

Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin | IPASUM |

Erkrankungen durch ionisierende Strahlen

BK 2402: Erkrankungen durch ionisierende Strahlen

Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

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).

Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

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

2

Strahlung

■ **ionisierende Strahlung**

energiereiche Wellen- oder Teilchenstrahlen, die beim Durchgang durch Materie die Atome zu ionisieren vermögen (Entfernung eines Elektrons)

■ **nicht ionisierende Strahlung**

Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

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

Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

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

Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

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

5

Akuter Strahlenschaden



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

Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

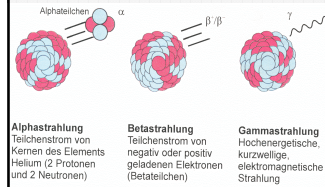
Dr. Klaus Schmid • Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

6

Grundlagen der Strahlenphysik

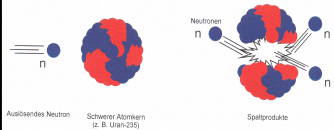
- Als **Radioaktivität** bezeichnet man die spontane Kernumwandlung unter Emission energiereicher Teilchen oder Photonen.
- Als **Röntgenstrahlung** bezeichnet man die in Röntgenröhren erzeugte, aus energiereichen Photonen bestehende elektromagnetische Strahlung.

Radioaktivität



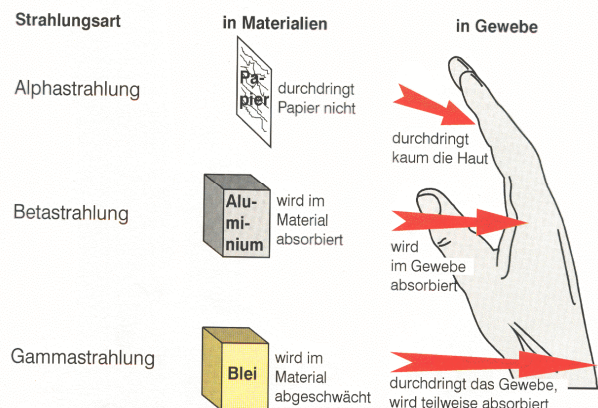
- **alpha-Strahlung:** Es wird ein positiv geladenes Teilchen (Kern des Heliumatoms) emittiert. (dicht ionisierend, kleine Reichweite).
- **beta-Strahlung:** Es wird ein negativ oder positiv geladenes Teilchen (Elektron oder Positron) emittiert. (locker-ionisierend, große Reichweite)
- **gamma-Strahlung:**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



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)

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 getrübbte 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 Augenlinsendosis von 0,15 Gy entspricht bei einer 20-jährigen Expositionszeit 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 Kataraktisikos.

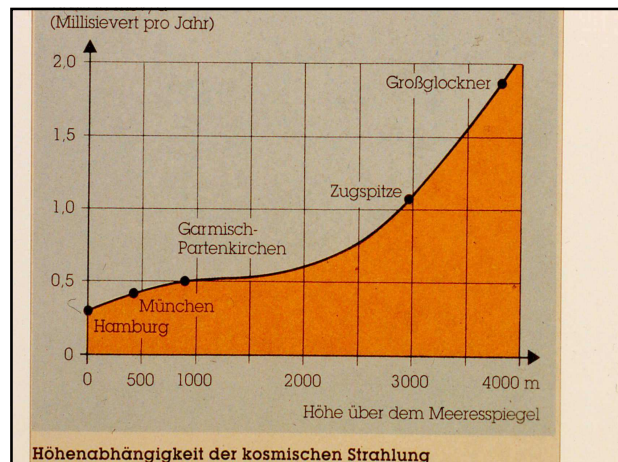
Strahlenexposition der Bevölkerung in Deutschland

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

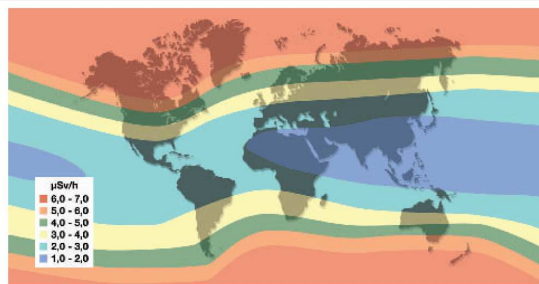
(kosmische Strahlung, terrestrische Strahlung, inkorporierte natürliche radioaktive Stoffe).

