventionen und auf medizinische Anwendungen. Dies reicht angesichts der Vielfalt menschlicher Handlungen und Situationen, in denen Strahlenexpositionen auftreten können, nicht mehr aus.

Strahlenexpositionen aus natürlichen Quellen müssen mit einbezogen werden. Das umfasst sowohl Arbeiten als auch allgemein erhöhte Expositionen aus natürlichen Quellen bei planbaren menschlichen Handlungen.

So bedürfen auch Regelungen zur Begrenzung von Radon in Häusern einer Rechtfertigung. Sie haben Maßnahmen zur Folge, die in die Rechte der Bürger eingreifen. Die rechtliche Forderung, dass bei der Anordnung von Maßnahmen generell zu prüfen ist, ob diese geeignet, notwendig und zumutbar sind, legt die Notwendigkeit einer Rechtfertigung fest.

Ziel von Maßnahmen soll es sein, Expositionen von Personen oberhalb von Grenz- oder Richtwerten nach Möglichkeit nachhaltig zu verhindern. Welche Maßnahmen als geeignet, notwendig und zumutbar einzustufen sind, muss durch die zuständige Behörde auf der Grundlage geltenden Rechtes unter Beachtung aller Umstände des Einzelfalles abgewogen werden. Sie bedient sich im Rahmen des Abwägungsprozesses verschiedener Fachgutachter zu Einzelaspekten, unter denen nur einer der Strahlenschutz ist.

Dabei sind neben den radiologischen Aspekten auch nicht-radiologische Aspekte, wie z.B. Belastungen mit andern nicht-radioaktiven Schadstoffen, die Auswirkungen der Maßnahme auf andere Umweltschutzgüter und den Naturhaushalt, aber auch soziale und ökonomische Aspekte zu berücksichtigen. Auf diesen Sachverhalt weisen auch die EU-Grundnormen [CEC 1996] in Artikel 48 ausdrücklich hin.

Nach Einschätzung der SSK ist die Rechtfertigung gleichermaßen für Tätigkeiten, medizinische Anwendungen, Arbeiten und Interventionen erforderlich.

Angesichts der Vielfalt der Anwendungen und der Komplexität der erforderlichen Abwägungen schlägt die SSK ein strukturiertes Verfahren zur Beurteilung der Rechtfertigung vor.

3.4 Strukturiertes Verfahren zur Beurteilung der Rechtfertigung

Menschliche Handlungen, die eine Strahlenexposition von Mensch und Umwelt zur Folge haben und als nicht gerechtfertigt eingeschätzt werden, sind nach Gesetzeslage (AtG [AtG 2005], StrlSchV [BMU 2001], RöV [BMU 2002a]) nicht zulässig. Das Prinzip der Rechtfertigung dient dabei als Grundlage zum Ausschluss der Rechtswidrigkeit einer möglichen Schädigung durch eine Strahlenexposition. Da dies einen ordnungsrechtlichen Eingriff in die Handlungsfreiheit des Menschen darstellt, muss das Verfahren der Rechtfertigung nach Einschätzung der SSK Rechtssicherheit bieten.

Die SSK hält daher die verbindliche Festlegung eines Verfahrens der Rechtfertigung für erforderlich. Angesichts der Komplexität der Rechtfertigung als gesellschaftlicher Prozess schlägt die SSK ein strukturiertes Verfahren zur Rechtfertigung vor, in dem sich an eine um-

fassende wissenschaftlich-technische Betrachtung und Abwägung eine gesamtgesellschaftliche Bewertung anschließt.

Ein solches Verfahren wird sowohl die Legislative als auch die Exekutive betreffen, je nach dem, ob eine Beurteilung im Rahmen geltenden Rechtes (EU-Grundnormen, EU-Richtlinie 97/43/EURATOM, AtG, StrlSchV, RöV) erfolgen kann oder ob außerhalb des bestehenden rechtlichen Rahmens gesetzgeberische Maßnahmen erforderlich sind.

In Übereinstimmung mit der ICRP sieht die SSK die Rechtfertigung von menschlichen Handlungen auch im Strahlenschutz als einen komplexen gesellschaftlichen Prozess an, in den die betroffenen, beteiligten, interessierten und verantwortlichen Individuen und Gruppen der Gesellschaft einzubeziehen sind. In diesem Prozess müssen die ganz unterschiedlichen Aspekte, die in Kapitel 3.2 aufgeführt wurden, betrachtet werden.

In Tabelle 1 ist eine schematische Darstellung des nach Einschätzung der SSK erforderlichen strukturierten Verfahrens zur Rechtfertigung gegeben. Vor einer abschließenden Bewertung im Hinblick auf eine Rechtfertigung sind alle Schritte dieses Verfahrens abzuarbeiten.

3.5 Zuständigkeiten

Für die Bewertung in Bezug auf den Strahlenschutz und für die gesellschaftliche und politische Bewertung sieht die SSK unterschiedliche Zuständigkeiten für die verschiedenen zu behandelnden Einzelaspekte.

Die Entscheidung über eine Rechtfertigung von Tätigkeiten oder Verfahren wird letztlich von der Legislative oder im Rahmen bestehender rechtlicher Vorschriften von der Exekutive zu treffen sein.

Zur Entscheidungsfindung ist in jedem Fall eine vollständige Bewertung aus der Sicht des Strahlenschutzes erforderlich. Dies entspricht auch den bestehenden Rechtsvorschriften.

Eine gesellschaftliche und politische Bewertung muss in jedem Falle eine rechtliche Würdigung enthalten. Die übrigen Verfahrensschritte zur gesellschaftlichen und politischen Bewertung sind grundsätzlich nur dann erforderlich, wenn geltendes Recht verlassen wird, oder wenn geltendes Recht die Berücksichtigung von einzelnen Aspekten der gesellschaftlichen oder politischen Bewertung, z.B. Berücksichtigung ethischer Aspekte oder Beteiligung Betroffener, vorschreibt.

Die SSK empfiehlt, die Zuständigkeiten im vorgeschlagenen strukturierten Rechtfertigungsverfahren formal zu regeln.

Tab. 1: Schematische Darstellung des strukturierten Verfahrens der Rechtfertigung

	Fragestellung bzw. Verfahrensschritt
1	Beschreibung und Begründung des Verfahrens
2	Welche Dosen und welche damit verbundenen Strahlenrisiken gibt es für Einzelpersonen (einschl. der Beschäftigten) und für die Bevölkerung?
3	Entspricht das Verfahren dem Stand von Wissenschaft und Technik und ist daher im Grundsatz optimiert?
4	Gibt es Alternativen ohne Strahlung?
5	Welche gesundheitlichen Konsequenzen ergeben sich aus dem Verfahren bzw. aus eventuellen strahlungslosen Alternativen für Einzelpersonen und für die Bevölkerung?
6	Welche ökologischen Konsequenzen ergeben sich aus dem Verfahren bzw. aus eventuellen strahlungslosen Alternativen?
7	Bewertung durch die SSK
8	Welche gesellschaftlichen Konsequenzen ergeben sich aus dem Verfahren bzw. aus eventuellen strahlungslosen Alternativen?
9	Welche sozialen Konsequenzen ergeben sich aus dem Verfahren bzw. aus eventuellen strahlungslosen Alternativen?
10	Welche ökonomischen Konsequenzen ergeben sich aus dem Verfahren bzw. aus eventuellen strahlungslosen Alternativen für den Einzelnen, die Allgemeinheit und die Gesellschaft?
11	Abwägung von Nutzen und Schaden, Chancen und Risiken sowie Vorteilen und Nachteilen des Verfahrens bzw. eventueller strahlungsloser Alternativen für den Einzelnen und für die Allgemeinheit unter Berücksichtigung der gesundheitlichen, gesellschaftlichen, ökologischen, sozialen und ökonomischen Konsequenzen.
12	Welche ethischen Aspekte sind zu berücksichtigen?
14	Welche kulturellen und religiösen Faktoren sind zu berücksichtigen?
15	Welche Meinungen von gesellschaftlichen Interessengruppen sind zu berücksichtigen?
16	Rechtliche Würdigung
17	Welche politischen Auswirkungen hat die in Frage stehende Entscheidung?
18	Gesellschaftliche und politische Bewertung
19	Entscheidung der Legislative oder Exekutive

3.6 Die Rolle der SSK

Die SSK hat in der Vergangenheit auf der Grundlage von ICRP 60 und später der EU-Grundnormen in Einzelfragen zur Rechtfertigung von Tätigkeiten Stellungnahmen und Empfehlungen abgegeben (vgl. Kapitel 1.5). Mit der vorliegenden Empfehlung befasst sich die SSK erstmalig grundsätzlich mit der Beurteilung von Tätigkeiten und Verfahren im Hinblick auf eine Rechtfertigung.

In Anbetracht der Bedeutung, die nach Einschätzung der SSK der Rechtfertigung als einem Grundprinzip des Strahlenschutzes zukommt, empfiehlt die SSK, Bewertungen von Tätigkeiten und Verfahren aus der Sicht des Strahlenschutzes im Hinblick auf eine Rechtfertigung durch Stellungnahmen oder Empfehlungen der SSK vornehmen zu lassen.

Die wissenschaftlich-technische Betrachtung und Abwägung ist die Aufgabe von wissenschaftlichen Gremien wie der SSK (und der ICRP). Sie haben Nutzen und Schaden der zu rechtfertigenden Handlungen mit ihren Alternativen ohne Strahlung gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik unter Berücksichtigung der Strahlenexposition und des damit verbundenen Risikos, den Folgen für die Umwelt sowie den ökonomischen und sozialen Faktoren zu betrachten. Es sind alle Betroffenen, d.h. Beschäftigte, Einzelpersonen oder Gruppen der Bevölkerung und die gesamte Gesellschaft, einzubeziehen. Zu einer Bewertung müssen der Nutzen gegen den Schaden, die Risiken gegen die Chancen und die Vorteile gegen die Nachteile abgewogen werden. Alle positiven und negativen Aspekte, insbesondere auch der radioaktivitäts- oder strahlungsfreien Alternativen, sind in der Abwägung zu berücksichtigen.

3.7 Gesellschaftliche und politische Bewertungen

Die ICRP hat in ihrem „Draft for discussion 2004“ [ICRP 2004] ausgeführt, dass letztlich von Regierungen über eine Rechtfertigung entschieden wird. Sie hat als Entscheidungsgründe u.a. strategische, ökonomische und militärische Gründe als entscheidungsrelevant benannt. Die IAEA Basic Safety Standards und die EURATOM-Grundnormen sprechen gleichermaßen von der Abwägung des wirtschaftlichen, sozialen oder sonstigen Nutzens.

Die SSK erkennt ebenfalls die Relevanz von außerhalb des Strahlenschutzes liegenden Gründen an, die bei einer Rechtfertigung in den Abwägungsprozess einzubeziehen sind. Sie sieht die Notwendigkeit, im Rahmen des Rechtfertigungsprozesses neben einer Bewertung der Strahlenschutzgesichtspunkte, eine gesellschaftliche und politische Bewertung vorzunehmen, in der weitere ökonomische und soziale Faktoren, ethische Maßstäbe, kulturelle und religiöse Aspekte, Meinungen von gesellschaftlichen Interessengruppen, rechtliche Würdigungen und eventuelle politische Auswirkungen Berücksichtigung finden und zu einer gesellschaftlichen und politischen Bewertung zusammengeführt werden sollten.

Speziell im Hinblick auf rechtliche Würdigungen hat die Rechtfertigung Konsequenzen dahingehend, dass in der Rechtswissenschaft Rechtfertigungsgründe zum Ausschluss der Rechtswidrigkeit einer Handlung führen. Auch Gesetze unterliegen der Notwendigkeit einer Rechtfertigung.

Ein die Grundrechte einschränkendes Gesetz muss sowohl die Verhältnismäßigkeit als auch die formelle Verfassungsmäßigkeit wahren. Im Einzelnen verlangt der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit von jeder staatlichen Maßnahme, die in Grundrechte eingreift, dass sie **geeignet, erforderlich und angemessen** ist, um den Zweck, den sie verfolgt, zu erreichen. Weiterhin muss die Proportionalität zwischen den belastenden Wirkungen und den angestrebten Vorteilen gewahrt sein. Eine Maßnahme, die diesen Anforderungen nicht entspricht, ist grundsätzlich rechtswidrig und kann – je nach Rechtsgebiet – mit entsprechenden Rechtsmitteln angegriffen und beseitigt werden.

Um die Frage nach der Verhältnismäßigkeit einer konkreten staatlichen Maßnahme beantworten zu können, ist die Feststellung und Benennung des Zwecks, auf den diese Maßnahme gerichtet ist, zwingend der erste Schritt. Der Zweck der Maßnahme nämlich setzt den Maßstab und Bezugspunkt für die Frage, ob die Maßnahme zur Erreichung gerade dieses Zweckes geeignet, erforderlich und angemessen ist.

- Die Maßnahme ist geeignet, den Zweck zu erreichen, wenn sie seine Erreichung bewirkt oder zumindest fördert.
- Die Maßnahme ist erforderlich, wenn kein anderes Mittel zur Verfügung steht, das ebenso (oder sogar besser) geeignet ist, den Zweck zu erreichen, gleichzeitig aber denjenigen, den die Maßnahme betrifft, weniger belastet.
- Eine Maßnahme ist nur dann angemessen (auch: verhältnismäßig im engeren Sinn), wenn die Nachteile, die mit der Maßnahme verbunden sind, nicht völlig außer Verhältnis zu den Vorteilen stehen, die sie bewirkt. An dieser Stelle ist eine offene Abwägung sämtlicher Vor- und Nachteile der Maßnahme erforderlich. In dieser Abwägung sind alle Wertentscheidungen und Rechtspositionen zu berücksichtigen, welche die Rechtsordnung bereithält und die von der Maßnahme berührt werden. Dabei sind vor allem verfassungsrechtliche Vorgaben, insbesondere Grundrechte, mit entsprechendem Gewicht zu berücksichtigen.

Diese Kriterien müssen zwar auch bereits in der Beurteilung in Bezug auf den Strahlenschutz berücksichtigt werden, stellen jedoch Rechtsnormen dar, die außerhalb der Bewertung durch die SSK liegen.

Der IAEA-Entwurf [IAEA 2005] äußert in diesem Zusammenhang Befürchtungen im Hinblick auf die ethische Rechtfertigung und auf die Meinungsbildung durch interessierte gesellschaftliche Gruppen. Er führt dazu aus:

- *“Technology and/or social norms are dynamic and tend to slowly evolve, such that concern may arise regarding sources or exposure situations that have been justified and authorised.”*
- *“It should be stressed however that the final decision is up to the decision-making authority and not to those people¹. (...) It will be important to ensure that such mechanisms do not give undue weight to groups with extreme views in either direction.”*

Eine Anerkennung der abschließenden Bedeutung der politischen Bewertung ergibt sich unter den von der IAEA geäußerten Bedenken auch nach Einschätzung der SSK nur unter der idealistischen Prämisse, dass politisches Handeln dem Wohl der Gesellschaft verpflichtet sein muss und sich den Einflüssen von Interessensgruppen und plebiszitären und populistischen Gesichtspunkten nicht beugt.

3.8 Entscheidung über eine Rechtfertigung

Die Entscheidung über eine Rechtfertigung setzt letztlich einen gesellschaftlichen Konsens voraus und erfolgt durch die Gesellschaft bzw. ihre gewählten Vertreter. In demokratischen Systemen liegt sie damit beim Gesetzgeber.

In der Regel wird der Gesetzgeber lediglich grundsätzliche Festlegungen zur Rechtfertigung treffen und Entscheidungen vielfach der Exekutive übertragen. Dabei werden wegen der Komplexität der Tätigkeiten und Verfahren vielfach Einzelfallbetrachtungen erforderlich sein. Aber auch generische Entscheidungen über Klassen von Tätigkeiten oder Verfahren werden möglich sein. Auch Kombinationen von generischen und Einzelfallentscheidungen können erforderlich sein. So werden z.B. Entscheidungen über die generelle Rechtfertigung einer medizinischen Anwendung getroffen, dennoch eine rechtfertigende Indikation im Einzelfall für notwendig gehalten.

¹ Anmerkung: mit “those people” sind hier “interessierte gesellschaftliche Gruppen” gemeint.

² *Intervention levels and action levels serve to protect members of the public and are specified separately for*

Sowohl Entscheidungen des Gesetzgebers als auch der Exekutive können Gegenstand rechtlicher Überprüfung sein. Daher erfordert z.B. die Umsetzung des Rechtfertigungsgebotes der EURATOM-Grundnormen [CEC 1996] und der Richtlinie 97/43/EURATOM [CEC 1997] die Etablierung eines entsprechenden Verfahrens. In Großbritannien wurde ein solches Verfahren der formalen Rechtfertigung für Tätigkeiten z.B. durch das „*Statutory Instrument No. 1769 The Justification of Practices Involving Ionising Radiation Regulations 2004*“ [HMSO 2004] eingerichtet.

Wenn ein Verfahren in einem rechtlichen Rahmen besteht, können Bewertungen, abgestuft nach der Bedeutung der Entscheidung, auch durch die Exekutive erfolgen, vorausgesetzt, die Anforderungen und Kriterien für die Umsetzung sind gegeben. Ansonsten sollte eine grundsätzliche Bewertung aus der Sicht des Strahlenschutzes durch die SSK erfolgen.

Im Folgenden sollen Anforderungen und Kriterien für die Umsetzung des strukturierten Verfahrens der Rechtfertigung im Hinblick auf die Bewertung durch den Strahlenschutz behandelt werden.

4 Anforderungen

4.1 Grundlagen

Anforderungen und Kriterien an ein Rechtfertigungsverfahren werden von den möglichen Entscheidungsoptionen abhängen. Als Entscheidungsoptionen sind zu nennen: nicht gerechtfertigt, unter Auflagen gerechtfertigt und gerechtfertigt.

Dabei können sowohl generelle Entscheidungen für Klassen menschlicher Handlungen als auch Entscheidungen im Einzelfall erforderlich sein. Auch Handlungen, die generell gerechtfertigt sind, mögen im Einzelfall nicht gerechtfertigt sein. Ebenso können generell ungerechtfertigte Handlungen im Einzelfall gerechtfertigt sein.

Begründungen einer Rechtfertigung können formal als zu akzeptieren oder als abzulehnen im Sinne geltenden Rechts erfolgen, z.B. über eine vom Gesetzgeber vorgegebene Liste nicht gerechtfertigter Tätigkeiten. Akzeptanz oder Ablehnung können auch generisch erfolgen, z.B. über eine allgemeine Aussage, dass der Einsatz von Radioaktivität und Strahlung für Forschung und Entwicklung oder für Lehre und Ausbildung generell gerechtfertigt seien, oder über die Festlegung, dass der Zusatz von radioaktiven Stoffen zu Verbraucherprodukten unter Genehmigungsvorbehalt gestellt wird und leichtfertige (im Sinne der von IAEA und ICRP benutzten „*frivolous*“) Anwendungen generell als nicht gerechtfertigt zu betrachten sind.

Es gibt nahezu keine Kriterien dafür, wann menschliche Handlungen immer gerechtfertigt oder immer nicht gerechtfertigt sind. Zu nennen sind als Ausnahmen:

- Menschliche Handlungen, die aus dem System des Strahlenschutzes rechtlich ausgeschlossen (exclusion) sind, können generell als gerechtfertigt angesehen werden.
- Menschliche Handlungen, die zu Strahlenexpositionen oberhalb bestimmter Dosiswerte führen, sind im Hinblick auf die grundsätzliche Absicht der Vermeidung deterministischer Strahlenschäden nahezu immer nicht gerechtfertigt.

Einigkeit besteht bisher auch nicht darüber, ob die Geringfügigkeit einer Dosis als Rechtfertigungsgrund hinreichend ist. Die EU-Grundnormen [CEC 1996] benutzen mehrfach die Begriffe der Strahlenexposition und des Expositionsrisikos, die aus der Sicht des Strahlenschutzes nicht außer Acht gelassen werden dürfen, ohne allerdings entsprechende Expositionen oder Risiken zu spezifizieren. In Umkehrung der von den EU-Grundnormen benutzten

Begrifflichkeit muss es also Strahlenexpositionen und Risiken geben, die aus der Sicht des Strahlenschutzes außer Acht gelassen werden dürfen, und damit nicht relevant für eine Rechtfertigung sein können.

Die SSK macht hier auf dieses Problem aufmerksam. Eine Stellungnahme zur Frage, ob und welche Strahlenexpositionen oder Risiken aus der Sicht des Strahlenschutzes außer Acht gelassen werden dürfen, wäre zwar wünschenswert und würde das Verfahren der Rechtfertigung erleichtern, geht jedoch weit über den vorliegenden Beratungsauftrag hinaus.

Die SSK kann zum gesamten Prozess der Rechtfertigung nur allgemeine Anforderungen und Kriterien empfehlen. Detaillierte Kriterien kann sie nur für den Bereich der wissenschaftlich-technischen Bewertung benennen. Dabei hält die SSK an der von der ICRP 60 [ICRP 1991a] geforderten Rechtfertigungsbedingung fest, die für eine zu rechtfertigende Handlung fordert, dass sie mehr Nutzen als Schaden bewirken muss.

Die SSK versteht unter der Formulierung „mehr Nutzen als Schaden“, dass die positiven Aspekte „Nutzen, Chancen, Vorteile“ die negativen Konsequenzen „Schaden, Risiken und Nachteile“ überwiegen müssen. Im Abwägungsprozess müssen neben negativen und positiven Konsequenzen, deren Eintreten als sicher (deterministisch) gelten kann, auch solche berücksichtigt werden, für die nur Chancen bzw. Risiken benennbar sind. Vorteile und Nachteile sollen zusätzlich positive oder negative Konsequenzen bezeichnen, die im Hinblick auf ihren Nutzen oder Schaden nicht quantifizierbar oder eher als „weiche“ Faktoren für den Einzelnen oder die Gesellschaft in Betracht zu ziehen sind.

Die SSK sieht es als grundsätzliches Kriterium an, Nutzen, Chancen, Vorteile gegen Schaden, Risiken und Nachteile abzuwägen, wobei alle gesundheitlichen, gesellschaftlichen, ökonomischen, sozialen und ökologischen Konsequenzen der betrachteten Handlung und der eventuellen strahlungslosen Alternativen in diese Abwägung einzubeziehen sind. Eine menschliche Handlung soll dann als gerechtfertigt angesehen werden, wenn in dieser komplexen Abwägung Nutzen, Chancen und Vorteile gegenüber Schaden, Risiken und Nachteilen überwiegen.

Die SSK stellt außerdem fest, dass die Fragen „*Was kann als Nutzen angesehen werden?*“ und „*Was kann als Schaden angesehen werden?*“ nicht durch Betrachtung einzelner Konsequenzen beantwortet werden können, sondern dass die Konsequenzen in allen Lebensbereichen zu betrachten und zu bewerten sind. Zu betrachten sind gesundheitliche, gesellschaftliche, ökonomische, soziale und ökologische Konsequenzen. Positiv oder negativ zu bewertende Beispiele sind in Tabelle 2 angegeben. Die Zusammenstellung stellt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sie soll lediglich die Vielfalt der zu bewertenden Konsequenzen verdeutlichen, die bei der Abwägung von Nutzen, Chancen, Vorteilen gegen Schaden, Risiken und Nachteilen zu berücksichtigen sind.

Tab. 2: Beispiele für positiv oder negativ zu bewertende gesundheitliche, gesellschaftliche, ökonomische, soziale Konsequenzen sowie für Auswirkungen auf die Umwelt

Konsequenzen	Positiv zu bewerten: Nutzen, Chancen, Vorteile	Negativ zu bewerten: Schaden, Risiken, Nachteile
gesundheitliche Konsequenzen	• Geringe Strahlenexposition • Vermeidung von Erkrankungen • Sicherere Diagnostik oder effizientere Therapie • Gewonnene Lebenszeit • Gewonnene Lebensqualität • Geringere Konzentrationen von Insektiziden, Pestiziden und Desinfektionsmitteln in Lebensmitteln • Besser sterilisierte Materialien für die Gesundheitspflege und Medizin	• Höhere Strahlenexposition • Deterministische Strahlenschäden • Stochastische Strahlenschäden • Nicht strahlenbedingte Nebenwirkungen • Verlorene Lebenszeit • Verlorene Lebensqualität
gesellschaftliche Konsequenzen	• Gewonnene Lebensqualität • Erkenntnisgewinn, Erwerb wissenschaftlicher oder technischer Kompetenz • Verminderte Gefährdungspotentiale (Sicherheit im Flugverkehr und anderen Lebensbereichen) • Schadenspotentiale vermindern • Vorteile bei polizeilichen Ermittlungen	• Verlorene Lebensqualität • Verlust wissenschaftlicher oder technischer Kompetenz • Erhöhte Gefährdungspotentiale • Erhöhte Schadenspotentiale
ökonomische Konsequenzen	• Erzeugung eines Produktes • Bessere, billigere oder konkurrenzfähigere Produkte • Neue Produkte bei der Pflanzen- und Tierzucht, z.B. durch schnellere Mutation • Beste verfügbare Technik • Einsparung von medizinischen Behandlungskosten	• Verzicht auf ein Produkt • Verschlechterung der Produktqualität • Höhere Kosten für ein gleichwertiges Produkt • Generierung und Freisetzung von umwelt- und gesundheitsgefährdenden Mutanten • Mangelnde Konkurrenzfähigkeit • Medizinischen Folgekosten • Entsorgungskosten • Kosten für Ausgleichsmaßnahmen in der Umwelt
soziale Konsequenzen	• Finanzielle Vorteile • Arbeitsplatzsicherung oder Schaffung neuer Arbeitsplätze • Verringerung negativer sozialer Bedingungen • Angstabbau	• Finanzielle Nachteile • Verlust des Arbeitsplatzes • Benachteiligung eines Geschlechtes • Benachteiligung durch Wissen über Erkrankungspotentiale • Sozialkosten durch illegale Flüchtlinge, Schleuser, Schmuggel • Psychische Belastung
ökologische Konsequenzen	• Einsparung von CO₂ und anderen Schadstoffen • Einsparung von Insektiziden, Pestiziden und Desinfektionsmitteln • Ressourcenschonung • Nachhaltiges Handeln	• Schäden an nicht-menschlichen Spezies • Auswirkungen von Direktstrahlung auf die Umwelt • Emissionen umwelt- und gesundheitsgefährdender radioaktiver Stoffe • Emissionen nicht radioaktiver Stoffe: CO₂, DDT, ... • Vermehrter radioaktiver Abfall • Vermehrter Abfall nicht-rezyklierbarer konventioneller Abfälle

Positive und negative Konsequenzen können unterschiedlich für die verschiedenen Betroffenen sein. Dazu gehören Betreiber oder Vorschlagende, Beschäftigte, Einzelpersonen, die allgemeine Bevölkerung und die Gesellschaft als Ganzes.

Es existieren keine allgemeinen Kriterien, die auf alle Klassen menschlichen Handelns gleichermaßen angewendet werden können. Für jede Klasse können jedoch spezifische Kriterien für die Rechtfertigung angegeben werden. Grundlegende Kriterien oder Prinzipien der Rechtfertigung können durch ihre Anwendbarkeit in verschiedenen Klassen menschlichen Handelns identifiziert werden, wenn

- die Vorteile die Nachteile überwiegen,
- der Nutzen größer ist als der Schaden und
- die Chancen höher sind als die Risiken.

