

# Strahlenschutz

## im medizinischen Umfeld



Dr. Wolfgang Arthofer

März 2008

## Strahlenschutz: Übersicht

- **Physikalische Grundlagen**
- **Biologische Strahlenwirkung**
- **„Philosophie“ des Strahlenschutzes**
- **Natürliche und künstliche Strahlenquellen**
- **Rechtliche Rahmenbedingungen;  
Arbeitnehmerschutz**
- **Umgang mit Strahlenquellen**

# Strahlung – was ist das ?

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

- Funk, Radar, Mikrowellen
- Laser
- Ultraviolettes Licht
- Röntgen- und Beschleunigerstrahlung
- radioaktive Strahlung

**ionisierende Strahlung**

# Atomaufbau

Physikalische Grundlagen

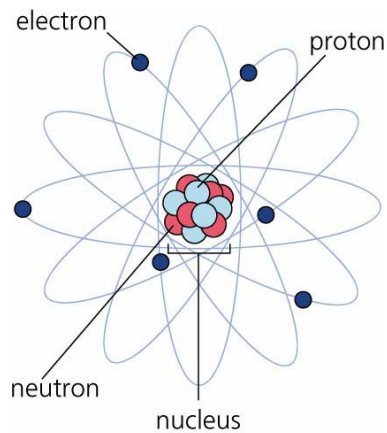
Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen



Academy Artworks

# Isotope

Physikalische Grundlagen

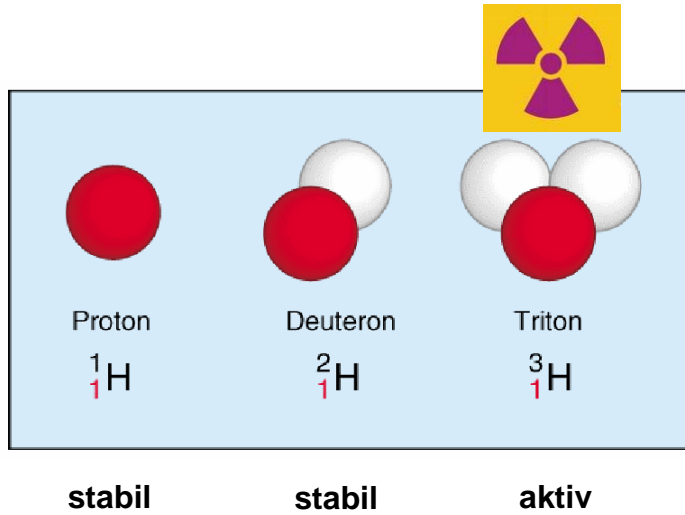
Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen



# Isotope

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

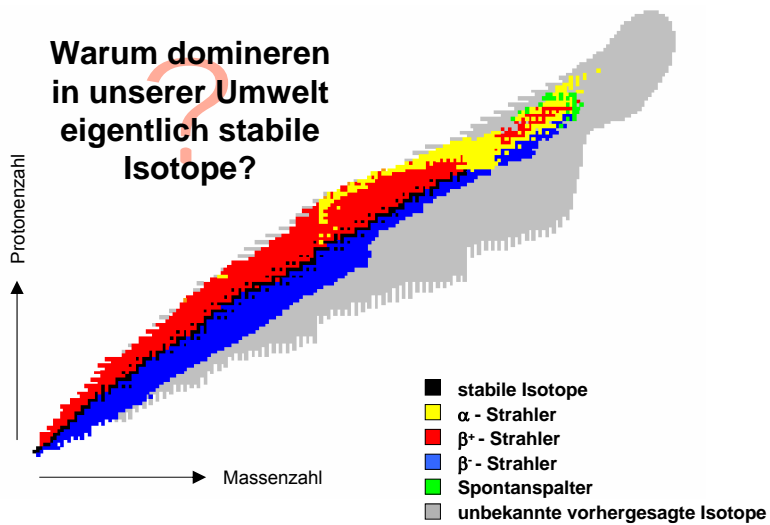
Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

Warum dominieren in unserer Umwelt eigentlich stabile Isotope?