- 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

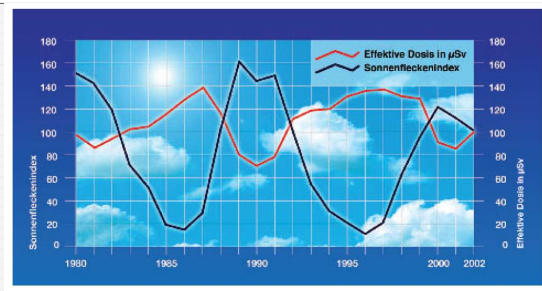


Strahlung in Reiseflughöhe



Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz

Einfluss des Sonnenfleckensindex



Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz

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: $<0,01 \text{ mSv/a}$
- berufliche Strahlenexposition: $<0,01 \text{ mSv/a}^*$
- Fall-out (Kernwaffenversuche): $<0,01 \text{ mSv/a}$
- kerntechnische Anlagen: $<0,01 \text{ mSv/a}$
- Tschernobyl-Folgen: $<0,015 \text{ mSv/a}$

– 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 nächst gelegenen 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

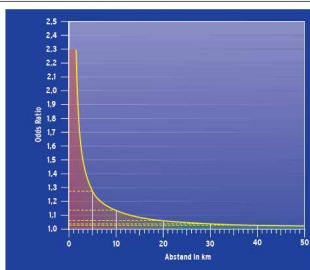
- Fall-Kontroll Studie
- 1.592 Fälle / 4.735 Kontrollen
- Weltweit methodisch aufwändigste und umfassendste Studie
- Bestmöglich durchgeführt
- Belastbare Ergebnisse
- Sensitivitätsanalysen (Ausschluss jeweils eines Standortes „Krümmel“-Effekt)



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

22

Krebsrisiko für Kinder in der Umgebung von Kernkraftwerken



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

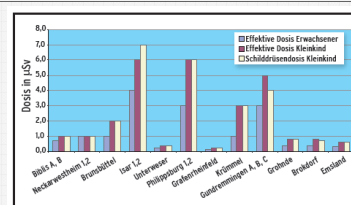
Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz



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 Schilddrüsensdosis für Kleinkinder dargestellt.

Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz



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

24

Stellungnahme des BfS

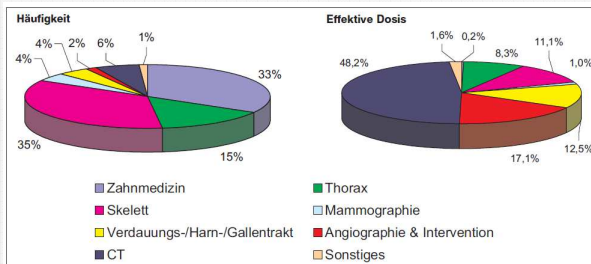
- Strahlendosis ist um den Faktor 1.000 zu niedrig!
- Studie liefert Hinweise keinen Beweis!
- Entstehung der Leukämie ist multifaktorielles Geschehen, das in seiner Komplexität noch nicht verstanden wird.
- Es gibt derzeit keine befriedigenden Antworten auf die Fragen, die sich aus den Befunden der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

Effektive Dosis häufiger Röntgen- untersuchungen

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

Zahnaufnahme	< 0,01
Knochendichtemessungen	< 0,01 - 0,3
Brustkorbuntersuchung (Thorax)	0,02 - 0,08
Extremitäten (Gliedmaßen)	< 0,01 - 0,1
Schädelaufnahme	0,03 - 0,1
Hüfte	0,07 - 0,4
Mammografie (Brustuntersuchung)	0,2 - 0,6
Beckenübersicht	0,5 - 1,0
Wirbelsäule	0,1 - 1,8
Bauchraum (Abdomen)	0,5 - 1,1
Magen	6 - 12
Darm	10 - 18
Galle	1 - 8
Harntrakt	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

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

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**

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

Biologische Wirkungen von ion. Strahlen

■ Bestrahlung von außen:

z.B. Gamma-Strahlen,
Röntgenstrahlen.
(Beispiele: Röntgen-
aufnahme, Flugreise).