Dabei sieht die SSK Rechtfertigung nicht als einmaligen Prozess an. Bei Vorliegen neuer relevanter Erkenntnisse wird eine Neubewertung als erforderlich angesehen.

Bei Tätigkeiten können Nutzen und Schaden sowohl deterministische als auch stochastische Eigenschaften haben. Deterministisch ist der Besitz eines Produkts (Ware oder Erkenntnis) am Ende der Tätigkeit. Stochastisch sind z.B. Gefährdungspotentiale.

Der Verzicht auf eine Tätigkeit bedeutet u.U., dass weder das Produkt noch die entsprechende Technologie noch die Arbeitsplätze vorhanden sind. Die deterministischen Eigenschaften des Schadens haben jedoch in der Regel nicht ihre Ursache in Strahlenschutzüberlegungen. Bei sachgerechtem Strahlenschutz sind meistens stochastische Strahlenschäden zu betrachten. Deterministische Strahlenschäden werden durch die Begrenzung der Strahlenexposition ausgeschlossen, können aber mit der Eintrittswahrscheinlichkeit von Stör- und Unfällen oder anderen besonderen Ereignissen, u.a. nicht sachgerechtem Strahlenschutz, nicht ausgeschlossen werden.

Bei Interventionen können positive und negative Konsequenzen sowohl deterministische als auch stochastische Eigenschaften haben.

Die Evakuierung Pripyats nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl vermied deterministische Strahlenschäden, der Nutzen dieser Maßnahme war sicher und der Schaden beim Verzicht auf die Maßnahme ebenfalls. Im Notfall- und Katastrophenschutz können immer Situationen auftreten, in denen der Nutzen einer Intervention darin liegt, dass deterministische Strahleneffekte mit Sicherheit durch eine Maßnahme ausgeschlossen werden, bei Unterlassung aber auftreten werden. Sobald bei Interventionen jedoch deterministische Schäden auf der Grundlage der vorherrschenden Dosisleistungen und Dosisprognosen ausgeschlossen werden können, wird eine Abwägung von positiven und negativen Konsequenzen nur auf der Grundlage ihrer stochastischen Eigenschaften erfolgen können. Die Abwägung von ersparten Expositionen gegenüber aufgewendeten Expositionen stellt dann auch nur eine Abwägung von Risiken dar.

Aufgrund der niedrigen Individualdosen bei einzelnen Anwendungen lässt sich der Schaden bei den Anwendungen zur Erfüllung hoheitlicher Aufgaben nur stochastisch bewerten. Allerdings kann dies auch für den Nutzen gelten. Die Grenzen für deterministische Schäden sollten hier grundsätzlich nicht überschritten werden.

Eine offene Frage bei den Tätigkeiten bleibt die Bewertung des gesellschaftlichen Gesamtrisikos. Hier ist vielfach eine Vermischung von Begriffen festzustellen, die zunächst geklärt werden müssen, wenn man zu einer rationalen und nachvollziehbaren Abwägung von positiven und negativen Konsequenzen kommen möchte. Dieses Problem tritt immer bei

stochastischen Konsequenzen auf und wurde in vielen früheren Überlegungen zur monetären Bewertung vernachlässigt.

Bei aller darin liegenden methodischen und psychologischen Problematik kann jedoch eine monetäre Bewertung die deterministischen Aspekte von positiven und negativen Konsequenzen vergleichbar machen.

Die stochastischen Aspekte können im Allgemeinen nur durch Vergleiche und Bewertungen von Risiken behandelt werden. Vielfach ist eine Vermischung von Begriffen wie Risiko, Gesamtrisiko, Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensumfang zu beobachten. Diese sind jedoch zu unterscheiden und müssen z.B. im Hinblick auf die Strahlenexposition von Einzelpersonen, von Gruppen und der Allgemeinheit unter Berücksichtigung stochastischer und deterministischer Schäden differenziert betrachtet werden.

Das (Gesamt-)Risiko R ist das Produkt aus Schadensumfang S und Eintrittswahrscheinlichkeit W :

$$R = S \cdot W \quad .$$

Während die Eintrittswahrscheinlichkeit *per definitionem* eine dimensionslose Zahl zwischen 0 und 1 ist, bedarf die Maßzahl Schadensumfang einer (anwendungsabhängigen) Präzisierung. Schadensumfänge können z.B. ausgedrückt werden in Anzahlen von Toten, Verletzten, Evakuierten oder verlorenem Kapital. Die Mehrdeutigkeit des Schadensumfangs hat zur Folge, dass u.U. für eine Tätigkeit oder ein Verfahren verschiedene Risiken betrachtet werden müssen.

In jedem Fall quantifiziert das Risiko R die stochastischen Eigenschaften eines Schadens. Der Nutzen kann analog quantifiziert werden, indem dem **Risiko** R eine **Chance** C gegenübergestellt wird, gemäß

$$C = \hat{S} \cdot \hat{W} \quad ,$$

wobei $\hat{S}$ der vermiedene Schadensumfang oder der Gewinn und $\hat{W}$ die Eintrittswahrscheinlichkeit für die Vermeidung des Schadens bzw. für den Gewinn ist.

Durch zahlenmäßigen Vergleich von Risiko und Chance ist eine Abwägung von positiven und negativen Konsequenzen im Sinne des von der ICRP geforderten Überwiegens des Nutzens über den Schaden möglich.

In den o.g. Definitionen sind Risiko und Chance zeitintegrale Größen. Daher müssen die jeweiligen Eintrittswahrscheinlichkeiten für gleiche Bezugszeiträume angegeben werden. Für Abwägungen positiver und negativer Konsequenzen kann es in diesem Zusammenhang notwendig sein, neben R und C auch deren zeitliche Ableitungen $\dot{R}$ und $\dot{C}$, z.B. als Risiko oder Chance pro Jahr, zu betrachten. Dabei sind in den obigen Gleichungen lediglich die Eintrittswahrscheinlichkeiten durch die Eintrittswahrscheinlichkeiten pro Zeit zu ersetzen.

Zur Verdeutlichung des Risikobegriffes sollen einige Beispiele angeführt werden. Betrachtet werden soll das Risiko, strahlenbedingt an Krebs zu sterben, für eine Person der Bevölkerung, die einer chronischen Strahlenexposition von 5 mSv pro Kalenderjahr von der Geburt bis zum 70. Lebensjahr ausgesetzt ist. Da Krebs eine lebensbedrohliche Erkrankung ist, muss der Schadensumfang mit 1 Todesfall angesetzt werden. Mit der Exposition von 350 mSv bis zum Alter von 70 Jahren ergibt sich mit den nominellen Wahrscheinlichkeitskoeffizienten nach ICRP 60 von $7 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ ein Risiko, strahlenbedingt an Krebs zu sterben, von etwa $2,5 \times 10^{-2}$. Da das Gesamtrisiko, zu sterben, für jeden Menschen 1 ist, kann man dies Ergebnis auch als 2,5 % des Todesrisikos ausdrücken. Zum Vergleich: das spontane Risiko, an Krebs zu sterben, liegt derzeit bei etwa 20 % aller Todesfälle.

Für eine beruflich strahlenexponierte Person, die bei chronischer Bestrahlung im Laufe des Berufslebens den Grenzwert der Lebensarbeitszeitdosis erreichen würde, läge mit den nominellen Wahrscheinlichkeitskoeffizienten nach ICRP 60 von $5 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ das Risiko eines strahlenbedingten Krebstodes bei 2 % des Todesrisikos.

Für eine ganze Bevölkerung von beispielsweise 20 Millionen Menschen ergäbe sich durch eine chronische Strahlenexposition von 5 mSv pro Kalenderjahr von der Geburt bis zum 70. Lebensjahr ein Risiko, strahlenbedingt an Krebs zu sterben, von 490 000. Dies sind wieder etwa 2,5 % des Gesamtrisikos der Bevölkerung, überhaupt zu sterben, welches für die genannten 20 Millionen Menschen 20 Millionen beträgt.

Der Vergleich der Risikozahlen für eine Einzelperson und eine Bevölkerung macht deutlich, dass im Hinblick auf diese beiden Kategorien bei der Bewertung von positiven und negativen Konsequenzen völlig unterschiedliche Zahlenwerte verglichen werden müssen. Das strahlungsbedingte Todesrisiko ist für eine Einzelperson stets kleiner als 1, für ganze Bevölkerungen können sich horrende Zahlen ergeben, auch dann, wenn die Individualrisiken relativ zu den sonstigen Individualrisiken der allgemeinen Lebensführung marginal sind.

Zur Frage der Bedeutung des stochastischen Schadens und dem durch Einzelpersonen der Bevölkerung zu tolerierenden Risiko wurden durch die Strahlenschutzverordnung direkt und indirekt bereits Normen gesetzt, die ohne Betrachtung der Abwägung von positiven und negativen Konsequenzen gelten.

Die Grenzwerte der beruflichen Strahlenexposition von 20 mSv im Kalenderjahr bzw. von 400 mSv für die Lebensarbeitszeit definieren ein von Beschäftigten zu tolerierendes Risiko, das unsere Gesellschaft gegenwärtig nur für akzeptabel hält, wenn im Einzelfall alles zu seiner Verringerung getan wird (Optimierung).

Der Grenzwert von 1 mSv im Kalenderjahr für die Strahlenexposition der allgemeinen Bevölkerung durch Tätigkeiten definiert ebenfalls ein zu tolerierendes Risiko, für das nach höchstrichterlicher Rechtsprechung kein individueller Optimierungsanspruch geltend gemacht werden kann.

Allerdings ist die Regelungspraxis bei Tätigkeiten aus Gründen der Vorsorge derart, dass Überschreitungen des Grenzwertes für die Strahlenexposition der Bevölkerung aus Tätigkeiten im normalen Betrieb mit Sicherheit ausgeschlossen werden können. Berechnungen der zu erwartenden Strahlenexposition bei Tätigkeiten nach der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) zu § 47 StrlSchV (Entwurf vom 21.01.2005) werden hochkonservativ für unrealistische Referenzpersonen und mit sehr konservativen Expositionsszenarien durchgeführt. Die Konservativität der AVV zu § 47 StrlSchV ist nur als Anwendung des Vorsorgeprinzips bei Tätigkeiten zu rechtfertigen.

Eine unangemessene Überlagerung von Strahlenexpositionen aus unterschiedlichen Tätigkeiten ist nicht möglich, da in jedem Falle bei der Planung von Tätigkeiten die Vorbelastung aus anderen Tätigkeiten mit in die Dosisabschätzung einzubeziehen ist, so dass es zu einer Vervielfachung der Exposition nicht kommen kann. Die Vervielfachung kleiner Dosen zu relativ hohen Gesamtexpositionen ist eine neue Qualität im Strahlenschutz im Hinblick auf Sicherheitstests.

Auch mit den Festlegungen der StrlSchV zur Freigabe radioaktiver Stoffe und dem dabei benutzten Dosiskonzept, nachdem eine Dosis im Bereich von $10 \mu\text{Sv}$ pro Kalenderjahr nicht überschritten werden soll, wird ein *de minimis*-Risiko für das Individuum definiert, das bei Entlassung aus dem Atomrecht als Teil der Rechtfertigung zugrunde gelegt wird.

Festlegungen darüber, welche Gesamtrisiken für die Gesellschaft als hinnehmbar anzusehen sind, sind aus den Festlegungen der StrlSchV jedoch nicht abzuleiten.

Eine geeignete, vergleichende Darstellung von verschiedenen Ereignissen und ihren jeweiligen Risiken ist unter anderem mit einer Risikomatrix möglich. Entlang einer Achse wird der Schadensumfang, entlang der anderen Achse die Eintrittswahrscheinlichkeit aufgetragen. Die Häufigkeit kann sowohl deskriptiv als auch numerisch dargestellt werden. Ein Beispiel für eine deskriptive Darstellung ist in Abbildung 1 unten gezeigt.

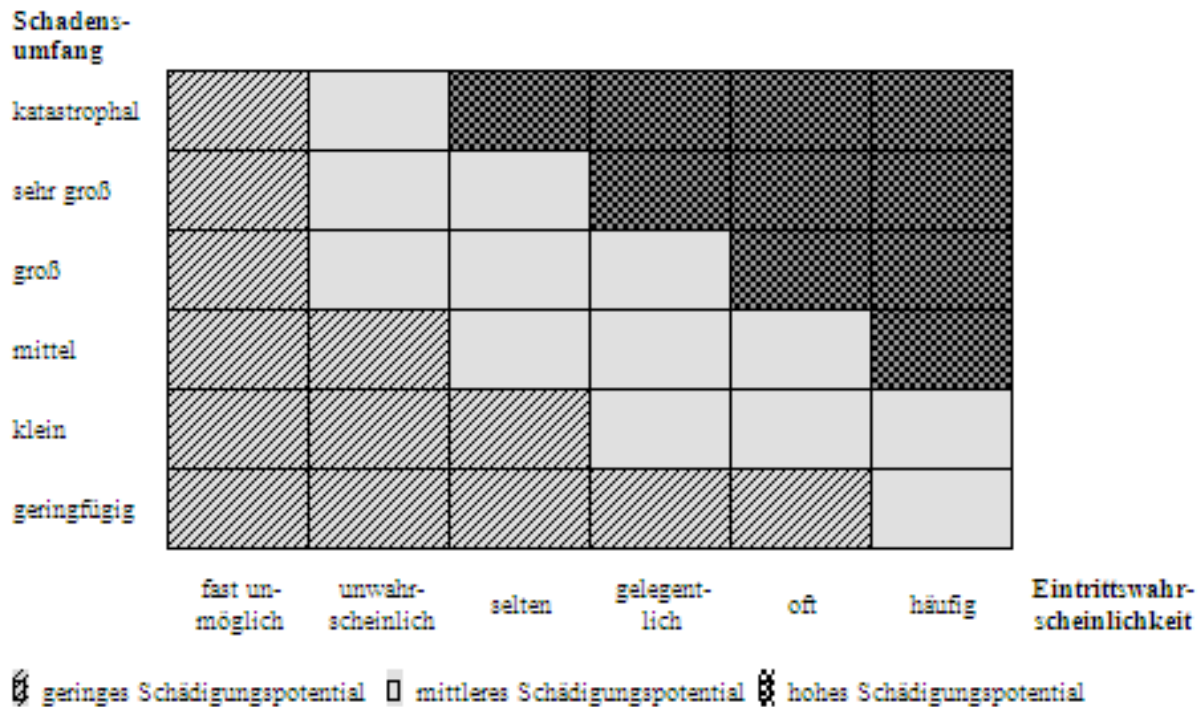


Abb. 1: Matrix zur Ermittlung der Risiken als Funktion von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensumfang

Die Skala für die Schwere eines Ereignisses hängt davon ab, welcher Schaden betrachtet wird bzw. als maßgeblich für die Entscheidung angenommen wird (Tod, Verletzung, allgemeine Schadensklassen usw.) (vgl. Tabelle 3). Die Eintrittswahrscheinlichkeit kann z.B. nach häufig, oft, gelegentlich, selten, unwahrscheinlich, fast unmöglich unterschieden werden.

Die Risikomatrix teilt sich in drei Zonen: „geringes Schädigungspotential“, „hohes Schädigungspotential“ und den mittleren Bereich „mittleres Schädigungspotential“. Ereignisse, die in die schraffierten Bereiche fallen, sind üblicherweise eindeutig als solche zu erkennen.

Die Ereignisse, die im mittleren Bereich liegen, müssen häufig näher untersucht werden, um die Möglichkeiten einer Risikoreduzierung bzw. Tolerierbarkeit des Risikos darstellen zu können.

Die Risikoermittlung und -darstellung ist nur ein Werkzeug für den Entscheidungsprozess. Die Entscheidung über das tolerierte Risiko selber muss stets andere Kriterien (soziale, politische usw.) mit abwägen. Die Risikodarstellung erlaubt jedoch einen offenen, nachvollziehbaren Entscheidungsprozess.

Tab. 3: *Schadenskategorien bzw. Schadensumfang für das Individuum, die Allgemeinheit und die Gesellschaft*

Individuum	Allgemeinheit bzw. Gesellschaft
Tod	Untergang
Lebensbedrohende Erkrankung	Katastrophaler Schaden
Nicht lebensbedrohende Erkrankung	Schwerer Schaden
Banale Erkrankung	Unbedeutender Schaden
Nebenwirkungen	Beobachtbare Veränderungen
Keine beobachtbaren Effekte	Keine beobachtbaren Effekte

Die Möglichkeiten theoretisch-wissenschaftlicher Risikobeurteilung hängen ebenfalls vom Fortschreiten der Wissenschaft ab. Dagegen ist die allgemeine Risikowahrnehmung von Technikanwendung eng verknüpft mit der Wahrnehmung ihres möglicherweise unerwünschten Einflusses auf die Lebenswelt in der betroffenen Gesellschaft und korreliert zu dem Maß der in ihr jeweils erreichten Risikobewältigung. Die Rationalität des Umgangs mit Risiken oder Unbekanntem – mittelbar vielleicht auch die Innovationskraft – in einer Gesellschaft lässt sich schließlich an ausgewogenen Verhältnissen im Aufwand für die Bewahrung jeweiliger Schutzgüter messen. In der Risikomatrix können Isolinien des Risikos im Sinne erforderlicher Rechtfertigungsniveaus benutzt werden. Höhere Risiken verlangen höhere Rechtfertigungsniveaus als niedrigere Risiken.

4.2 Beschreibung und Begründung der Tätigkeit oder des Verfahrens

Als Voraussetzung für die Bewertung einer Tätigkeit oder eines Verfahrens im Hinblick auf eine Rechtfertigung sind vom Initiator des Bewertungsverfahrens folgende Angaben zu machen:

- Eine exakte Definition der Tätigkeit oder des Verfahrens inklusive der Angabe von Zweck und Anwendungsbereich,
- eine technische Beschreibung inklusive der erwarteten Arbeitsabläufe und der dabei zu erwartenden Strahlenexpositionen,
- eine Darstellung der potentiellen positiven und negativen Konsequenzen der Tätigkeit oder des Verfahrens,
- eine Benennung eventueller strahlungsärmerer oder -loser alternativer Tätigkeiten oder Verfahren,
- gegebenenfalls eine Darstellung der potentiellen positiven und negativen Konsequenzen der strahlungsärmeren oder -losen alternativen Tätigkeit oder des Verfahrens,
- eine Begründung und Bewertung der Tätigkeit oder des Verfahrens im Hinblick auf eine Rechtfertigung aus der Sicht des Initiators.

In der Beschreibung und Begründung der Tätigkeit oder des Verfahrens sollten alle Gesichtspunkte behandelt werden, die als relevant für die Bewertung im Hinblick auf eine Rechtfertigung aus der Sicht des Strahlenschutzes in dieser Empfehlung genannt werden.

Zusätzlich sollten Gesichtspunkte dargelegt werden, die für eine gesellschaftliche und politische Bewertung relevant sind. Sofern eine rechtliche Würdigung ergibt, dass die zu bewer-

tenden Tätigkeiten oder Verfahren den Rahmen geltenden Rechts (z.B. des Atomgesetzes, der StrlSchV oder der RöV) nicht verlassen, müssen weitere Gesichtspunkte jedoch nur dann behandelt werden, wenn sie nach geltendem Recht zu berücksichtigen sind (z.B. Einschaltung der Ethikkommission, Beteiligung der Öffentlichkeit).

4.3 Dosis und Risiko für den Einzelnen

Die potentiellen Strahlenexpositionen von Einzelpersonen sind unter Beachtung aller allgemeinen Umstände der zu rechtfertigenden Handlung und gegebenenfalls unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls darzustellen.

Die möglichen Strahlenexpositionen sind unter Spezifizierung der Strahlungsfelder und Expositionspfade sowie der Art der Bestrahlung (akut kurzzeitig, akut protrahiert oder chronisch) zu beschreiben. Dabei ist auch die mögliche Akkumulation von (auch trivialen) Dosen zu berücksichtigen. Die zeitliche und räumliche Dosisverteilung ist zu beschreiben, und es sind die Orte und Zeiten mit den höchsten zu erwartenden Expositionen zu ermitteln.

Es ist zu untersuchen, welche Einzelpersonen potentiell betroffen sind: Beschäftigte, Personen der allgemeinen Bevölkerung, spezielle Gruppen der allgemeinen Bevölkerung oder die Bevölkerung als ganzes. Insbesondere ist die kritische Personengruppe zu identifizieren. Es ist zu beurteilen, ob die Strahlenexpositionen mit Sicherheit auftreten oder nur mit gewissen Eintrittswahrscheinlichkeiten.

Die Höhe der potentiellen Strahlenexpositionen von Einzelpersonen ist nach dem Stand von Wissenschaft und Technik so realistisch wie möglich und unter Berücksichtigung zu erwartender Unsicherheiten so konservativ wie nötig nach der Dosis, den auftretenden Dosisleistungen und der durch Einzelpersonen akkumulierbaren Dosis zu ermitteln.

Insbesondere ist die Frage zu beantworten, ob die Gefahr deterministischer Effekte besteht. Ist letzteres der Fall, ist darzustellen, welche Schutzmaßnahmen zur Vermeidung deterministischer Effekte vorgesehen sind und ob alles zur Minimierung der Eintrittswahrscheinlichkeit solcher Effekte Erforderliche getan ist.

Es ist eine Betrachtung durchzuführen, die die potentiellen Strahlenexpositionen im Zusammenhang mit den Grenzwertfestlegungen des Strahlenschutzregelwerks diskutiert.

Es ist darzulegen, ob die potentiellen Strahlenexpositionen nach dem Stand von Wissenschaft und Technik unvermeidbar sind und welche Optimierungsmöglichkeiten im Sinne der Verminderung der potentiellen Expositionen im Einzelfall bestehen.

4.4 Dosis und Risiko für die Allgemeinheit und die Gesellschaft

Zur Abschätzung des Risikos für die Gesellschaft ist es sinnvoll, auch auf Kollektivdosisbetrachtungen im Rahmen der Rechtfertigung zurückzugreifen. Insbesondere ist die Kollektivdosis ein nützliches Hilfsmittel, um Handlungsoptionen einander gegenüberzustellen.

Die Kollektivdosis ist allerdings eine Größe, die vielfach zu Missinterpretationen Anlass gegeben hat. Die IAEA warnt in diesem Zusammenhang [IAEA 2005]:

“..., the collective dose should be used with some caution. The integral of low individual exposures over large populations, large geographic areas and over large periods of time is generally not a useful tool for decision-making because this aggregates information excessively and because the estimated health consequence has significant uncertainties. For decision-making, a large dose to a small number of people may not be equivalent to a small dose to many people. Moreover it should be recognised that the

use of collective doses composed of large numbers of very small individual doses for estimating health consequences has significant uncertainties and disadvantages and is not generally recommended by ICRP. The highest individual dose is useful for checking that the constraints have been successfully applied, but it contributes little to the reasonable dose reduction. To avoid excessive aggregation, it will often be helpful to present the necessary information in the form of a matrix. Key elements of such a matrix include the characteristics of exposed individuals and the dose distribution in time and space. Matrix elements can be individually weighted to appropriately perform the optimization process. Aspects to be considered when establishing the importance of each matrix element in the decision-making process may include:

- number of exposed individuals,*
- magnitude of individual doses,*
- dose distribution in time,*
- age and gender dependent risks as modifiers to dose distributions,*
- equity considerations (achieving a balanced dose distribution),*
- real or potential exposure.*

The weighting of the various elements of the matrix will depend on the preferences and values of those involved in the decision-making process, as well as on the feasibility of protective measures considered.”

Die SSK schließt sich dieser Einschätzung der IAEA an, und empfiehlt, auch bei der Rechtfertigung die Kollektivdosis nur unter den oben aufgeführten Einschränkungen heranzuziehen.

4.5 Strahlungslose Alternativen

Strahlungsärmere oder -lose alternative Verfahren sind i.A. solchen mit höheren potentiellen Strahlenexpositionen oder mit höheren Gefährdungspotentialen von Mensch und Umwelt vorzuziehen. Dies setzt jedoch eine Abwägung voraus, aus der hervorgeht, dass alternative Verfahren den gleichen Nutzen hervorbringen, d.h. der beabsichtigte Zweck mit gleicher Aussagekraft oder Qualität erreicht wird. In den Abwägungsprozess sind auch nicht radiologische Konsequenzen der alternativen Verfahren und durch diese eventuell verursachte Schäden oder Gefährdungen in den Abwägungsprozess einzubeziehen. Dies gilt in besonderem Maß für therapeutische Anwendungen in der Medizin, da z.B. die strahlungslosen Alternativen, Operation oder Chemotherapie, eine größere Schädigungswahrscheinlichkeit mit sich bringen können als eine Strahlenbehandlung. Ebenfalls sind die unterschiedlichen Kosten der zu vergleichenden Verfahren in den Abwägungen zu berücksichtigen.

4.6 Stand von Wissenschaft und Technik

Tätigkeiten oder Verfahren, die mit Strahlenexpositionen verbunden sind, und die nicht dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen, müssen als nicht hinreichend optimiert und damit als nicht gerechtfertigt angesehen werden.

Solche Tätigkeiten oder Verfahren sollten nach Einschätzung der SSK nicht gerechtfertigt werden, da eine Rechtfertigung nicht unabhängig von den beiden anderen Grundprinzipien des Strahlenschutzes, Optimierung und Begrenzung, gesehen werden kann. Ohne Optimierung sind Tätigkeiten und Verfahren nach Einschätzung der SSK nie gerechtfertigt.

Dies ist in Übereinstimmung mit den Ausführungen der IAEA [IAEA 2005], dass Optimierung und Rechtfertigung nur gemeinsam betrachtet werden können:

“As the process of justification and optimization both apply to the radiological protection, it is necessary in most cases to consider them together when reaching a decision.”

Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass der Begriff Optimierung bisweilen unterschiedlich interpretiert wird; einmal bezeichnet er die Optimierung im Sinne der bestmöglichen Technik und der bestmöglichen Reduzierung potentieller Strahlenexpositionen und einmal in einem aktuellen Anwendungsfall die technischen und organisatorischen Maßnahmen zur Reduzierung der Strahlenexpositionen.

In dieser Empfehlung wird Optimierung nur im Sinne der bestmöglichen Technik und der generisch bestmöglichen Reduzierung der Strahlenexposition betrachtet. Es wird davon ausgegangen, dass diese Optimierung gegeben ist, wenn Tätigkeiten und Verfahren dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen.

Die Optimierung im Einzelfall ist eine Forderung des allgemeinen Strahlenschutzes, die von einer Rechtfertigung unberührt bleibt. Das Verfahren der Rechtfertigung kann allerdings Optimierungsfelder identifizieren. Auf diese muss bei Einsatz und Anwendung des gerechtfertigten Verfahrens neben den allgemein üblichen Optimierungen beim Einsatz von ionisierender Strahlung und radioaktiven Stoffen besonders geachtet werden.

