



Erkrankungen durch ionisierende Strahlen

BK 2402: Erkrankungen durch ionisierende Strahlen

 Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

1

Arbeitsmedizinisch bedeutsame Tumorerkrankungen durch ionisierende Strahlung

- **Bronchialkarzinom** (Schneeberger Lungenkrebs, Inhalation von Radon).
- **Hautkarzinom** (ungefilterte Röntgenstrahlung).
- **Osteosarkom** (Inkorporation von Radium und Mesothorium in der Leuchtfarbenindustrie).
- **Leukämien** (Röntgenstrahlen, Radiologen bis in die 30er Jahre).

 Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

2

Strahlung

<p>■ ionisierende Strahlung</p> <p>energiereiche Wellen- oder Teilchenstrahlen, die beim Durchgang durch Materie die Atome zu ionisieren vermögen (Entfernung eines Elektrons)</p>	<p>■ nicht ionisierende Strahlung</p>
---	--

 Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

3

Röntgenstrahlung



- **Wilhelm Conrad Röntgen (1845 - 1923)**
- Entdeckung der Röntgenstrahlen im Jahre 1895
- Nobelpreis für Physik 1901

 Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

4

Radioaktivität



- **Antoine-Henri Becquerel (1852-1908)**
- Entdeckung der Radioaktivität im Jahre 1896
- Nobelpreis für Physik gemeinsam mit dem Ehepaar Curie 1903

 Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

5

Akuter Strahlenschaden



akuter Strahlenschaden der Haut: Hand eines mit hoher Dosis bestrahlten Unfallopfers.

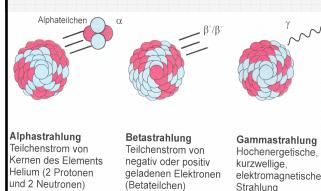
 Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

6

Grundlagen der Strahlenphysik

- Als **Radioaktivität** bezeichnet man die spontane Kernumwandlung unter Emission energiereicher Teilchen oder Photonen.
- Als **Röntgenstrahlung** bezeichnet man die in Röntgenröhren erzeugte, aus energiereichen Photonen bestehende elektromagnetische Strahlung.

Radioaktivität



Alphastrahlung
Teilchenstrom von
Kernen des Elements
Helium (2 Protonen
und 2 Neutronen)

Betastrahlung
Teilchenstrom von
negativ oder positiv
geladenen Elektronen
(Betateilchen)

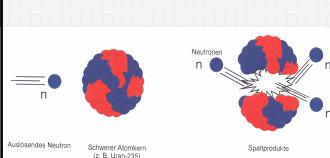
Gammastrahlung
Hochenergetische,
kurzwellige,
elektromagnetische
Strahlung

- **alpha-Strahlung:** Es wird ein positiv geladenes Teilchen (Kern des Heliumatoms) emittiert. (dicht ionisierend, kleine Reichweite).
- **beta-Strahlung:** Es wird ein negativ oder positiv geladenes Teilchen (Elektron oder Positron) emittiert. (locker-ionisierend, große Reichweite)
- **gamma-Strahlung:** Es wird elektromagnetische Strahlung in Form von gamma-Quanten emittiert.

Radioaktivität

■ Neutronenstrahlung:

elektrisch neutrale
Kernteilchen. Sie werden
insbesondere bei der
Kernspaltung freigesetzt.



Reichweite von Strahlung

Strahlungsart

	in Materialien	in Gewebe
Alphastrahlung		durchdringt Papier nicht
Betastrahlung		wird im Material absorbiert
Gammastrahlung		wird im Material abgeschwächt durchdringt das Gewebe, wird teilweise absorbiert

Strahlungswichtungsfaktor

Strahlungsart:	Strahlungswichtungsfaktor:
Röntgenstrahlung	1
Gamma-Strahlung	1
Beta-Strahlung	1
Neutronenstrahlung	5 ... 20
Alpha-Strahlung	20

Dosisbegriffe

■ Energiedosis:

Maß für die physikalische Wirkung ionisierender Strahlung.
Absorbierte Energie / Masse des absorbierten Volumens.
Einheit: Gray; J/kg; (rad).

■ Äquivalentdosis:

Maß für das stochastische Strahlenrisiko.
Äquivalentdosis = Energiedosis x Strahlungswichtungsfaktor.
Einheit: Sievert; J/kg; (rem).

■ Effektive Dosis:

Bewertung einer Teilkörperdosis entsprechend ihrem Beitrag zum
Gesamt-Risiko. Gewebe-Wichtungsfaktoren berücksichtigen die
unterschiedliche Strahlenempfindlichkeit einzelner Organe und
Körperbereiche.

