

für Kolleg Abb. 2 Kopieren  
u. Fölio!

## Philosophie der Grenzwertfestlegungen

R. Höfer, Wien

### Einleitung

Unter dem etwas hochtrabenden Epitheton "Philosophie" soll der Versuch einer Analyse der Grenzwertfindungen gemacht werden, wie es sich bei ~~Wissenschaftsloser~~ Zusammenfassung der Erfahrungen des Lernens und ~~Zahlloser~~ Diskussionen nach den Ereignissen um den Reaktorunfall in Tschernobyl darstellt.

Seit man begonnen hat, sich mit der Auswirkung radioaktiver Strahlung auf den lebenden Organismus auseinanderzusetzen, war offensichtlich, daß eine Vielzahl von kausalen, dosisabhängigen Abläufen bedacht werden muß. Die dosisabhängige Kausalkette beinhaltet in groben Zügen als Folge der Absorption der Strahlenenergie im ungeschädigtem Organismus das Entstehen ionisierter und angeregter Moleküle und weiter von Radikalen körpereigener Moleküle. Es kommt zu intramolekularen Umlagerungen, molekulare Veränderungen manifestieren sich und so geschädigte Moleküle werden in den Stoffwechsel miteinbezogen, woraus sich schließlich die Vielzahl teils physiologischer, teils pathologischer Effekte ergeben.

Aus der Erkenntnis dieser dosisabhängigen Kausalgeschehen sollen nunmehr Dosis-Wirkungs-Grenzbeziehungen abgeleitet werden.

Die große Schwierigkeit und vor allem die ungeheure emotionelle Belastung solcher Grenzwertfestlegungen liegt in der Tatsache, daß auch ~~er gilt~~, was die Auseinandersetzung wissenschaftlichen Erkenntnisstrebens mit biologischen Systemen so belastet, daß nämlich die Grenzen, die wir festzulegen haben, meist unsichtbar sind und erst überhaupt als Grenzen zu erkennen sind, wenn sie überschritten wurden.

Grundlage unserer Versuche Grenzwerte festzulegen ist eine klare Definition von Sinn und Ziel eines dosisbezogenen Grenzwertes und, wird ein dimensionierter Grenzwert festgelegt, so muß er nach wissenschaftlichen Kriterien begründbar sein.

Für die Festlegung von Grenzwerten hinsichtlich der Wirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Organismus lassen sich grob **drei** Grenzwertkategorien beschreiben:

### Nicht stochastische Schädigung des Organismus

Die einfachste Situation einer Dosis-Wirkung-Grenzbeziehung liegt vor, wenn durch eine definierte Strahlendosis in einem überschaubaren Zeitraum (von etwa Stunden oder Tagen - bis höchstens Monaten) eine direkte, mit konventionellen Erkenntnismitteln faßbare Erscheinung im Sinne einer **charakteristischen krankhaften Veränderung** hervorgerufen wird. Grenzwerte resultieren dann empirisch aus der exakten Registrierung des Zusammenhangs von Dosis und Wirkungserscheinung. Als Beispiel darf etwa die Reaktion der Haut dienen - ab einem Grenzwert von 500 rem Oberflächendosis tritt ein Fröherythem auf, ab 800 rem kommt es zu irreversiblen Nekrosen.

Auch Sinn und Ziel solcher beobachteten Grenzwertbeziehungen sind klar: Es wird dadurch möglich, vorbeugende Maßnahmen zu setzen, therapeutische Strategien zu erarbeiten und prognostische Abschätzungen zu treffen. Soweit war es also möglich Grenzbeziehungen aufzudecken und dimensionale Grenzwerte festzulegen: Eine durch klinische Beobachtung feststellbare Dosis (Dimension 500 rem) ruft auf der Haut des betroffenen Individuums als zwangsläufige (nicht stochastische) Dosis-Wirkungsbeziehung etwa ein Erythem hervor. Insgesamt ergeben sich klare **Grenzwerte für typische klinische Zeichen** ab 25 rem (Abb.1).

### Berufsrisiko

Eine andere Grenzwertkategorie ergab sich durch die Erfahrung dramatischer Spätschäden bei beruflich Strahlenexponierten. Beim ersten Radiologenkongress 1928 wurde als Konsequenz der Erkenntnis, daß Leukämie als Spätfolge von Strahlenexposition auftreten kann, die ICRP (International Commission on Radiological Protection) gegründet, mit der Absicht Grenzwerte zu erarbeiten - diesmal mit Sinn und Ziel festzulegen, was **für den beruflich Exponierten zumutbar** ist.