Generisch gerechtfertigte Tätigkeiten und Verfahren, die im Einzelfall nicht hinreichend optimiert sind oder die nicht dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen, sollten im Einzelfall als nicht gerechtfertigt eingestuft werden. Als Beispiel für medizinische Anwendungen kann die rechtfertigende Indikation als Bestandteil der Optimierung für den individuellen Patienten bei generell gerechtfertigten Anwendungen gesehen werden.

4.7 Schutz der Umwelt

Die Verpflichtung der EURATOM-Grundnormen, des AtG und der StrlSchV zum Schutz der Umwelt sind im Rechtfertigungsverfahren zu berücksichtigen. Dabei sollte nach Einschätzung der SSK sowohl der Schutz nicht-menschlicher Spezies als auch der Schutz der abiotischen Umwelt, d.h. von Boden, Luft und Wasser, in die Betrachtungen mit einbezogen werden. Auch der Aspekt der Nachhaltigkeit menschlichen Handelns sollte im Hinblick auf die Bewertung von Tätigkeiten und Verfahren und den Vergleich mit eventuell existierenden strahlungsärmeren oder -losen Alternativen berücksichtigt werden.

Mit dieser Einschätzung geht die SSK über die Feststellungen von ICRP 60 und die Forderungen der EURATOM-Grundnormen hinaus.

ICRP 60 traf keine expliziten Festlegungen zum Schutz der Umwelt jenseits des Schutzes des Menschen. Die ICRP ging 1991 davon aus, dass die Umwelt geschützt ist, wenn der Mensch geschützt ist. Die Kommission stellte in § 16 von ICRP 60 fest:

„The Commission believes that the standards of environmental control needed to protect man to the degree currently thought desirable will ensure that other species are not put at risk. Occasionally, individual members of non-human species might be harmed, but not to an extent of endangering whole species or creating imbalance between species“ [ICRP 1991].

Mit diesem Statement ist die ICRP in Übereinstimmung mit den Feststellungen anderer Organisationen, z.B. [IAEA 1992], [NCRP 1991].

Die IAEA hat 1999 [IAEA 1999] den Stand der Diskussion des letzten Jahrzehnts zusammengefasst und kommt zu den Schlussfolgerungen:

1. *Although the ICRP approach is used in many countries for protection of the environment, several countries recognize the need to develop guidance and criteria to explicitly demonstrate that the environment is protected;*
2. *There is, as yet, no clear consensus on what guidelines, endpoints or targets may be used as a basis for environmental protection, but a number of ideas have been put forward in this report;*
3. *The extent of knowledge on the effects of radiation on organisms other than man considered to be sufficient to move forward on this subject;*
4. *Approaches and criteria for the protection of the environment from the effects of ionizing radiation should be developed to take account of approaches taken for other pollutants;*
5. *In order to reduce uncertainties and achieve greater confidence that criteria will provide the desired level of protection, improved knowledge is required in certain areas.*

Bisher existiert kein einheitliches, internationales Konzept, wie der Schutz der Umwelt vor ionisierender Strahlung und Radioaktivität auszugestalten sei (vgl. [Michel et al. 2004]). Die ICRP beschränkt in ihrem „Draft for Discussion“ [ICRP 2004] den Schutz der Umwelt auf den Schutz der nicht-menschlichen Spezies. Aber auch dafür liegt bisher kein einheitliches Konzept vor.

Die SSK betont, auch im Hinblick auf die Bedeutung des Schutzes der Umwelt für die Frage einer Rechtfertigung von Tätigkeiten und Verfahren, die Notwendigkeit, ökologische Konsequenzen zu berücksichtigen und zu einheitlichen Konzepten für den Schutz der Umwelt zu gelangen, die dann wiederum als grundlegende Randbedingungen in einem Rechtfertigungsprozess berücksichtigt werden müssen.

Für Biota, in denen der Mensch anwesend ist und im Rahmen der Grenzwerte der StrlSchV für die Strahlenexposition der allgemeinen Bevölkerung geschützt ist, kann dies auch generisch durch Ausschluss relevanter Effekte bei nicht-menschlichen Spezies bei den dann vorherrschenden Dosen und Dosisleistungen erfolgen.

Für Betrachtungen im Einzelfall können die in der Literatur vorliegenden Daten über Strahleneffekte bei nicht-menschlichen Spezies, z.B. [IAEA 1992; NCRP 1991; Coppelstone et al. 2002; Woodhead und Zinger 2003; Real et al. 2004] zu weiteren Betrachtungen herangezogen werden.

4.8 Ökonomische und soziale Faktoren

Ökonomische und soziale Faktoren können ebenfalls Teil der Bewertung einer Rechtfertigung aus der Sicht des Strahlenschutzes sein. Sie werden aber im Allgemeinen auch andere, außerhalb des Strahlenschutzes liegende Aspekte haben.

Nach Einschätzung der SSK sollte die Bewertung aus der Sicht des Strahlenschutzes bereits die ökonomischen und sozialen Aspekte berücksichtigen sowie die Fragen des Strahlenschutzes berühren, wenn auch in der gesellschaftlichen und politischen Bewertung diese Faktoren noch einmal anzusprechen sind.

4.9 Quantifizierung und Abwägung von Nutzen und Schaden

Eine Tätigkeit, bei der Menschen ionisierenden Strahlen ausgesetzt werden, darf nur erlaubt werden, wenn damit – unabhängig von der zu erwartenden Dosis – ein Nutzen verbunden ist. Wird dieses bejaht, so ist in einem zweiten Schritt zu prüfen, ob das angestrebte Ziel ohne Strahlungsanwendung mit derselben Effektivität erreicht werden kann. Hierbei ist jedoch in die Überlegung einzubeziehen, ob die alternative Technik auch mit einem (nicht radiologischen) Risiko verbunden ist. Ist dies der Fall, muss eine Risikoabwägung erfolgen. Es ist auch zu bedenken, ob ein vollständiger Verzicht auf die geplante Tätigkeit risikobehaftete Folgen für Einzelne oder die Allgemeinheit haben könnte. Wenn bei alternativen Verfahren gleicher Effektivität Risiken auszuschließen sind, ist die Verwendung ionisierender Strahlung nicht gerechtfertigt. Wird auf Grund der beschriebenen Überprüfung festgestellt, dass die akzeptierten Ziele nur oder unter Beachtung bestimmter Randbedingungen durch die Verwendung ionisierender Strahlung erreicht werden können, sind der zu erwartende Nutzen und die strahlenbedingten Risiken gegeneinander abzuwägen.

Bei der Abwägung ist zunächst festzustellen, ob einzelne Personen gezielt exponiert werden oder ob eine Exposition nur durch Streu- oder Leckstrahlung bzw. ungeplante Aufnahme von Radionukliden erfolgt. Der erste Fall liegt vor bei medizinischen Strahlenanwendungen (auch Screening- und Vorsorgeuntersuchungen), aber auch bei Sicherheitsüberprüfungen, Diebstahlkontrollen o.ä. sowie der Exposition von Probanden im Rahmen der klinischen Forschung, der zweite umfasst das gesamte Gebiet der beruflichen Strahlenexposition und die Exposition von Teilen der allgemeinen Bevölkerung auf Grund von Tätigkeiten i.S. der Strahlenschutzverordnung.

Die gezielte Exposition einzelner Personen setzt generell deren Zustimmung nach eingehender Aufklärung über mögliche Risiken voraus. Die Analyse ist daher auf den Einzelfall abzustimmen und gründet sich auf die Verteilung der Energiedosis im Körper, die Strahlungsqualität, die zeitliche Dosisverteilung, Alter und Geschlecht als risikomodifizierende Faktoren sowie Milieufaktoren (Gesundheitszustand etc.).

Die für den operativen Strahlenschutz entwickelten Konzepte der „Organdosis“ („radiation weighted dose“) und der „effektiven Dosis“ sind hier nicht anzuwenden. Dies gilt auch, wenn bestimmte größere Personengruppen betroffen sind (Screening-, Vorsorge- und Einstellungsuntersuchungen sowie Personenkontrollen). Das Risiko ist unter Berücksichtigung der angegebenen Parameter mit Bezug auf strahlenbiologische und/oder epidemiologische Daten abzuschätzen.

Bei der beruflichen Exposition sowie einer möglichen Exposition von Teilen der allgemeinen Bevölkerung ist eine auf den Einzelfall abgestimmte Risikoabschätzung nicht möglich und auch nicht sinnvoll. In diesem Fall ist den bewährten Konzepten des Strahlenschutzes zu folgen und die Personendosis als Näherungswert für die effektive Dosis zu ermitteln. Besonders zu beachten ist allerdings eine mögliche besondere Exposition einzelner Organe.

Die Kollektivdosis ist kein allein geeignetes Instrument zur Risikoabschätzung im Rahmen von Rechtfertigungsüberlegungen, vielmehr ist auch bei größeren Personengruppen auf die Individualrisiken und deren Wahrscheinlichkeitsverteilung abzustellen.

Risiken nicht-stochastischer Wirkungen spielen nur in der interventionellen Radiologie, der Strahlentherapie sowie bei Notfallmaßnahmen eine Rolle. In diesen Fällen muss auf der Basis der zu erwartenden Expositionen eine Einzelfallprüfung erfolgen, besonderes Gewicht ist auf den Ausschluss möglicher teratogener Wirkungen bei Betroffenen zu legen.

Bei der Herstellung einer Kilowattstunde elektrischer Energie ist der Nutzen deterministisch. Wenn eine Person mit 3 Sv Ganzkörperdosis bestrahlt wird, ist der Schaden deterministisch und stochastisch. Grundsätzlich wird der Strahlenschutz so eingerichtet, dass deterministische Effekte im Normalbetrieb mit Sicherheit ausgeschlossen werden können. Das Auftreten deterministischer Strahlenschäden kann bei Störfällen und Unfällen oder anderen Vorkommnissen (z.B. Quellenverlust) mit der Wahrscheinlichkeit des Auftretens solcher Ereignisse nicht ausgeschlossen werden. Eine Klassifizierung, ob ein Schaden oder Nutzen mit Sicherheit oder nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auftreten wird, ist für die unterschiedlichen Anwendungsbereiche von Radioaktivität und Strahlung verschieden.

Bei der medizinischen Diagnostik sind Nutzen und Schaden nur jeweils stochastisch gegeneinander abzuwägen, während bei der Therapie durchaus auch deterministische Schäden in Kauf genommen werden müssen, selbst dann, wenn wie bei der interventionellen Radiologie die Strahlung nicht selbst das therapeutische Instrument darstellt.

Bei der Therapie mit ionisierenden Strahlen geht man davon aus, dass der Nutzen den Schaden für den Patienten (Individuum) überwiegt. Das erfordert eine Abwägung durch den fachkundigen Arzt. Es werden dabei Heilungschancen mit zusätzlich erzeugten Risiken verglichen. Bei der Therapie lebensbedrohlicher Erkrankungen sind höhere Risiken gerechtfertigt als bei diagnostischen Anwendungen mit ionisierenden Strahlen.

Bei der Diagnostik ist nicht in jedem Fall davon auszugehen, dass der Nutzen den Schaden für den Patienten (Individuum) überwiegt. Durch die rechtfertigende Indikation muss der behandelnde Arzt das Vorliegen der Rechtfertigungsgründe individuell feststellen und Chancen und Risiken gegeneinander abwägen.

Beim Screening wird die Bilanz von Nutzen und Schaden durch viele Faktoren bestimmt, die aber alle stochastisch sind: Wahrscheinlichkeit der Früherkennung von Tumoren, Wahrscheinlichkeit ihrer Heilung, Wahrscheinlichkeit gewonnener Lebenszeit oder Lebensqualität. Schaden sind die Folgen falsch positiver und falsch negativer Diagnosen sowie möglicher psychischer und sozialer Faktoren.

5 Rechtfertigung in speziellen Anwendungsbereichen

5.1 Tätigkeiten

5.1.1 Rechtfertigungsfelder

Unter Tätigkeiten sollen hier folgende Anwendungsbereiche ionisierender Strahlung und radioaktiver Stoffe subsummiert werden:

- Tätigkeiten im Sinne von § 2 StrlSchV,
- Tätigkeiten, in denen Röntgengeräte und Störstrahler nach § 1 RöV zur Anwendung kommen,
- hoheitliche Anwendungen radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung,
- medico-legale oder medico-ökonomische Anwendungen und
- sog. allgemeine Anwendungen.

Neben den im deutschen Strahlenschutzregelwerk ausführlich behandelten Tätigkeiten nach StrlSchV und RöV gibt es mögliche Anwendungen radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung, die zu Strahlenexpositionen führen können, die bisher nicht oder an anderer Stelle im Regelwerk behandelt werden.

In der internationalen Diskussion sind Anwendungen radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung für die Erfüllung hoheitlicher Aufgaben wie der Personenkontrolle, dem Aufsuchen illegaler Güter und Einwanderer und der Gefahrenabwehr und Prävention terroristischer Handlungen. Entsprechende Vorrichtungen und Verfahren sind in einigen Ländern in der Anwendung und gelten dort als gerechtfertigt. Als derartige Sicherheitstests sind zu nennen

- die Anwendung von Röntgen- und Gammastrahlung oder Neutronenquellen zur Untersuchung von Paketen, Gepäck, Containern und Fahrzeugen,
- die Anwendung von Röntgenstrahlung zur Durchleuchtung vermuteter Schmuggler,
- die Anwendung von Röntgen- oder Gammastrahlung zum Auffinden illegaler Einwanderer in Fahrzeugen oder Frachtstücken,
- die Anwendung von Röntgen-Backscatter-Systemen zum Auffinden am Körper versteckter Gegenstände und
- die Anwendung von Röntgen- und Gammastrahlung oder Neutronenquellen zum Auffinden versteckter Gegenstände in Gebäuden.

In Deutschland steht die Rechtfertigung dieser Anwendungen noch aus.

Eine weiteres Rechtfertigungsfeld, das nach Ansicht der SSK im Zusammenhang mit Tätigkeiten zu behandeln ist, sind medizinisch-diagnostische Verfahren im Rahmen gesetzlicher Forderungen oder ökonomischer Fragestellungen, bei denen diese Verfahren nicht zum Nutzen des Patienten, sondern im Hinblick auf übergeordnete oder nicht die Gesundheit des untersuchten Individuums betreffende Fragestellungen angewandt werden. Solche Anwendungen werden hier als medico-legale oder medico-ökonomische Anwendungen bezeichnet und sollen den Tätigkeiten zugerechnet werden.

Dazu gehören z.B.

- die Bestimmung des Alters mittels Röntgenaufnahmen des Knochen- und Gelenkbaus,
- Röntgen- oder nuklearmedizinische Untersuchungen als Vorbedingung für Versicherungsabschlüsse und
- die Tolerierung von Untersuchungen zum Schutz Dritter, z.B. zum Schutz vor potentiellen Ansteckungen.

Als allgemeine Anwendungen werden hier Anwendungen von radioaktiven Stoffen und ionisierender Strahlung verstanden, die unkontrollierbar in den verschiedensten Lebensbereichen auftreten können. Sie reichen vom Zusatz radioaktiver Stoffe zu Verbraucherprodukten im Sinne von Teil 4 StrlSchV, über Störstrahler bis hin zum potentiellen Einsatz von Röntgen-Backscatter-Systemen zur Sicherung von Unternehmen in allgemeinen Lebensbereichen oder zur Belustigung in Vergnügungsbetrieben. Auch diese potentiellen Anwendungen sind im Rahmen von Tätigkeiten zu rechtfertigen.

5.1.2 Regelungen für Tätigkeiten

Die Strahlenschutzverordnung fordert die Notwendigkeit der Rechtfertigung für Tätigkeiten, nicht aber für Arbeiten. In § 4 (1) heißt es:

„Neue Arten von Tätigkeiten, die unter § 2 Abs. 1 Nr. 1 fallen würden, mit denen Strahlenexpositionen oder Kontaminationen von Mensch und Umwelt verbunden sein können, müssen unter Abwägung ihres wirtschaftlichen, sozialen oder sonstigen Nutzens gegenüber der möglicherweise von ihnen ausgehenden gesundheitlichen Beeinträchtigung gerechtfertigt sein. Die Rechtfertigung bestehender Arten von Tätig-

keiten kann im Rahmen der §§ 17 und 19 des Atomgesetzes überprüft werden, sobald wesentliche neue Erkenntnisse über den Nutzen oder die Auswirkungen der Tätigkeit vorliegen.“

Außerdem führt die StrlSchV in § 4 (3) aus, dass durch gesonderte Rechtsverordnung bestimmt werden soll, welche Tätigkeiten nicht gerechtfertigt sind. Eine derartige Rechtsverordnung steht derzeit noch aus. Nur in einem Forschungsvorhaben [Buchanzow und Coy 2005] wurden bisher nicht gerechtfertigte Tätigkeiten nach StrlSchV und RöV anhand umfangreicher Beispiele untersucht und teilweise bewertet, ohne allerdings Ansätze zu allgemeinen Kriterien für eine Rechtfertigung zu entwickeln.

Strahlenexpositionen, die aus Gründen des Strahlenschutzes nicht außer Acht gelassen werden können, treten jedoch sowohl bei Tätigkeiten als auch bei Arbeiten auf. Die EURATOM-Grundnormen haben erstmalig im gesetzlichen Regelwerk auch Strahlenexpositionen durch Arbeiten in das System des Strahlenschutzes mit einbezogen. Die Notwendigkeit einer Rechtfertigung wird jedoch nur für Tätigkeiten und bei Interventionen festgelegt.

Die StrlSchV hat die Vorgaben der EURATOM-Grundnormen umgesetzt und neben Tätigkeiten auch Arbeiten in das Regelwerk übernommen. Die Tatsache, dass die Notwendigkeit einer Rechtfertigung nicht auf Arbeiten angewendet wird, die mit erheblich erhöhten Strahlenexpositionen einhergehen, ist ein logischer Bruch im Strahlenschutzregelwerk Deutschlands und der EU.

Im Rahmen der Vorbereitung der Novellierung des Strahlenschutzvorsorgegesetzes (StrVG) hat das BMU im Begründungspapier Altlasten zum StrVG (Entwurf vom 21.3.2005) ausgeführt:

„Der Schutz des Menschen und der Umwelt vor Strahlenexpositionen durch natürlich vorkommende Radionuklide wurde in den Strahlenschutzkonzepten der Vergangenheit nicht in allen Fällen oder nur nachrangig berücksichtigt. In erster Linie galt es, den Strahlenschutz im Bereich der Nutzung der Kernenergie und bei anderen Anwendungen und Verwendungen künstlicher Radionuklide sicherzustellen. Regelungen für erhöhte natürliche Radioaktivität folgten – soweit vorhanden – Maßstäben, die nach dem heutigen Stand des Strahlenschutzes als unzureichend beurteilt werden müssen.“

Nach Einschätzung der SSK sollte das Grundprinzip der Rechtfertigung auf alle menschlichen Aktivitäten, die mit erheblich erhöhten Strahlenexpositionen einhergehen, ausgeweitet werden. Dies erfordert eine erhebliche Ausweitung der Strahlenschutzregelungen und macht die Einführung eines definierten Verfahrens zur Rechtfertigung notwendig.

Zunächst muss die Rolle der Rechtfertigung im System des Strahlenschutzes bei Tätigkeiten betrachtet werden (Abbildung 2). Vom System des Strahlenschutzes ausgeschlossene menschliche Handlungen unterliegen nicht der Notwendigkeit der Rechtfertigung, da die gesetzlichen Regelungen nicht anwendbar oder die Kontrollen durch Regelwerke nicht effizient sind. Im Ansatz der StrlSchV liegen alle Tätigkeiten, die nicht explizit ausgeschlossen sind, im Regelungsbereich des AtG und der StrlSchV. Es gibt aber Tätigkeiten, die von expliziten Regelungen ausgenommen sind, z.B. der Umgang mit radioaktiven Stoffen unterhalb der Freigrenzen. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit der Entlassung aus dem Atomrecht, z.B. durch Freigabe nach § 29 StrlSchV oder durch Herausbringen nach § 44 StrlSchV. Ausnahme und Freigabe stehen ebenfalls unter der Notwendigkeit einer Rechtfertigung.

So rechtfertigt auch die Ausnahme von gesetzlicher Kontrolle und damit vom Genehmigungsvorbehalt, z.B. der Umgang mit radioaktiven Stoffen unterhalb der Freigrenzen, nicht einen ansonsten nicht gerechtfertigten Umgang.

Die Freigabe wird im Europäischen und im Deutschen System *a priori* mit einem *de minimis*-Konzept der zu erwartenden Dosis im Bereich von 10 μSv im Kalenderjahr gerechtfertigt. Durch generische Modellrechnungen zur Höhe der Freigabewerte wurde die Geringfügigkeit der resultierenden individuellen Strahlenexpositionen nachgewiesen [THI 04]. Die Einhaltung eines Kollektivdosiskriteriums von 1 Personensievert pro Tätigkeit wurde für die gesamte potentielle Strahlenexposition der Bevölkerung belegt [THI 03]. Speziell die uneingeschränkte Freigabe mit der Grundlage einer *de minimis*-Dosis stellt im Zusammenhang mit der LNT eine Festlegung des Staates zu einem für die Bevölkerung als tolerabel anzusehenden Risiko dar. Hervorzuheben ist hier, dass eine unkontrollierbare Dosisakkumulation aus der Freigabe nicht zu besorgen ist, da die potentiell freizugebenden Mengen durch den begrenzten Umgang mit radioaktiven Stoffen in Deutschland limitiert sind.

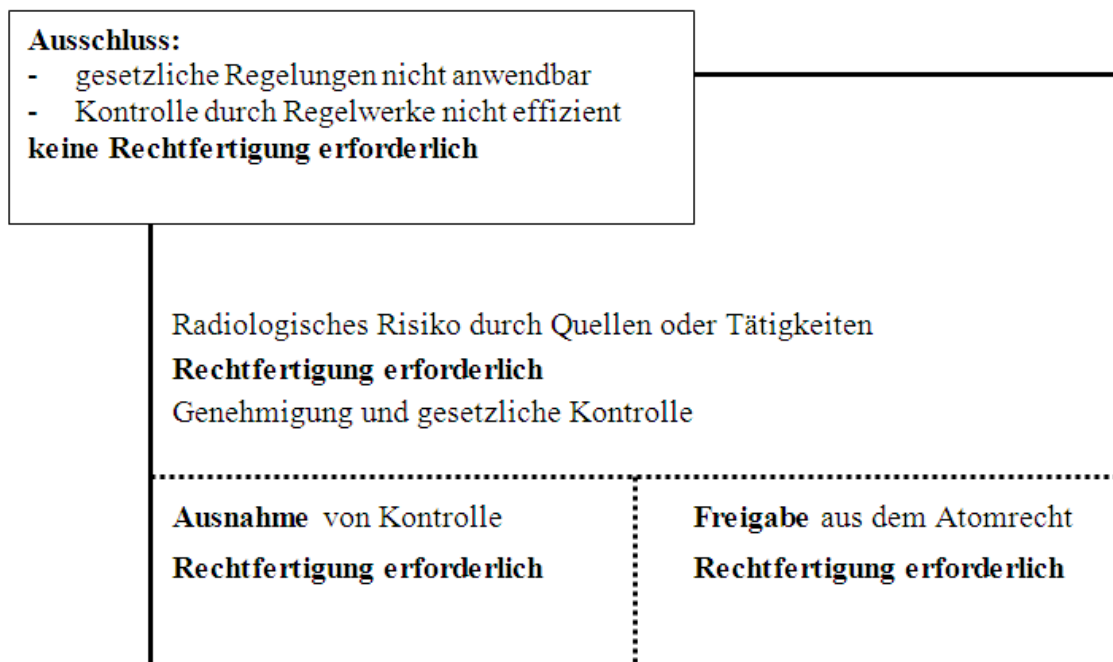


Abb. 2: Rechtfertigung von Tätigkeiten im System des Strahlenschutzes

Dieses Konzept der Freigabe ist allerdings nicht auf die Zugabe radioaktiver Stoffe zu oder die Aktivierung von Verbraucherprodukten (vgl. StrlSchV §§ 105-110) anwendbar. Diese sind zwar auch in Verbleib und Gebrauch nicht mehr der staatlichen Kontrolle zugänglich, aber es kann für sie eine unkontrollierte Akkumulation der Dosis nicht ausgeschlossen werden. Hier ist eine *de minimis*-Dosis für ein Produkt nicht hinreichend für eine Rechtfertigung.

Es gibt auch eine Überlappung von Radioaktivität in Verbraucherprodukten zu Bereichen, in denen man von leichtfertigen Anwendungen radioaktiver Stoffe sprechen kann. Leichtfertige Anwendungen sollen generell als nicht gerechtfertigt angesehen werden [ICRP 1991a, IAEA 1996, CEC 1996]. Als leichtfertige Anwendungen werden genannt: radioaktive Stoffe in kosmetischen Mitteln im Sinne des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes, in Spielwaren, Schmuck, Lebensmitteln einschließlich Trinkwasser, Zusätzen und Tabakerzeugnissen im Sinne des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes oder in Futtermitteln oder Zusatzstoffen im Sinne des Futtermittelgesetzes. Ausgenommen sind solche Radionuklide, für die keine Freigrenzen festgelegt sind.

Bei der Abwägung von positiven und negativen Konsequenzen von Tätigkeiten besteht das besondere Problem darin, dass die Konsequenzen im Allgemeinen nicht in gleichartigen Ein-

heiten quantifizierbar sind. Dies ist anders als bei den medizinischen Anwendungen, bei denen sowohl positive wie negative Konsequenzen häufig als vermiedenes oder zusätzliches Risiko oder als gewonnene oder verlorene Lebenszeit quantifiziert werden können.

Nur wenn die verschiedenartigen Konsequenzen mit annähernd gleichen Maßen bewertet werden können, hat man eine Chance, rationale und eingängige Kriterien für die Rechtfertigung aufzustellen. Historisch wurde für Tätigkeiten häufig die monetäre Bewertung von Nutzen und Schaden benutzt. Dies ist vielleicht das trivialste und praktikabelste Maß, kann aber in der öffentlichen Diskussion, vor allem im Hinblick auf politische Korrektheit, zu wenig Ziel führenden Diskussionen führen.

Dosisbetrachtungen müssen zur Rechtfertigung von Tätigkeiten für die Beschäftigten und für die allgemeine Bevölkerung durchgeführt werden. Im Gegensatz zu Planungen von Tätigkeiten, bei denen abdeckende und konservative Dosisabschätzungen im Sinne der Vorsorge z.B. nach der AVV zu § 47 StrlSchV (Entwurf vom 21.01.2005) durchgeführt werden, sollten nach Einschätzung der SSK im Rahmen einer Rechtfertigung auf der Basis der EURATOM-Grundnormen alle Dosisabschätzungen so realistisch wie möglich erfolgen. Dies erfordert auch die Identifizierung eventuell existierender spezieller Gruppen der allgemeinen Bevölkerung mit besonders erhöhten Strahlenexpositionen und die separate Dosisbetrachtung für derartige kritische Gruppen.

Dosisbetrachtungen haben sowohl die Dosis für das Individuum bei einer einzelnen Anwendung als auch die durch mehrfache Anwendungen verursachte akkumulierte Dosis des Einzelnen in Betracht zu ziehen. Unter Einhaltung des „1 mSv pro Kalenderjahr“-Grenzwertes können für Mitglieder der allgemeinen Bevölkerung Betrachtungen der Dosisleistungen entfallen. Für Beschäftigte sind unter bestimmten Bedingungen jedoch auch Dosisleistungen zu betrachten; z.B. bei Schwangeren und Stillenden. Diesem Umstand trägt die StrlSchV bereits in § 55 Rechnung.