Strahlenwirkung auf Somazellen

■ Stochastischer * Schaden

Die Wahrscheinlichkeit (Häufigkeit) nimmt mit der Strahlendosis zu (Krebsrisiko)

*zufallsabhängig, mit nur Wahrscheinlichkeitscharakter des Zusammenhangs von Einzelelementen

■ Nicht stochastischer (deterministischer) Schaden

akuter Schaden, der Schweregrad der Wirkung variiert mit der Dosis (z.B. Hautrötung, Knochenmarkschädigung, akute Strahlenkrankheit, Sterilität)



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

13

Strahleninduzierte Katarakte Empfehlung der Strahlenschutzkommission mit wissenschaftlicher Begründung

Die Augenlinse ist ein sehr strahlenempfindliches Organ; ionisierende Strahlung führt nach einer Latenzzeit, die mehrere Jahrzehnte umfassen kann, zu einer progressiven Trübung (Katarakt) und damit häufig zur Erblindung, wenn die getrübte Linse nicht operativ ersetzt wird. Die 95 %-Konfidenzintervalle für mögliche Schwellendosen schließen dabei in vielen Fällen den Null-Wert mit ein, so dass nicht mehr von der Existenz einer Schwellendosis ausgegangen werden kann. Der gegenwärtig nach der Strahlenschutzverordnung geltende jährliche Grenzwert der Augenlinzendosis von 0,15 Gy entspricht bei einer 20-jährigen Expositionzeit einer kumulativen Dosis von 3 Gy. Diese Dosis ist fast um den Faktor 6 höher als die Dosis, für die zusätzliche Katarakte beobachtet wurden, und bewirkt nach dem heutigen Kenntnisstand mehr als eine Verdoppelung des spontanen Kataraktrisikos.



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

14

Strahlenexposition der Bevölkerung in Deutschland

– natürliche Strahlenexposition: 2,4 (1-10) mSv/a

(kosmische Strahlung, terrestrische Strahlung, inkorporierte natürliche radioaktive Stoffe).

- 1,4 mSv/a durch Inhalation von Radon und seiner Zerfallsprodukte.
- 0,3 mSv/a durch Nahrung.
- 0,3 mSv/a kosmische Strahlung
- 0,4 mSv/a terrestrische Strahlung

– normale Schwankungsbreite der naturgegebenen Strahlenbelastung:

Radon in Wohnungen: + 1,3 - 3 mSv/a

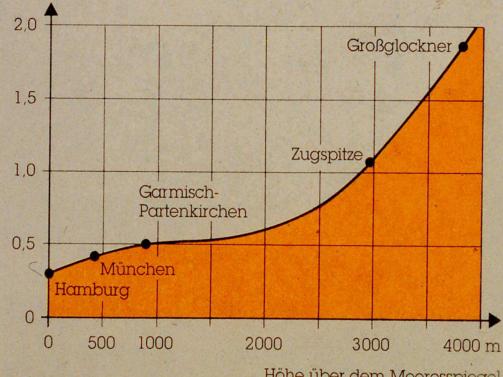
Wohnort auf der Zugspitze: + 0,7 mSv/a



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

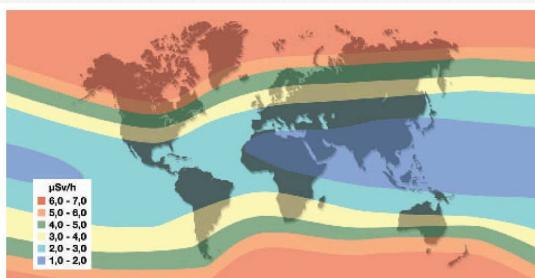
15

(Millisievert pro Jahr)



Höhenabhängigkeit der kosmischen Strahlung

Strahlung in Reiseflughöhe

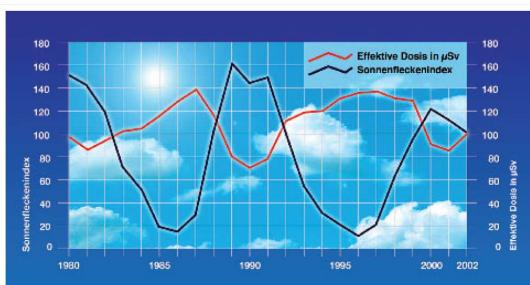


Zonen mit unterschiedlicher Höhenstrahlung (11 km Höhe, Dezember 2002, $\mu\text{Sv}/\text{h}$).

Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz

17

Einfluss des Sonnenfleckenindex



Schwankung des Relativen Sonnenfleckenindex und der effektiven Dosis durch Höhenstrahlung bei einem Hin- und Rückflug Frankfurt/M. – New York.

Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz

18

Dosisbeispiele für Flugreisen

Abflug	Ankunft	Dosisbereich* [µSv]
Frankfurt	Gran Canaria	10 – 18
Frankfurt	Johannesburg	18 – 30
Frankfurt	New York	32 – 75
Frankfurt	Rio de Janeiro	17 – 28
Frankfurt	Rom	3 – 6
Frankfurt	San Francisco	45 – 110
Frankfurt	Singapur	28 – 50

Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz

* Die Schwankungsbreite geht hauptsächlich auf die Einflüsse von Sonnenzyklus und Flughöhe zurück.