■ Bestrahlung von innen:

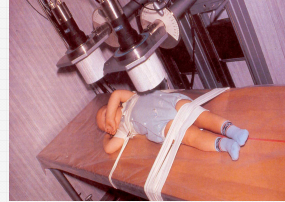
Inkorporation von
radioaktiven Substanzen,
z.B. Alpha- und Beta-
strahler. (Beispiel:
Lungenkrebs durch Radon).

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

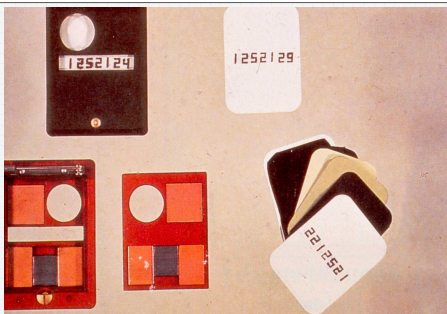
Messung inkorporierter Radioaktivität



Nachweis inkorporierter radioaktiver Stoffe im Körper und in den Körperausscheidungen

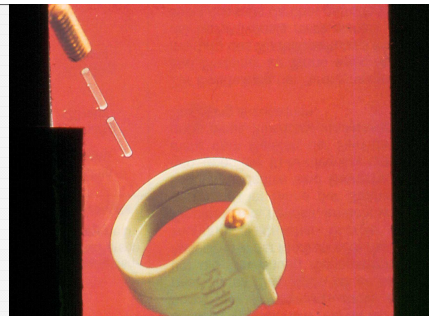
32

Filmdosimeter



33

Fingerringdosimeter



34

Dosimeter



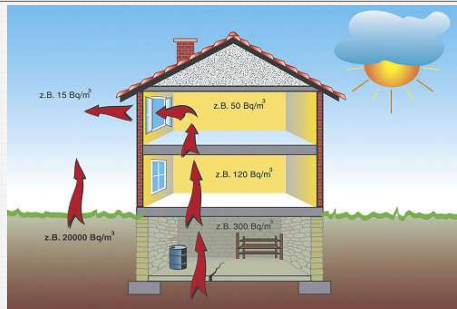
35

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

36

Radon in Gebäuden



Quelle: Kemml & Putzer
www.radon-info.de

Tabelle 2: Orientierender Vergleich der Radonbelastung durch unterschiedliche Quellen

	Bq/m³	Aufenthaltsdauer (Stunden pro Jahr)	WLM/a ⁵
Außenluft	1–10	200 ¹	0,001–0,01
Innenraum			
niedrige/mittlere Belastung	10–100	7 000 ²	0,04–0,4
hohe Belastung	100–1 000	7 000 ²	0,4–4
sehr hohe Belastung	1 000–10 000	7 000 ²	4–40
(Uran-)Bergbau nach 1970	1 000–10 000	2 000 ³	1–10
vor 1970	10 000–1 000 000	2 000 ³	10–1 000
Radonstollen (Kuraufenthalt)	10 000–100 000	100 ⁴	0,5–5

Annahmen

- ca. 2% der Gesamtzeit von 8 760 Stunden pro Jahr
- ca. 80% der Gesamtzeit von 8 760 Stunden pro Jahr
- Arbeitszeit von 170 h im Monat für zwölf Monate täglich 8 h für zwei Wochen im Jahr
- Umrechnung mit einem Gleichgewichtsfaktor $F = 0,5$, gerundet

Quelle: Gerken et al.
Handbuch Umweltmedizin

Hormesis

- Neben den Strahlenrisiken wurden auch biopositive Effekte für den Menschen postuliert.
 - Anwendungen z.B.:
 - Radoninhalationen
 - Radonbäder
- Die experimentellen Ergebnisse zur Hormesistheorie sind widersprüchlich.
- Im Strahlenschutz wird eine lineare Dosiswirkungsbeziehung ohne Schwellenwert vertreten.

Radon: Das Heilmittel, das den Schmerz lindert.

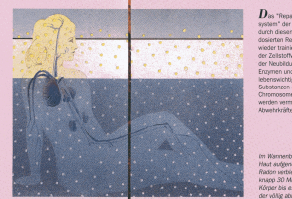


So wirkt Radon

Wirkung des Radons im Körper

Seinen heilsamen Ruf hat das Gas Radon von seinen schwachen radioaktiven Strahlen her. Dieses kann nämlich über die Atmung oder über die Haut aufgenommen werden.