## Halbwertszeit

Physikalische Grundlagen

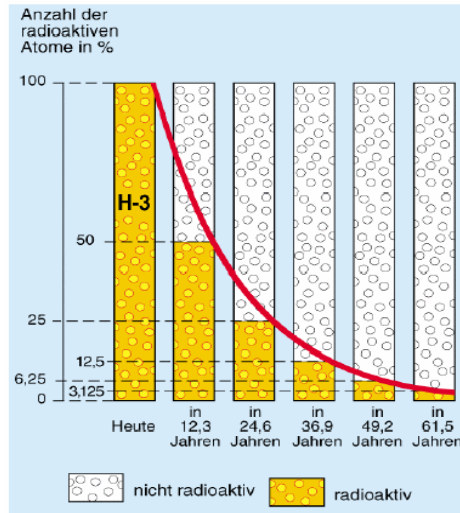
Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen



### Einige Halbwertszeiten:

Tc-99m	6.0 h
Rn-211	14.6 h
I-131	8.0 d
P-32	14.3 d
Co-60	5.3 a
H-3	12.3 a
Cs-137	30.1 a
C-14	5700 a
Pu-239	24000 a
K-40	1.3 Ga

## Natürliche Radionuklide

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

- seit der Entstehung des Sonnensystems sind die meisten Radionuklide (RN) zerfallen
- einige RN haben sehr lange Halbwertszeiten und existieren noch immer: **Primordiale Radionuklide** (z. B. K-40, U-238)
- manche primordialen RN haben Zerfallsprodukte mit kurzer Halbwertszeit, die kontinuierlich aus ihnen entstehen: **Radiogene Radionuklide** (z. B. Rn-222)
- einige RN werden in der hohen Atmosphäre durch Strahlung aus dem Weltraum ständig neu gebildet: **Kosmogene Radionuklide** (z. B. C-14)

# Alpha-Strahlung

Physikalische Grundlagen

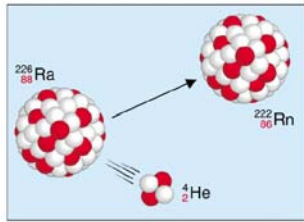
Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen



<b>Herkunft</b>	Kern
<b>Art</b>	He-Kerne
<b>Reichweite</b>	Zentimeter
<b>Abschirmung</b>	Papier
<b>med. Anwendungen</b>	heute selten

# Beta-Minus-Strahlung

Physikalische Grundlagen

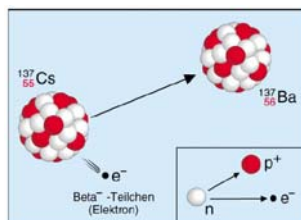
Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen



<b>Herkunft</b>	Kern
<b>Art</b>	Elektronen
<b>Reichweite</b>	Meter
<b>Abschirmung</b>	Plexiglas, Blech
<b>med. Anwendungen</b>	Forschung

## Beta-Plus-Strahlung

Physikalische Grundlagen

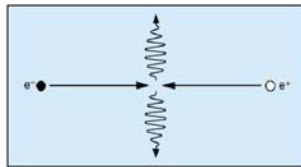
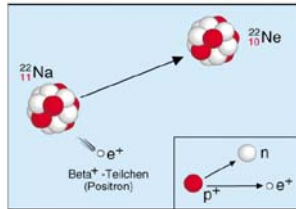
Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen



<b>Herkunft</b>	Kern
<b>Art</b>	Positronen
<b>Reichweite</b>	Nanometer
<b>Abschirmung</b>	-
<b>med. Anwendungen</b>	PET, Brachytherapie

## Wellen- oder Photonenstrahlung

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

	UV	Röntgen	$\gamma$
<b>Herkunft</b>	äußere Schale	innere Schale	Kern
<b>Art</b>	Photonen		
<b>Reichweite</b>	theoretisch unbegrenzt, praktisch einige bis viele Meter		
<b>Abschirmung</b>	Filter	Bleifolie	Blei, Beton, Wasser
<b>Anwendungen</b>	Entkeimung	Diagnostik, Therapie	Therapie

## Einheiten: Aktivität

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

$$1 \text{ Becquerel [Bq]} = 1 \text{ s}^{-1}$$

$$1 \text{ Curie [Ci]} = 37 \text{ GBq}$$

$$1 \text{ Bq} = 27 \text{ pCi}$$

Ein Mensch	~ 9000 Bq	
Schilddrüsen-Szintigraphie (Tc-99m)	37 MBq	= 1 mCi
Quellen zur Ausbildung	bis 3.7 GBq	= 100 mCi
Quellen zur Tumortherapie	ca. 370 TBq	= 10 000 Ci