Aus strahlenhygienischer Sicht ist auch die Summe der Individualdosen einer Bevölkerung in die Dosisbetrachtungen einzubeziehen. Dabei ist jedoch zu warnen, dass es strahlenhygienisch keinen Sinn macht, lediglich die Kollektivdosis zu betrachten, ohne die Dosisverteilungen zu berücksichtigen.

5.1.3 Kriterien für Tätigkeiten im Sinne von StrlSchV und RöV

Charakteristik von Tätigkeiten ist, dass Radioaktivität und Strahlung zielgerichtet zu einem Zweck genutzt werden, wobei die Eigenschaften Radioaktivität und Ionisation genutzt werden. Bei Tätigkeiten im Sinne von StrlSchV und RöV kann davon ausgegangen werden, dass eine Kontrolle der Strahlenquellen und Expositionen möglich und effektiv ist. Ansonsten sind derartige Situationen oder Handlungen vom System des Strahlenschutzes ausgeschlossen oder nach einem *de minimis*-Prinzip aus dem Atomrecht durch Freigabe entlassen. Die Strahlenexposition der Beschäftigten und der Bevölkerung wird durch gesetzliche Grenzwerte begrenzt, eine unkontrollierte Akkumulation von Expositionen wird durch Überwachungsmaßnahmen (Strahlenpass und Berücksichtigung der Vorbelastung) für die Beschäftigten und die allgemeine Bevölkerung vermieden. Nicht zuletzt ist der Gesamtumfang von Tätigkeiten in einer Gesellschaft begrenzt und bekannt.

Je nach Aktivität und Quellstärke können bei Tätigkeiten nach StrlSchV und RöV deterministische Schäden nicht ausgeschlossen werden. Das erforderliche Rechtfertigungsniveau hängt bei Tätigkeiten ab vom gesellschaftlichen, beruflichen und individuellen Risiko. Ohne die Möglichkeit deterministischer Schäden ist ein geringeres Rechtfertigungsniveau erforderlich, d.h. es können relativ geringe Anforderungen an das Überwiegen von Nutzen, Chancen, Vorteilen gegenüber Schaden, Risiken und Nachteilen gestellt werden. Kann die

Möglichkeit deterministischer Schäden nicht ausgeschlossen werden, ist ein höheres Rechtfertigungsniveau unter Berücksichtigung der in Kapitel 4.1 dargestellten vollständigen Risikomatrix für alle Gruppen von potentiell Betroffenen erforderlich.

Können deterministische Schäden aufgrund von Aktivität, Quellstärke und möglichen Expositionsszenarien ausgeschlossen werden, müssen lediglich die stochastischen Risiken betrachtet werden. Diese sind aber als Individualrisiken bei Tätigkeiten durch die StrlSchV und RöV begrenzt. Für die Beschäftigten definiert der Grenzwert von 20 mSv im Kalenderjahr ein maximales berufliches Risiko, das als tolerierbar angesehen wird, wenn im Rahmen der Optimierung alles zu seiner Vermeidung getan wird. Für die allgemeine Bevölkerung wird mit der Grenzwertsetzung von 1 mSv im Kalenderjahr ein Risiko festgelegt, das unter Anwendung des Vorsorgeprinzips z.B. im Rahmen der Konservativität der AVV zu § 47 StrlSchV (Entwurf vom 21.01.2005) von der Bevölkerung ohne das Recht auf individuelle Optimierung unterhalb des Grenzwertes hingenommen werden muss. Durch das *de minimis*-Kriterium von einigen 10 µSv im Kalenderjahr wird schließlich bei der uneingeschränkten Freigabe ein Risiko definiert, das als unerheblich im Vergleich zu den alltäglichen Risiken des menschlichen Lebens zu betrachten ist und die Entlassung aus dem Atomrecht rechtfertigt.

Es gibt eine Fülle von Anwendungen und Verfahren, bei denen Radioaktivität und Strahlung zum Nutzen von Mensch und Umwelt angewendet werden können. Generell steht die zielgerichtete Anwendung radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung im Wettbewerb mit anderen Verfahren, mit denen der gewünschte Effekt u.U. auch schlechter oder besser erzielt werden kann.

Nutzen kann sich dabei manifestieren als:

- ökonomischer Nutzen und Vorteile,
- wissenschaftlicher oder technischer Erkenntnisgewinn,
- Verbesserung technischer Prozesse,
- Lösung wissenschaftlicher und technischer Fragestellungen oder
- Herstellung und Verbesserung von Produkten inkl. nuklearer Energiegewinnung.

Es gibt Anwendungen bei wissenschaftlichen und technischen Problemstellungen, die nur durch den Einsatz von Radioaktivität und Strahlung gelöst werden können. Es gibt andere, bei denen die „strahlenden“ Verfahren in Konkurrenz mit „nicht-strahlenden“ Verfahren stehen.

Nutzen, Chancen und Vorteile können sich für den Betreiber, Einzelpersonen der Bevölkerung, die gesamte oder Teile einer Gesellschaft oder die Umwelt manifestieren. Schaden, Risiken und Nachteile können ebenfalls verschiedenste Personen oder Personengruppen betreffen. Dabei müssen nicht die gleichen Personen oder Personengruppen von Nutzen und Schaden betroffen sein. Auch diese Aspekte sind im Prozess der Rechtfertigung von Tätigkeiten zu berücksichtigen. Es ist ein höheres Rechtfertigungsniveau erforderlich, wenn die negativen und positiven Aspekte von unterschiedlichen Gruppen zu tragen sind.

Tätigkeiten, bei denen die Grenzwerte der Strahlenexposition nicht eingehalten werden können, sind generell nicht gerechtfertigt. Allerdings können menschliche Handlungen, die als Tätigkeiten aus diesem Grunde nicht gerechtfertigt sind, in einer anderen Kategorie menschlichen Handels, z.B. bei Interventionen, rechtfertigbar sein.

Jedoch können auch ökonomische und soziale Faktoren aus Gründen des Strahlenschutzes (z.B. im Rahmen von Einzelfallbetrachtungen) zu berücksichtigen sein. Ein Beispiel ist hier

die Einschränkung der Gültigkeit des Grenzwertes von 400 mSv für die Berufslebensdosis für spezielle Beschäftigte im Rahmen der Öffnungsklausel in § 56 StrlSchV.

Tätigkeiten oder Verfahren, die nicht dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen, können im Allgemeinen als nicht generisch optimiert oder optimierbar in Bezug auf die Reduzierung der Strahlenexposition angesehen werden.

5.1.4 Kriterien für hoheitliche Anwendungen

Hoheitliche Aufgaben führen zu einem hoheitlichen Handeln, bei dem eine Behörde einseitig regelnd in die (Grund-) Rechte einer Person eingreift und ggf. gegen deren Willen eine Maßnahme vollziehen kann.

Im Rahmen von Sicherheitsüberprüfungen können z.B. Radioaktivität und Strahlung gezielt eingesetzt werden, um hoheitliche Aufgaben zu erfüllen. Die SSK geht davon aus, dass derartige Anwendungen einer bisher nicht festgelegten Genehmigungspflicht unterliegen müssen. Gesetzliche Regelungen sind gegebenenfalls erforderlich. Die Kontrollierbarkeit der Strahlenquellen und der Strahlenexposition bei der individuellen Anwendung ist möglich. Jedoch kann eine unkontrollierte Akkumulation von Expositionen nicht ausgeschlossen und nicht kontrolliert werden. Es ist in jedem Fall sicherzustellen, dass deterministische Schäden bei hoheitlichen Anwendungen ausgeschlossen werden können.

Dieser Rechtseingriff benötigt Rechtfertigungsgründe, die der Erklärung des Handelns dienen. Allen Rechtfertigungsgründen gemeinsam ist, dass sie objektiv vorliegen, wenn eine bestimmte Gefahr, ein Angriff oder sonst ein schädigendes Ereignis abgewehrt werden soll.

Bei der Anwendung ionisierender Strahlung handelt es sich in der Regel um die Vorbereitung und Durchführung von Maßnahmen zur Vermeidung von Gefahren (Gefahrenabwehr), die von Personen oder Sachen ausgehen, und zur Reduzierung einer Gefährdung. Die Gefahrenabwehr soll mit Abwehrmaßnahmen Sicherheit erzeugen und labile Lagen stabilisieren. Das Recht der Gefahrenabwehr ist in der Regel Ländersache und wird in erster Linie von den Polizeibehörden ausgeübt.

Bei der Entscheidung, ob und wie eine Behörde im Rahmen der Gefahrenabwehr handeln muss, gibt es in der Regel einen Ermessensspielraum, da ein behördliches Handeln im Interesse einer einzelfallgerechten Lösung im Gesetz nicht *konkret* vorgeschrieben ist. Es kann daher auch kein Katalog von Aufgabenbereichen aufgestellt werden, in denen ionisierende Strahlung angewandt werden kann.

Die vorliegende Empfehlung soll Empfehlungen geben, um Ermessensfehler zu vermeiden.

Der Handlungsspielraum der Behörden erstreckt sich auf das Entschließungsermessen, bei dem die Behörde entscheiden kann, ob und wann sie eingreift und auf das Auswahlermessen, bei dem über die für die Maßnahme einzusetzenden Mittel zu entscheiden ist.

Das Entschließungsermessen reduziert sich, wenn Gefahren für Leib oder Leben oder für erhebliche Sachwerte bestehen. Es besteht dann eine Pflicht zum Einschreiten.

Wenn eingeschritten wird, ist ein Auswahlermessen gegeben, das durch den Grundsatz der Verhältnismäßigkeit bestimmt wird. Danach muss das eingesetzte Mittel geeignet, erforderlich und angemessen sein. Geeignet ist ein Mittel dann, wenn damit der beabsichtigte Zweck erreicht werden kann. Erforderlich ist nur das geeignete Mittel, das den „mildesten“ Eingriff darstellt, d.h. den Betroffenen und die Allgemeinheit am wenigsten beeinträchtigt. Angemessen ist das Mittel dann, wenn die Nachteile für den Betroffenen nicht außer Verhältnis zu dem beabsichtigten Erfolg stehen.

Vor dem Einsatz von ionisierender Strahlung zu Zwecken der Gefahrenabwehr ist daher zu klären, ob der Einsatz dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit entspricht. Angesichts der Schwere des Eingriffs für den Einzelnen, der unter Umständen ionisierender Strahlung ausgesetzt wird, sind dabei hohe Anforderungen an das Ziel zu stellen, das mit dem Einsatz der ionisierenden Strahlung erreicht werden soll. Der Einsatz der Strahlung darf daher nur als Maßnahme zum Schutz eines bedeutenden Rechtsgutes und für Gefahren von großem Ausmaß stattfinden.

Die Ausführung orientiert sich an den Regelungen der Länder zum Gefahrenabwehrrecht, die in diesem Zusammenhang allgemein geltende Grundsätze sind.

5.1.5 Kriterien für medico-legale und -ökonomische Anwendungen

Hier geht es um die Überlappung von Tätigkeiten und medizinischen Anwendungen, da medizinische diagnostische Verfahren mit nicht-medizinischen Zielen eingesetzt werden. Vergleiche hierzu auch die Ausführungen über medizinische Anwendungen im Bereich der Rechtsmedizin und Versicherungsmedizin in Kapitel 5.3.2.9.

Radioaktivität und Strahlung werden gezielt eingesetzt, um ein übergeordnetes Ziel, z.B. zur Vermeidung der Ausbreitung von Krankheiten oder auch der ökonomischen Optimierung von Versicherungsrisiken, zu erreichen. Die SSK geht davon aus, dass derartige Anwendungen nur im Rahmen genehmigungspflichtiger Tätigkeiten in Bezug auf eine Rechtfertigung betrachtet werden können. Die Kontrollierbarkeit der Strahlenquellen und der Strahlenexposition bei der individuellen Anwendung ist möglich. Jedoch kann eine unkontrollierte Akkumulation von Expositionen nicht immer ausgeschlossen und nicht immer kontrolliert werden. Es ist in jedem Fall sicherzustellen, dass deterministische Schäden bei derartigen Anwendungen ausgeschlossen werden können. Dabei sollten Nutzen, Chancen und Vorteile deutlicher gegenüber Schaden, Risiken und Nachteilen überwiegen als dies bei medizinischen Verfahren gefordert werden muss. Ein hohes Gefährdungspotential muss gegeben sein, wie im Falle der möglichen Ausbreitung von Krankheiten. Die Risiken für die Betroffenen sind nur tolerierbar, wenn bei diesen Anwendungen hohe gesellschaftliche Risiken bei geringen Individualrisiken der Betroffenen reduziert werden können.

In einem Abwägungsprozess sind auch die Risiken der Handlung gegen die Risiken bei Unterlassung gegenüberzustellen.

Es gibt Überschneidungen zwischen den hoheitlichen und medico-legalen Anwendungen, z.B. bei der Altersbestimmung zur Abwehr ungerechtfertigter Ansprüche oder zur Überprüfung von Personenstandsangaben. An diese sind ähnlich hohe Anforderungen an das Rechtfertigungsniveau zu stellen. Für medico-ökonomische Anwendungen ist ebenfalls ein hohes Rechtfertigungsniveau erforderlich. Alleinige ökonomische Gesichtspunkte, insbesondere solche der reinen Gewinnmaximierung, reichen als Rechtfertigungsgründe in der Regel nicht aus.

5.1.6 Kriterien für allgemeine Anwendungen

Bei allgemeinen zielgerichteten Anwendungen von Radioaktivität und Strahlung wie auch bei dem Zusatz von radioaktiven Stoffen zu oder der Aktivierung von Verbraucherprodukten sind weder die Strahlenquellen noch die Strahlenexpositionen kontrollierbar. Akkumulationen von Strahlenexpositionen können nicht ausgeschlossen werden. Die Überwachung von Quellen und Expositionen ist nicht praktikabel. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass deterministische Schäden aufgrund der Begrenzung der Aktivitäten und Quellstärken ausgeschlossen werden können.

An die Rechtfertigung allgemeiner Anwendungen sind hohe Anforderungen an die Geringfügigkeit der Dosis zu stellen, und es ist zumindest durch generische Überlegungen sicherzustellen, dass inakzeptable Akkumulation von Expositionen unmöglich ist. Im Gegensatz zur uneingeschränkten Freigabe nach § 29 StrlSchV, bei der der Umfang der möglicherweise freigebbaren Materialien *de facto* begrenzt ist (vgl. auch das Kollektivdosiskriterium der EURATOM-Grundnormen für die Freigabe), ist bei allgemeinen Anwendungen das *de minimis*-Kriterium der StrlSchV im Allgemeinen nicht hinreichend.

Bei den allgemeinen Anwendungen sind insbesondere solche, die als leichtfertig einzustufen sind, als nicht gerechtfertigt anzusehen.

5.2 Interventionen und außergewöhnliche Strahlenexpositionen

5.2.1 Rechtfertigungsfelder

Interventionen sind Maßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung von Strahlenexpositionen der allgemeinen Bevölkerung in besonderen Situationen oder Umständen. Dabei sind zu unterscheiden

- **radiologische Notstandssituationen**, in denen relativ kurzfristig erhöhte Expositionen bis hin zur Gefahr deterministischer Strahlenwirkungen auftreten können, und
- langfristige, sog. „**chronische**“ **Expositionen** mit dem Risiko erhöhter stochastischer Strahlenwirkungen als Folge von radiologischen Notstandssituationen oder von Hinterlassenschaften oder Altlasten früherer oder alter Tätigkeiten oder Arbeiten.

Radiologische Notstandssituationen können sowohl in Form kerntechnischer Notfälle als auch bei Unfällen in Radionuklidlaboratorien, nuklearmedizinischen Kliniken und Praxen und beim Transport radioaktiver Stoffe auftreten. Auch der Verlust von radioaktiven Quellen, der Transport radioaktiver Stoffe außerhalb der Kontrolle und terroristische Akte können zu interventionsbedürftigen radiologischen Notstandssituationen führen.

Interventionsbedürftige chronische Expositionen können außerdem als Folge gegenwärtiger Arbeiten, z.B. durch Abgabe natürlicher Radionuklide an die Umwelt und nachfolgende Konzentrations- oder Akkumulationsprozesse, auftreten. Auch geologische Gegebenheiten oder spezielle Lebensumstände können zu Strahlenexpositionen führen, die Interventionen erfordern.

Die Situationen, in denen Interventionen erforderlich werden, unterscheiden sich von Tätigkeiten dadurch, dass sie nicht vorhersehbar sind und auf existierende oder plötzlich oder langsam auftretende Umstände reagiert werden muss, d.h. dass es sich um außergewöhnliche Umstände handelt, die im Ereignisfall als gegeben hingenommen werden müssen und auf die lediglich reagiert werden kann.

Die außergewöhnlichen Umstände, die die Erfordernis von Interventionen nach sich ziehen können, bewirken im Allgemeinen sowohl Strahlenexpositionen der Bevölkerung als auch der Beschäftigten. Auch die Interventionsmaßnahmen selbst können bei Bevölkerung und Beschäftigten zu Strahlenexpositionen führen, die bei Unterlassung der Maßnahmen nicht vorgekommen wären.

Charakteristisch für außergewöhnliche Umstände ist, dass in ihnen die Einhaltung von Grenz- und Richtwerten der Strahlenexposition sowohl für Einzelpersonen der Bevölkerung als auch für Beschäftigte nicht gewährleistet sein kann. Die mögliche Überschreitung von Grenz- oder Richtwerten wird in außergewöhnlichen Situationen vielfach als Kriterium für das Erfordernis von Interventionsmaßnahmen angesehen.

Neben radiologischen Notstandssituationen kann es auch außergewöhnliche Umstände bei Tätigkeiten und Arbeiten geben, bei denen nur die Beschäftigten erhöhten Strahlenexpositionen ausgesetzt sein können. Solche Expositionen werden als **außergewöhnliche Strahlenexpositionen**, im deutschen Regelwerk „besonders zugelassene Strahlenexpositionen“, bezeichnet.

Außergewöhnliche Strahlenexpositionen von Beschäftigten können nach geltendem Recht durch die zuständigen Behörden unter besonderen Bedingungen zugelassen werden, wenn dies zur Erfüllung bestimmter Aufgaben notwendig ist.

Außergewöhnliche Strahlenexpositionen haben, wie die bei Interventionssituationen, den Charakter der Unausweichlichkeit existierender besonderer Umstände. Daher ist es sinnvoll, Interventionen und außergewöhnliche Strahlenexpositionen im Hinblick auf eine Rechtfertigung gemeinsam zu behandeln.

5.2.2 Regelungen für Interventionen

Für Interventionen existieren umfängliche Empfehlungen der ICRP [ICRP 1991a, IAEA 1991c, IAEA 1999] und der IAEA [IAEA 1996], und auch in den EURATOM-Grundnormen [CEC 1996] werden Festlegungen zu Interventionen getroffen. In all diesen Empfehlungen und Festlegungen wird die Notwendigkeit einer Rechtfertigung für Interventionen besonders betont. Jedoch werden auch hier meist keine praktikablen Kriterien genannt.

Die ICRP führt in der Empfehlung 60 zu Interventionen aus [ICRP 1991a]:

“The system of radiological protection recommended by the Commission for intervention is based on the following general principles.

- (a) The proposed intervention should do more good than harm, i.e. the reduction in detriment resulting from the reduction in dose should be sufficient to justify the harm and the costs, including social costs, of the intervention.*
- (b) The form, scale, and duration of the intervention should be optimised so that the net benefit of the reduction of dose, i.e. the benefit of the reduction in radiation detriment, less the detriment associated with the intervention, should be maximised.*

Dose limits do not apply in the case of intervention (see paragraph 131). Principles (a) and (b) can lead to intervention levels which give guidance to the situations in which intervention is appropriate. There will be some level of projected dose above which because of serious deterministic effects, intervention will almost always be justified.”

Präzisiert werden diese Empfehlungen für den Fall radiologischer Notstandssituationen in der ICRP-Publikation 61 [ICRP 1991d], in der die Prinzipien für den Strahlenschutz der Bevölkerung in solchen Situationen dargelegt werden. Präzisiert wurden diese allgemeinen Prinzipien in der Veröffentlichung Nr. 63 [ICRP 1991c]. Hier nannte die ICRP die Grundsätze der Rechtfertigung und Optimierung von Maßnahmen bei Interventionen und publizierte ein Konzept, das auf maßnahmenspezifischen Eingreifrichtwerten basiert ist, bei deren Erreichen die Maßnahmen im Allgemeinen gerechtfertigt sind. Darüber hinaus werden maßnahmenspezifische Dosisbereiche angegeben, in denen der im Ereignisfall zu optimierende Eingreifwert vermutlich liegt. Bei diesem Konzept stellt die durch Maßnahmen vermeidbare Dosis eine Schlüsselgröße dar.

Die ICRP-Konzepte [ICRP 1984; ICRP 1991c; ICRP 1999] sind sehr flexibel hinsichtlich der Anpassung an die Umstände des Einzelfalls (Anzahl der betroffenen Personen, Durchführbarkeit von Maßnahmen, Reaktion der Bevölkerung, vermeidbare Individual- und Kollektiv-

dosis etc.), es ist ihnen aber auch gemeinsam, dass sie eine nur sehr unzureichende Hilfe bei der praktischen Durchführung dieser Anpassung im Ereignisfall bieten. Die Festlegung von Eingreifrichtwerten ist im Rahmen dieser Konzepte deshalb schwierig, weil eine Reihe der o.g. Umstände erst im Ereignisfall bekannt sind und erst dann die von der ICRP geforderte Optimierung durchgeführt werden kann. Außerdem empfiehlt die ICRP, sowohl die Maßnahmen zu optimieren als auch Einflüsse aus dem politischen und sozialen Bereich zu berücksichtigen. Diese Einflüsse sind *a priori* gar nicht und auch im Ereignisfall nur sehr schwer zu quantifizieren. Die gleichzeitige Erfüllung beider Forderungen ist daher nicht einfach.

Andererseits wird in ICRP 63 ausdrücklich gefordert, bereits bei der Planung für zukünftige Ereignisse Eingreifrichtwerte festzulegen, die im Ereignisfall sofort zur Verfügung stehen.

Auch im IAEA Basic Safety Standard [IAEA 1996] werden die verschiedenen Anwendungsbereiche von Interventionen aufgezeigt, Anforderungen an Interventionen festgelegt und die Notwendigkeit einer Rechtfertigung von Interventionen betont:

“3.1. The intervention situations to which the Standards apply are:

(a) emergency exposure situations requiring protective action to reduce or avert temporary exposures, including:

(i) accidents and emergencies in which an emergency plan or emergency procedures have been activated; and

(ii) any other temporary exposure situation identified by the Regulatory Authority or the Intervening Organization as warranting intervention;

and

(b) chronic exposure situations requiring remedial action to reduce or avert chronic exposure, including:

(i) natural exposure, such as exposure to radon in buildings and workplaces;

(ii) exposure to radioactive residues from past events, such as to the radioactive contamination caused by accidents, after the situation requiring protective action has been terminated, as well as from the conduct of practices and the use of sources not under the system of notification, and authorization; and

(iii) any other chronic exposure situation specified by the Regulatory Authority or the Intervening Organization as warranting intervention.

3.2. The detailed requirements relating to emergency exposure situations and chronic exposure situations are set out in Appendices V and VI respectively. These shall be considered as consequential requirements subsidiary to those specified in this Section, unless other more desirable options for protection and safety are established by the Regulatory Authority or, where applicable, by a relevant Sponsoring Organization.”

Zu den Anforderungen an Interventionen führen die IAEA Basic Safety Standards aus:

“3.3. In order to reduce or avert exposures in intervention situations, protective actions or remedial actions shall be undertaken whenever they are justified.

3.4. The form, scale, and duration of any such protective action or remedial action shall be optimized so as to produce the maximum net benefit, understood in a broad sense, under the prevailing social and economic circumstances.

3.5. *In the case of emergency exposure situations, protective actions are not normally likely to be necessary unless intervention levels or action levels² are or may be exceeded.*

3.6. *In the case of chronic exposure situations, remedial actions are not normally likely to be necessary unless the relevant action levels¹ are exceeded.”*

In Bezug auf den Strahlenschutz werden folgende Anforderungen genannt [IAEA 1996]:

“3.13. Intervention is justified only if it is expected to achieve more good than harm, with due regard to health, social and economic factors. If the dose levels approach or are expected to approach the levels specified in Schedule IV, protective actions or remedial actions will be justified under almost any circumstances.

3.14. Optimized intervention levels and action levels shall be specified in plans for intervention situations, on the basis of the guidelines given in Schedules V and VI, modified to take account of local and national conditions, such as:

- (a) the individual and collective exposures to be averted by the intervention; and*
- (b) the radiological and non-radiological health risks and the financial and social costs and benefits associated with the intervention.*

3.15. During the response to an accident, justification of intervention and optimization of pre-established intervention levels shall be reconsidered, with account taken of:

- (a) those factors which are unique to the actual situation, such as the nature of the release, weather conditions and other relevant non-radiological factors; and*
- (b) the likelihood that the protective actions will provide a net benefit, given that future conditions may be uncertain.”*

Dabei sollen Interventionen in radiologischen Notstandssituationen folgenden generellen Kriterien genügen [IAEA 1996]:

“V.8. Intervention in emergency exposure situations shall be carried out on the basis of intervention levels and action levels. Intervention levels are expressed in terms of the dose that is expected to be averted over time by a specific protective action associated with the intervention, and action levels in terms of the activity concentration of radio-nuclides in, for example, foodstuffs, water and crops.

V.9. Intervention levels and action levels shall be optimized for the relevant protective actions but they should not allow that certain levels of doses, for which intervention will almost always be justified, be exceeded. The values of intervention levels included in emergency plans shall be used as initial criteria for implementing protective actions, but may be modified to take into account the prevailing circumstances and their likely evolution.”

In Bezug auf eine Rechtfertigung von Interventionen in radiologischen Notstandssituationen und bei chronischen Expositionen nennen die IAEA Basic Safety Standards [IAEA 1996] in Schedule IV Action Levels für die Strahlenexposition, oberhalb derer Interventionen in jedem Falle gerechtfertigt und durchzuführen sind, um schwere Gesundheitsschäden abzuwenden:

² *Intervention levels and action levels serve to protect members of the public and are specified separately for different protective actions and remedial actions. Optimized levels for justified interventions are normally selected for inclusion in emergency plans and remedial action plans, and, in the case of accidents, are re-evaluated at the time of their implementation on the basis of current conditions.*

„V.10. Protective actions will almost certainly be justified if the projected dose, rather than the averted dose, or the dose rate to any individual is otherwise likely to lead to serious injury. In such circumstances, any decision not to take protective action on an urgent basis will have to be justified. The levels of dose which could lead to such injury are given in Schedule IV.”