Über die Haut aufgenommen, bleibt es nur rund 33 bis 36 Minuten über die Hautoberfläche hinweg, bevor es im Körper bis zu seiner Wirkung abgebaut ist. Während dieser Zeit entfaltet es seine Wirkung.



Das "Heilmittel" der Radonbäder wirkt durch seinen radioaktiven Strahl, der die Zellen der Haut und des Körpers anregt und die Durchblutung verbessert. Dadurch werden Schmerzen und Entzündungen gelindert.

Im Radonbad angekommen, wirkt das Gas Radon sofort. Innerhalb von 30 Minuten ist der Körper bis zu seiner Wirkung abgebaut.

bad kreuznach

entspannen, wohlfühlen, erleben.

- Mit der Radontherapie im Radonstollen verfügt Bad Kreuznach über ein europaweit einzigartiges ortsgelinktes Kurmittel. In einem still gelegenen Quarzstollen hat Bad Kreuznach den ersten Stollen der Welt geschaffen, der zur Radontherapie eingesetzt wird. Vergleichbare Einrichtungen gibt es in Österreich, Russland und Südamerika. Nirgendwo sind die äußeren Bedingungen auch für ältere Menschen und Personen mit labilen Kreislauf günstiger.

In der Luft des Radonstollens ist in geringer absolut unschädlicher Konzentration das radioaktive Gas Radon enthalten. Es entsteht aus dem Metall Radium, das im Porphyrgestein des Felsmassivs enthalten ist.

1904 hat der Bad Kreuznacher Apotheker Dr. Karl Aschoff die radioaktive Strahlung im Radon entdeckt. Seit 1912 wird die Inhalationstherapie angewendet. Durch Aktivierung des Immunsystems werden bei Erkrankungen wie Asthma bronchiale, allergische Erkrankungen der Atemwege und vor allem bei rheumatischen Erkrankungen durch die Behandlung mit Radon Erfolge erzielt.

In angenehmer, fast staubfreier, trockenwarmer Luft inhalieren die Patienten in zehn Sitzungen jeweils eine Stunde lang im Radonstollen. Das eingeatmete Radon ist schon nach 30 Minuten wieder vollständig im Körper abgebaut. Die Therapieerfolge beruhen auf einer durch das Radon ausgelösten Aktivierung des Stoffwechsels.

Eine Langzeituntersuchung hat insbesondere bei Patienten mit Morbus Bechterew Erfolge bei der Schmerztherapie nachgewiesen. Nach der Therapie können viele Patienten für längere Zeit auf Schmerzmittel mit schädlichen Nebenwirkungen verzichten.

- <http://www.bad-kreuznach-tourist.de/de/24>



Tourismus und Marketing GmbH
Bad Kreuznach

26. April 2007

Radontherapie im Aufwärtstrend

Gerade für Langzeittherapie gegen Schmerzerkrankungen geeignet.

Die Radontherapie in Bad Kreuznach ist mehr als 100 Jahre alt. Der Rudolfsstollen im staatlich anerkannten Heilbad ist der einzige betriebene Radonstollen in Deutschland. "Diese erfolgreiche Tradition hat in der modernen Rheumatherapie inzwischen wieder einen hohen Stellenwert," freut sich Geschäftsführer Dietmar Canis vom KVK-Gesundheitszentrum über die steigenden Patientenzahlen. Bei der Vorstellung der kürzlich modernisierten Einrichtung konnte Canis gemeinsam mit Aufsichtsratsvorsitzenden Karl-Heinz Gilsdorf einer Patienten sogar 50. Therapieaufenthalt im Radonstollen einen Jubiläumsstraß überreichen.

49

50

51

52

53

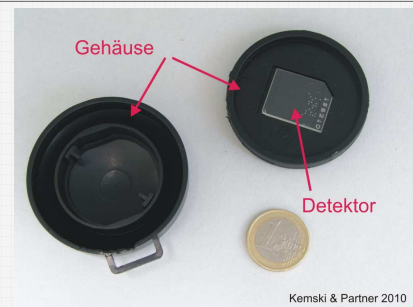
54

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.