## Einheiten: Dosis und Dosisleistung

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

$$1 \text{ Gray [Gy]} = 1 \text{ J / kg}$$

$$1 \text{ Sievert [Sv]} = 1 \text{ Gy}$$

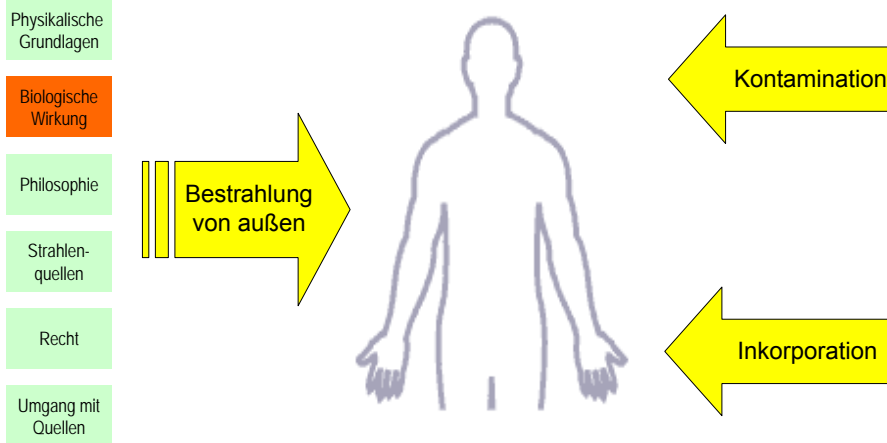
für Röntgen,  $\beta$ -,  $\gamma$ -Strahlung

$$\text{Dosisleistung} = \text{Dosis} / \text{Zeit:}$$

$$\text{Sv/h, Sv/a}$$

Hintergrundstrahlung in Österreich	0.05 bis 0.15 $\mu\text{Sv/h}$
Hintergrundstrahlung in 10 km Höhe	4 $\mu\text{Sv/h}$
Ortsdosisleistung Tschernobyl, September 1999	bis 300 $\mu\text{Sv/h}$
Kern des ‚Praterreaktors‘ in Betrieb	100 000 Sv/h
Thoraxröntgen	0.02 mSv
Thorax – CT	bis 8 mSv
Therapeutische Dosis bei Nieren-Ca	bis 18 Sv

## Einwirkungspfade



## Faktoren der biologischen Wirkung

- 
- Das Diagramm zeigt eine Liste von Faktoren der biologischen Wirkung. Links neben der Liste sind sechs vertikale Balken in verschiedenen Farben angeordnet, die Themenbereiche repräsentieren: Physikalische Grundlagen (hellgrün), Biologische Wirkung (orange), Philosophie (hellgrün), Strahlenquellen (hellgrün), Recht (hellgrün) und Umgang mit Quellen (hellgrün).
- aufgenommene Dosis
  - Strahlenart; Strahlenhärte
  - Einwirkungsdauer
  - betroffene Organe
  - Allgemeinzustand des Bestrahlten



## Biologische Strahlenwirkung

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

Hohe Dosis in kurzer Zeit	Unmittelbare somatische Zellschädigung	Rasche Wirkung, tritt in jedem Falle ein, Dosisabhängig	<b>Deterministischer Effekt</b>
Niedrige Dosis über lange Zeit	Schädigung des Erbguts (DNA)	Folgen treten spät und nur bei einem Teil der Betroffenen ein	<b>Stochastischer Effekt</b>

## Lokale deterministische Wirkungen

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen



Radiodermatitis



Strahlenatrophie

## Systemisches Strahlensyndrom

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

Syndrom	Hämatopoetisch	Gastrointestinal	Zerebral
<b>Schwellwert</b>	~ 1 Sv	~ 5 Sv	~ 20 Sv
<b>Latenzzeit</b>	3 Wochen	1 Woche	Stunden
<b>Symptome</b>	Panzytopenie Infektionen	Diarrhöe Exsikkose MOV	Meningismus Koma Apnoe
<b>Prognose</b>	gut	mäßig	infaust