Effektive Dosis durch Höhenstrahlung auf ausgewählten Flugrouten.

Strahlenexposition der Bevölkerung in Deutschland (effektive Jahresdosis)

■ künstliche Strahlenexposition: 2,0 mSv/a

- Forschung, Technik, Haushalt: <0,01 mSv/a
- berufliche Strahlenexposition: <0,01 mSv/a*
- Fall-out (Kernwaffenversuche): <0,01 mSv/a
- kerntechnische Anlagen: <0,01 mSv/a
- Tschernobyl-Folgen: <0,015 mSv/a
- **Medizin:** 1,8 – 2,0 mSv/a

*0,3 mSv/a gemittelt über ca. 340.000 beruflich strahlenexponierte Personen



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

20

Epidemiologische Studie zu Kinderkrebs in der Umgebung von Kernkraftwerken

- Auftrag: BfS
- Durchgeführt: Kinderkrebsregister Mainz; studienbegleitendes Expertengremium
- Untersuchter Zeitraum 1980 - 2003
- Beginn 2003; veröffentlicht 2007, Stellungnahme BfS 2009
- Fragestellungen:
 - Ob Krebserkrankungen bei Kindern unter 5 Jahren in der Umgebung von Kernkraftwerken häufiger auftreten.
 - Ob das Risiko mit der Nähe zum Standort des nächstgelegenen Kernkraftwerks zunimmt
 - Ob es gegebenenfalls Einflussfaktoren gibt, die ein gefundenes Ergebnis erklären können



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

21

Epidemiologische Studie zu Kinderkrebs in der Umgebung von Kernkraftwerken

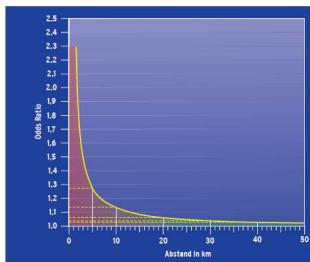
- Fall-Kontroll Studie
- 1.592 Fälle / 4.735 Kontrollen
- Weltweit methodisch aufwändigste und umfassendste Studie
- Bestmöglich durchgeführt
- Belastbare Ergebnisse
- Sensitivitästanalysen (Ausschluss jeweils eines Standortes „Krümmel“-Effekt)



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

22

Krebsrisiko für Kinder in der Umgebung von Kernkraftwerken



Risiko für Krebserkrankungen bei unter 5 Jahren alten Kindern, abhängig vom Abstand des Wohnortes zum Kernkraftwerksstandort.

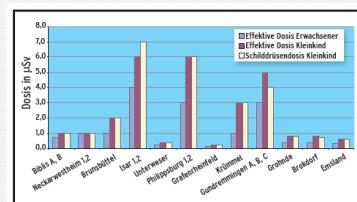
Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

23

Strahlendosis aus Ableitungen von Kernkraftwerken



Strahlendosis aus Ableitungen über den Kamin aus Kernkraftwerken. Beispielhaft werden die Ableitungen von Kernkraftwerken an 12 Standorten, die 2005 betrieben wurden, gezeigt. Es wird jeweils die effektive Dosis für Erwachsene und für Kleinkinder ebenso wie die Schildrüsendosis für Kleinkinder dargestellt.

Quelle:
Bundesamt für Strahlenschutz



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

24

Stellungnahme des BfS

- Strahlendosis ist um den Faktor 1.000 zu niedrig!
- Studie liefert Hinweise keinen Beweis!
- Entstehung der Leukämie ist multifaktorielles Geschehen, das in seiner Komplexität noch nicht verstanden wird.
- Es gibt derzeit keine befriedigenden Antworten auf die Fragen, die sich aus den Befunden der KiKK-Studie ergeben.



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

25

Effektive Dosis häufiger Röntgen- untersuchungen

Bereiche mittlerer Werte für die effektive Dosis für häufige Röntgenuntersuchungen an Standardpatienten (70 ± 5 kg Körpergewicht) in Millisievert (mSv)

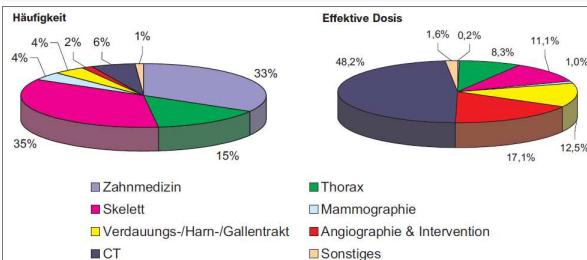
Zahnuntersuchung	< 0,01
Knochendichtemessungen	< 0,01- 0,3
Brustkorbaufnahme (Thorax)	0,02 - 0,08
Extremitäten (Gelenkmassen)	< 0,01 - 0,1
Schädelaufnahme	0,03 - 0,1
Hüfte	0,07 - 0,4
Mammographie (Brustuntersuchung)	0,2 - 0,6
Beckenübersicht	0,5 - 1,0
Wirbelsäule	0,1 - 1,8
Bauchraum (Abdomen)	0,6 - 1,1
Magen	6 - 12
Darm	10 - 18
Galle	1 - 8
Hamstrakt	2 - 5
Bein-Becken-Phlebographie	0,5 - 2
Arteriographie und Interventionen	10 - 30
Computertomografie (CT)	
CT Schädel	2 - 4
CT Wirbelsäule	2 - 11
CT Brustkorb (Thorax)	6 - 10
CT Bauchraum (Abdomen)	10 - 25