Für Situationen mit chronischen Expositionen weisen die IAEA Basic Safety Standards auf die besondere Verantwortung des Staates im Hinblick auf Organisation und Management von Interventionen hin und nennen die bei Sanierungsmaßnahmen zu berücksichtigenden Aspekte:

“VI.1. It is presumed that the State will have determined the allocation of responsibilities for the management of interventions in chronic exposure situations between the Regulatory Authority, national and local Intervening Organizations and registrants or licensees.

VI.2. Generic or site specific remedial action plans for chronic exposure situations shall be prepared by the Intervening Organization, as appropriate. The plans shall specify remedial actions and action levels that are justified and optimized, taking into account:

- (a) the individual and collective exposures;*
- (b) the radiological and non-radiological risks; and*
- (c) the financial and social costs, the benefits and the financial liability for the remedial actions.”*

Die IAEA Basic Safety Standards betonen wie die ICRP neben der Notwendigkeit einer Rechtfertigung von Interventionen die Bedeutung ihrer Optimierung.

Die EU-Grundnormen geben in Titel IX, Artikel 48 Festlegungen für Interventionen, allerdings eingeschränkt auf radiologische Notstandssituationen oder frühere oder alte Tätigkeiten oder Arbeiten:

„(1) Dieser Titel gilt für Interventionen im Falle radiologischer Notstandssituationen oder im Falle einer dauerhaften Exposition aufgrund der Folgen einer radiologischen Notstandssituation oder einer früheren oder alten Tätigkeit oder Arbeit.

(2) Durchführung und Umfang sämtlicher Interventionen werden unter Beachtung der nachstehenden Grundsätze geprüft:

- Eine Intervention erfolgt nur, wenn die Minderung der Beeinträchtigung durch Strahlung ausreicht, um den Schaden und die Kosten einschließlich der volkswirtschaftlichen Kosten der Intervention zu rechtfertigen;*
- Form, Umfang und Dauer der Intervention werden so optimiert, dass der Nutzen der Minderung der gesundheitlichen Beeinträchtigung abzüglich des mit der Intervention verbundenen Schadens maximiert wird;*
- bei Interventionen finden die Dosisgrenzwerte gemäß den Artikeln 9 und 13 keine Anwendung;*

jedoch stellen die nach Artikel 50 Absatz 2 erstellten Interventionswerte einen Hinweis dafür dar, in welchen Situationen eine Intervention angezeigt ist; zudem sollten bei unter Artikel 53 fallenden langfristigen Expositionen die Dosisgrenzwerte gemäß Artikel 9 normalerweise für mit Interventionen befasste Arbeitskräfte angemessen sein.“

Die Radiologischen Grundlagen [SSK 1998c] behandeln explizit die Rechtfertigung von Schutz- und Gegenmaßnahmen aus radiologischer Sicht. Bei Erreichen der Eingreifschwelle besteht aus radiologischen Gründen generell Handlungsbedarf. Im aktuellen Einzelfall soll

jedoch durch Berücksichtigung aller aktuellen Umstände und Gegebenheiten eine Optimierung der Gegenmaßnahmen vorgenommen werden. Hierzu geben die Radiologischen Grundlagen [SSK 1998c] Hilfen zur Entscheidungsfindung.

Als Grundsätze der Rechtfertigung übernimmt die SSK aus den früheren Radiologischen Grundlagen [RAD 1988] die Grundsätze:

Schwerwiegende deterministische Wirkungen sollen durch Maßnahmen zur Beschränkung der individuellen Strahlendosis auf Werte unter den Schwellendosen für diese Effekte vermieden werden (Grundsatz der Vermeidung deterministischer Wirkungen).

Das Risiko stochastischer Wirkungen für die Einzelpersonen soll durch Maßnahmen herabgesetzt werden, wenn diese Maßnahmen für die betroffenen Personen mehr Nutzen als Schaden bringen (Grundsatz der Verhältnismäßigkeit).

Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Eingreifrichtwerte der Radiologischen Grundlagen [SSK 1998c].

Das Verfahren der Radiologischen Grundlagen zur Entscheidungsfindung im aktuellen Ereignisfall ist in Abbildung 3 dargestellt.

Die Radiologischen Grundlagen geben eine Reihe von Entscheidungshilfen, die von manuellen Methoden, PC-basierten Hilfsmitteln bis zu rechnergestützten Entscheidungshilfesystemen für die Strahlenschutzvorsorge reichen.

Die SSK bekräftigt ihre Empfehlung, die sie in den Radiologische Grundlagen für Entscheidungen über Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung bei unfallbedingten Freisetzungen von Radionukliden 1998 gegeben hat. Sie sind im Sinne des hier vorgeschlagenen Verfahrens zur Rechtfertigung menschlicher Handlungen, die Auswirkungen auf die Strahlenexposition der Bevölkerung und der Beschäftigten hat.

Tab. 4: Eingreifrichtwerte für die Maßnahmen Aufenthalt in Gebäuden, Einnahme von Iod-Tabletten, Evakuierung, langfristige Umsiedlung und temporäre Umsiedlung

Maßnahme	Eingreifrichtwerte		
	Organdosis (Schilddrüse)	effektive Dosis	Integrationszeiten und Expositionspfade
Aufenthalt in Gebäuden		10 mSv	äußere Exposition in 7 Tagen und effektive Folgedosis durch in diesem Zeitraum inhalierte Radionuklide
Einnahme von Iod-Tabletten ³	50 mSv Kinder bis zu 12 Jahren sowie Schwangere, 250 mSv Personen von 13 bis 45 Jahren		im Zeitraum von 7 Tagen inhaliertes Radioiod einschließlich der Folgeäquivalentdosis
Evakuierung		100 mSv	äußere Exposition in 7 Tagen und effektive Folgedosis durch in diesem Zeitraum inhalierte Radionuklide
langfristige Umsiedlung		100 mSv	äußere Exposition in 1 Jahr durch abgelagerte Radionuklide
temporäre Umsiedlung		30 mSv	äußere Exposition in 1 Monat

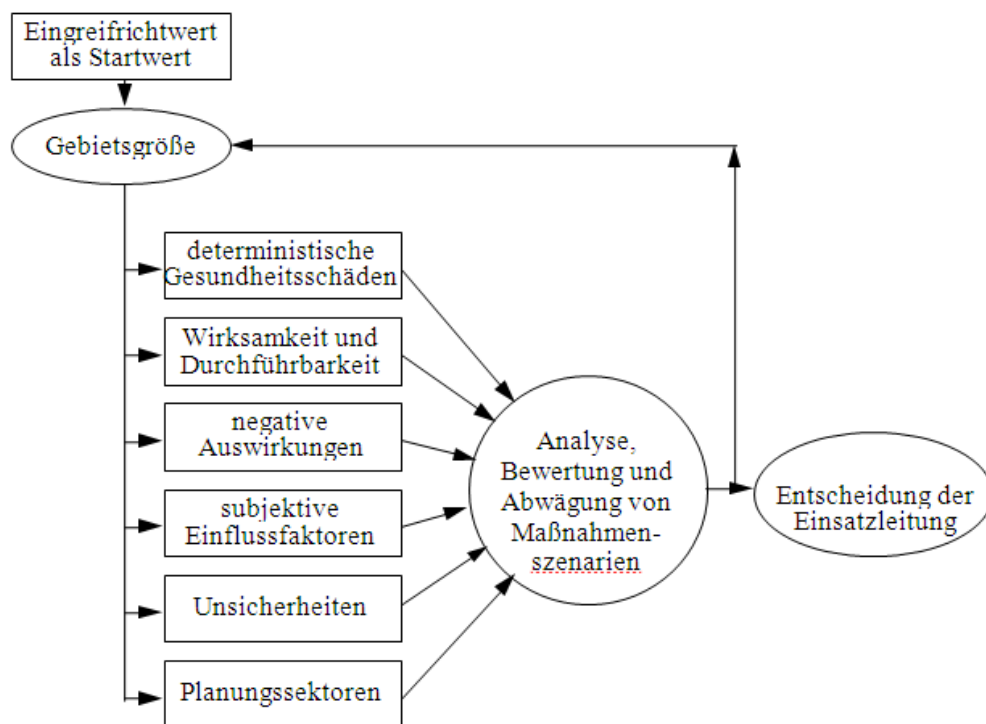


Abb. 3: Einflussfaktoren und Entscheidungsfindung als iterativer Prozess

³ Siehe hierzu auch die aktuelle Empfehlung der SSK zur Einnahme von Iod-Tabletten [SSK 2004e].

Interventionen bei chronischen Bestahlungssituationen außerhalb kerntechnischer Notfälle wurden im deutschen Regelwerk bisher nicht explizit behandelt. In der Begründung des geplanten Altlastengesetzes wird allerdings auf die EURATOM-Regelungen für Interventionen Bezug genommen:

„Altlastenregelungen ergeben sich aus der Richtlinie 96/29/EURATOM, die in Titel IX Vorgaben hinsichtlich der Intervention im Falle radiologischer Notstandssituationen oder im Falle dauerhafter Expositionen aufgrund der Folgen radiologischer Notstandssituationen oder früherer oder alter Tätigkeiten oder Arbeiten regelt“ (Altlastenbegründung).

Es ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, dass das derzeit diskutierte Radon-Gesetz ebenfalls die Rechtfertigung von behördlichen Anordnungen oder Maßnahmen zur Begrenzung der Strahlenexposition durch Radon in Wohnräumen im Bereich der natürlichen Radioaktivität erfordert.

5.2.3 Kriterien für Interventionen

Nach Einschätzung der SSK soll auch bei Interventionen (und außergewöhnlichen Strahlenexpositionen; vgl. Kap. 5.2.4) das grundsätzliche Kriterium der Abwägung von Nutzen, Chancen und Vorteilen gegen Schaden, Risiken und Nachteile angewendet werden. Interventionen sollen dann als gerechtfertigt angesehen werden, wenn Nutzen, Chancen und Vorteile gegenüber Schaden, Risiken und Nachteilen überwiegen.

Auch bei Interventionen sind alle gesundheitlichen, gesellschaftlichen, ökonomischen, sozialen und ökologischen Konsequenzen der Intervention in diese Abwägung einzubeziehen. Im Falle von Interventionen existiert aufgrund der Gegebenheiten keine strahlungslose Alternative. Somit ist das Verfahren nach Tabelle 1 nur eingeschränkt anwendbar und wird deshalb für Interventionen im Folgenden angepasst und erläutert.

Bei Interventionen ist als Alternative die Möglichkeit der Unterlassung von Interventionsmaßnahmen zu betrachten. Diese Alternative der Unterlassung von Interventionsmaßnahmen tritt im Rechtfertigungsprozess nach Tabelle 1 bei Interventionen weitgehend an die Stelle der „strahlungslosen Alternative“.

Allerdings können Konsequenzen, die sich aus Interventionsmaßnahmen ergeben, durchaus „strahlungslose“ Aspekte haben. Hier wäre die Freisetzung und Mobilisierung von nicht radioaktiven Schadstoffen im Rahmen von Sanierungsarbeiten zu nennen.

Generell ist bei einer Rechtfertigung von Interventionen zu unterscheiden, ob es sich um ein temporäres Ereignis handelt, bei dem kurzfristig und über einen begrenzten Zeitraum zu handeln ist, oder um eine Situation mit chronischer Exposition.

Diese Unterscheidung ist bereits bei der Beschreibung und Begründung von Interventionsmaßnahmen relevant. Bei **temporären** Ereignissen muss kurzfristig reagiert werden und der Rechtfertigungsprozess muss bereits vor Eintritt des Ereignisses in Planungen des Notfall- und Katastrophenschutzes erfolgen. Hierbei sind generische Überlegungen für die Rechtfertigung von Interventionsmaßnahmen zu Grunde zu legen. Beispiele für Sammlungen prospektiv gerechtfertigter Interventionsmaßnahmen sind die Radiologischen Grundlagen [RAD 1988, SSK 1998c], der Maßnahmenkatalog [BMU 99], die Empfehlungen zur Iod-Blockade [SSK 2004e].

Darüber hinaus besteht auch im Ereignisfall die Notwendigkeit der Rechtfertigung im Einzelfall. Das heißt, im Ereignisfall müssen generisch im Voraus geplante Interventionsmaßnahmen jeweils angesichts der aktuellen Situation, ähnlich wie bei der rechtfertigenden

Indikation in der Medizin, angepasst und auch im Hinblick auf eine Rechtfertigung überprüft werden.

Bei **chronischen** Expositionen besteht im Allgemeinen nicht der zeitliche Druck, und der Rechtfertigungsprozess kann im Rahmen einer Einzelfallprüfung retrospektiv durchgeführt werden.

Die in Tabelle 1 aufgeführten Fragen, die im Rahmen der wissenschaftlich-technischen Beurteilung zu beantworten sind, sind für Interventionen wie folgt anzupassen:

- Welche Dosen und welche damit verbundenen Strahlenrisiken gibt es für Einzelne und für die Bevölkerung mit und ohne Intervention?
- Entsprechen die Interventionsmaßnahmen dem Stand von Wissenschaft und Technik und ist die Intervention generell optimiert?
- Welche gesundheitlichen Konsequenzen ergeben sich aus der Intervention bzw. aus ihrer Unterlassung für Einzelne und für die Bevölkerung?
- Welche gesellschaftlichen Konsequenzen ergeben sich aus der Intervention bzw. aus ihrer Unterlassung?
- Welche ökologischen Konsequenzen ergeben sich aus der Intervention bzw. aus ihrer Unterlassung?
- Welche sozialen Konsequenzen ergeben sich aus der Intervention bzw. aus ihrer Unterlassung?
- Welche ökonomischen Konsequenzen ergeben sich aus Interventionsmaßnahmen bzw. aus ihrer Unterlassung für Einzelne und für die Gesellschaft?

In der wissenschaftlich-technischen Bewertung müssen dann Nutzen und Schaden, Chancen und Risiken sowie Vorteile und Nachteile der Intervention bzw. ihrer Unterlassung für den Einzelnen und für die Gesellschaft unter Berücksichtigung der gesundheitlichen, gesellschaftlichen, ökologischen, sozialen und ökonomischen Konsequenzen abgewogen werden.

Diese von der SSK empfohlene Vorgehensweise ist im Einklang mit den Festlegungen zu Interventionen der EURATOM-Grundnormen [CEC 1996], präzisiert aber näher die verschiedenen Aspekte, die unter Nutzen und Schaden, Chancen und Risiken sowie Vorteilen und Nachteilen zu berücksichtigen sind. Da Interventionen Reaktionen auf existierende Umstände darstellen, die nicht vermieden werden können, ist der Optimierung in Bezug auf Form, Umfang und Dauer von Interventionen nach Einschätzung der SSK besondere Bedeutung zuzumessen.

Nach den Empfehlungen 60 der ICRP, den Basic Safety Standards der IAEA und den Festlegungen der EURATOM-Grundnormen finden die Dosisgrenzwerte für Beschäftigte oder die allgemeine Bevölkerung bei Interventionen keine Anwendung. Dies trägt der Tatsache Rechnung, dass in unausweichlichen, nicht planbaren Situationen, wie z.B. radiologischen Notstandssituationen, keine Möglichkeit zur Begrenzung der Strahlenexpositionen besteht, sondern dass lediglich über Interventionen versucht werden kann, die Expositionen so niedrig wie möglich zu halten. Diese nach Einschätzung der SSK sinnvolle Regelung führt allerdings zu beträchtlichen Akzeptanzproblemen in der Bevölkerung und kann Regierungen dazu verleiten, in radiologischen Notstandssituationen in einen Wettbewerb der „niedrigsten Grenzwerte“ einzutreten.

Andererseits werden über Dosisleistungen sog. Action-Levels definiert, oberhalb derer das Erfordernis von Interventionen zu prüfen ist. Der Richtwert von 1 mSv pro Kalenderjahr nach § 97 StrlSchV in Verbindung mit § 102 StrlSchV ist für die Strahlenexposition der allge-

meinen Bevölkerung als ein derartiger Action-Level anzusehen. Erst oberhalb einer potentiellen Strahlenexposition einer Referenzperson von 1 mSv im Kalenderjahr hat die zuständige Behörde nach StrlSchV die Durchführung von Maßnahmen zu prüfen.

Diese Festlegung ist auch im Sinne der Regelungen für Tätigkeiten (vgl. Kap. 5.1.2). Durch den Richtwert von 1 mSv pro Kalenderjahr wird das Erschließungsermessen der Behörde zu niedrigen Dosisleistungen hin begrenzt. Wird der Richtwert überschritten, hat die Behörde die Durchführung von (Interventions-)Maßnahmen zu prüfen. Jedoch ist hier ihr Auswahlermessen eingeschränkt, da Maßnahmen geeignet, notwendig und zumutbar (auch: geeignet, erforderlich und angemessen) sein müssen.

Es ist für Interventionssituationen charakteristisch, dass *a priori* Festlegungen über Action-Levels oder No-Action-Levels angesichts der Unkenntnis über die aktuellen Umstände des Einzelfalls kaum möglich sind. Daher finden sich in der Literatur Formulierungen über Dosisleistungen „unterhalb denen Maßnahmen nahezu nie gerechtfertigt sind“ oder „oberhalb denen Maßnahmen nahezu immer gerechtfertigt sind“.

Am ehesten besteht noch Übereinstimmung in der Einschätzung von Dosisleistungen, bei denen Interventionen immer gerechtfertigt sind [IAEA 1996]. Bei den dort für radiologische Notstandssituationen aufgeführten Dosisleistungen ist mit dem Auftreten deterministischer Schäden zu rechnen, die mit akuter Gefahr für Leib und Leben verbunden sind und dadurch das Entschließungsermessen der Behörde reduzieren (vgl. Kap. 5.2.2). Es besteht dann für die Behörde eine Pflicht zum Einschreiten. Aber selbst im Rahmen der Gefahrenabwehr ist zu klären, ob eine Interventionsmaßnahme dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit entspricht. Die Prüfung der Verhältnismäßigkeit ist bei Interventionen neben der Feststellung des Erfordernisses ein wesentlicher Aspekt einer Rechtfertigung.

In Bezug auf die Strahlenexposition ist bei Interventionen die ersparte Dosis („averted dose“) von besonderer Bedeutung. Die ersparte Dosis wird in der Literatur sowohl als Kollektivdosis als auch als Individualdosis diskutiert. Die SSK weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass auch in Interventionssituationen die Kollektivdosis eine sinnvolle Größe sein kann, um verschiedene Interventionsoptionen gegeneinander abzuwägen, sie aber nur dann sinnvoll eingesetzt werden kann, wenn die Kollektivdosis auch in Form einer Matrix der Individualdosen aufgebrochen wird und auch die Individualdosen in den Abwägungsprozess einbezogen werden. Der ausschließliche Gebrauch der Kollektivdosis birgt die Gefahr des Übersehens kritischer Bevölkerungsgruppen mit hohen Expositionen einerseits und einer Überschätzung des Risikos durch Aufsummierung geringer Dosen großer Populationen andererseits.

In Deutschland hat man das Bandbreitenkonzept von IAEA und ICRP durch ein Startwertkonzept ersetzt (Tabelle 4), das durch Vorab-Festlegungen die Entscheidungen im Ereignisfall erleichtern und wenig Möglichkeit zu unterschiedlichen Auslegungen bieten soll (vgl. [SSK 1998c]). Die Vorab-Festlegung von Startwerten für Maßnahmen bei radiologischen Notstandssituationen erfordert aber neben der Empfehlung durch wissenschaftliche Gremien und der regulatorischen Festlegung auch eine öffentliche Diskussion der Rechtfertigung dieses Startwertes in der Gesellschaft; im Ereignisfall kommt eine solche Diskussion zu spät. Dies ist bisher nicht erfolgt.

Auch die Tatsache, dass bei chronischen Expositionen nach radiologischen Notstandssituationen Interventionsmaßnahmen zeitabhängig sein müssen und aktuelle Action-Levels, z.B. Grenzwerte für Aktivitätskonzentrationen in Lebensmitteln, lediglich eine aktuell mögliche, nicht aber eine optimal wünschenswerte Dosisreduzierung widerspiegeln können, bewirkt große Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung. Auch dies wurde am Beispiel der zeitlichen

Entwicklung der Grenzwerte für Lebensmittel in der ehemaligen USSR und ihren Nachfolgestaaten nach dem Unfall von Tschernobyl deutlich.

Bei chronischen Expositionen, die im Hinblick auf Interventionen zu bewerten sind, können sich bei künstlichen und natürlichen Radionukliden bei gleichen Jahresdosen unterschiedliche Bewertungen ergeben. In Gegenden erhöhter natürlicher Strahlenexposition leben große Bevölkerungsgruppen ohne Einschränkungen oder Tolerierung von Interventionsmaßnahmen bei Jahresdosen, die anderenorts, z.B. in den hochkontaminierten Gegenden der ehemaligen USSR, zu massiven Interventionen bis hin zur Umsiedlung führten.

5.2.4 Kriterien für außergewöhnliche Strahlenexpositionen

Als außergewöhnliche Strahlenexpositionen werden Umstände bezeichnet, in denen „besonders genehmigte Strahlenexpositionen“ [CEC 1996] bzw. „besonders zugelassene Strahlenexpositionen“ im Sinne des § 58 StrlSchV vorkommen. Die Notwendigkeit der Rechtfertigung solcher Ausnahmen wird sowohl in den EU-Grundnormen als auch in der StrlSchV besonders betont.

Die EU-Grundnormen legen fest:

„(1) Unter außergewöhnlichen, von Fall zu Fall zu beurteilenden Umständen mit Ausnahme von radiologischen Notstandssituationen können die zuständigen Behörden, wenn dies zur Durchführung spezifischer Arbeitsvorgänge notwendig ist, individuelle berufliche Strahlenexpositionen bestimmter Arbeitskräfte genehmigen, die die in Artikel 9 festgelegten Dosisgrenzwerte überschreiten, vorausgesetzt, diese Strahlenexpositionen sind zeitlich begrenzt, auf bestimmte Arbeitsbereiche beschränkt und liegen innerhalb der von den zuständigen Behörden für diesen speziellen Fall festgelegten Expositionshöchstwerte.

Dabei sind folgende Bedingungen zu berücksichtigen:

- a) Besonders genehmigten Strahlenexpositionen dürfen nur Arbeitskräfte der Kategorie A im Sinne des Artikels 21 ausgesetzt werden;*
- b) Auszubildende, Studierende, schwangere und stillende Frauen, die körperlich kontaminiert werden können, sind von derartigen Strahlenexpositionen ausgeschlossen;*
- c) das Unternehmen hat diese Strahlenexpositionen im voraus sorgfältig zu rechtfertigen und eingehend mit den freiwillig arbeitenden Arbeitskräften, ihren Vertretern, dem ermächtigten Arzt, den ermächtigten arbeitsmedizinischen Diensten oder dem qualifizierten Sachverständigen zu erörtern; ...“*

§ 58 StrlSchV führt für besonders zugelassene Strahlenexpositionen aus:

„(3) Eine Strahlenexposition nach Absatz 1 ist im Voraus zu rechtfertigen. Die Personen nach Absatz 2 sind über das mit der Strahlenexposition verbundene Strahlenrisiko aufzuklären. Der Betriebsrat oder der Personalrat, die Fachkräfte für Arbeitssicherheit, der Arzt nach § 64 Abs. 1 Satz 1 oder die Betriebsärzte, soweit sie nicht Ärzte nach § 64 Abs. 1 Satz 1 sind, sind zu beteiligen.“

In den Radiologischen Grundlagen [SSK 1998c] werden auch Ausführungen zur Rechtfertigung außergewöhnlicher Strahlenexpositionen von Einsatzkräften (Polizei, Feuerwehr, Sanitäter, Ärzte, ...) in radiologischen Notsituationen gemacht.

Danach wird die Rechtfertigung der zusätzlichen Strahlenexposition von Einsatzkräften durch die Wichtigkeit der Aufgaben bestimmt. Diese Einsatzaufgaben können eingeteilt werden in:

- Lebensrettende Maßnahmen,
- Maßnahmen zur Abwehr einer Gefahr für Personen oder zur Verhinderung einer wesentlichen Schadensausweitung,
- Frühe Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung,
- Längerfristige Abhilfemaßnahmen,
- Messaufgaben.

Die in den Radiologischen Grundlagen ausgesprochenen Empfehlungen sind auch im Einklang mit den in Deutschland vorhandenen Bestimmungen für den Einsatz von Feuerwehr und Polizei. Für Einsätze von Feuerwehr und Polizei wurden von den Innenministern die Feuerwehr-Dienstvorschriften 9/1 „Strahlenschutz-Rahmenvorschrift“ (FwDV 9/1) [FEU 1992] und 9/2 „Strahlenschutz-Einsatzgrundsätze“ (FwDV 9/2) [FEU 1988] sowie der Leitfaden 450 „ABC-Wesen in der Polizei“ (LF 450) [POL 1992] erlassen. In Tabelle 5 sind die darin enthaltenen Dosisgrenzwerte zusammengefasst.

Zu diesen Vorschriften und den darin festgelegten Grenzwerten merkt die SSK an:

„...,dass ihre Anwendung für qualitativ andere Ereignisse (z.B. Unfälle in Radionuklidlabors, Transportunfälle u.ä.) vorgesehen ist, bei denen eine höhere Strahlenexposition der Einsatzkräfte, die keine beruflich strahlenexponierten Personen sind, i. allg. nicht gerechtfertigt ist. Die Anwendung bei einem nuklearen Unfall sollte, ggf. unter Bezug auf die (zumindest in der /FwDV 9/1/) gegebene Möglichkeit der Überschreitung, so gehandhabt werden, dass ein Konflikt mit den für die Bevölkerung angewendeten Eingreifrichtwerten im aktuellen Fall vermieden wird. Dabei kann auch in Betracht gezogen werden, dass es sich bei Polizei und Feuerwehr um Erwachsene und in der Regel gesunde Personen handelt.

Zu den vorgenannten Vorschriften und den darin festgelegten Grenzwerten ist zu bemerken, dass ihre Anwendung für Ereignisse geringeren Umfangs, wie z.B. bei Unfällen in Radionuklidlabors oder bei Transportunfällen, vorgesehen ist, bei denen eine höhere Strahlenexposition der Einsatzkräfte, die keine beruflich strahlenexponierten Personen sind, i.a. nicht gerechtfertigt ist. Die genannten Vorschriften sehen daher höhere Dosen auch nur im Einzelfall beim Einsatz zur Rettung von Menschenleben vor und liegen unterhalb der Schwelle deterministischer Wirkungen. Das mit jeder Strahlenexposition verbundene Risiko einer Spätschädigung (stochastische Wirkungen) in diesem Dosisbereich ist bei der Rettung von Menschenleben zumutbar und übersteigt nicht das sonst übliche Ausmaß gesundheitlicher Risiken bei Unfall- und Katastropheneinsätzen.“

Tab. 5: In der Bundesrepublik Deutschland für Einsätze der Feuerwehr und der Polizei festgelegte Dosisgrenzwerte nach Einsatzaufgaben (nach [FEU 1992] und [POL 1992])

Einsatzaufgabe/ Grundlage	Dosisgrenzwert nach	
	FwDV 9/1 (Feuerwehr)	LF 450 (Polizei)
Absperrmaßnahmen	—	5 mSv pro Schadenereignis
Einsätze zum Schutz von Sachwerten	15 mSv pro Einsatz	15 mSv Die Dosis aus Absperrmaßnahmen und zum Schutz von Sachwerten ist auf höchstens 15 mSv pro Jahr zu beschränken.
Einsätze zur Abwehr einer Gefahr für Personen oder zur Verhinderung einer wesentlichen Schadensausweitung	100 mSv pro Einsatz	höchstens 100 mSv pro Jahr
Einsatz zur Rettung von Menschenleben	250 mSv pro Einsatz und Leben (auch ohne Beurteilung durch einen Sachverständigen, außer in Bereichen nach §§ 6, 7, 9 AtG)	250 mSv
Überschreitung der Höchstdosis beim Einsatz zur Rettung von Menschenleben	Eine Ganzkörperdosis von 250 mSv darf auf Entscheidung des Einsatzleiters nur überschritten werden, wenn dies nach Beurteilung durch einen Sachverständigen notwendig und vertretbar ist. Die betroffenen Einsatzkräfte sind auf die besondere Lage hinzuweisen.	—
Lebenszeitdosis	Im Laufe eines Lebens sollte eine Ganzkörperdosis von 250 mSv nicht überschritten werden. Die mittlere Ganzkörperdosis im Verlaufe mehrerer Jahre sollte 50 mSv/a nicht überschreiten.	Die Summe der ermittelten effektiven Dosen soll im Leben den Wert von 250 mSv nicht überschreiten.