## Stochastische Wirkungen

Physikalische Grundlagen

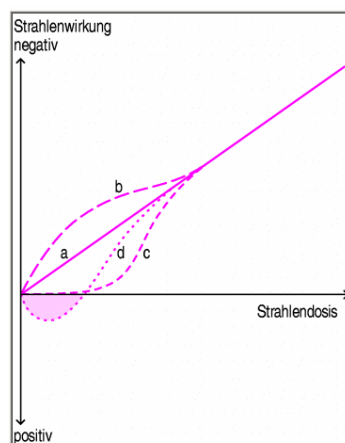
Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen



- Eintrittswahrscheinlichkeit nimmt mit Dosis zu
- Schwere der Schädigung hängt nicht von Dosis ab (Einzelereignis)
- Statistische Erfassung vieler Betroffener
- Keine Prognose für Einzelperson möglich

## Stochastische Wirkung: ein Beispiel

Physikalische Grundlagen

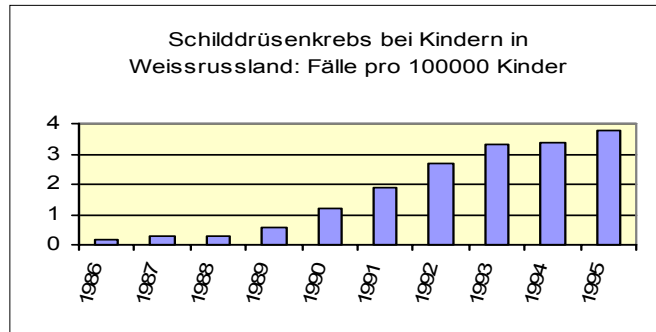
Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen



- Verursacht durch Aufnahme von  $^{131}\text{I}$  aus dem Tschernobyl-Fallout
- Keine effiziente Jod-Prophylaxe zum Unfallzeitpunkt
- Schilddrüsenkrebs ist nach wie vor seltene Krankheit, Zahl der Fälle hat sich aber mehr als verzehnfacht

## Der äußerlich bestrahlte Patient

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

### Ursachen

- Unfälle und Fahrlässigkeit im Umgang mit Bestrahlungseinrichtungen und Nuklearanlagen (häufig)
- Fund von Strahlenquellen durch Laien (Einzelfälle)

## Der äußerlich bestrahlte Patient

---

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

### Management

- Patient gibt selbst keine Strahlung ab
- kein besonderer Schutz des Personals erforderlich
- Frühe BB-Veränderungen sind Indikatoren für Dosis und Prognose → rasch EDTA-Blut abnehmen, Zeitpunkt notieren
- Behandlung in Spezialkliniken

## Der kontaminierte Patient

---

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

### Ursachen

- Laborunfälle (sehr häufig)
- Transportzwischenfälle (gelegentlich)
- Störfälle in Nuklearanlagen (selten)
- Einsatz von Nuklearwaffen (heute sehr selten)
- Kriminelle Handlungen (sehr selten)
- RDD – ‚dirty bomb‘ (kein Fall bekannt)

## Der kontaminierte Patient

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

### Management

- Die vom Patienten ausgehende Dosisleistung ist im Allgemeinen sehr gering, Grenzwertüberschreitungen für Helfer erst nach Stunden oder Tagen zu erwarten
- 80% der Kontamination sitzt in der Kleidung
- Übliche medizinische Hygiene (Handschuhe, Schürze) sind als Selbstschutz ausreichend
- Medizinische Notfallbehandlung hat Vorrang vor Dekontamination !

## Gefahr durch radioaktive Strahlung

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

- 1895: Entdeckung durchdringender „X-Strahlen“ durch W.C. Röntgen
- 1896: Entdeckung der Radioaktivität durch H. Becquerel
- 1898: Entdeckung des Radiums durch M. Curie
- um 1900: erste Fälle schwerer Strahlenschäden
- 1945: erste Massenexposition durch Kernwaffen
- 1968: erste gesetzliche Regelung in Österreich

## „Heldenzeitalter“

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

17. DEZEMBER 1925

KLINISCHE WOCHENSCHRIFT. 4. JAHRGANG. Nr. 51

### ÜBER BLUTDRUCKSENKENDE WIRKUNG VON RADIUM-BÄDERN UND RADIUMEMANATION.

Von

Dr. med. ERNST MÜLLER,

Facharzt für innere Krankheiten, Bad Münster a. Stein.