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

26

Häufigkeit und effektive Dosis von Röntgenuntersuchungen



Prozentualer Anteil der Röntgen-Untersuchungen an der Häufigkeit und an der kollektiven effektiven Dosis in Deutschland für das Jahr 2001



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

27

Strahlenexposition der Bevölkerung in Deutschland

- künstliche Strahlenexposition: 2,0 mSv/a
- natürliche Strahlenexposition: 2,4 mSv/a

Durchschnittliche jährliche Strahlenbelastung
der Bundesbürger: 4,5 mSv/a



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

28

Dosisgrenzwerte in Deutschland

- Für beruflich strahlenexponierte Personen
< 20 mSv/Jahr
 - Kategorie A: effektive Dosis > 6 mSv/a
 - Kategorie B: effektive Dosis > 1 mSv/a
- Berufslebenszeitdosis:
maximal 400 mSv



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

29

Biologische Wirkungen von ion. Strahlen

- Bestrahlung von
außen:
z.B. Gamma-Strahlen,
Röntgenstrahlen.
(Beispiele: Röntgen-
aufnahme, Flugreise).
- Bestrahlung von
innen:
Inkorporation von
radioaktiven Substanzen,
z.B. Alpha- und Beta-
strahler. (Beispiel:
Lungenkrebs durch
Radon).



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

30

Beispiele für effektive Halbwertszeiten

Physikalische Halbwertszeiten	Plutonium-239	24110 Jahre
	Cäsium-137	30,2 Jahre
	Cäsium-134	2,1 Jahre
	Jod-131	8 Tage
Biologische Halbwertszeiten	Plutonium-239	50 Jahre
	Cäsium-137	110 Tage
	Cäsium-134	110 Tage
	Jod-131	120 Tage
Effektive Halbwertszeiten	Plutonium-239	49,9 Jahre
	Cäsium-137	109 Tage
	Cäsium-134	96 Tage
	Jod-131	7,5 Tage

31

Messung inkorporierter Radioaktivität



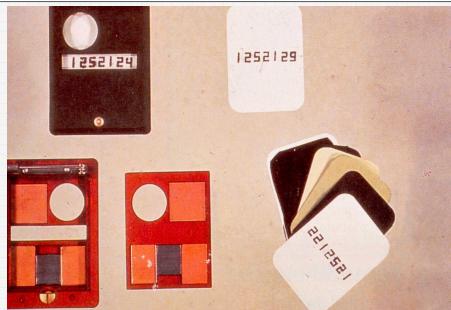
Nachweis inkorporierter radioaktiver Stoffe im Körper und in den Körperausscheidungen



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

32

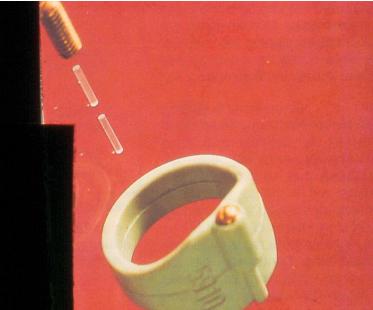
Filmdosimeter



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

33

Fingerringdosimeter



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

34

Dosimeter



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

35

Stufenplan für die Erste Hilfe nach Ganzkörperbestrahlung

Ganzkörperdosis	Frühsymptome	Erste Hilfe
bis 0,1 Sv	keine	Strahlenschutzarzt verständigen
0,1 - 1 Sv	keine	eingehende Anamnese- und Befunderhebung, Blutentnahme, reg. Strahlenschutzzentrum informieren
1 - 2 Sv	gel. Strahlenkater, Übelkeit, Erbrechen	eingehende Anamnese- und Befunderhebung, Blutentnahme, reg. Strahlenschutzzentrum informieren
2 - 5 Sv	Übelkeit, Erbrechen, Hautrötung	eingehende Anamnese- und Befunderhebung, Blutentnahme, Befundkontrolle, direkte Einweisung in Spezialabteilung
über 5 Sv	Übelkeit, Erbrechen, Durchfall, Kreislaufschwäche, Schock, Hautveränderungen	eingehende Anamnese- und Befunderhebung, Schocktherapie, Blutentnahme, Befundkontrolle, direkte Einweisung in Spezialabteilung



