



Strahlenschutzkommission

Geschäftsstelle der
Strahlenschutzkommission
Postfach 12 06 29
D-53048 Bonn

<http://www.ssk.de>

**Stellungnahme der SSK
zum Vorschlag eines neuen Konzeptes
für den Strahlenschutz von
R. Clarke, Chairman der ICRP**

Verabschiedet in der 165. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 13. April 2000

1 Einleitung

Roger Clarke, Chairman der ICRP, hat 1998 ein neues einheitliches Strahlenschutzkonzept vorgeschlagen (1,2). Es basiert u. a. auf der Einführung eines neuen Begriffes der „controllable dose“. Dieser Vorschlag hat auf internationaler Ebene eine breite und intensive Diskussion bewirkt. Das derzeitige, weltweit allgemein angewandte Strahlenschutzkonzept, das in seinen Grundlagen vor über dreißig Jahren entwickelt wurde und seitdem mehrfach modifiziert und ergänzt worden ist - zuletzt z. B. in den Empfehlungen der ICRP von 1990 (3), auf denen auch die EU-Richtlinie zum Schutz der Bevölkerung vor den Gefahren der ionisierenden Strahlung von 1996 (4) basiert - ist nach Auffassung von Clarke in sich nicht durchgehend konsistent. Auch von anderen Experten im Strahlenschutz wird das derzeitige System kritisiert, und zudem wird stets die Notwendigkeit bestehen, auf der Basis neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse an der Weiterentwicklung des Strahlenschutzes zu arbeiten.

Die Strahlenschutzkommission begrüßt den Versuch, über den Vorschlag eines neuen Konzeptes, das in der jetzigen Version noch nicht den Anspruch auf ein geschlossenes neues System erhebt, zu einer breiten Diskussion über grundlegende Fragen des Strahlenschutzes und der Umsetzung eines solchen Konzeptes in praktische Strahlenschutzregelungen zu kommen. Verschiedene Kommentare und Stellungnahmen zum Vorschlag von 1998 haben in einigen Punkten zu einer Modifizierung des Konzeptes geführt, die von Clarke im Februar 2000 formuliert wurde (5). Die Strahlenschutzkommission hat die internationale Diskussion mit großer Aufmerksamkeit verfolgt und nimmt im folgenden zu einigen Punkten des vorgeschlagenen Konzeptes Stellung.

Dabei sei darauf hingewiesen, dass diese Diskussion ausführlich und nicht unter Zeitdruck geführt werden sollte. Zu einem Zeitpunkt, in dem die Staaten in Europa gerade dabei sind, die Europäische Richtlinie zum Strahlenschutz von 1996 (4) in nationales Recht umzusetzen, muss deutlich sein, dass es aus Gründen der Zuverlässigkeit und Sicherheit im Strahlenschutz unbedingt notwendig ist, Konzepte und Regelungen nicht zu schnell zu wechseln. Demgegenüber ist die wissenschaftliche Forschung natürlich ein kontinuierlicher Prozess, der ständig neue, für den Strahlenschutz wichtige Ergebnisse und damit auch neuen Stoff für die notwendige Diskussion über zukünftige Konzepte und Konsequenzen für den Strahlenschutz liefert.

2 Ein einheitliches Konzept für den Strahlenschutz

Im Strahlenschutz unterscheidet man konzeptionell zwischen zwei verschiedenen Situationen. Für den geplanten Umgang (im Sinne von Tätigkeiten (StrlSchV), engl. „practices“) mit radioaktiven Stoffen oder Geräten und Anlagen, die ionisierende Strahlung aussenden, gelten Regeln mit Grenzwerten, die verhindern sollen, dass jemand bei dieser Tätigkeit Schaden erleidet. Dabei werden nicht nur die direkt tätigen Personen (beruflich strahlenexponierte Personen) geschützt, sondern auch alle anderen, die indirekt betroffen sein können (Bevölkerung). Deshalb gibt es auch Grenzwerte für die allgemeine Bevölkerung und Regelungen zu Freisetzungen und Freigabe radioaktiver Stoffe.