Die Einverleibung löslicher radioaktiver Substanzen durch Injektion und Trinken ist überall anwendbar und dadurch sehr bequem gemacht, daß eine Reihe von Firmen fertige dosierte Präparate in den Handel bringen. Das Auflegen von Kompressen von in Radium-Emanationslösungen eingetauchten Tüchern, Packungen mit Radiumschlamm und dergl. darf nur als lokale Strahlentherapie betrachtet werden, falls man nicht dabei der Inhalation der Radiumemanation eine Bedeutung beilegen will.

## „Heldenzeitalter“

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen



Radiumquellen für den Hausgebrauch, um 1920

## „Heldenzeitalter“

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen



### Schuhröntgengerät

in Österreich bis in die 1960er-Jahre in Verwendung

## Risikoabwägung

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

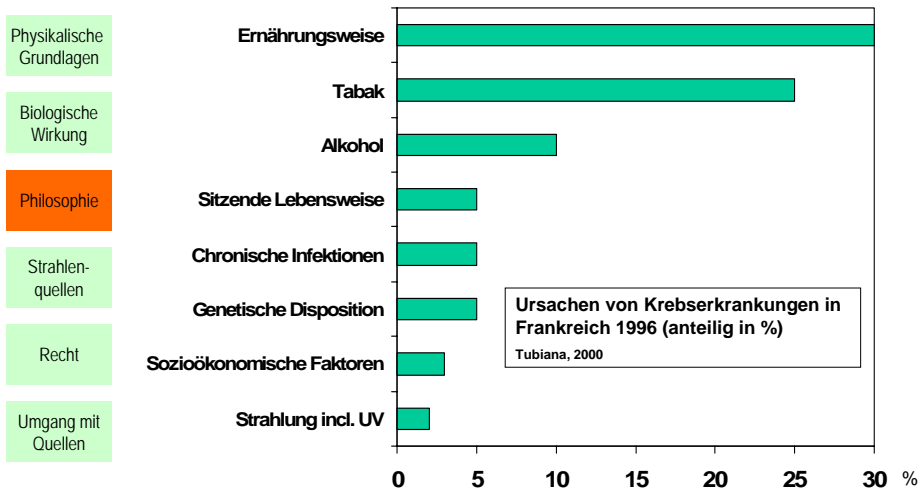
Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

- Vermutlich gibt es keine unschädliche Dosis radioaktiver Strahlung
- Andererseits gibt es generell kein gänzlich risikofreies Verhalten; manche Menschen nehmen sehr riskante Tätigkeiten in Kauf (Chemiearbeiter, Taxifahrer, Soldaten, ...)
- Der Mensch ist seit jeher einer gewissen natürlichen Strahlung ausgesetzt und toleriert diese offenbar
- Es gibt Strahlenanwendungen, bei denen der erwartete Nutzen den möglichen Schaden weit übersteigt