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

36

Folgen des Uranerzbergbaus



Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

37

Schneeberger Lungenkrebs (1926)



Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

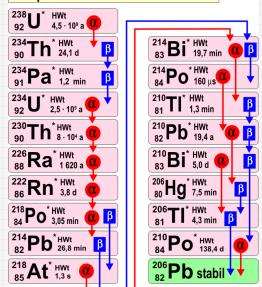
Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

38

Die Zerfallsreihe:
Übersicht der Radionuklidkonzentrationen in der Erde

Eine Zerfallsreihe ist die Auflistung aller möglichen Zerfälle
eines radikalreichen Ausgangs-Isotops
bis hin zu einem letztlich stabilen End-Isotop (Blei).

Beispiel: Zerfallsreihe des Uran 238

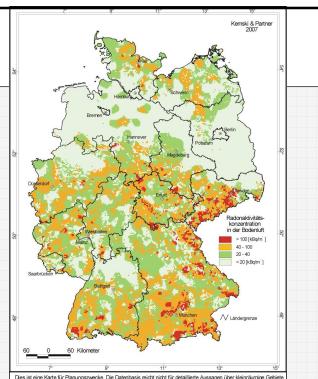


Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

39

Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft

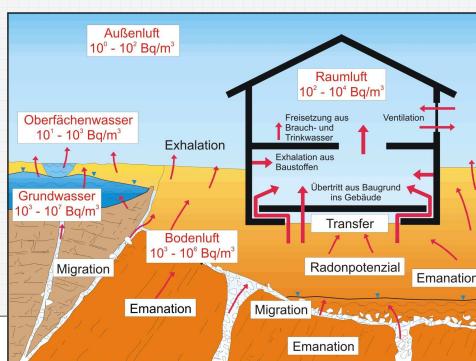


Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

40

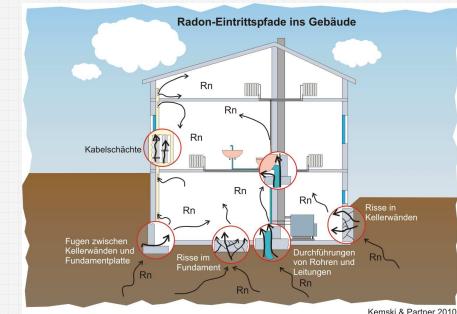
Radon in der Umwelt



Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

41

Radon-Eintrittspfade



Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

42

Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies

BMJ 2005;330:223 (29 January), doi:10.1136/bmj.38308.477650.63 (published 21 December 2004)

Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies

S Darby, professor of medical statistics¹, D Hill, statistician¹, A Auvinen, professor of epidemiology², J M Barros-Dios, professor of epidemiology³, H Baysson, statistician⁴, F Bochicchio, senior researcher⁵, H Deo, statistician⁶, R Finsen, principal scientist⁷, F Forastiere, professor of epidemiology⁸, M Hakama, professor of epidemiology⁹, J Hecht, statistician¹⁰, K Hukkanen, statistician¹¹, J Kros, statistician¹², F Lagarde, statistician¹³, I Mäkeläinen, health physicist¹⁴, C Muirhead, statistician¹⁵, W Oberaigner, epidemiologist¹⁶, G Pershagen, professor of environmental medicine¹³, A Ruano-Ravina, professor of epidemiology¹⁷, E Rusu, statistician¹⁸, S Saldiva, statistician¹⁹, S Sartorius Rosario, statistician²⁰, M Tirmarche, epidemiologist¹⁴, L Tomasek, statistician¹⁷, E Whitley, visiting lecturer in medical statistics¹⁹, H-E Witchmann, professor of epidemiology¹⁰, R Doll, emeritus professor of medicine¹⁷

- 13 Fall-Kontroll Studien
- 9 Europäische Länder
- 7.148 Fälle
- 14.208 Kontrollen

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

49

Ergebnisse

- Auch nach Berücksichtigung des Rauchverhaltens gibt es einen eindeutigen Zusammenhang zwischen der Radonkonzentration in Innenräumen und dem Auftreten von Lungenkrebskrankungen.
- Die Dosis-Wirkungsbeziehung scheint auch im Bereich niedriger Dosen linear zu sein, ohne Schwellenwert.
- Das absolute Risiko ist für Raucher um ein Vielfaches höher als für Nie-Raucher.
- Radon in Innenräumen ist die Ursache für etwa 9% aller Todesfälle an Lungenkrebs in Europa.

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

50

<http://www.epa.gov/radon/raonth.html>

January is National Radon Action Month

Throughout the year, EPA works with communities interested in increasing public understanding of radon. But January is a special time of year because EPA has designated it as National Radon Action Month.

Keep up to date on the latest National Radon Action Month news here and learn how to get involved. Find helpful tools and resources to support your radon activities. Also find out what agencies efforts across the country and share your own.