Die Frage der Zumutbarkeit war damals nicht - und ist auch heute nicht - auf der Basis in sich begründeter und allgemein gültiger Kriterien zu

beantworten, und so entschloß sich die ICRP das Berufsrisiko als solches als Comparandum zu nehmen und im Vergleich zu akzeptierten errechneten Risiken anderer Berufe das im solcherart niedrigsten Bereich liegende Risiko für den beruflich Strahlenexponierten zu finden. Letztlich wurde ein **Grenzwert von 5 rem/a** festgelegt (1), was eine Erhöhung des natürlichen Risikos der Krebssterblichkeit um 5% bedeutet.

Unter 25 rem ergibt sich somit eine weitere Kategorie von Grenzbeziehungen des nunmehr stochastischen Risikos - etwa die Erhöhung des natürlichen Risikos der Krebssterblichkeit - für eine Gruppe. Der Gesetzgeber (Strahlenschutzgesetz) gibt nach wissenschaftlich begründeter Empfehlung (ICRP) den Rahmen (5 rem/a) als Grundlage für die persönliche Entscheidung der im Strahlenbereich Arbeitenden vor.

### Grenzwerte für die Strahlenbelastung nach Tschernobyl

Das Aufdecken von Grenzbeziehungen und damit das objektive und wissenschaftlich begründbare **Festlegen von Grenzwerten** wird unter einer Dosis von etwa 5 rem problematisch bis unlösbar, vor allem weil der Nachweis einer Schwellendosis, unterhalb welcher keine Wirkung mehr hervorgerufen wird, bis heute noch nicht gelungen ist. Unter den möglichen Verläufen der Beziehung zwischen Strahlungsdosis und von ihr ausgelöster Wirkung (Abb.2) wird, bis anderes bewiesen werden kann, heute angenommen, daß auch bis in den untersten Bereich eine **lineare Dosis-Wirkungsbeziehung** besteht.

Im Problemfall der Grenzwertfestlegung nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl sehen wir uns einer Situation gegenüber, die die Aufdeckung von Grenzwertbeziehungen auf rein wissenschaftlicher Basis nicht mehr möglich macht und darüber hinaus **Sinn und Ziel eines Grenzwertes nur als unerfüllbares Wunschbild des erlösungshungrigen Atomzeitalters erkennen** läßt.

Wie also kann hier ein Grenzwert gefunden werden, wenn wir uns noch weiter vor Augen führen, daß die als Folge des Reaktorunfalls von Tschernobyl bei uns vorhandene Radioaktivität weit unter allen "zumutbaren" Grenzen liegt? Grundsätzlich gibt es hier zwei mögliche und auch vertretbare Verhaltensformen.

Der eine Ausweg aus dem Dilemma ist die nüchterne Akzeptanz der von ICRP und Strahlenschutzgesetz (3) dekretierten Zumutbarkeit eines

30-stels der für strahlenexponierte Personen zugelassenen Dosis. Ob diese Entscheidung getroffen werden soll oder und kann, hängt wesentlich von der Einstellung der Betroffenen - ab grundsätzlich hätte dieser Weg beschritten werden können; außer einigen Empfehlungen in den ersten Tagen wären dann keine Maßnahmen notwendig gewesen - die Schweiz und Frankreich haben diese Lösung gewählt.

Will man das nicht, so gibt es nur den Kompromiß des "so wenig wie möglich", da ja das ersehnte nichts nicht erreichbar ist. Dieses "so wenig wie möglich" aber kann niemals ein fixer Grenzwert sein: Es wird eine Absicht erklärt deren praktische Durchführung ausschließlich auf der Basis ökonomischer, sozialer und psychologischer Überlegungen geschehen kann und die primär und entscheidend abhängig ist von der Menge der zu jedem Zeitpunkt vorhandenen radioaktiven Strahlung. Die ICRP hat auch hier sehr klar formuliert (4):

- Es soll keine Maßnahme getroffen werden, die nicht eine sichere positive Auswirkung hat.
- Jegliche Strahlenexposition soll so gering wie möglich gehalten werden, unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und sozialer Faktoren.
- Das Dosisäquivalent soll die von der Kommission für den speziellen Fall festgelegten Grenzwerte nicht überschreiten.

