

Strahlenbiologisches Gutachten

zur

**Ermittlung des Standes wissenschaftlicher Erkenntnisse
und der Verlässlichkeit der Strahlenschutzbestimmungen**

unter

**besonderer Berücksichtigung der Belastung durch Radioaktivität
in der Umgebung von Kernkraftwerken**

und zur

Frage der Strahleninduktion kindlicher Leukämien

**durchgeführt
im Auftrag des**

**Ministeriums für Finanzen und Energie
des Landes Schleswig-Holstein**

vorgelegt von

**Dr. rer.nat.habil. Abraham F.G. Stevenson, M.Sc.
(Federführung)**

**Institut für Toxikologie
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Brunswiker Straße 10,
24105 Kiel**

**mit Beiträgen von
Experten aus dem In- und Ausland**

Kiel, im April 2001

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	2
Abkürzungsverzeichnis	4
I. Allgemeine Einleitung	10
I. 1. Hintergrund des Gutachtens	10
I. 2. Aufgaben	12
I. 3. Aufbau und Umfang	13
I. 4. Grundsätze der Strahlenwirkung	15
I. 5. Quellen der Strahlenexposition	20
II. Aufgabe 1, Teil A: Frage über die Zulänglichkeit der wissenschaftlichen Grundlagen der angewandten Grenzwertregelung hinsichtlich Emissionen und Immissionen aus Kernkraftwerken mit besonderem Bezug zum Kernkraftwerk Krümmel (KKK).	
II. 1. Einleitung	22
II. 1. 1. Das 30 mrem (0,03 cSv) Konzept	22
II. 1. 2. Allgemeine Verwaltungsvorschriften zu § 45 StrlSchV (AVV)	26
II. 1. 2. 1. Ausbreitung radioaktiver Stoffe	27
II. 1. 2. 2. Strahlenexposition bei Ableitung mit Luft	28
II. 1. 2. 3. Strahlenexposition bei Ableitung mit Wasser	31
II. 1. 2. 4. Zuverlässigkeit der AVV bezüglich der Einhaltung der Dosisgrenzwerte für die Bevölkerung	32
II. 2. Quellen und Freisetzung von Radioaktivität	34
II. 2. 1. Relevante Radionuklide und Dosisbeiträge	36
II. 2. 2. Anmerkungen zur Wiederaufbereitung nuklearer Brennstoffe: Sellafield	40
II. 3. Ausbreitung von Radioaktivität	43
II. 3. 1. Technische Regeln für den Betrieb kerntechnischer Anlagen	45
II. 3. 1. 1. KTA-Regel 1503.1	45
II. 3. 1. 2. KTA-Regel 1504	46
II. 3. 1. 3. Gutachten zum KKK, TÜV 1983	46
II. 3. 2. Kontroverse Immissionsdaten	47
II. 4. Inkorporation von Radioaktivität und Auswirkungen auf Menschen	50
II. 4. 1. Inkorporation durch Ingestion	51
II. 4. 2. Inkorporation durch Inhalation	52
II. 4. 3. Biokinetik und Dosisermittlung	53
II. 4. 3. 1. Radiobiologie von Jod-131	56
II. 4. 3. 2. Radiobiologie von Cäsium-137	57

II. 4. 3. 3. Radiobiologie von Strontium-90	58
II. 4. 3. 4. Radiobiologie von Plutonium-239	59

II. Aufgabe 1, Teil B: Frage der Zulänglichkeit der Immissionsrichtwerte im Zusammenhang mit dem gesundheitlichen Schutz der Bevölkerung.

II. 5. Einleitung: Stochastische frühsomatische Strahlenwirkung - Leukämie	62
II. 5. 1. Zulänglichkeit der Immissionsrichtwerte hinsichtlich des gesundheitlichen Schutzes	65
II. 5. 2. Zulänglichkeit der gesetzlichen Bestimmungen hinsichtlich des gesundheitlichen Schutzes	68

III. Aufgabe 2: Frage ob der prädominante Leukämietyp in der Elbmarsch ALL (akute lymphozytäre Leukämie), als strahleninduzierbar bekannt ist.

III. 1. Strahlenleukämogenese	72
III. 1. 1. Überlebende der Atombomben: RERF-Daten über Leukämie	74
III. 1. 2. Medizinische Strahlenexposition	77
III. 1. 2. 1. Medizinische Exposition: Strahlentherapie	78
III. 1. 2. 2. Medizinische Exposition: Röntgendiagnostik	80
III. 1. 3. Berufliche Exposition: Arbeiter in der nuklearen Industrie	82
III. 1. 4. Exposition in der Umwelt	85
III. 1. 4. 1. Exposition in der Umgebung kerntechnischer Anlagen	85
III. 1. 4. 2. Die Tschernobylkatastrophe	88
III. 1. 5. <i>In utero</i> -Exposition	91
III. 1. 6. Präkonzeptionelle Exposition	93
III. 2. Kontroverse über die Strahleninduzierbarkeit von ALL provoziert durch die Professoren Gaßmann und Löffler, vormals Universität Kiel	97
III. 3. Beziehung zwischen ALL und AML	100

IV. Aufgabe 3: Frage zu Dosisbeziehungen: Welche Strahlendosis wäre erforderlich, um das Leukämiecluster in der Elbmarsch zu verursachen?