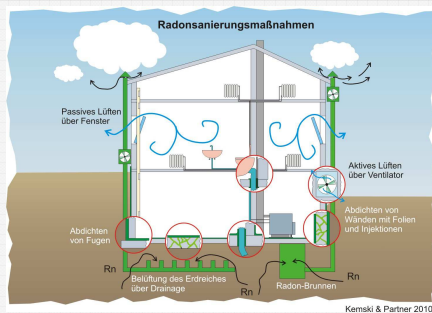
<http://www.bmu.de/strahlenschutz/doc/6402.php>

Exposimeter zur Messung von Radon in der Raumluft



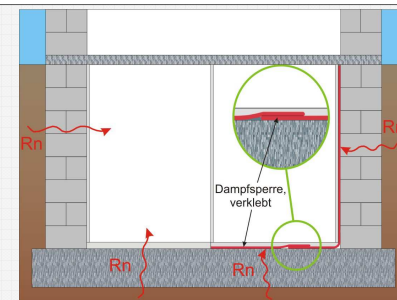
Kemski & Partner 2010

Radonsanierungsmaßnahmen



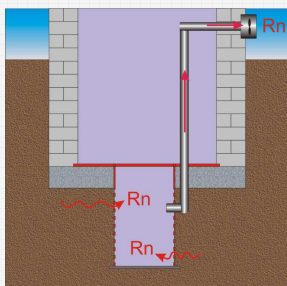
Kemski & Partner 2010

Dampfsperre



Kemski & Partner 2010

Radon-Brunnen



Kemski & Partner 2010

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



Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin | IPASUM |

Bildschirmarbeitsplätze


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

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

61

Belastungen durch Bildschirm-Arbeitsplätze


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

 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

 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

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

64

Astenopische Beschwerden


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

 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

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

66

Direktblendung

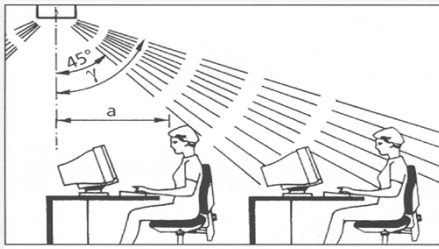


Bild 14 Kritischer Bereich bzgl. Direktblendung

Reflexblendung

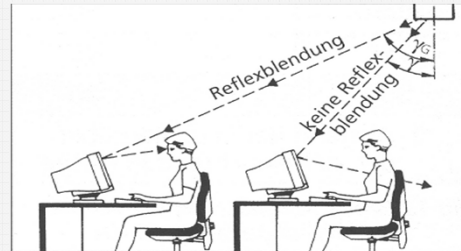


Bild 16 Kritischer Bereich bzgl. Reflexblendung

Anordnung der Leuchten

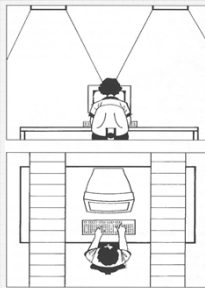


Bild 13 Seitlich versetzte Anordnung der Leuchten

Spiegellasterleuchte

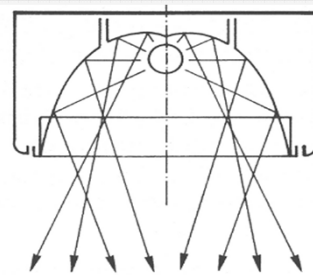


Bild 15 Spiegellasterleuchte

Anordnung zum Fenster

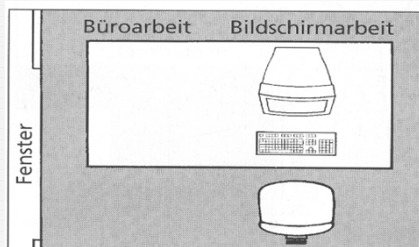


Bild 48 Schematische Anordnung der Arbeitsmittel zum Fenster

Anordnung zum Fenster II

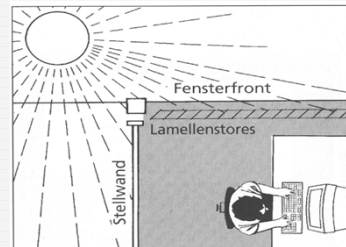


Bild 49 Maßnahmen zur Verminderung von Reflexionen und Blendung

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

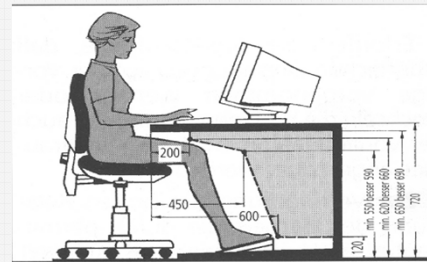