Bei Interventionen (engl. „interventions“) handelt es sich um Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition im Falle einer vorgegebenen Situation, z. B. infolge eines Unfalles, bei Altlasten oder erhöhter natürlicher Exposition. In diesen Fällen wird bei möglichen Maßnahmen vor allem ihre Angemessenheit diskutiert und bei einer Entscheidung miteinbezogen (z.B. der Nutzen einer Maßnahme in Relation zum Schaden oder Aufwand). Deshalb werden für

Interventionen in der Regel Richtwerte vorgegeben, an denen sich im Einzelfall die Sanierungsmaßnahmen orientieren. Derartige Richtwerte, z. B. für Radonsanierungen oder Maßnahmen bei Unfällen, sind oft verschieden von den Bevölkerungsgrenzwerten.

Clarke geht davon aus, dass das bisherige System mit Grenzwerten für den geplanten Umgang und davon unterschiedlichen Richtwerten bei Interventionen zu starken Irritationen führen kann und in seiner Komplexität in der Praxis den direkt Betroffenen nur schwer zu vermitteln ist.

Er schlägt deshalb vor, für alle Aufgaben des Strahlenschutzes ein einheitliches Konzept zu definieren, indem man auf der Basis von Risikobetrachtungen verschiedene Dosisbereiche angibt, in denen auf der Grundlage einer linearen Dosis-Wirkungsbeziehung das Risiko eines Schadens vernachlässigbar, akzeptabel, tolerabel bzw. nicht akzeptabel ist. Damit kommt man dann zu einem einheitlichen System von Richt- oder Grenzwerten (das Wort „limit“ wird ersetzt durch „investigation level“ und „action level“!) ohne zwischen geplantem Umgang und Intervention zu unterscheiden.

Die Strahlenschutzkommission hält im Prinzip eine Vereinfachung des Strahlenschutzes mit einem Angleichen der Richtwerte von Interventionen und der Grenzwerte für den geplanten Umgang für sinnvoll. Es kann aber auch in Zukunft Situationen geben, z. B. unmittelbar nach Unfällen, wo unterschiedliche Behandlungen unvermeidbar sind, z. B. um die vorhandenen begrenzten Mittel und Ressourcen sinnvoll und effektiv einsetzen zu können. Ferner wird darauf hingewiesen, dass der Wert der bisherigen Herangehensweise bei Interventionen darin liegt, dass man bei der Entscheidung über geeignete Maßnahmen stärker auf das (über den Grundsatz der „justification“ verknüpfte) Sinnvolle und Machbare des Einzelfalles abheben kann. Diese Flexibilität sollte erhalten bleiben.

Die ICRP-Empfehlungen von 1990 (3) finden erst in diesen Jahren Eingang in die Praxis, und in Europa erfolgt die Umsetzung in nationales Recht in den meisten Ländern erst in diesem Jahr. Die Strahlenschutzkommission ist deshalb der Meinung, dass ein generelles Urteil über die Bewährung des derzeitigen Systems in der Praxis noch nicht abgegeben werden kann. Dazu müssen erst weitere praktische Erfahrungen gesammelt und sorgfältig analysiert werden.

Im neuen Konzept wird der Begriff „Grenzwert“ möglichst vermieden und meistens von „action level“ geredet. Im Strahlenschutz wird man aber ohne Festlegung von Werten, die den Charakter von Grenzwerten haben, nicht auskommen, denn im Bereich der gesetzlichen Regelungen und Verordnungen muss man Werte angeben, die letztlich die Bedeutung eines Grenzwertes haben, auch wenn sie, wie von Clarke vorgeschlagen, vielleicht anders genannt werden. Die Vorstellung, dass ein Grenzwert eine Grenze zwischen „ungefährlich“ und „gefährlich“ angibt, ist wohl kaum vollständig aus den Köpfen zu verbannen, selbst wenn immer wieder erläutert wird, dass der Wert höchstens die Grenze zwischen akzeptablem (oder tolerierbarem) und nicht akzeptablem Risiko angibt – und das mit der ganzen Bandbreite, die die Risikowerte haben und dem, was der Einzelne in der Bevölkerung als akzeptierbare oder nicht akzeptierbare Exposition ansieht.