Österreich ist diesen Weg gegangen und es ist wohl der mangelnden Erfahrung zuzuschreiben, daß dabei durch das zu vorrangige Streben nach dem "so wenig wie möglich" die anderen Forderungen der ICPD vernachlässigt wurden.

Als wesentliches Versäumnis muß rückblickend angesehen werden, daß der Bevölkerung die Logik der Entstehung der angegebenen Grenzwerte nicht erklärt wurde. So mußte zwangsläufig der Eindruck entstehen, daß diese Werte eine "echte Grenze" definieren, deren Überschreitung ein dramatisches Ereignis bedeutet. Tatsächlich aber sind darunter, wie ausführlich geschildert, Richtwerte im Sinne des "so wenig wie möglich" zu verstehen. Es muß als vorrangige Aufgabe aller kompetent mit dem Strahlenschutz Befaßten sein, die Bevölkerung über die wahren Grundlagen der Grenzwertfestlegungen aufzuklären.

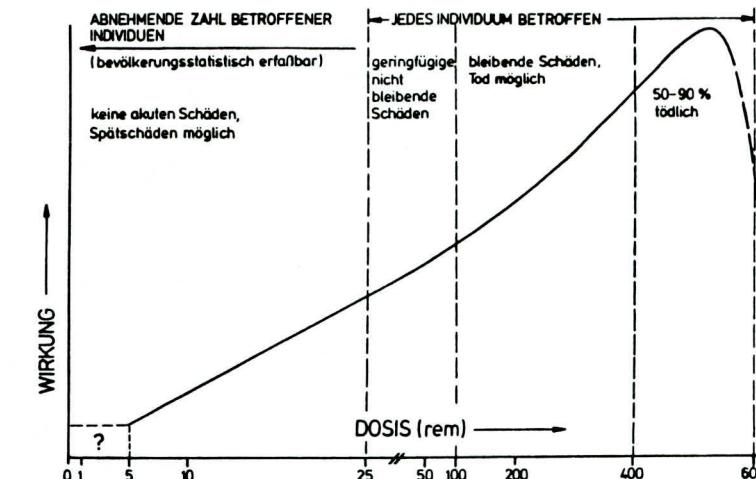


Abb.1 Schematische Darstellung der biologischen Dosis-Wirkungsbeziehung

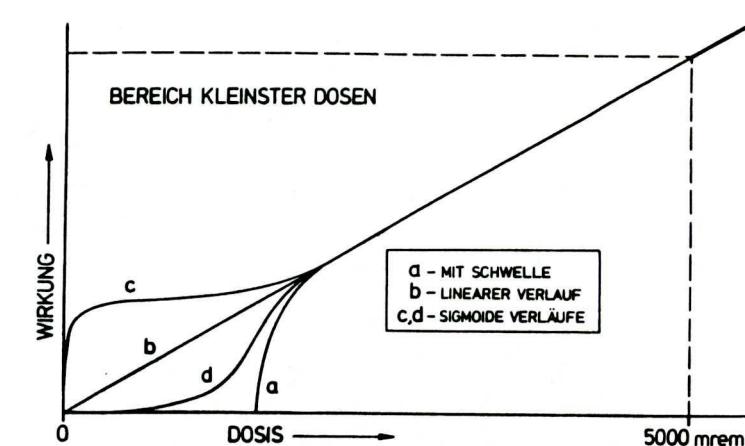


Abb.2 Dosis-Wirkungsbeziehungen bei niedrigen Dosen

### Literatur

- (1) Recommendation of the International Commission on Radiological Protection, ICPR Publication 9, Pergamon Press, Oxford (1966)
- (2) Bonnell, J.A. and Harte, G. (1978), Risk associated with occupational exposure to ionizing radiation kept in perspective. In: Late Biological Effects of Ionizing Radiation, Vol.I, 413, IAEA, Vienna
- (3) Österreichische Strahlenschutzverordnung (BGBI.Nr 47/1972)
- (4) Limits for Intakes of Radionuclides by Workers, (1979), ICRP Publ. 30, Pergamon Press, Oxford