Hinweis: Die Aussagen des LF 450 gelten explizit auch für Einsätze bei einem kerntechnischen Unfall.

In den Radiologischen Grundlagen werden für radiologische Notstandssituationen Maßnahmen, bei denen es zu außergewöhnlichen Strahlenexpositionen kommen kann, unterschieden, nach ihrer Bedeutung unterschieden und ein gestaffeltes System der Dosisbegrenzung als Voraussetzung einer Rechtfertigung empfohlen. Die SSK führt aus [SSK, 1998c]:

- bei Maßnahmen zur Verhinderung einer Schadensausweitung

„Maßnahmen zur Verhinderung einer erheblichen Freisetzung sind in der Regel gerechtfertigt. Trotzdem sollen die Einsatzkräfte keine Dosen oberhalb der Schwellenwerte für deterministische Wirkungen (ca. 1 Sv effektive Dosis bzw. 5 Sv Hautdosis) erhalten.“

- frühe Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung

„Typischerweise handelt es sich um den Einsatz bei verkehrslenkenden Maßnahmen oder beim Personentransport, z.B. bei einer Evakuierung. Die Durchführung solcher Aufgaben obliegt Angehörigen der Polizei, der Feuerwehr, der Rettungsdienste und zusätzlich herangezogenen Hilfskräften (z.B. Fahrer von Transportmitteln).

Solche Einsätze sind im allgemeinen gerechtfertigt, wenn bestimmte Körperdosen nicht überschritten werden. Möglicherweise ist eine grobe Optimierung durchführbar. Alle vernünftigen Anstrengungen sollten unternommen werden, um die Körperdosen der oben genannten Einsatzkräfte unter 100 mSv pro Jahr zu halten.

In der Regel werden die Einsatzkräfte aus der näheren Umgebung stammen. Im Rahmen der Notfallschutzplanung für die Anlage ist für den abzusehenden Personenkreis eine Grundeinweisung in die von ionisierender Strahlung ausgehenden Risiken, in Strahlenschutzpraktiken (zeitliche Limitierung der Exposition, Kontaminationsschutz u.ä.) und im Gebrauch von einfachen Messgeräten (Dosimeter, Dosisleistungsmessgeräte, Dosiswarner) vorzunehmen. Der Einsatzführer soll von Strahlenschutzsachverständigen beraten werden. Die Einsatzleitung trägt dafür Sorge, dass Hilfspersonal keiner Strahlenexposition ausgesetzt ist, die nicht gerechtfertigt ist.

Die Strahlenexposition der Einsatzkräfte ist zu überwachen und aufzuzeichnen, wobei vereinfachte Verfahren zulässig sind (z.B. Messung der Körperdosis mit Dosimeter nur bei einem Mitglied einer zusammengehörigen Gruppe, Abschätzung auf der Basis der gemessenen Ortsdosisleistungen und der zugehörigen Expositionszeiten). Nach dem Einsatz sind die abgeschätzten Körperdosen und die damit verbundenen Gesundheitsrisiken den Betroffenen bekannt zu geben und zu erläutern.“

- bei längerfristige Abhilfemaßnahmen

„Sobald die betroffene Anlage wieder unter Kontrolle gebracht ist, steht für Aufgaben wie

- Dekontamination der Anlage und der Umgebung,
- Reparaturen der Anlage und der Gebäude,
- Abfallbehandlung und -lagerung

in der Regel Zeit zur Verfügung. In einer solchen Situation ist die Strahlenexposition der mit solchen Arbeiten betrauten Einsatzkräfte steuerbar. Die Beschäftigten sind als beruflich strahlenexponierte Personen unter Anwendung der dafür gültigen Vorschriften der Strahlenschutzverordnung einzustufen.“

- Messaufgaben

„Bei einem kerntechnischen Unfall ist es zur Ermittlung der radiologischen Lage erforderlich, sowohl in der betroffenen Anlage als auch in der Umgebung Messungen vorzunehmen. Das kann zu einer Strahlenexposition des Personals der Messdienste führen.

Die Rechtfertigung dieser Strahlenexposition muss sich daran orientieren, in welchem Zusammenhang die Ergebnisse der Messung benötigt werden. So kann beispielsweise die Strahlenexposition von Einzelpersonen bei den zur Vorbereitung lebensrettender Maßnahmen notwendigen Messungen höher ausfallen als die entsprechende Strahlenexposition bei Messungen, die zur Entscheidung über längerfristige Abhilfemaßnahmen durchgeführt werden. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass die Strahlenexposition aufgrund der Durchführung einer Messaufgabe deutlich geringer sein muss als die Strahlenexposition, die aufgrund einer Unterlassung der Messung bei anderen Personen absehbar wäre. Die für die verschiedenen oben genannten Einsatzzwecke genannten oberen Grenzen gelten

daher in jedem Fall auch für die Messaufgaben, die zur Entscheidung darüber notwendig sind.

Bereits bei der Planung sind Überlegungen zur Optimierung anzustellen. Dabei ist zu prüfen, ob die zur Ermittlung der radiologischen Lage erforderlichen Messungen ohne oder mit geringer Strahlenexposition der Messdienste gewonnen werden können. Hierzu kommen beispielsweise ortsfeste Messstationen sowie im Bedarfsfall absetzbare Sonden mit Datenfernübertragung, ferngesteuerte Messfahrzeuge, Aerometrie (= Messungen vom Hubschrauber / Flugzeug) in Betracht. Für Fälle, bei denen auf den Einsatz von Messpersonal nicht verzichtet werden kann, sind Einsatzstrategien vorzubereiten, die helfen, die radiologische Lage mit möglichst geringer Strahlenexposition zu erfassen (Einsatz in besonders (durch Luftfilterung und Abschirmung) geschützten Messfahrzeugen, Ausrüstung mit Dosimetern und Dosiswarngeräten zur Selbstüberwachung, zeitliche Begrenzung des Einsatzes, lageabhängige Planung von Messfahrten, Festlegung von Umkehrdosen).“

Die Radiologischen Grundlagen weisen darauf hin, dass es bei Interventionen nach radiologischen Notstandssituationen zu erhöhten Expositionen besonderer Berufsgruppen kommen kann. Sie führen die Arbeitsfelder der Klärschlammbearbeitung und den Umgang mit industriellen Filteranlagen als Beispiele an. Für derartige besondere Berufsgruppen zeigen die Radiologischen Grundlagen jedoch die Grenzen der Vorab-Rechtfertigung auf, in dem sie feststellen:

„Angesichts der Vielzahl der möglichen Situationen können hierzu vorab keine Festlegungen getroffen werden, vielmehr ist in Kenntnis der tatsächlichen Umstände über die Rechtfertigung und die Optimierung solcher Tätigkeiten zu entscheiden.“

Die EU-Grundnormen und die StrlSchV sehen hier gleichermaßen eine Einzelfallprüfung zur Rechtfertigung als erforderlich an unter Beteiligung der Betroffenen, freiwillig arbeitenden Arbeitskräften, ihren Vertretern, dem ermächtigten Arzt, den ermächtigten arbeitsmedizinischen Diensten oder dem qualifizierten Sachverständigen. Bestimmte Personengruppen (Auszubildende, Studierende, schwangere und stillende Frauen) sind *a priori* vom Einsatz in derartigen Situationen, bei denen körperliche Kontaminationen auftreten können, ausgeschlossen.

5.3 Medizinische Anwendungen

5.3.1 Rechtfertigungsfelder

Aus der Beschreibung und Begründung des Verfahrens sollte sich eine Zuordnung zu einem oder mehreren Rechtfertigungsfeldern ableiten lassen.

1. Diagnostische Verfahren
 - a. Röntgendiagnostik
 - b. Nuklearmedizinische Diagnostik
 - i. In-vivo
 - ii. In-vitro
2. Therapeutische Verfahren
 - a. Interventionelle Radiologie
 - b. Nuklearmedizinische Therapie (einschließlich Planung und Nachsorge)
 - c. Strahlentherapie (einschließlich Planung und Nachsorge)
3. Medizinische Forschung
 - a. Forschung am Menschen
 - b. Forschung mit Tieren
 - c. Forschung am Tier
4. Verfahren zur Gesundheitsvorsorge
 - a. Individuelle Gesundheitsvorsorge
 - i. Screeningverfahren
 - ii. Kuren
 - b. Öffentliche Gesundheitsvorsorge
5. Anwendung radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung am Menschen im Rahmen der
 - a. Arbeitsmedizin
 - b. Versicherungsmedizin
 - c. Rechtsmedizin
 - d. Sportmedizin
6. Diagnostik und Therapie im Rahmen der Veterinärmedizin.

5.3.2 Kriterien des Rechtfertigungsprozesses bei medizinischen Anwendungen

5.3.2.1 Allgemeine Kriterien

In Anlehnung an ICRP 73 [ICRP 1996] kann davon ausgegangen werden, dass die Anwendung radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung in der Medizin als grundlegendes Verfahren gerechtfertigt ist. In einer zweiten Ebene sind die einzelnen Verfahren und Methoden zu rechtfertigen (generic justification), dies ist Gegenstand und Anliegen der vorliegenden Begründung. Im letzten Schritt muss dann die rechtfertigende Indikation zur Anwendung auf

einen individuellen Patienten durch einen Arzt mit der entsprechenden Fachkunde im Strahlenschutz gestellt werden.

Ziel des Rechtfertigungsprozesses in allen Rechtfertigungsfeldern aus 5.3.1 ist, nicht nur als Ergebnis „gerechtfertigt“ oder „nicht gerechtfertigt“ zu erhalten, sondern vielmehr die mit dem Einsatz der Methode oder des Verfahrens verbundenen Erfordernisse und Randbedingungen im Strahlenschutz zu identifizieren. Bei vielen medizinischen Verfahren sind zunächst die Patientengruppen zu identifizieren, für die eine Rechtfertigung besteht. Dies ist unabhängig von der Notwendigkeit, insbesondere bei diagnostischen und therapeutischen Verfahren im Rahmen der Heilkunde am Menschen, eine rechtfertigende Indikation zur Durchführung in jedem Einzelfall zu stellen.

Einschränkungen auf bestimmte Patientengruppen (z.B. Alter, Allgemeinzustand, Grund- und Begleiterkrankungen etc.) sind jeweils auch bei den alternativen Verfahren darzustellen und zu betrachten, da sich auch hieraus mögliche Rechtfertigungen oder Auflagen für ein Verfahren ergeben können.

Die Darstellung von positiven und negativen Konsequenzen umfasst

- das Individuum,
- die am Verfahren beteiligten Personen,
- das Umfeld und die Gesellschaft und
- die Umwelt.

Die einzelnen Faktoren sind unterschiedlich zu berücksichtigen und zu gewichten, z.B. sind bei Verfahren in der Tierheilkunde der Nutzen für das Tier, bei der Risikobetrachtung insbesondere die Gefährdung der beteiligten Personen und ggf. der Umwelt zu berücksichtigen.

Aus dem Rechtfertigungsprozess können Voraussetzungen zur Definition von Minimalanforderungen im Rahmen der Qualitätssicherung zielgerichtet abgeleitet oder bestimmt werden (z.B. notwendige Fachkunden und Kenntnisse der handelnden Personen, Voraussetzungen für Anwendungen an Kindern, technische Mindestanforderungen, Dosisbegrenzungen etc.).

Die European Commission führt in dem Annex I zur „Guidance on Diagnostic Reference Levels for Medical Exposures [EUR 1999]“ eine Reihe nuklearmedizinischer Untersuchungsmethoden auf, unter denen sich einige befinden, die nach heutigen Gesichtspunkten nicht mehr gerechtfertigt sind. Hierbei handelt es sich um folgende Anwendungen:

1. I-131-Orthoiodhippursäure (IOH) zur Bestimmung des effektiven renalen Plasmaflusses und der Renographie
2. I-125-Iodthalamat (IOT) und I-125-Orthoiodhippursäure zur Untersuchung der Nierenfunktion
3. I-125-Diäthylentriaminpentaessigsäure (DTPA) zur Untersuchung der Nierenfunktion
4. I-125-Fibrinogen zur Diagnose der tiefen Venenthrombose.

Begründung:

zu 1: Die SSK hat auf der 182. Sitzung am 04. - 06.12.2002 eine Stellungnahme zur „Anwendung von I-131 in der Nuklearmedizin“ verabschiedet [SSK 2002c], in der festgestellt wird, dass die allgemeine Verwendung von I-131 aus strahlenhygienischen Gründen nicht mehr gerechtfertigt sei. Dies treffe insbesondere auf I-131-Hippuran zur Nierenfunktionsdiagnostik zu, da dieses heute durch Tc-99m-MAG3 ersetzt werde. Bei der sehr seltenen Unverträglichkeit gegenüber MAG3

oder speziellen Fragestellungen solle anstelle von I-131- aus strahlenhygienischen Gründen I-123-Hippuran benutzt werden.

zu 2 und 3: Die gleichen Feststellungen treffen auf das unter strahlenhygienischen Aspekten im Vergleich zum I-131 (Halbwertszeit 8 Tage) noch ungünstigere I-125 (Halbwertszeit 60 Tage) zu. I-125-markierte Präparate zur Nierenfunktionsdiagnostik werden auf dem deutschen Markt heute nicht mehr angeboten.

zu 4: Die Diagnose der tiefen Venenthrombose mit I-125-Fibrinogen ist unter heutigen Gesichtspunkten als nicht mehr zeitgemäß zu betrachten. Das Messverfahren selbst ist störanfällig und unter strahlenhygienischen Gesichtspunkten nicht mehr gerechtfertigt. Für die Diagnostik der tiefen Venenthrombose werden heute andere bildgebende Methoden und Laboratoriumsverfahren bevorzugt (das Präparat ist heute auf dem deutschen Markt nicht mehr erhältlich).

In der Strahlentherapie ist die Brachytherapie mit Ra-224-Applikatoren nicht mehr gerechtfertigt, da sie durch Afterloading-Verfahren und Teletherapie ersetzt werden kann, die mit niedrigerer Strahlenexposition des beteiligten Personals durchgeführt werden können (Richtlinie Strahlenschutz in der Medizin [BMU 2002b]).

In diesem Zusammenhang ist auch die National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP) zu zitieren: NCRP Commentary No. 13 [NCRP 1995] (*An Introduction to Efficacy in Diagnostic Radiology and Nuclear Medicine (Justification of Medical Radiation Exposure)*)

“NCRP Commentary No. 13 discusses the concept of efficacy as it applies to the use of radiation in diagnostic radiology and nuclear medicine and describes the interrelationships of efficacy with cost-effectiveness and cost-benefit analysis, including consideration of potential radiation detriment, as well as with outcome research and technology assessment. Inherent in the decision to use radiation as a tool in diagnosis is the understanding that every radiation exposure needs to be justified. Since it is only through the development of medical decision-making concepts such as efficacy that decisions concerning justification can be made, the NCRP finds the evaluation of radiation exposure involved in a practice or procedure an essential part of evaluating efficacy. The Commentary presents a general hierarchical model to classify efficacy studies. This hierarchy extends from basic laws of physics, through clinical use, to more general patient outcome and societal issues. Discussion of this hierarchy is followed by a discussion of the applications of efficacy concepts to the assessment and emergence of a new technology. Next, the relations of outcome research, technology assessment, and efficacy are explored. The final section summarizes the logical relationships of efficacy levels and the use of imaging efficacy concepts in clinical decision making.”

Bei allen medizinischen Verfahren sollte sowohl im Rechtfertigungsprozess und insbesondere bei der Stellung der rechtfertigenden Indikation wirtschaftlichen Kriterien der geringste Stellenwert zugewiesen werden. Diese sollten der politischen Bewertung vorbehalten bleiben, da nur hier die notwendigen Ressourcen zur Verfügung gestellt werden können, um die Ergebnisse der Rechtfertigung ökonomisch umzusetzen.

5.3.2.2 Kriterien zu diagnostischen Verfahren am Menschen (in vivo-Verfahren)

Das Verfahren muss Aussagen ermöglichen, die im Zusammenhang mit einer zur Verfügung stehenden Therapie im Rahmen der Therapieplanung oder -kontrolle notwendig sind bzw. aufgrund derer eine Therapie abgelehnt oder zwischen verschiedenen Therapiemöglichkeiten ausgewählt werden kann.

Hinsichtlich des betroffenen Patienten sollten ausschließlich stochastische Strahlenwirkungen Risiko-bestimmend sein.

Beim Vergleich mit strahlungsfreien Alternativen ist zu überprüfen, bei welchen Voraussetzungen sich unterschiedliche Aussagen (z.B. durch die verwendeten Detektionsmethoden etc.) ergeben können, hieraus sind dann Vorgaben zur Rechtfertigung und damit auch zur Indikationsstellung abzuleiten.

Die mögliche Strahlenexposition des Personals ist in jedem Fall in den Rechtfertigungsprozess einzubeziehen. Hieraus können sich auch unterhalb der von der Strahlenschutzverordnung festgelegten Grenzwerte Vorgaben zur Optimierung (z.B. Tragen von entsprechender Schutzkleidung etc.) ergeben.

Auswirkungen auf die allgemeine Bevölkerung und die Umwelt müssen im Allgemeinen bei Verfahren der Nuklearmedizin in die Rechtfertigungsüberlegungen mit einbezogen werden. Auch hieraus kann sich eventuell eine Rechtfertigung nur unter bestimmten Auflagen ergeben (z.B. eine stationäre Durchführung der Diagnostik in Zentren, in denen eine Abklinganlage zur Verfügung steht (SSK-Empfehlung zur Notwendigkeit der stationären Durchführung der Ganzkörperszintigraphie mit I-131 beim Schilddrüsenkarzinom, verabschiedet in der 190. Sitzung am 22./23.4.2004 [SSK 2004b]), oder es könnte der Einsatz von Tl-201 in der Myocardiagnostik aufgrund der Verfügbarkeit von Tc-99m-Verbindungen mit geringerer Umwelttoxizität auf wenige Indikationen beschränkt werden).

5.3.2.3 Kriterien zu diagnostischen in vitro-Verfahren

Bei solchen Verfahren sind zum einen die Risiken für das betroffene Personal aus dem Umgang mit den radioaktiven Markierungsverfahren und dem Umgang ggf. toxischer Chemikalien der strahlungslosen Alternativen, zum anderen die möglichen Auswirkungen auf die Umwelt durch die Abgabe dieser Stoffe zu betrachten. Während die Entsorgung radioaktiver Stoffe durch die Strahlenschutzverordnung geregelt und gut messbar ist, werden die zum Radioimmunoassay (RIA) alternativen Lumineszenzmarker im Allgemeinen unkontrolliert dem Abwasser zugeführt.

5.3.2.4 Kriterien für die interventionelle Radiologie

Hierunter sollen alle Methoden verstanden werden, bei denen eine Therapie am Patienten durchgeführt wird, die Lokalisation des Ortes der Intervention mittels radiologischer, bildgebender Verfahren festgelegt, die Strahlung jedoch nicht als therapeutisches Agens verwendet wird.

Bei diesen Verfahren können beim Patienten neben stochastischen auch deterministische Strahlenrisiken zu betrachten sein. Diese sind gegenüber den Risiken aus der bestehenden Erkrankung und den möglichen Alternativverfahren (z.B. OP etc.) abzuwägen.

Eine besondere Bedeutung kommt der Betrachtung des Risikos für das Personal zu, das am Ort der Intervention anwesend sein muss. Hieraus und aus der Strahlenexposition des Patienten ergeben sich weitgehende Anforderungen an die Optimierung und Qualitätssicherung.

5.3.2.5 Kriterien für die nuklearmedizinische Therapie

Nuklearmedizinische Therapiemethoden beinhalten ein breites Spektrum von Grunderkrankungen des Patienten. Dieses reicht von gutartigen rheumatischen Beschwerden, Schmerztherapien, intravasaler Therapie über funktionelle Erkrankungen der Schilddrüse bis zur Therapie von Karzinomen und deren Metastasen bzw. deren Folgen. Der Rechtfertigungs-

prozess muss dieses breite Risikospektrum beim Patienten differenziert betrachten und berücksichtigen. Häufig sind adäquate Alternativverfahren nicht vorhanden.

Eine besondere Bedeutung kommt auch hier der Betrachtung des Risikos für das Personal zu. Hieraus und aus der Strahlenexposition des Patienten ergeben sich weitgehende Anforderungen an die Optimierung und Qualitätssicherung. Eine individuelle prätherapeutische Dosisplanung und damit eine individuelle Risikoabschätzung sollte, wo möglich und sinnvoll, zwingend durchgeführt werden. Nicht nur aus Umweltschutzgründen ist im Rechtfertigungsprozess die Frage zu betrachten, unter welchen Einschränkungen eine Therapie durchgeführt werden kann (z.B. Beschränkung auf Expertenzentren, Institutionen mit Abklinganlagen, Beschränkung des Risikos für Patient, Personal oder Umwelt etc.). Bei der Betrachtung des Risikos für die Umwelt sollten zwar Personengruppen identifiziert werden, deren Exposition besonders hoch sein könnte, es ist aber auch die besondere Situation und der Nutzen des Patienten durch die Therapie angemessen zu berücksichtigen.

5.3.2.6 Kriterien für die Strahlentherapie (Teletherapie, Brachytherapie)

Zum überwiegenden Teil tragen die Patienten aufgrund der bestehenden Grunderkrankung ein hohes Risiko. Dies kann für den Patienten sowohl die Akzeptanz von hohen stochastischen als auch von deterministischen Risiken in der Rechtfertigung eines Verfahrens zur Folge haben. Technische Entwicklungen und bauliche Möglichkeiten, die keine oder nur geringe Strahlenexpositionen des Personals zur Folge haben, sind zu bevorzugen.

In den Rechtfertigungsprozess sind alle mit der Planung, Durchführung und Nachsorge eines Verfahrens verbundenen Strahlenexpositionen von Patient und Personal zu berücksichtigen. Dies insbesondere vor dem Hintergrund, dass zur Planungsoptimierung der Therapie immer mehr Daten aus primär diagnostischen, bildgebenden Verfahren in den Therapieablauf einbezogen werden, die mit Hilfe von ionisierender Strahlung und radioaktiven Stoffen gewonnen werden. Auf der Basis des hohen Risikos durch die Grunderkrankung besteht die Tendenz, in Vorbereitung und in der Nachsorge der Therapie zu häufig und ohne Forderung nach minimaler Strahlenexposition einzuhalten, radiologische Verfahren einzusetzen. Dies kann zu einer unnötigen Strahlenexposition für Patient, Personal und ggf. helfende Personen führen.

Umweltprobleme sind im Bereich der Strahlentherapie am ehesten beim Einsatz umschlossener radioaktiver Quellen und bei deren Entsorgung zu betrachten.

5.3.2.7 Kriterien für die medizinische Forschung

Im Rahmen der medizinischen Forschung mit ionisierender Strahlung und radioaktiven Stoffen sind drei Klassen zu betrachten:

- Forschung am Menschen,
- Forschung am Tier,
- Forschung mit Tieren.

Für die Forschung sind bereits Rechtfertigungsverfahren entwickelt und hinsichtlich der Strahlenschutzaspekte in der RöV und StrlSchV festgelegt. Die Forschung nimmt eine Sonderstellung ein, da sie häufig erst die Grundlagen zur Entscheidung über die Rechtfertigung von Methoden zu liefern hat. Unabhängig davon sind neben den Risiken für den Probanden bei der Rechtfertigung von Forschungsinhalten stets die Risiken für Probanden, Personal und Umwelt zu betrachten und abzuwägen, ob der zu erwartende Erkenntnisgewinn in einem entsprechenden Verhältnis zu den möglichen Risiken steht. Strahlenschutzüberlegungen sollten

über der Frage der Finanzierung von Forschung stehen. Alleine die Verfügbarkeit von Mitteln sollte Forschung mit ionisierender Strahlung und radioaktiven Stoffen nicht rechtfertigen.

5.3.2.8 Kriterien für Verfahren zur Gesundheitsvorsorge

Bei Screeningverfahren und Kuren mit ionisierender Strahlung ist die Abschätzung von Nutzen und Risiko besonders schwierig und häufig mit Annahmen verbunden. Daher sollten solche Verfahren häufiger hinsichtlich des Fortbestehens der Rechtfertigungsgründe überprüft werden. Der Rechtfertigungsprozess sollte feste Einschlusskriterien liefern. Eine Untersuchung ohne rechtfertigende Indikation auf Wunsch des Patienten (zum wirtschaftlichen Vorteil des Arztes) stellt kein Screening dar und ist nicht gerechtfertigt. Ein Kurverfahren ist ebenfalls nur dann gerechtfertigt, wenn der Nutzen für den Patienten nachgewiesen oder zumindest wahrscheinlich ist und ohne den Einsatz der ionisierenden Strahlung nicht erzielbar wäre. In das Rechtfertigungsverfahren müssen auch Risiken einbezogen werden, die nur mittelbar mit dem Ablauf des Verfahrens verbunden sind (z.B. Selbstmord von Patientinnen beim Mammakarzinom-Screening in der Phase vor der endgültigen Klärung eines Verdachts).

Besondere Beachtung sollte auch der Strahlenexposition des Personals gewidmet werden, da hier zwar nur kleine Dosen auftreten können, die Zahl der Untersuchungen aber sehr hoch sein kann. Die Rechtfertigung von Kurverfahren kann ebenfalls entscheidend von der Frage des Risikos des Personals, z.B. in einem Stollen mit erhöhter Ra-222-Konzentration, abhängen.

Bei Fragen der öffentlichen Gesundheitsvorsorge bestehen ähnliche Probleme bei der Rechtfertigung wie bei Kuren. Allerdings sind hiervon häufig kleine Personengruppen direkt betroffen. Weiterhin können z.B. auch bilaterale Probleme und unterschiedliche Rechtfertigungsergebnisse auftreten. Es ist z.B. zumindest fraglich, ob Röntgenuntersuchungen an Auswanderern in Deutschland durchgeführt werden sollen, nur weil das Einreiseland zur Antragstellung pauschal eine Röntgenuntersuchung fordert und dies durch einen fragwürdigen Nutzen für die eigene Bevölkerung rechtfertigt. Bei bestehender Rechtfertigung sind in jedem Fall genaue gesetzliche Regelungen notwendig, welche die Ergebnisse des vorangegangenen Rechtfertigungsprozesses widerspiegeln.