3 Lineare Dosis-Wirkungsbeziehung bei kleinen Dosen

Die kanzerogene Wirkung geringer Strahlendosen ist im Bereich kleiner Dosiswerte, die für den Strahlenschutz relevant sind, in epidemiologischen Studien schwer nachweisbar. Risikoabschätzungen beruhen deshalb bisher immer auf einer Extrapolation der bei hohen Dosen nachgewiesenen Wirkungen zu kleinen Dosen. Strahlenbiologische Untersuchungen von Dosis-Wirkungsbeziehungen bei niedrigen Dosen (in einigen Fällen auch im Dosisbereich unterhalb 50 mSv) beziehen sich fast alle auf Mutationen und andere Veränderungen in Zellen, aber nicht spezifisch auf die Tumorzinzidenz oder -mortalität im Menschen. Möglicherweise werden die Erkenntnisse der Molekularbiologie eines Tages auch dafür gesicherte Aussagen über die Wirkung geringer Dosen liefern; bis heute besteht diese Möglichkeit aber nicht. Daher bleibt die Frage um Strahleneffekte im Niedrigdosisbereich, der für den Strahlenschutz von wesentlichem Interesse ist, umstritten.

Die ICRP ging diese Problematik an, indem sie sich der vorsorglichen Annahme der Linearität bei kleinen Dosen bediente und unter dieser Annahme sogenannte *nominelle Risikokoeffizienten* für Krebserkrankungen verschiedener Organe oder Gewebe nach Strahlenexpositionen mit geringen Dosen ableitete. Diese Risikokoeffizienten dienten als Hilfsmittel, um im Sinne der Vermeidung unnötiger Strahlenexpositionen (*ALARA, as low as reasonably achievable*) und unter Rechtfertigung von Strahlenexpositionen durch den erzielten Nutzen (*justification*) den Strahlenschutz zu optimieren.

In den vergangenen Jahren wurde die auch als „*linear non-threshold model*“ (*LNT*) bezeichnete Annahme zum Anlass der Polarisierung. Neben denen, die das LNT-Modell als ausreichende Näherung und hinreichend begründet ansehen, gibt es andere, die die Existenz eines Dosis-Schwellenwertes als wissenschaftliches Faktum bezeichnen. Je nach Überzeugung werden - beispielsweise hinsichtlich der Sanierung radioaktiv belasteter Regionen - die gegenwärtigen Grenzwerte und die dadurch bedingten Aufwendungen als ungenügend oder, im Gegenteil, als übertrieben konservativ bezeichnet. Bisher ergab sich keine Annäherung der entgegengesetzten Positionen, obwohl die Mehrheit der Wissenschaftler die Kontroverse insofern als gegenstandslos betrachtet, als sie sich derzeit der Möglichkeit einer wissenschaftlichen Nachprüfbarkeit entzieht (s. auch (7)).

Ist das neue Konzept nun ein Ausweg aus dem Konflikt?

Während der erste Vorschlag von Clarke den Eindruck erweckte, man könne diese Fragestellung umgehen (1,2), macht er in seinem letzten Beitrag (5) deutlich, dass schon aus praktischen Gründen das LNT-Modell als akzeptable Näherung weiterhin eine wichtige Grundlage für den Strahlenschutz bildet und auch die Risikobetrachtungen darauf basieren. Solange keine sehr belastbaren Fakten vorliegen, die eindeutig ein anderes Modell favorisieren und die LNT-Hypothese widerlegen, bleibt es als das einfachste Modell im Sinne eines vorsorglichen Strahlenschutzes eine akzeptable Näherung.

Die wissenschaftliche Unsicherheit des Risikomodells bei kleiner Dosis umgeht auch das neue Konzept nicht, da auch hier die Relation zwischen den angegebenen Schadensrisiken und den zugeordneten Dosisrichtwerten auf der Annahme einer linearen Dosis-Wirkungsbeziehung ohne Schwellenwert beruht. Die Strahlenschutzkommission ist der Ansicht, dass sorgfältig zu prüfen ist, ob nicht der Bezug auf die natürliche Strahlenexposition, die als unvermeidbar

angesehen und stillschweigend akzeptiert wird, und ihren normalen Schwankungsbereich (in Deutschland etwa von 1 mSv bis 5 mSv pro Jahr) ebenso betrachtet werden sollte. Er kann möglicherweise für den wichtigsten Aspekt des Strahlenschutzes, nämlich den Schutz der Bevölkerung, bessere Beurteilungskriterien liefern als ein hypothetisches Risikomodell.