Bild 50 Notwendige Beinfreiheit am Bildschirmarbeitsplatz

Anpassung des Arbeitsplatzes

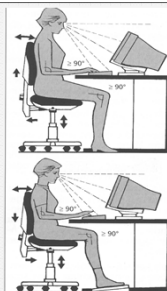


Bild 51 Anpassung der Arbeitsmittel an den Menschen

Bildschirmmaske

Unstrukturierte Bildschirmmaske:

Maske 12

Schiffsdaten
Hersteller: Utopia Planetia
Ausstattung: Spezial
Polster: Leder beige
Generator: Warp-Kern
Geschw.: Warp 9,6
Verbrauch: 50 kmol

Funktion: Ausk. Bearbeiter: T.A. Schmid
Fahrzeugtyp: Galaxy Class
Lackierung: Duranium
Fenster: transparentes Aluminium
Leistung: 38000 GW
Tankinhalt: 4,7 x 10¹⁰ m³
Länge: 1,2 km

Baujahr: PREIS: PREIS: PREIS:
1995: TL 198 800 kLat TL Spezial 256 900 kLat TL Deluxe 310 300 kLat
1994: TL 197 900 kLat TL Spezial 251 900 kLat TL Deluxe 300 500 kLat
1993: TL 197 000 kLat TL Spezial 249 900 kLat TL Deluxe 296 800 kLat
1992: TL 196 500 kLat TL Spezial 248 200 kLat TL Deluxe 299 700 kLat
1991: TL 195 900 kLat TL Spezial 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 Planetia
Ausstattung: Spezial
Lackierung: Duranium
Polster: Leder beige
Fenster: transp. Aluminium

Generator: Warp-Kern
Leistung: 38000 GW
Geschw.: Warp 9,6
Tankinhalt: 4,7 x 10¹⁰ m³
Verbrauch: 50 kmol
Länge: 1,2 km

Baujahr: PREIS TL TL Spezial TL Deluxe
1995: 198 800 kLat 256 900 kLat 310 300 kLat
1994: 197 900 kLat 251 900 kLat 300 500 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

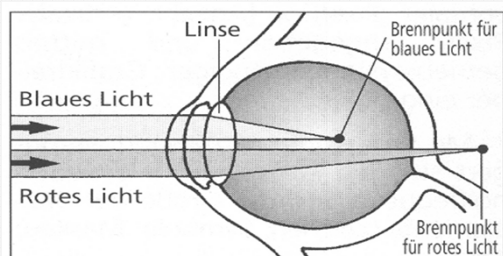


Bild 61 Chromatische Abberation

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 Schutzvorschriften 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



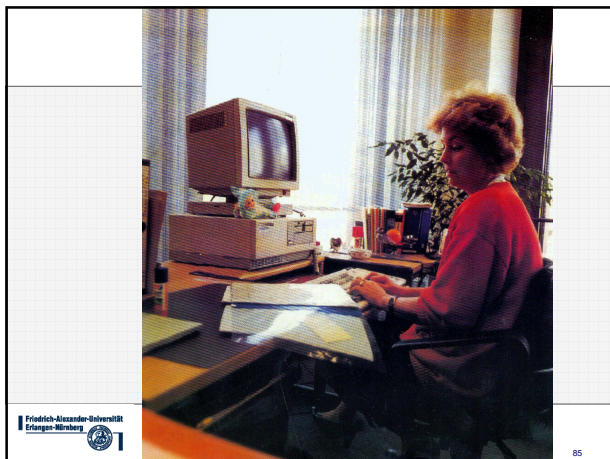
- Beinraumfreiheit
- Sitzhaltung
- Negativdarstellung
- Reflexion
- Vorlagenhalter



Beurteilung der Arbeitsbedingungen



- Sitzhaltung
- Schubladensperre
- Kabelbrücke
- Fluchtweg



Beurteilung der Arbeitsbedingungen



- Blendung
- Bildschirm zu hoch
- Fehlender Vorlagenhalter
- Klarsichthülle