IV. 1. Strahlenbiologie niedriger Expositionen	101
IV. 1. 1. Über die Zulässigkeit von Extrapolationen	104
IV. 1. 2. Dosis-Dosisleistungs-Effektivitätsfaktor (DDREF)	105
IV. 1. 3. Relative biologische Wirksamkeit (RBW)	107
IV. 1. 4. Dosiseffektbeziehungen: Adaptiver Response	108
IV. 2. Zellbiologie der Strahlenwirkung	111

IV. 2. 1. DNA-Schäden als klassische Grundlage der Strahlensensitivität	112
IV. 2. 2. Zytoplasmatische Reaktion auf Strahlenwirkung	115
IV. 2. 3. Strahlen-Hypersensitivität embryonaler Zellen	120
IV. 2. 4. Strahlenhypersensitivität der Gametozyten	124
IV. 2. 5. Strahleninduzierte Genominstabilität	127
IV. 3. Kombinierte Strahlenwirkungen	132
V. Zusammenfassung	135
VI. Schlußfolgerung	146

Anhang

- Overview of the BEIR, UNSCEAR and ICRP recommendations: Bases for estimations; adjustment to progress in knowledge.
Beitrag von J.J. Broerse & J. Geleijns A
- Kritische Diskussion der strahlenschutzrechtlichen Bestimmungen mit besonderem Blick auf die Aufnahme und Wirkung radioaktiver Stoffe im Körper.
Beitrag von Inge Schmitz-Feuerhake B1
- Immissionsrichtwerte der atomrechtlichen Bestimmungen.
Beitrag von Inge Schmitz-Feuerhake B2
- Kritische Diskussion der Bevölkerungsschutzbestimmungen beim Betrieb von AKW in der Bundesrepublik. **Beitrag von Inge Schmitz-Feuerhake** B3
- Zuverlässigkeit der AVV hinsichtlich der Emissionsausbreitungs-Berechnungen und Dosisermittlung. **Beitrag von Otfried Schumacher** C1
- Sicherheit der Emissionsgrenzwerte der atomrechtlichen Genehmigungen hinsichtlich der Immissionsrichtwerte am Beispiel des AKW Krümmel.
Beitrag von Otfried Schumacher C2
- Kritische Würdigung der meteorologischen Basis im Zusammenhang mit den AVV.
Beitrag von Karsten Hinrichsen D
- Das 30-Millirem-Konzept: Wissenschaftliche und politische Grundlagen.
Beitrag von Roland Scholz E
- Darstellung und Diskussion der relevanten Radionuklide einschließlich ihrer Transferfaktoren. **Beitrag von W. Burkart und E. Wirth** F
- Radioactivity around the Sellafield nuclear complex, UK: A review of ITE studies, 1990 - 1994. **Beitrag von Arthur L. Sanchez** G
- Besonderheiten bei inkorporierten Radionukliden: Wechselwirkungen chemischer, biologischer und radiologischer Eigenschaften der Radionuklide.
Beitrag von Felicitas Planas-Bohne H
- The role of epidemiology in the detection of harmful effects of radiation and

- the setting of safety standards. **Beitrag von Alice M. Stewart** I
- Epidemiological studies of the effects of exposure to ionizing radiation.
Beitrag von D. Richardson, S. Wing & A.M. Stewart J
- Epidemiological studies of medical irradiation and cancer risk.
Beitrag von Janice Pogoda & S. Preston-Martin K
- Kanzerogenität unter besonderer Berücksichtigung immunhämatopoetischer
Malignitäten. **Beitrag von Horst Kuni** L
- Erkenntnisse aus der Tschernobyl-Katastrophe. Beitrag von Edmund Lengfelder . M
- Perinatale Mortalität in Deutschland nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl.
Beitrag von Bernd Grosche N
- Onkogene Effektivität niedriger Strahlendosen. Beitrag von Wolfgang Köhnlein . O
- Dose-effect relationships: Components of the survival curve - adaptive response.
Beitrag von Michael C. Joiner P
- Konzepte, Modelle und Extrapolationen. Beitrag von Jürgen Kiefer Q
- The special characteristics of alpha-particle irradiation and their implications for
radiation protection dosimetry. **Beitrag von Nicholas D. Priest** R
- Radiosensitivity of mammalian cells.
Beitrag von Christopher S. Lange S
- Cellular and extracellular aspects of radiation response.
Beitrag von Bozidar Djordjevic T1
- Disruption of cell-cell interaction and consequences towards radiosensitivity.
Beitrag von Bozidar Djordjevic T2
- A review of the modulation of radiation effects by eicosanoids and cytokines.
Beitrag von Wayne R. Hanson U
- 1. Strahleninduzierte Genominstabilität und ihre Konsequenzen für die
Zelltransformation. 2. Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen des
zytogenetischen Biomonitoring. **Beitrag von P. Virsik-Peuckert** V
- Radiobiology of the developing organism: Radiation exposure *in utero*.
Beitrag von William J. Schull W
- Kombinierte Strahlenwirkung: Stand der Erfahrungen und Erkenntnisse.
Beitrag von W.-U. Müller X
- Welche hämatologischen Neoplasien können durch radioaktive Strahlung
ausgelöst werden.
Stellungnahme vom 14.10.96 der Professoren Löffler und Gaßmann Y
- **Schriftwechsel mit Dr. Dale Preston (RERF, Japan)** bezüglich der jüngsten
Veröffentlichungen der RERF zur Leukämie und der erhobenen Vorwürfen von
den Professoren Löffler und Gaßmann Z