4 Individuelle Dosis – Kollektivdosis

Das derzeitige Konzept des Strahlenschutzes, wie es in ICRP 60 und anderen ICRP-Publikationen beschrieben wird, ist nicht überall einheitlich, sondern enthält auch konzeptionell unterschiedliche Vorstellungen und Regelungen. Sie sind im Laufe der letzten 50 Jahre entstanden, gewachsen und kontinuierlich fortentwickelt worden. So gibt es neben der Begrenzung der Dosis des Individuums auch die Anwendung der kollektiven Dosis zur Optimierung des Strahlenschutzes bei der Planung von Tätigkeiten in Anlagen und bei Richtwerten für Interventionen. Diese Regelungen haben sich in der Praxis durchaus bewährt.

So ist z. B. bei der Planung von bestimmten Tätigkeiten in kerntechnischen Anlagen, z. B. bei Interventionen oder Umbauten oder auch bei Abrissarbeiten (einem Bereich, der in den nächsten Jahrzehnten für den Sektor der beruflich exponierten Personen erheblich an Bedeutung gewinnen wird) die anfallende Kollektivdosis ein wichtiges Beurteilungskriterium und hat wahrscheinlich wesentlich zu der kontinuierlichen Reduzierung der mittleren Strahlenbelastungen der beteiligten Personengruppe beigetragen. Obwohl bisher nur in untergesetzlichen Regelwerken (Richtlinien, KTA-Regeln) verankert, gehören solche Betrachtungen zur etablierten Praxis bei Genehmigungen und Aufsicht. Die alleinige Betrachtung der individuellen Dosis scheint hier nicht ausreichend zu sein.

Während im ersten Konzept von Clark der Begriff der Kollektivdosis nicht mehr verwendet wurde, ist dies in der Weiterentwicklung insofern modifiziert worden, dass nun für bestimmte Situationen die Angabe einer integralen Dosis („workforce dose“ für die kollektive Dosis bei zu planenden Arbeiten oder „local dose“ für eine zeitlich begrenzte kollektive Dosis einer bestimmten, z. B. lokal begrenzten Bevölkerungsgruppe) weiterhin als sinnvoll angesehen wird. Das entspricht auch der Ansicht der Strahlenschutzkommission.

Für den medizinisch-therapeutischen Bereich wird die Tatsache, dass das neue Konzept keinen Gebrauch von der Kollektivdosis zur Abschätzung von Strahlenrisiken macht, sehr begrüßt. Es ist in der Medizin in der Regel nicht sinnvoll, hohe Expositionen, der nur wenige Kranke ausgesetzt sind, auf die gesamte (gesunde) Bevölkerung umzulegen, da damit ein nicht zutreffendes Risiko für die allgemeine Bevölkerung (auch für die Gesunden) vorgetäuscht wird.

In der Strahlendiagnostik ist es ein unbestrittenes Ziel des Strahlenschutzes, die Patientendosis möglichst gering zu halten, ohne dabei die Diagnosemöglichkeiten zu behindern. Hier kann ein Vergleich von Kollektivdosen durchaus einen wichtigen Beitrag liefern. Auch bei der Abwägung des Nutzens von allgemeinen Vorsorgeuntersuchungen kann die kollektive Dosis in Relation zur Zahl der entdeckten und geheilten Krankheiten ein wichtiges Kriterium sein. Dagegen sind aus der Kollektivdosis abgeleitete allgemeine Aussagen über die Strahlenrisiken in der Diagnostik nicht sinnvoll, da z. B. die Altersverteilung und der Gesundheitszustand der untersuchten Patienten wesentlich anders ist als die der normalen Bevölkerung und in den meisten Fällen eine gute Diagnose erheblich zum individuellen Behandlungserfolg beiträgt. In der Medizin war immer schon die Betrachtung des individuellen Nutzens in Relation zum

individuellen Schadensrisiko Grundlage der Rechtfertigung der Anwendung ionisierender Strahlung.

Eine Einschränkung in der Anwendung des Begriffs der kollektiven Dosis ist allerdings auch im derzeitigen Strahlenschutzsystem möglich, indem man ihren Anwendungsbereich genauer spezifiziert.

5 Begrenzung der individuellen Dosis aus einer Quelle

Das vorgeschlagene Konzept geht von der Begrenzung der Individualdosis nur in Bezug auf jeweils eine einzelne „kontrollierbare“ Quelle aus. Das ist aus verschiedenen Gründen nicht überzeugend.