Share Your Activities

To share information about your own National Radon Action Month news here and learn how to get involved. Find helpful tools and resources to support your radon activities. Also find out what other agencies efforts across the country and share your own.

Radon Events/Activities

The map below lists information about radon events scheduled in each state. Just click on a state for the latest news in the table below. If you have any questions or problems submitting this form, please send an e-mail to radoninfo@epa.gov. Please note that information is currently available (events have been updated as of 1/13/03). We have "spotted" over 3000 events for which information is available. If you have any questions or problems with this form, you may take our or more business days to post. The Central Group, Inc. is a contractor supporting EPA's NAM activities.

Choose a state or territory from the map below or the list to the right: [Alabama]

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

51

TV Spot EPA

SURGEON GENERAL'S WARNING: Radon causes lung cancer.

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

52

Zusammenfassung Radon

- Nach dem Zigarettenrauchen gilt Radon als Hauptursache für Lungenkrebskrankungen. (bei Nichtrauchern Ursache für 25 % der Lungenkrebsfälle!)
- Das Risiko wird (in der Bevölkerung) weit unterschätzt
- Es handelt sich um ein reines Innenraum-Problem.
- Es gibt sehr gute präventive Möglichkeiten

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

53

Orientierender Risikovergleich Lungenkrebsrisiko

- Asbest (Umwelt): 64 - 311 Fälle im Jahr
- Passivrauch: 260 (nur Lungenkrebs!)
- Radon: 1900
- 1900 / 64-311 Fälle = Faktor 6 - 30

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

54

Vorgesehene Regelungen im Radonschutzgesetz

- Radonkonzentrationen:
 - 100 - 400 Bq/m³
Sanierungszeiten von zehn Jahren,
 - 400 - 1000 Bq/m³
Sanierungszeiten von fünf Jahren
 - >1000 Bq/m³
Sanierungszeiten von drei Jahren
- Die Sanierung ist möglichst so durchzuführen, dass Werte unterhalb von 100 Bq/m³ erreicht werden.

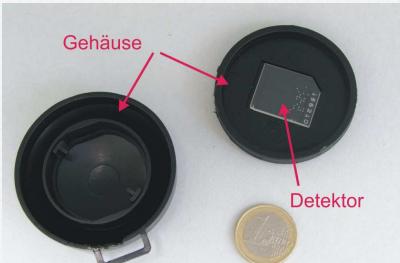
<http://www.bmu.de/strahlenschutz/doc/6402.php>



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

55

Exposimeter zur Messung von Radon in der Raumluft



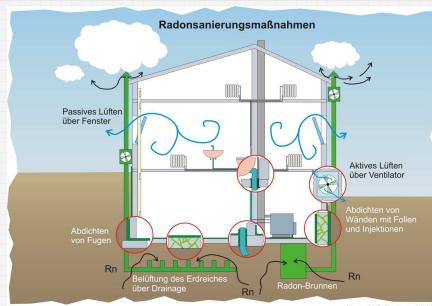
Kemski & Partner 2010



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

56

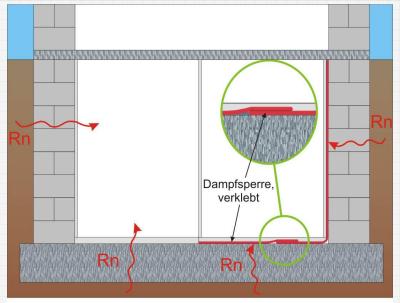
Radonsanierungsmaßnahmen



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

57

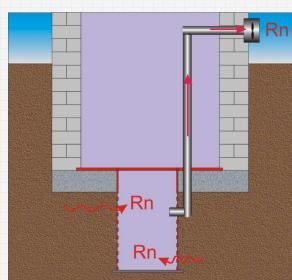
Dampfsperre



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

58

Radon-Brunnen



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

59

Schutz vor Radon

- Ab 150 Bq/m³ nachweisbare Erhöhung der Lungenkrebsrate
- Ermittlung der Radonbelastung in Wohnräumen
 - ca. 30-50 € pro Messung
- Radonsicher Bauen
 - Ca. 20 € pro überbautem Quadratmeter
- Sanierung radonbelasteter Häuser
 - ~3.000 € pro Haus

Quelle: BMU



Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

60



Bildschirmarbeitsplätze

Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
(Direktor: Prof. Dr. H. Drexler)

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

61

Belastungen durch Bildschirm-Arbeitsplätze

- Stütz- und Bewegungsapparat
- Augen
- Ionisierende und nicht-ionisierende Strahlung

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

62

Belastungen und Beanspruchungen bei Bildschirmarbeit

- Visuelle Beanspruchungsreaktionen
 - Keine klinische Schädigung des Auges
 - kurzfristige Funktionsänderungen
 - Augenbeschwerden (astenopische Beschwerden)
- Muskuloskeletale Beanspruchungsreaktionen
 - Hand-Arm; Schulter-Nacken-Rücken
- Zentralnervöse Beanspruchungsreaktionen