5.3.2.9 Kriterien zur Rechtfertigung von Anwendungen im Rahmen von Arbeitsmedizin, Versicherungsmedizin, Rechtsmedizin und Sportmedizin

Diese Anwendungen sind in der Regel nicht als gerechtfertigt anzusehen, da der Nutzen häufig nicht darstellbar oder mit anderen Mitteln erreichbar ist. Die Rechte und Interessen der einzelnen Person sind höher einzuschätzen als wirtschaftliche Risikoerwägungen eines Arbeitgebers oder einer Versicherung. Untersuchungen sind nur dann gerechtfertigt, wenn eine rechtfertigende Indikation im Sinne der Verfahren gestellt werden kann, die nach 5.3.2.2 gerechtfertigt wurden. Im Fall der rechtsmedizinischen Anwendung wird dabei die rechtfertigende Indikation zur Anwendung eines gerechtfertigten Verfahrens durch die richterliche Entscheidung ersetzt. Im Bereich der Sportmedizin ist der Einsatz von ionisierender Strahlung nur dann gerechtfertigt, wenn dadurch eine mögliche Gesundheitsgefährdung festgestellt oder vermieden werden kann. Das Erreichen oder die Kontrolle von Trainingszielen durch den Einsatz von Methoden mit ionisierender Strahlung oder radioaktiven Stoffen ist nicht gerechtfertigt.

5.3.2.10 Kriterien bei Diagnostik und Therapie im Rahmen der Veterinärmedizin

Bei Anwendungen im Rahmen der Veterinärmedizin sind Nutzen und Risiko für das Tier und der sich aus der Existenz des Tieres ergebende Nutzen gegenüber den Risiken für das am Verfahren beteiligte Personal, die Umwelt und eventuell bestimmte Gruppen der allgemeinen

Bevölkerung abzuwägen. Häufig werden am Menschen gerechtfertigte und praktizierte Verfahren auf die Anwendung in der Tierheilkunde übertragen. Auch in diesen Fällen ist ein Rechtfertigungsprozess für die Anwendbarkeit in der Veterinärmedizin notwendig, da sich zwangsläufig andere Randbedingungen, Schutzziele und Optimierungskriterien ergeben als bei der Anwendung am Menschen. Ein für die Anwendung am Menschen gerechtfertigtes Verfahren ist damit nicht zwangsläufig auch für die Anwendung am Tier gerechtfertigt.

5.4 Arbeiten

5.4.1 Rechtfertigungsfelder

Arbeiten sind planbare menschliche Handlungen, bei denen es ohne die zielgerichtete Anwendung von Radioaktivität und ionisierender Strahlung aufgrund natürlicher Radioaktivität und durch die kosmische Strahlung zu erhöhten Strahlenexpositionen kommen kann.

Die Allgegenwart natürlicher Radioaktivität und ionisierender Strahlung ist bei allen menschlichen Handlungen unvermeidlich. Dabei ist eine große Variabilität der resultierenden Strahlenexpositionen charakteristisch für unsere Welt. Abhängig vom Ort, an dem die Handlung ausgeführt wird, können beträchtliche Unterschiede auftreten. Dies gilt ohne menschlichen Eingriff sowohl geographisch im Hinblick auf den Ort (geochemische Anomalien mit erhöhter Aktivität) als auch bezogen auf die Höhe über dem Meere (Höhenabhängigkeit der Intensität der kosmischen Strahlung), wo die Handlung ausgeübt wird.

Durch menschliche Verhaltensweisen, durch die Nutzung bestimmter Rohstoffe und durch technische Prozesse können die Strahlenexpositionen der Beschäftigten und der Bevölkerung zusätzlich erhöht werden. Die Rechtfertigungsfelder bei Arbeiten sind vielfältig:

- Bei der Luft- und Raumfahrt kommt es zu erhöhten Expositionen durch die kosmische Strahlung, die im Falle der Raumfahrt sogar deterministische Effekte bewirken können.
- Die Verwendung bestimmter Rohstoffe mit hohen Konzentrationen natürlicher Radionuklide, z.B. Zirkon- oder Monazitsand, aber auch Mineraldünger, können Ursachen erhöhter Expositionen der Beschäftigten sein.
- Durch technische Prozesse kann es in der Rohstoff-verarbeitenden Industrie auch aus Rohmaterialien mit normalen Konzentrationen natürlicher Radionuklide zu Anreicherungen von natürlichen Radionukliden kommen. Dabei können Rückstände, Abfälle und Ableitungen in die Umwelt entstehen, die zu erhöhten Strahlenexpositionen der Beschäftigten und der allgemeinen Bevölkerung führen können.
- Durch Bergbau und dabei speziell durch Ablagerung von Materialien erhöhter natürlicher Radioaktivität auf Bergehalden können erhöhte Expositionen der Beschäftigten und der Bevölkerung bewirkt werden.
- Die bewusste Nutzung von Uran- oder Thorium-haltigen Materialien für technische und wissenschaftliche Zwecke, ohne die Eigenschaft der Radioaktivität zu nutzen.
- Durch Arbeitsweisen, z.B. in abgeschlossenen Räumen, kann es zu Konzentrationen von Radon kommen (Wasserwerke, Bergwerke), die zu hohen Strahlenexpositionen führen.

5.4.2 Regelungen für Arbeiten

Die Strahlenschutzverordnung fordert die Notwendigkeit der Rechtfertigung für Tätigkeiten, nicht aber für Arbeiten. In § 4 (1) heißt es:

„Neue Arten von Tätigkeiten, die unter § 2 Abs. 1 Nr. 1 fallen würden, mit denen Strahlenexpositionen oder Kontaminationen von Mensch und Umwelt verbunden sein können, müssen unter Abwägung ihres wirtschaftlichen, sozialen oder sonstigen Nutzens gegenüber der möglicherweise von ihnen ausgehenden gesundheitlichen Beeinträchtigung gerechtfertigt sein. Die Rechtfertigung bestehender Arten von Tätigkeiten kann im Rahmen der §§ 17 und 19 des Atomgesetzes überprüft werden, sobald wesentliche neue Erkenntnisse über den Nutzen oder die Auswirkungen der Tätigkeit vorliegen.“

Strahlenexpositionen treten jedoch sowohl bei Tätigkeiten als auch bei Arbeiten auf. Die EURATOM-Grundnormen haben erstmalig im gesetzlichen Regelwerk auch Strahlenexpositionen durch Arbeiten in das System des Strahlenschutzes mit einbezogen. Die Notwendigkeit einer Rechtfertigung wird jedoch nur für Tätigkeiten und bei Interventionen festgelegt.

Die StrlSchV hat die Vorgaben der EURATOM-Grundnormen umgesetzt und neben Tätigkeiten auch Arbeiten in das Regelwerk übernommen. Die Tatsache, dass die Notwendigkeit einer Rechtfertigung nicht auf Arbeiten angewendet wird, die mit erheblich erhöhten Strahlenexpositionen einhergehen, ist ein logischer Bruch im Strahlenschutzregelwerk Deutschlands und der EU.

Im Rahmen der Vorbereitung der Novellierung des StrVG hat das BMU im Begründungspapier Altlasten zum StrVG (Entwurf vom 21.3.2005) ausgeführt:

„Der Schutz des Menschen und der Umwelt vor Strahlenexpositionen durch natürlich vorkommende Radionuklide wurde in den Strahlenschutzkonzepten der Vergangenheit nicht in allen Fällen oder nur nachrangig berücksichtigt. In erster Linie galt es, den Strahlenschutz im Bereich der Nutzung der Kernenergie und bei anderen Anwendungen und Verwendungen künstlicher Radionuklide sicherzustellen. Regelungen für erhöhte natürliche Radioaktivität folgten – soweit vorhanden – Maßstäben, die nach dem heutigen Stand des Strahlenschutzes als unzureichend beurteilt werden müssen.“

Nach Einschätzung der SSK sollte das Grundprinzip der Rechtfertigung auf alle planbaren menschlichen Aktivitäten, die mit erheblich erhöhten Strahlenexpositionen einhergehen, ausgeweitet werden. Dies erfordert eine erhebliche Ausweitung der Strahlenschutzregelungen und macht die Einführung eines wohl definierten Verfahrens zur Rechtfertigung besonders notwendig.

Für Arbeiten ähnelt das System des Strahlenschutzes dem in Abbildung 2 für Tätigkeiten dargestellten, unterscheidet sich von diesem jedoch in wesentlichen Einzelheiten. Alle Tätigkeiten, die nicht ausgeschlossen sind, liegen im Geltungsbereich der StrlSchV, auch dann, wenn für sie über Ausnahmen von der Kontrolle abgesehen wird. Arbeiten oder Rückstände von Arbeiten liegen nur im Geltungsbereich der StrlSchV, wenn sie in den entsprechenden Positivlisten der StrlSchV enthalten sind. Für derartige Rückstände gibt es aber in Analogie zur Freigabe die Entlassung aus der Überwachung. Lediglich § 102 gibt Regelungen für behördliches Handeln in Fällen, in denen durch Materialien und Arbeiten, die nicht in den Positivlisten genannt sind und bei denen es zu erheblich erhöhten Strahlenexpositionen der Bevölkerung kommen kann.

Auch die Tatsache, dass die StrlSchV für erhöhte Strahlenexpositionen aus Arbeiten lediglich einen Richtwert von 1 mSv im Kalenderjahr für die allgemeine Bevölkerung, für Tätigkeiten aber einen Grenzwert von 1 mSv im Kalenderjahr vorsieht, zeigt die besondere Problematik, dass der bei Tätigkeiten mögliche Grad von Begrenzung und Optimierung bei Arbeiten nur schwer oder gar nicht erreicht werden kann. Dies ist auch bei Abwägungen zur Rechtfertigung von Arbeiten zu berücksichtigen.

De minimis-Ansätze helfen im Bereich der Arbeiten nicht weiter, da die absolute Höhe der natürlichen Strahlenexposition die *de minimis*-Werte bei Tätigkeiten mindestens um zwei Zehnerpotenzen übersteigen und die natürliche Variabilität der Umweltradioaktivität und der dadurch verursachten Strahlenexpositionen der Bevölkerung um mehrere Zehnerpotenzen größer als diese *de minimis*-Werte sind.

5.4.3 Kriterien für Arbeiten

Bei Arbeiten werden Radioaktivität und Strahlung nicht zielgerichtet genutzt; es kann aber durch natürliche Radionuklide und Strahlung zu erhöhten Expositionen kommen. Es besteht keine Genehmigungspflicht. Die Strahlenquellen sind nur in Einzelfällen kontrollierbar. Die Kontrollierbarkeit der Strahlenexposition der Beschäftigten ist nur in Ausnahmefällen möglich. Es kann zu unkontrollierten Akkumulationen der Strahlenexposition der Bevölkerung kommen. Maßnahmen zur Verringerung der Expositionen sind ebenfalls nur in Ausnahmefällen zu ergreifen.

Während tätigkeits- oder quellenbezogene Strahlenexpositionen der allgemeinen Bevölkerung in ihrer Häufigkeit limitiert und durch die Berücksichtigung der Vorbelastung bei der Genehmigungserteilung begrenzt sind, muss das bei Arbeiten nicht unbedingt der Fall sein, da Arbeiten flächendeckend in den verschiedensten Formen ausgeführt werden können.

Das gesetzliche Regelwerk enthält für Arbeiten geringere Anforderungen als für Tätigkeiten. Insbesondere werden Arbeiten nicht mit Grenzwerten der Strahlenexposition, sondern lediglich mit Richtwerten belegt. Dabei sollten die Strahlenexpositionen so begrenzt sein, dass auch Beschäftigte keine beruflich strahlenexponierten Personen sind.

Bei Arbeiten kann, mit Ausnahme der Raumfahrt, generell davon ausgegangen werden, dass deterministische Schäden nicht auftreten. Damit ist bereits ein geringeres Rechtfertigungsniveau als bei vielen Tätigkeiten vertretbar. Die StrlSchV hat dies auch durch eine Umkehrung ihrer Systematik im Falle von Arbeiten berücksichtigt. Während Tätigkeiten *a priori* im System des Strahlenschutzes genehmigungspflichtig und überwachungsbedürftig sind, es sei denn, sie sind ausgeschlossen oder ausgenommen, sind Arbeiten nur über eine Positivliste von Anwendungen als strahlenschutzrechtlich relevant eingestuft. Lediglich aus § 102 StrlSchV lässt sich eine allgemeine Pflicht zur Berücksichtigung erhöhter Strahlenexpositionen aller Arbeiten ableiten.

Generell kann nach Einschätzung der SSK davon ausgegangen werden, dass zur Rechtfertigung von Arbeiten ein niedriges Rechtfertigungsniveau erforderlich sein sollte. Dies kann z.B. durch den generischen Ausschluss von Arbeitsfeldern aus dem Regelwerk erleichtert werden. In diesem Zusammenhang steht die internationale Präzisierung der Festlegungen der IAEA Basic Safety Standards zum Ausschluss der „*natürlichen Vorkommen von Radionukliden in den meisten Rohmaterialien*“ aus [IAEA 1996]. Diese würde die Rechtfertigung von Arbeiten wesentlich erleichtern.

Der Angleichung von Regelungen des Strahlenschutzes bei Tätigkeiten und Arbeiten misst die SSK eine hohe Bedeutung zu. Sie sieht aber auch die damit verbundenen Schwierigkeiten. Trotz dieser Schwierigkeiten hält die SSK auch eine Rechtfertigung von Arbeiten für erforderlich, wenn mit ihnen Strahlenexpositionen verbunden sind.

6 Allgemeine Kriterien und Bewertung

Rechtfertigung ist das Bemühen, eine Handlung mit möglichen Auswirkungen einsichtig zu begründen. Im Strahlenschutz ist Rechtfertigung die Begründung von menschlichen Handlungen, die eine Strahlenexposition von Mensch und Umwelt beeinflussen, auf der Grundlage wissenschaftlich-technischer Beurteilungen und gesellschaftlicher Gegebenheiten.

- Der Gebrauch der Begriffe „Begründung“ und „gesellschaftliche Gegebenheiten“ implizieren für die Rechtfertigung eine gewisse Beliebigkeit.
- Da auch die wissenschaftlich-technische Bewertung mangels allgemeingültiger Maßstäbe nicht eindeutig sein kann, bedingt dies ebenfalls eine Nicht-Eindeutigkeit der Rechtfertigung.
- Die gesellschaftliche Bewertung bedingt durch den aktuellen Stand gesellschaftlicher Gegebenheiten eine mangelnde Eindeutigkeit der Rechtfertigung.

Die SSK kann daher nur Kriterien aufzeigen und empfehlen, die in jedem Fall in Betracht gezogen werden sollten. Lediglich die Reputation der SSK macht die Empfehlung von Kriterien relevant. Eine einsichtige bzw. plausible Begründung ist erforderlich auf der Grundlage wissenschaftlich-technischer Beurteilungen und gesellschaftlicher Gegebenheiten in den Bereichen Tätigkeiten, Arbeiten, medizinische Anwendungen und Interventionen. Eine zu rechtfertigende Handlung muss mehr Nutzen als Schaden bewirken. Eine menschliche Handlung ist dann als gerechtfertigt anzusehen, wenn in dieser komplexen Abwägung Nutzen, Chancen und Vorteile gegenüber Schaden, Risiken und Nachteilen überwiegen.

Die SSK hat in dieser Empfehlung die allgemeinen und grundlegenden Kriterien für eine Rechtfertigung aufgestellt,

- dass sie in einem strukturierten Verfahren erfolgt, das demokratisch legitimiert ist;
- dass das Verfahren rechtlich überprüfbar ist;
- dass im Verfahren alle negativen und positiven Aspekte, auch eventueller strahlungsfreier Alternativen, vollständig berücksichtigt werden.

Die SSK sieht, dass im Verfahren der Rechtfertigung ganz unterschiedliche Aspekte betrachtet werden müssen:

- Nutzen und Schaden, Chancen und Risiken, Vorteile und Nachteile,
- Alternativen ohne Strahlung,
- Stand von Wissenschaft und Technik,
- Dosis und das damit verbundene Risiko für den Einzelnen,
- Dosis und das damit verbundene Risiko für die Allgemeinheit,
- Folgen für die Gesellschaft,
- Folgen für die Umwelt,
- ökonomische und soziale Faktoren,
- ethische, kulturelle und religiöse Aspekte,
- Meinungen interessierter gesellschaftlicher Gruppen,
- Auswirkungen auf das Rechtssystem,
- politische Auswirkungen.

Dies alles gilt unter dem Grundsatz, dass nach Einschätzung der SSK alle menschlichen Handlungen, die eine Strahlenexposition von Mensch und Umwelt zur Folge haben, grundsätzlich der Rechtfertigung bedürfen und dass für eine Rechtfertigung die Vorteile die Nachteile überwiegen, der Nutzen größer als der Schaden und die Chancen höher als die Risiken sein sollten.

Die SSK empfiehlt einen zweistufigen Prozess der Rechtfertigung:

- eine wissenschaftlich-technische Bewertung durch die SSK,
- eine abschließende Bewertung nach gesellschaftlicher Diskussion durch die Legislative oder – auf der Grundlage bestehender rechtlicher Regelungen – durch die Exekutive.
- Für die Bewertung der verschiedenen Aspekte einer Rechtfertigung ist es sinnvoll, menschliche Handlungen, die mit einer Strahlenexposition von Mensch und Umwelt verbunden sein können und daher rechtfertigungsbedürftig sind, danach zu unterscheiden, ob
- sie genehmigungspflichtig oder genehmigungsfrei im Rahmen des gesetzlichen Regelwerkes (EU-Grundnormen, EU-Richtlinie 97/43/EURATOM, AtG, StrlSchV, RöV) sind,
- deterministische Effekte ausgeschlossen werden können oder nicht,
- die Strahlenquellen und die Strahlenexpositionen kontrollierbar oder nicht kontrollierbar sind,
- es zu unkontrollierten Dosisakkumulationen kommen kann oder nicht,
- eine Überwachung möglich ist und effektiv sein kann oder nicht.

Es ist im Hinblick auf die gesundheitlichen Effekte ionisierender Strahlung in Bezug auf die Risiken (als Produkt von Schadensumfang und Eintrittswahrscheinlichkeit) zu unterscheiden, ob die Möglichkeit deterministischer Schäden ausgeschlossen werden kann oder nicht.

Hier wird von dem Grundsatz ausgegangen, dass bei Tätigkeiten deterministische Schäden im geplanten, normalen Betrieb mit Sicherheit auszuschließen sind. Das kann durch Begrenzung der Aktivität oder Intensität der Strahlenquelle erfolgen oder durch technische oder organisatorische Maßnahmen, z.B. sicheren Einschluss, erreicht werden.

Es wird des Weiteren bei Tätigkeiten von dem Grundsatz ausgegangen, dass bei Unfällen eine Minimierung (möglichst ein Ausschluss) von deterministischen Schäden durch Minimierung der Unfalleintrittswahrscheinlichkeiten oder durch Maßnahmen des Notfall- und Katastrophenschutzes im Ereignisfall erfolgt.

Deterministische Schäden können generell bei Arbeiten ausgeschlossen werden. Bei Tätigkeiten, medizinischen Anwendungen und Interventionen können deterministische Schäden generisch ausgeschlossen werden, wenn die Aktivität, die Intensität der Strahlenquelle und die potentiellen Expositionen inhärent begrenzt sind.

Medizinische Anwendungen sind dem Grundsatz nach so zu planen und durchzuführen, dass deterministische Schäden auszuschließen sind. Deterministische Schäden können bei medizinischen Anwendungen jedoch als Nebenwirkungen und als Folgen von Unfällen, Störfällen und Fehlverhalten des Personals auftreten.

Rechtfertigung ist die plausible Abwägung von Nutzen, Chancen, Vorteilen gegen Schaden, Risiken und Nachteile und kann auf unterschiedlichem Rechtfertigungsniveau erfolgen. Ein Rechtfertigungsniveau wird charakterisiert durch den geforderten Grad der Plausibilität, das Ausmaß des Überwiegens von Nutzen, Chancen, Vorteilen gegenüber Schaden, Risiken und Nachteilen oder der Bedeutung der Handlung für den Einzelnen und die Gesellschaft im Vergleich zu den Konsequenzen ihrer Unterlassung.

Bei geringem Risiko für die Gesellschaft, die Beschäftigten und das Individuum ist ein geringes Rechtfertigungsniveau erforderlich. Bei hohem Risiko für die Gesellschaft, die Beschäftigten oder das Individuum ist ein hohes Rechtfertigungsniveau erforderlich.

Wenn die Möglichkeit deterministischer Schäden nicht ausgeschlossen werden kann, muss das Risiko im Rahmen der Risikomatrix sowohl für individuelle als auch gesellschaftliche Risiken betrachtet werden. Höhere Risiken verlangen höhere Rechtfertigungsniveaus. Dies gilt jedoch nur bei Tätigkeiten, da nur bei diesen u.U. von der Möglichkeit deterministischer Schäden ausgegangen werden muss.

Ein geringeres Rechtfertigungsniveau ist erforderlich, wenn deterministische Schäden ausgeschlossen werden können. Allerdings ist die Anzahl der von Nutzen, Chancen und Vorteilen bzw. Schaden, Risiken und Nachteilen Betroffenen zu berücksichtigen.

Ein geringeres Rechtfertigungsniveau ist erforderlich, wenn Nutzen und Schaden die gleiche Person oder Gruppe betrifft; ein höheres Rechtfertigungsniveau ist erforderlich, wenn die Betroffenen von Nutzen und Schaden unterschiedlich sind. Dies ist für Betreiber, Beschäftigte, Einzelpersonen der Bevölkerung und die Gesellschaft separat zu betrachten.

Für eine Gesellschaft kann die Beurteilung einer Tätigkeit oder eines Verfahrens im Hinblick auf eine Rechtfertigung nicht alleine an der potentiellen Strahlenexposition des Individuums und des damit verbundenen potentiellen individuellen Schadens oder Risikos festgemacht werden. Für eine gesamtgesellschaftliche Beurteilung im Hinblick auf eine Rechtfertigung müssen Nutzen und Schaden in allen relevanten Bereichen berücksichtigt werden. Was dabei unter Nutzen und Schaden verstanden werden kann, ist in Kapitel 4.1 näher dargelegt. So können z.B. „Nutzen“ Ressourcenschonung und/oder Sicherheit im Flugverkehr, „Schaden“ deterministische und stochastische Strahlenschäden und/oder Verlust des Arbeitsplatzes sein.

In einer Abhandlung über „Richterliches Handeln und technisches Risiko“ haben sich Buiren et al. [Buiren 1982] mit den damit zusammenhängenden Bewertungsmaßstäben befasst. In Anlehnung an diese Ausführungen könnten Nutzen und Schaden in Diagrammen mit „Isolinien der Rechtfertigung“ quantifiziert werden, um als Grundlage für eine Diskussion der Rechtfertigung zu dienen. Die folgenden Darstellungen gehen davon aus, dass zwischen dem Nutzen durch die ionisierende Strahlung und dem durch die Strahlung verursachten Schaden grundsätzlich ein funktionaler Zusammenhang besteht. Dieses wird in den Abbildungen 4 - 7 diskutiert.

Damit wird die Konzeption einer Grenze zwischen zwei Bereichen eingeführt. Im einen Fall ist der Schaden so gering, dass man den Bürgern das Risiko des Eintritts zumuten kann. Im anderen Fall wird der Schaden als so gravierend empfunden, dass Vorsorge dafür getroffen werden muss, dass entweder die Gefahr des Auftretens des Schadensumfangs ursächlich verringert wird oder die schädlichen Folgen gemildert werden.

Dieser Entscheidungsprozess lässt sich leicht anhand von Abbildung 4 verdeutlichen. Der Gesetzgeber hat im Einzelfall zu entscheiden, welche Rechtfertigung er als sozial tragbar akzeptiert und welche nicht. Entscheidet er sich beispielsweise für R_4 als die „richtige“ Grenzlinie, dann handelt es sich für alle Rechtfertigungspunkte oberhalb dieser Kurve (vgl. Abbildung 5, Punkt Z, punktierte Fläche) um „erlaubte“ Rechtfertigung.

Die in Abbildung 4 eingetragenen Kurven R_1 bis R_5 – ihre Form ist willkürlich gewählt – stellen Isolinien dar: Alle Punkte auf einer Linie symbolisieren ein identisches zumutbares Rechtfertigungsniveau für einen Schaden bei vorgegebenem Nutzen. Oberhalb liegende Kurven bedeuten ein niedrigeres, unterhalb liegende Kurven ein höheres erforderliches Rechtfertigungsniveau für einen Schaden.

Man muss sich darüber im Klaren sein, dass man auch durch einen sehr hohen tolerierbaren Schaden den Nutzen nicht beliebig erhöhen kann. So wird es z.B. auch bei der Verwendung von sehr hoch auflösenden Personenscannern an Flughäfen unter Duldung einer hohen Exposition vieler Personen trotzdem Lücken im Überwachungssystem geben.

Die Grenzlinienbestimmung ist sehr schwierig. Man kann versuchen, das Problem dadurch zu vereinfachen, dass man den Gefahrenbegriff faktisch auf die Dimension „Maximaler Nutzen“ bzw. auf die Dimension „Maximaler Schaden“ reduziert. Die Folgen lassen sich anhand der Abbildungen 6 und 7 zeigen.

Führt man eine Obergrenze für den Nutzen ein („Vermeidung einer Katastrophe nationalen Ausmaßes“), verkleinert man den Gefahrenbereich für einen zumutbaren Strahlenschaden auf die in Abbildung 6 schraffierte Fläche. Andererseits verkleinert man den sozial adäquaten Bereich notwendiger Schadensbegrenzung auf die in Abbildung 7 schraffierte Fläche durch die Einführung einer zumutbaren Grenze für einen tolerierbaren Strahlenschaden.

Mit diesen Verfahrensweisen kann man, ausgehend von identischen Rechtsgrundsätzen, unterschiedliche akzeptable Rechtfertigungsbereiche erzeugen. Der Unterschied zwischen den beiden Ansätzen ist nicht grundsätzlicher Natur, sondern entspricht lediglich der Unterschiedlichkeit der Reduktionsprozesse. Die rechtliche Problematik liegt im Grunde also in dem – konzeptionell sicher vernünftigen – funktionalen Zusammenhang zwischen zwei Einzelgrößen. Offene Frage: Sind diese beiden Einzelgrößen wissenschaftlich zu quantifizieren bzw. im Hinblick auf die „erforderliche Vorsorge“ zu begründen?

Das Konzept der Reduktion auf den maximal tolerierbaren Schaden ist wahrscheinlich leichter durchzusetzen, weil dieses quantitativ leichter zu handhaben ist als der maximale Nutzen. Bei der Reduktion auf den maximalen Nutzen muss der „Staat“ bekennen und rechtfertigen, welche Schäden und gegebenenfalls Opfer auf Seiten seiner Bürger er hinzunehmen bereit ist.