Das derzeitige Konzept des Strahlenschutzes differenziert bei der Frage der Begrenzung der Exposition einer Person bzw. an einem Ort. Die Freigrenzen beziehen sich auf die Exposition einer Person aus einer Quelle und die Grenzwerte der Exposition der Bevölkerung von 0,3 mSv und 1 mSv beziehen sich auf die Exposition einer Person aus allen nicht-natürlichen Quellen.

Für die Planung von Anlagen hat sich das 0,3 mSv-Konzept zur Begrenzung der Emission aus allen nicht-natürlichen Quellen durchaus bewährt. Es vermeidet auch die Diskussion darüber, was z. B. in größeren Anlagen als eine einzelne Quelle anzusehen ist.

Auch die Personendosisüberwachung unterscheidet nicht zwischen Dosen aus verschiedenen Quellen, sondern begrenzt immer die gesamte Exposition einer Person aus allen Quellen (bisher allerdings unter Abzug der Exposition aus natürlichen Quellen). Es dürfte in der Orts- und Personendosimetrie messtechnisch auch kaum möglich sein, die Exposition aus den verschiedenen Quellen immer separat zu erfassen. Es ist auch nicht zu erkennen, dass es an dieser Stelle so große Probleme gegeben hat, im beruflichen Strahlenschutz sicherlich nicht.

In dem vorgeschlagenen Konzept fehlt bei Verzicht auf die Kollektivdosis die Grundlage für ein Verdünnungsverbot. Eine reine Begrenzung über die Individualdosis würde auch die Möglichkeit der Verdünnung von Emissionen nicht ausschließen (s. auch (6)). Durch ein Verdünnen einer Substanz mit gegebener Aktivität würde zwar die Exposition einzelner Personen verringert, aber die Zahl der exponierten Personen in der Regel erhöht. Dies wäre nur akzeptabel, wenn man die Existenz einer Schwellendosis als gesichert ansehen kann. Das ist derzeit nicht der Fall.

Im vorgeschlagenen Konzept wird postuliert, dass das für den Einzelnen ausreichende Schutzniveau auch für die Allgemeinheit hinreichend sei. Damit wird eine Kopplung zwischen der Begrenzung der Individualdosis und der Vermeidung einer unnötigen Exposition größerer Bevölkerungsgruppen hergestellt. Dies ist aber durchaus nicht schlüssig. Der Einzelne kann sich nach einer zusätzlichen Dosis von einem oder wenigen mSv als ungefährdet und somit als hinreichend geschützt fühlen. Eine entsprechende Exposition einer großen Bevölkerung bedenkenlos hinzunehmen, verstieße jedoch gegen das Prinzip der Vorsorge. Auch wäre es ein Freibrief für die atmosphärische oder aquatische Freisetzung radioaktiver Stoffe, sofern nur für hinreichende Durchmischung und Verdünnung gesorgt wird. Es kann nicht im Sinne eines verantwortlichen Strahlenschutzes sein, Quellen der Exposition nur hinsichtlich der Individualdosis, nicht aber ihrer räumlichen und zeitlichen Ausbreitung zu begrenzen. Übrigens

wird in den Überlegungen zur „controllable dose“ postuliert, dass der Einzelne nur einer oder wenigen Quellen ausgesetzt ist. Diese Bedingung setzt jedoch die räumliche und zeitliche Begrenzung voraus, die durch die gesamte Freisetzung und nicht durch die maximale Individualdosis bestimmt wird.

Die singuläre Betrachtung und Begrenzung der Individualdosis durch einzelne Quellen ist nur sinnvoll, wenn jede Einzeldosis auf eine so geringe Exposition beschränkt wird, dass sie auch bei der Summation über mehrere Quellen und in bezug auf eine sehr große betroffene Bevölkerungsgruppe kein für den Strahlenschutz relevantes Risiko darstellt. Die Strahlenexposition des beruflich strahlenexponierten Personals und der Bevölkerung ergibt sich aber immer aus den Beiträgen aller Quellen und nur das ist z. B. mit Personendosimetern erfassbar. Es wird deshalb von der Strahlenschutzkommission als nicht sinnvoll betrachtet, die beiden Konzepte - Begrenzung der Individualdosis und Begrenzung der Exposition größerer Bevölkerungsgruppen - zu einem Kriterium zu verschmelzen.