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

63

Beschwerdebilder am Bewegungsapparat

- Ursachen:
 - körperliche Fehlhaltungen (statische Haltearbeit!).
- Besonders betroffene Regionen:
 - Lendenwirbelsäule
 - Halswirbelsäule
 - Schulter-Arm-Region
 - Handgelenk

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

64

Asthenopische Beschwerden

- Ursachen:
 - nicht ausreichendes Sehvermögen.
 - ergonomisch ungünstiger Arbeitsplatz.
- Beschwerdebilder:
 - Kopfschmerzen
 - brennende und tränende Augen
 - Flimmern vor den Augen

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

65

Kriterien für eine optimale Gestaltung eines Bildschirmarbeitsplatzes

- Planung des Gebäudes
- Beschaffung des Mobiliars
- Beschaffung der Hardware
- Entwicklung und Beschaffung der Software
- Einrichtung des Arbeitsplatzes
- Wartung, Instandhaltung, Instandsetzung
- Arbeitsorganisation
- Beurteilung der Gefährdung und Belastung

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

66

Direktblendung

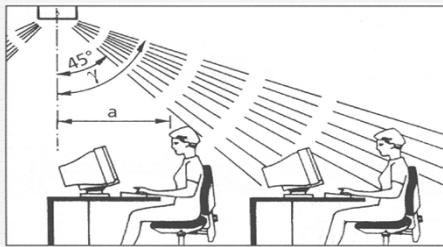


Bild 14 Kritischer Bereich bzgl.
Direktblendung

Reflexblendung

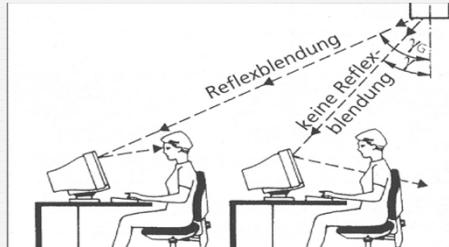


Bild 16 Kritischer Bereich bzgl.
Reflexblendung

Anordnung der Leuchten

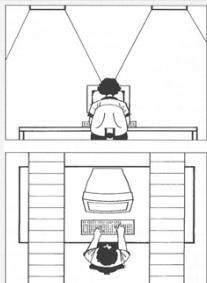


Bild 13 Seitlich versetzte Anordnung der
Leuchten

Spiegelrasterleuchte

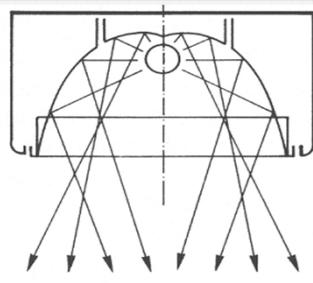


Bild 15 Spiegelrasterleuchte

Anordnung zum Fenster

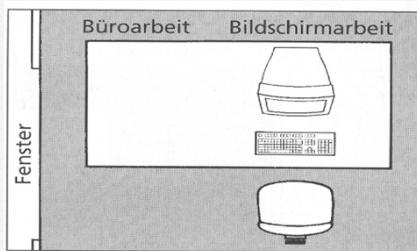


Bild 48 Schematische Anordnung der
Arbeitsmittel zum Fenster

Anordnung zum Fenster II

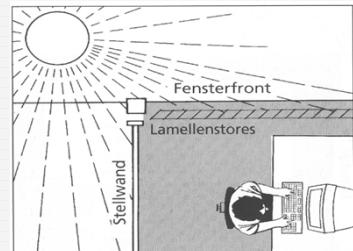


Bild 49 Maßnahmen zur Verminderung
von Reflexionen und Blendung

Tiefe der Arbeitsoberfläche

Bildschirm diagonale	Bildschirm tiefe [mm]	Erforderliche Tiefe der Arbeitsoberfläche [mm]
14"/15"	330-420	800-900
16"/17"	400-500	900-1000
20"/21"	450-540	1000-1200

Bild 25 Erforderliche Tiefe der Arbeitsoberfläche

Beinfreiheit

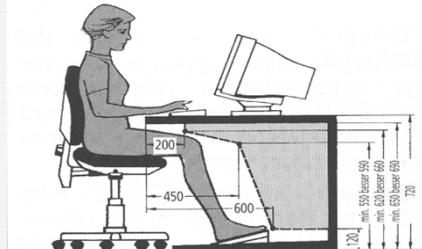


Bild 50 Notwendige Beinfreiheit am Bildschirmarbeitsplatz

Anpassung des Arbeitsplatzes

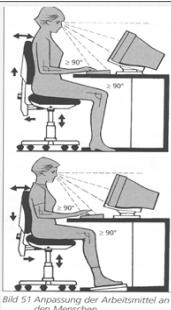


Bild 51 Anpassung der Arbeitsmittel an den Menschen

Bildschirmmaske

Unstrukturierte Bildschirmmaske:

Maske 12

Schiffsdaten
Hersteller: Utopia Planeta
Ausstattung: Spezial
Polster: Leder beige
Generator: Warp-Kern
Geschw.: Warp 9.5
Verbrauch: 50 kmol

Funktion: Ausk. Bearbeiter: T.A. Schmid
Fahrzeugtyp: Galaxy Class
Lackierung: Duranum
Fenster: transparentes Aluminium
Leistung: 38000 GW
Tankinhalt: 4,7 x 10¹¹ m³
Länge: 1,2 km

Baujahr: 1995-1991 PREIS: 198 800 klat TL Special 256 900 klat TL Deluxe 310 300 klat
1994: 197 900 klat TL Special 251 900 klat TL Deluxe 303 500 klat
1993: 197 000 klat TL Special 249 900 klat TL Deluxe 296 800 klat
1992: 196 500 klat TL Special 248 200 klat TL Deluxe 299 700 klat
1991: 195 900 klat TL Special 239 999 klat TL Deluxe 295 900 klat

Folgemaske: 13 Folgefunktion: Ausk.

Gut strukturierte Bildschirmmaske:

Schiffsdaten Maske 12 Funktion Ausk. Bearb. T.A. Schmid

Hersteller: Utopia Planeta
Fahrzeugtyp: Galaxy Class
Ausstattung: Spezial
Lackierung: Duranum
Polster: Leder beige
Fenster: transp. Aluminium

Generator: Warp-Kern
Leistung: 38000 GW
Geschw.: Warp 9.6
Tankinhalt: 4,7 x 10¹¹ m³
Verbrauch: 50 kmol
Länge: 1,2 km

Baujahr: 1995 PREIS: 198 800 klat TL Special 256 900 klat TL Deluxe 310 300 klat
1994: 197 900 klat 251 900 klat 303 500 klat
1993: 197 000 klat 249 900 klat 296 800 klat
1992: 196 500 klat 248 200 klat 299 700 klat
1991: 195 900 klat 239 999 klat 295 900 klat

Folgemaske: 13 Folgefunktion: Ausk.

Chromatische Aberration

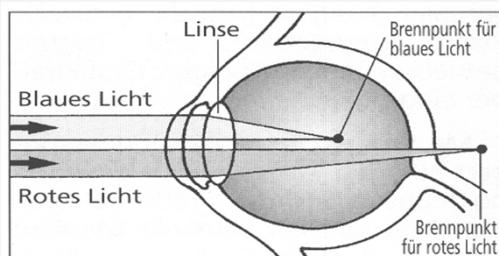


Bild 61 Chromatische Abberation

Chromatische Aberration

Dieser Text ist schlecht lesbar!

Dieser Text ist

schlecht lesbar!

Dieser Text ist

schlecht lesbar!

Chromatische Aberration

■ Dieser Text ist schlecht lesbar!
Dieser Text ist schlecht lesbar!
Dieser Text ist schlecht lesbar!

■ Dieser Text ist gut lesbar!
Dieser Text ist gut lesbar!
Dieser Text ist gut lesbar!

Wesentliche Schutzbefohlene aus dem Tarifvertrag

- Ärztliche Untersuchungen.
- Arbeitsunterbrechungen von 10 Minuten nach 50minütiger Bildschirmtätigkeit.
- Ausstattung und Gestaltung der Arbeitsplätze.
- Einweisung und Einarbeitung.
- Ältere Arbeitnehmer nach dem 55. LJ dürfen erstmals nur mit ihrer Zustimmung am Bildschirm arbeiten.



Beurteilung der Arbeitsbedingungen



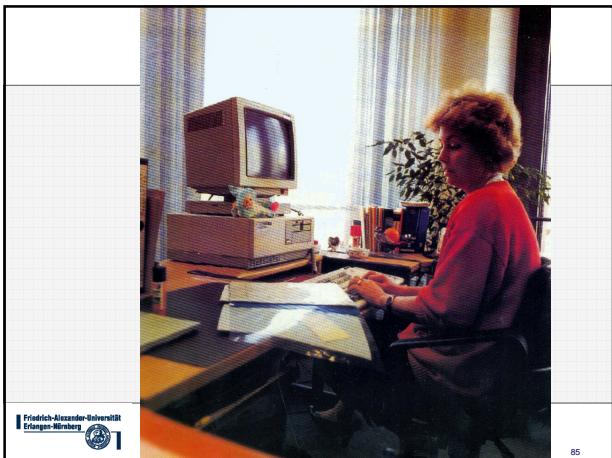
- Beinraumfreiheit
- Sitzhaltung
- Negativdarstellung
- Reflexion
- Vorlagenhalter



Beurteilung der Arbeitsbedingungen



- Sitzhaltung
- Schubladensperre
- Kabelbrücke
- Fluchtweg



Beurteilung der Arbeitsbedingungen