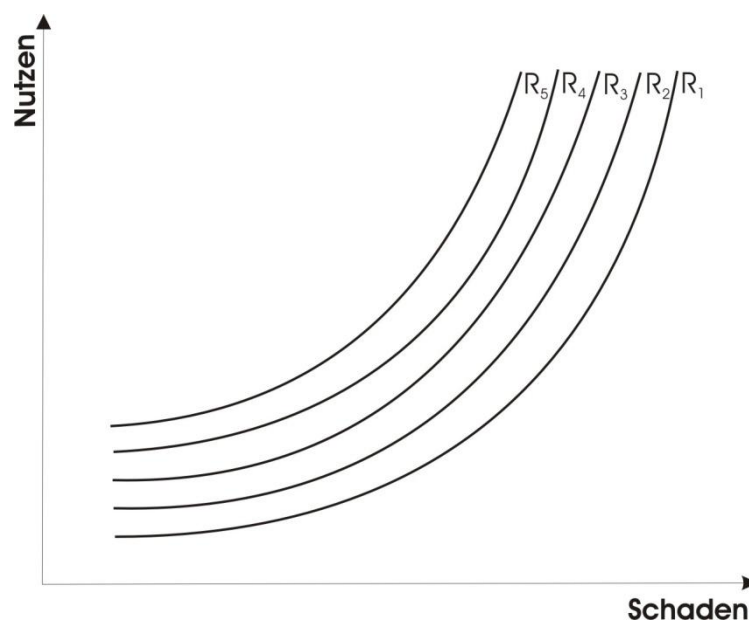


Abb. 4: Isolinien der Rechtfertigung

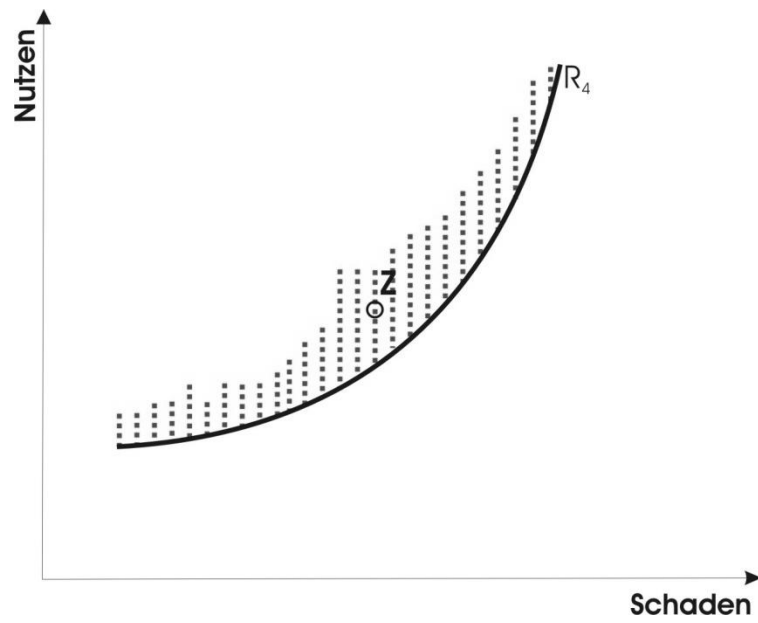


Abb. 5: Sozial adäquate Rechtfertigung

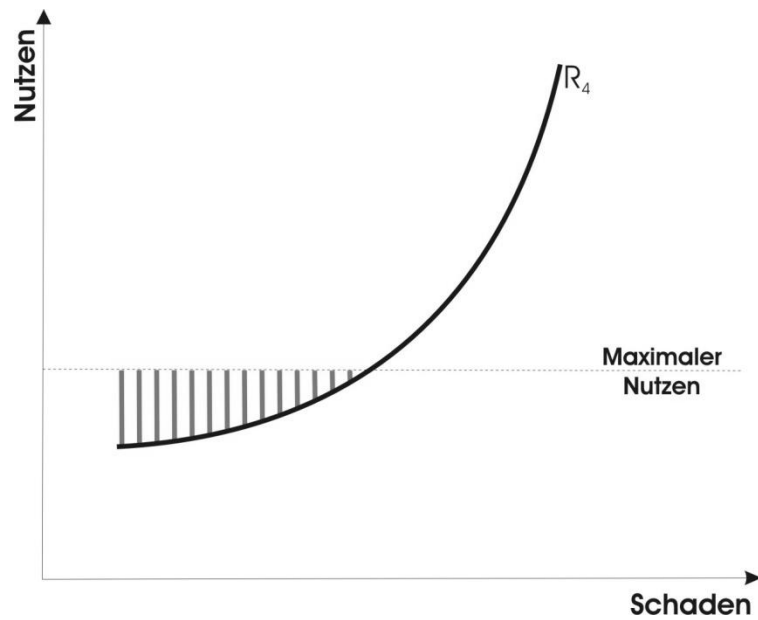


Abb. 6: Reduktion auf maximalen Nutzen

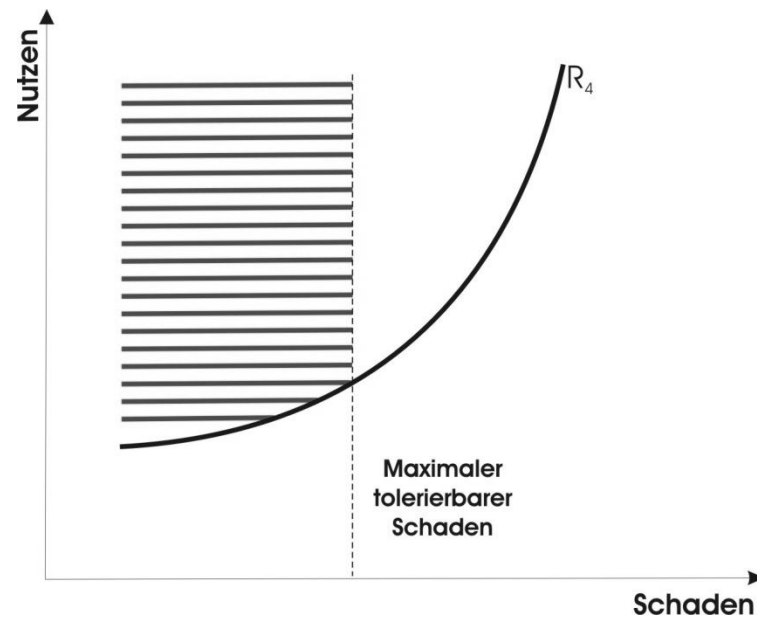


Abb. 7: Reduktion auf maximalen Schaden

7 Literaturverzeichnis

- [AtG 2005] Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) vom 23. Dezember 1959 (BGBl. I S. 814) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), zuletzt geändert am 12. August 2005 (BGBl. I S. 2365)
- [BMU 99] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Übersicht über Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition nach Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen (Maßnahmenkatalog), Band 1 und 2; Bonn, Oktober 1999
- [BMU 2001] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Verordnung für die Umsetzung von EURATOM-Richtlinien zum Strahlenschutz vom 20. Juli 2001, Artikel 1: Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV), BGBl. I, Nr. 38, S. 1714, Bonn, 26. Juli 2001
- [BMU 2002a] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlung (RöV) vom 8. Januar 1987 (BGBl. I, S. 114), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung zur Änderung der Röntgenverordnung und anderer atomrechtlicher Verordnungen vom 18.06.2002 (BGBl. I, S. 1869)
- [BMU 2002b] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Strahlenschutz in der Medizin, Richtlinie nach der Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 24. Juni 2002, BAnz. Nr. 207a vom 7.11.2002
- [Buchanzow und Coy 2005] Buchanzow, A., Coy, K.: Nicht gerechtfertigte Tätigkeiten nach StrlSchV und RöV, Abschlussbericht zum Vorhaben StSch 4433, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg 2005
- [Buiren 1982] Buiren, S.v., Ballerstedt, E., Grimm, D.: Richterliches Handeln und technisches Risiko. Nomos Paperback 14, Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden 1982, ISBN 3-7890-0839-7
- [CEC 1996] Richtlinie 96/29/EURATOM des Rates vom 13. Mai 1996 zur Festlegung der grundlegenden Sicherheitsnormen für den Schutz der Gesundheit der Arbeitskräfte und der Bevölkerung gegen die Gefahren durch ionisierende Strahlungen, Amtsblatt Nr. L 159 vom 29. Juni 1996, S. 1
- [CEC 1997] Richtlinie 97/43/EURATOM des Rates vom 30. Juni 1997 über den Gesundheitsschutz von Personen gegen die Gefahren ionisierender Strahlung bei medizinischer Exposition und zur Aufhebung der Richtlinie 84/466/EURATOM, Amtsblatt L 180 vom 09.07.1997, S. 22
- [Coppelstone et al. 2002] Coppelstone, D., Zinger-Gize, I., Woodhead, D.S.: The FASSET Radiation Effects database: a demonstration SPEIR: 3rd Int. Symp. on the Protection of the Environment from Ionising Radiation, Darwin 2002
- [EUR 1999] Radiation Protection 109: Guidance on Diagnostic Reference Levels (DRLs) for Medical Exposures, EC, Directorate-General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, 1999
- [FEU 1988] Strahlenschutz – Einsatzgrundsätze, Feuerwehr Dienstvorschrift 9/2 (FwDV 9/2), Deutscher Gemeindeverlag Köln, 1988

- [FEU 1992] Strahlenschutz – Rahmenvorschrift, Feuerwehr Dienstvorschrift 9/1 (FwDV 9/1), Deutscher Gemeindeverlag Köln, 1992
- [HMSO 2004] British Government, Statutory Instrument 2004 No. 1769: The Justification of Practices Involving Ionising Radiation Regulations 2004;
<http://www.hmso.gov.uk/si/si2004/20041769.htm#4>
- [IAEA 1992] International Atomic Energy Agency (IAEA): Effects of ionising radiation on plants and animals at levels implied by current radiation protection standards, Techn. Report Series No. **332**, Vienna 1992
- [IAEA 1996] International Atomic Energy Agency (IAEA): International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. IAEA Safety Series No. **115**, IAEA, Vienna 1996
- [IAEA 1999] International Atomic Energy Agency (IAEA): Protection of the environment from the effects of ionising radiation, A report for discussion, IAEA-TECDOC-1091, Vienna 1999
- [IAEA 2005] International Atomic Energy Agency (IAEA): The Justification of Practices involving Exposure to Ionizing Radiation, IAEA DD 811 Draft 4 (4 January 2005) und The Justification of Novel Practices involving Exposure to Ionizing Radiation, IAEA Draft 7 (September 2005)
- [ICRP 1959] International Commission on Radiological Protection (ICRP): ICRP Publication No. 1, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Pergamon Press, Oxford 1959
- [ICRP 1964] International Commission on Radiological Protection (ICRP): ICRP Publication No. 6, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Pergamon Press, Oxford (as Amended 1959 and Revised 1962) 1964
- [ICRP 1966] International Commission on Radiological Protection (ICRP): ICRP Publication No. 9, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Pergamon Press, Oxford (Revision of ICRP Publication 6) 1966
- [ICRP 1977] International Commission on Radiological Protection (ICRP): ICRP Publication No. 26, Recommendations of the ICRP, Annals of the ICRP 1(3) 1977. Reprinted (with additions) in 1987
- [ICRP 1984] International Commission on Radiological Protection: Publication No. 40, Protection of the Public in the Event of Major Radiation Accidents: Principles for Planning, Pergamon Press, Oxford and New York, 1984
- [ICRP 1991a] International Commission on Radiological Protection (ICRP): ICRP Publication No. 60, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Annals of the ICRP, Vol. 21 No. 1-3
- [ICRP 1991b] International Commission on Radiological Protection (ICRP): ICRP Publication No. 62, Radiological Protection in Biomedical Research, Annals of the ICRP 22 (3) 1991

- [ICRP 1991c] International Commission on Radiological Protection (ICRP): ICRP Publication No. 63, Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency, Annals of the ICRP 22 (4) 1991. In deutscher Sprache erschienen als: Internationale Strahlenschutzkommission: ICRP Veröffentlichung 63, Grundsätze für die Intervention zum Schutz der Bevölkerung im Strahlennotfall, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1996
- [ICRP 1991d] International Commission on Radiological Protection (ICRP): ICRP Publication No. 61, Annual Limits of Intake of Radionuclides by Workers Based on the 1990 Recommendations, Annals of the ICRP 21 (4) 1991
- [ICRP 1993a] International Commission on Radiological Protection (ICRP): ICRP Publication No. 64, Protection from Potential Exposure: A Conceptual Framework, Annals of the ICRP 23 (1) 1993
- [ICRP 1993b] International Commission on Radiological Protection (ICRP): ICRP Publication No. 65, Protection against Radon at Home and at Work, Annals of the ICRP 23 (4) 1993
- [ICRP 1996] International Commission on Radiological Protection (ICRP): ICRP Publication No. 73, Radiological protection and safety in medicine, Annals of the ICRP 26 (2) 1996
- [ICRP 1997a] International Commission on Radiological Protection (ICRP): ICRP Publication No. 75, General principles for the radiation protection of workers, Annals of the ICRP 27 (1) 1997
- [ICRP 1997b] International Commission on Radiological Protection (ICRP): ICRP Publication No. 76, Protection from potential exposures: Application to selected radiation sources, Annals of the ICRP 27 (2) 1997
- [ICRP 1997c] International Commission on Radiological Protection (ICRP): ICRP Publication No. 77, Radiological protection policy for the disposal of radioactive waste, Annals of the ICRP 27 (Suppl.) 1997
- [ICRP 1998] International Commission on Radiological Protection (ICRP): ICRP Publication No. 81, Radiation protection recommendations as applied to the disposal of long-lived solid radioactive waste, Annals of the ICRP 28 (4) 1998
- [ICRP 1999] International Commission on Radiological Protection (ICRP): ICRP Publication No. 82, Protection of the public in situations of prolonged radiation exposure, Annals of the ICRP 29 (1-2) 1999
- [ICRP 2003] International Commission on Radiological Protection (ICRP): ICRP Publication No. 91, A framework for assessing the impact of ionising radiation on non-human species, Annals of the ICRP 33 (3) 2003
- [ICRP 2004] International Commission on Radiological Protection (ICRP): Draft for Consultation: 2005 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, 2004
- [Michel et al. 2004] Michel, R., Huthmacher, K.-E., Landfermann H.-H.: Protection of the Abiotic Environment, IRPA 11, 23.-28.05.2004, Proceedings CD paper 2h10, 2004
- [NCRP 1991] National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP): Effects of ionising radiation on aquatic organisms, NCRP Report No. 109, ISBN 0-929600-18-5, 1991

- [NCRP 1995] National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP): Commentary No. 13: An Introduction to Efficacy in Diagnostic Radiology and Nuclear Medicine, Justification of Medical Radiation Exposure, ISBN 0-929600-45-2, 1995
- [POL 1992] ABC-Wesen der Polizei, Polizei-Leitfaden 450, Bartels und Wernitz-Verlag, München, 1986, Ergänzung 1992
- [RAD 1988] Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen, GMBI 1989, S. 71
- [RASSC 2005] Radiation Safety Standards Committee: Cover Note to IAEA Draft DD 811, IAEA, Vienna 2005
- [Real et al. 2004] Real, A., Sundell-Bergmann, S., Knowles, J.F., Woodhead, D.S., Zinger, I.: Effects of ionising radiation exposure on plants, fish and mammals: relevant data for environmental protection. J. Radiol. Prot. 24: A123-A137, 2004
- [SSK 1993] Strahlenschutzkommission (SSK): Strahlenschutzgrundsätze zur schadlosen Wiederverwertung und -verwendung von schwachradioaktivem Nichteisenmetall aus Kernkraftwerken. Empfehlung der Strahlenschutzkommission, BAnz. Nr. 79 vom 28. April 1993 und Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission Band 31, ISBN 3-437-25406-5, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1993
- [SSK 1995a] Strahlenschutzkommission (SSK): Grundsätze zur Bewertung der Strahlenexposition infolge von Radon-Emissionen aus bergbaulichen Hinterlassenschaften in den Uranerzbergbaugebieten Sachsens und Thüringens, Empfehlung der Strahlenschutzkommission, Veröffentlicht in: BAnz. Nr. 158 vom 23. August 1995 und Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission Band 36, ISBN 3-437-25189-9, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1995
- [SSK 1995b] Strahlenschutzkommission (SSK): Strahlenrisiko durch ehemalige DDR-Grenzkontrollen mittels Cs-137-Strahlung, Stellungnahme der Strahlenschutzkommission, Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission Band 39, ISBN 3-437-21448-9, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1995
- [SSK 1995c] Strahlenschutzkommission (SSK): Leitfaden für den Fachberater Strahlenschutz der Katastrophenschutzleitung bei kerntechnischen Notfällen. Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission Band 13, 2., überarbeitete Auflage, ISBN 3-437-11639-8, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1995
- [SSK 1995d] Strahlenschutzkommission (SSK): Medizinische Maßnahmen bei Kernkraftwerksunfällen. Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 4, 2., überarbeitete Auflage, ISBN 3-437-11682-7, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1995
- [SSK 1996a] Strahlenschutzkommission (SSK): Ambulante, fraktionierte Radioiod-Therapie. Empfehlung der Strahlenschutzkommission, BAnz. Nr. 132 vom 18.07.1996 und Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 40, ISBN 3-437-21439-X, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1996
- [SSK 1996b] Strahlenschutzkommission (SSK): Anwendung von Sr-89 in der Strahlentherapie. Stellungnahme der Strahlenschutzkommission, Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 40, ISBN 3-437-21439-X, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1996

- [SSK 1996c] Strahlenschutzkommission (SSK): Strahlenschutzgrundsätze für die Radioiod-Therapie, Stellungnahme der Strahlenschutzkommission, BAnz. Nr. 68 vom 11.04.1997 und Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 40, ISBN 3-437-21439-X, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1996
- [SSK 1996d] Strahlenschutzkommission (SSK): Konzepte und Handlungsziele für eine nachhaltige, umweltgerechte Entwicklung im Strahlenschutz in Deutschland. BAnz. Nr. 17 vom 25.01.1997 und Berichte der Strahlenschutzkommission Heft 6, ISBN 3-437-25288-7, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1996
- [SSK 1996e] Strahlenschutzkommission (SSK): Interventionelle Radiologie, Berichte der Strahlenschutzkommission Heft 9, ISBN 3-437-25458-8, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1996
- [SSK 1996f] Strahlenschutzkommission (SSK): Der Strahlenunfall, Ein Leitfaden für Erstmaßnahmen, Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission Band 32, ISBN 3-437-25208-9, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1996
- [SSK 1997a] Strahlenschutzkommission (SSK): Strahlenexposition an Arbeitsplätzen durch natürliche Radionuklide, Berichte der Strahlenschutzkommission Heft 10, ISBN 3-437-21336-9, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1997
- [SSK 1997b] Strahlenschutzkommission (SSK): Anwendung dosissparender kurzlebiger Radiopharmaka in der nuklearmedizinischen Diagnostik, Stellungnahme der Strahlenschutzkommission, Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission Band 41, ISBN 3-437-21438-1, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1997
- [SSK 1997c] Strahlenschutzkommission (SSK): Iodblockade der Schilddrüse bei kerntechnischen Unfällen, Empfehlung der Strahlenschutzkommission, BAnz. Nr. 53 vom 18. März 1997 und Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 40, ISBN 3-437-21439-X, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1996
- [SSK 1998a] Strahlenschutzkommission (SSK): Nachsorge für Patienten nach Strahlenbehandlung, Empfehlung der Strahlenschutzkommission, BAnz. Nr. 144 vom 06. August 1998 und Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission Band 44, ISBN 3-437-21449-7, Urban & Fischer Verlag, Stuttgart 1998
- [SSK 1998b] Strahlenschutzkommission (SSK): Positionen zu Grundsatzfragen bei der Anpassung der Strahlenschutzverordnung an die neuen EURATOM-Grundnormen, Empfehlung der Strahlenschutzkommission, Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission Band 44, ISBN 3-437-21449-7, Urban & Fischer Verlag, Stuttgart 1998
- [SSK 1998c] Strahlenschutzkommission (SSK): Radiologische Grundlagen für Entscheidungen über Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung bei unfallbedingten Freisetzungen von Radionukliden, Empfehlung der Strahlenschutzkommission, Berichte der Strahlenschutzkommission Heft 10, ISBN 3-437-21517-5, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1998
- [SSK 2000a] Strahlenschutzkommission (SSK): Diagnostische Referenzwerte in der Nuklearmedizin, Empfehlung der Strahlenschutzkommission, BAnz. Nr. 164 vom 01.09.2001 und Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission Band 46, ISBN 3-437-21479-9, Urban & Fischer Verlag, Stuttgart 2000

- [SSK 2000b] Strahlenschutzkommission (SSK): Stellungnahme zu Themenschwerpunkten des Arbeitsentwurfs (vom 25. April 2000) der Novelle der Röntgenverordnung, Stellungnahme der Strahlenschutzkommission, Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission Band 46, ISBN 3-437-21479-9, Urban & Fischer Verlag, Stuttgart 2000
- [SSK 2001a] Strahlenschutzkommission (SSK): Empfehlung zur 3. Teilgenehmigung des Forschungsreaktors München II (FRM-II), Empfehlung der Strahlenschutzkommission, Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission Band 48, ISBN 3-437-21488-8, Urban & Fischer Verlag, Stuttgart 2001
- [SSK 2001b] Strahlenschutzkommission (SSK): Notwendigkeit der Erstellung von Überweisungskriterien für die Durchführung bildgebender Verfahren, Empfehlung der Strahlenschutzkommission, BAnz. Nr. 115 vom 26.06.2002 und Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission Band 48, ISBN 3-437-21488-8, Urban & Fischer Verlag, Stuttgart 2001
- [SSK 2002] Strahlenschutzkommission (SSK): Mammographie-Screening in Deutschland: Bewertung des Strahlenrisikos. Stellungnahme der Strahlenschutzkommission mit wissenschaftlicher Begründung, BAnz. Nr. 115 vom 26.06.2002 und Berichte der Strahlenschutzkommission Heft 31, ISBN 3-437-21166-3, Urban & Fischer Verlag, Stuttgart 2002
- [SSK 2002b] Strahlenschutzkommission (SSK): Anwendung der rechtfertigenden Indikation nach § 80 StrlSchV bei der Durchführung der Skelett-Szintigraphie mit „Zielauftrag“, Stellungnahme der Strahlenschutzkommission, Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission Band 50, ISBN 3-437-21498-5, Urban & Fischer Verlag, Stuttgart 2002
- [SSK 2002c] Strahlenschutzkommission (SSK): Anwendung von I-131 in der Nuklearmedizin, Stellungnahme der Strahlenschutzkommission, Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission Band 50, ISBN 3-437-21498-5, Urban & Fischer Verlag, Stuttgart 2002
- [SSK 2003a] Strahlenschutzkommission (SSK): Anwendung der Positronen-Emissions-Tomographie (PET) als effizientes, dosissparendes Diagnoseverfahren, Empfehlung der Strahlenschutzkommission, BAnz. Nr. 218 vom 21.11.2003 und Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission Band 52, ISBN 3-437-22326-7, Urban & Fischer Verlag, Stuttgart 2005
- [SSK 2003b] Strahlenschutzkommission (SSK): Beiträge zur Weiterentwicklung der Konzepte im Strahlenschutz, Empfehlung der Strahlenschutzkommission, BAnz. Nr. 218 vom 21.11.2003 und Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission Band 52, ISBN 3-437-22326-7, Urban & Fischer Verlag, Stuttgart 2005
- [SSK 2003c] Strahlenschutzkommission (SSK): Strahlenexposition durch Radon-222 im Trinkwasser, Empfehlung der Strahlenschutzkommission, Berichte der Strahlenschutzkommission Heft 43, ISBN 3-437-22196-5, Urban & Fischer Verlag, Stuttgart 2004

- [SSK 2004a] Strahlenschutzkommission (SSK): Anwendung der digitalen Radiographie und Fluoroskopie in der Medizin, Stellungnahme der Strahlenschutzkommission. Verabschiedet in der 190. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 22./23. April 2004
<http://www.ssk.de/werke/volltext/2004/ssk0403.pdf>
- [SSK 2004b] Strahlenschutzkommission (SSK): Notwendigkeit der stationären Durchführung der Ganzkörperszintigraphie mit I-131 beim Schilddrüsenkarzinom. Empfehlung der Strahlenschutzkommission, BAnz. Nr. 158 vom 24.08.2004
- [SSK 2004c] Strahlenschutzkommission (SSK): Änderungsvorschläge zu ICRP 63: Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency. Stellungnahme der Strahlenschutzkommission. Verabschiedet in der 192. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 24. Juni 2004
<http://www.ssk.de/werke/volltext/2004/ssk0408.pdf>
- [SSK 2004d] Strahlenschutzkommission (SSK): Strahlenschutz für das ungeborene Kind, Empfehlung der Strahlenschutzkommission und Wissenschaftliche Begründung. Verabschiedet in der 197. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 16./17. Dezember 2004
<http://www.ssk.de/werke/volltext/2004/ssk0415.pdf>
- [SSK 2004e] Strahlenschutzkommission (SSK): Verwendung von Jodtabletten zur Jodblockade der Schilddrüse bei einem kerntechnischen Unfall, Empfehlung der Strahlenschutzkommission, BAnz. Nr. 220 vom 19.11.2004
- [SSK 2004f] Strahlenschutzkommission (SSK): Ermittlung der Vorbelastung durch Radionuklid-Ausscheidungen von Patienten der Nuklearmedizin, Empfehlung der Strahlenschutzkommission, BAnz. Nr. 68 vom 12.04.2005
- [SSK 2005a] Strahlenschutzkommission (SSK): Stellungnahme der Strahlenschutzkommission zum Entwurf der Empfehlungen 2005 der ICRP ("2005 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection"). Verabschiedet auf der 194. Sitzung der SSK am 23./24.09.2004
<http://www.ssk.de/werke/volltext/2004/ssk0410.pdf>
- [SSK 2005b] Strahlenschutzkommission (SSK): Neue Techniken in der Strahlendiagnostik und Strahlentherapie. Zusammenfassung und Bewertung der Klausurtagung der SSK am 11./12. November 2004 in Berlin, Stellungnahme der Strahlenschutzkommission. Verabschiedet in der 199. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 21./22. April 2005
<http://www.ssk.de/werke/volltext/2005/ssk0503.pdf>
- [THI 03] Thierfeldt, S., Wörlen, S., Schartmann, F.: Abschätzung der Kollektivdosis durch Freigaben in Deutschland – Bericht zum BMU-Vorhaben StSch 4279, Brenk Systemplanung, Aachen 2003
- [THI 04] Thierfeldt, S., Wörlen, S.: Fortentwicklung des radiologischen Modells für die Berechnung von Freigabewerten für die Freigabe zur Beseitigung – Bericht zum BMU-Vorhaben StSch 4279, Brenk Systemplanung, Aachen 2004
- [WIKI 2005] Internet-Enzyklopädie
<http://de.wikipedia.org/wiki/>
- [Woodhead u. Zinger 2003] Woodhead, D.S., Zinger, I.: Radiation effects on plants and animals, Deliverable 4 FASSET Project, 2003
<http://www.fasset.org>