6 Weitere Bemerkungen

Ein wichtiger Begriff in dem neuen Konzept, das sich stark auf das individuelle akzeptable bzw. tolerierbare Risiko bezieht, ist der individuelle Nutzen, der in unterschiedlichem Maße bei den in Frage kommenden Richt- oder Grenzwerten zu berücksichtigen ist. Während beim Begriff des individuellen Schadens durch den überwiegenden Bezug auf die Krebsinzidenz oder -mortalität eine quantitative Aussage (Schadensrisiko) in erster Näherung möglich ist, ist der individuelle Nutzen wegen der Vielzahl von Möglichkeiten wahrscheinlich kaum quantitativ zu erfassen. Damit bleibt aber dieser im neuen Konzept mehrfach verwendete Begriff sehr vage und wenig geeignet für Abschätzungen. Am ehesten erscheint dies noch in der Medizin möglich zu sein. Im beruflichen Strahlenschutz ist dieser Begriff kaum anwendbar.

Wichtig ist auch die Frage, in welchem Maß das vorgeschlagene Konzept den Strahlenschutz für die Bevölkerung verändert? Ein neues Konzept, das zu einer wesentlichen Verschlechterung des Strahlenschutzes führt, wird von der Gesellschaft sicherlich nicht akzeptiert und darf auch aus der Sicht der für den Strahlenschutz Verantwortlichen nicht sein. Die Erhöhung von Richtwerten gegenüber vergleichbaren Grenzwerten im derzeitigen System muss deshalb sehr gut begründet werden, um derartige Vermutungen zu widerlegen und jeden Anschein in dieser Richtung zu vermeiden. Hier stünde sonst auch die Glaubwürdigkeit der ICRP auf dem Spiel.

7 Zusammenfassung

Die Strahlenschutzkommission begrüßt den Vorschlag für ein neues Strahlenschutzkonzept. Sie hält eine ausführliche und breite internationale Diskussion für notwendig, um einen möglichst weiten Konsens in der Beurteilung des Strahlenschutzes und der zugrunde liegenden Konzepte zu erreichen. Dabei sollte aber auch geprüft werden, in wie weit auf der Basis neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse und praktischer Überlegungen die gewünschten Ziele durch eine Weiterentwicklung des existierenden Konzeptes erreicht werden können.

Insbesondere bei den folgenden Fragen ist weiterer Diskussionsbedarf vorhanden:

- Welchen Charakter haben die Richtwerte im Vergleich zu den derzeitigen Grenzwerten?
- Welche Rolle spielt die Schwankungsbreite der natürlichen Umgebungsstrahlung im Konzept der Ableitung der Richtwerte?
- Wie definiert man den individuellen Nutzen im Vergleich zum individuellen Schadensrisiko?
- Wie kommt man zu einheitlichen Werten bei geplantem Umgang und bei Interventionen, ohne den Strahlenschutz zu verschlechtern?
- Welche Rolle spielt die Kollektivdosis in der Strahlendiagnostik?
- Wie definiert man eine einzelne Quelle und worauf bezieht sich die Personendosisüberwachung?
- Wie schließt man die Verdünnung als allgemeines Entsorgungskonzept aus?

Die Strahlenschutzkommission wird sich weiterhin mit diesen Fragen befassen und die internationale Diskussion über ein zukünftiges Strahlenschutzkonzept aktiv begleiten.

Referenzen:

- (1) Clarke, R. Controllable Dose: A discussion on the control of individual doses from single sources. Document for discussion. 1998
- (2) Clarke, R. Control of low-level radiation exposure: time for a change? J. Radiol. Prot. 19 (1999) S. 107-115
- (3) International Commission on Radiological Protection. Recommendations of the ICRP. Oxford: Pergamon Press; ICRP Publication 60, Ann. ICRP 21 (1-3) (1991)
- (4) 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 der Europäischen Gemeinschaften 39 L 159 (vom 29. Juni 1996)
- (5) Clarke, R. A Development of the Control of Radiation Risk: New Proposals from ICRP. Seminar for the Article 31 Expert Group Members, Luxemburg, 22 February 2000
- (6) Nordic Radiation Protection Society. Panel and plenary discussion of controllable doses of low-level radiation – new ideas from ICRP, 12th ordinary meeting. Skagen, Denmark 1999
- (7) Kellerer, A. M. und Nekolla, E. A. The LNT-controversy and the concept of „controllable dose“. (to be published)