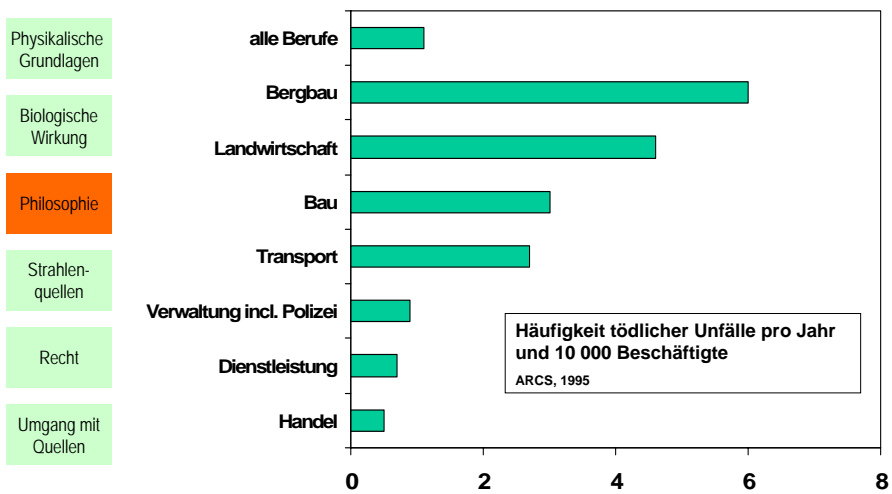
## Risikante Lebensweisen



Wolfgang Arthofer · Strahlenschutz im medizinischen Umfeld

31

## Risikante Berufe

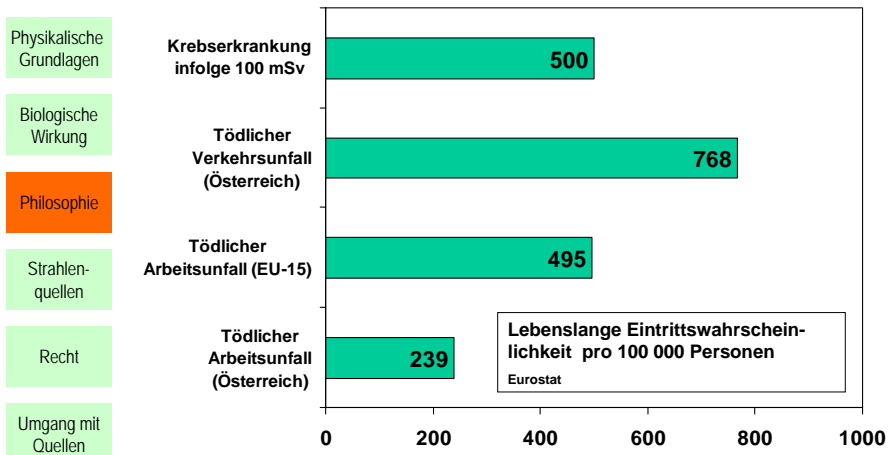


Wolfgang Arthofer · Strahlenschutz im medizinischen Umfeld

32



## Risikovergleich



## Festlegung von Grenzwerten

Personengruppe	Grenzwert
Einzelperson der Bevölkerung	1 mSv/a
beruflich exponierte Person der Kategorie B	6 mSv/a
beruflich exponierte Person der Kategorie A	100 mSv in 5 a, max. 50 mSv in 1 a

## Strahlenschutz: das Grundprinzip

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

A S

L OW

A S

R easonably

A chievable

## Natürliche Strahlenquellen

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

- Terrestrische Strahlung
- Kosmische Strahlung
- Strahlung aus Baustoffen

## Terrestrische Strahlung

Physikalische Grundlagen

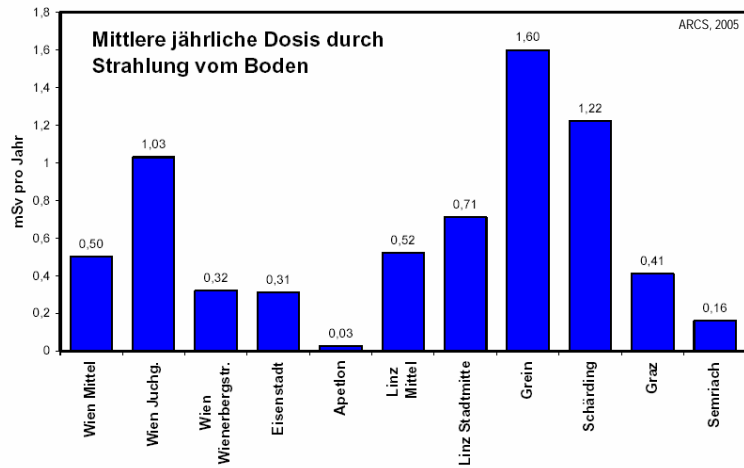
Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen



## Terrestrische Strahlung

Physikalische Grundlagen

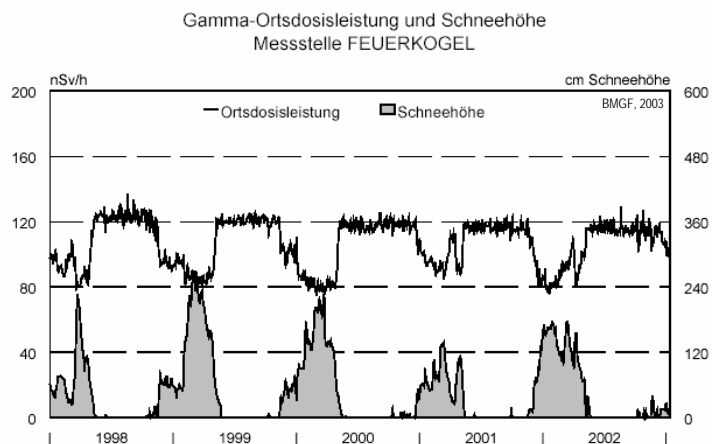
Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen



## Kosmische Strahlung

Physikalische Grundlagen

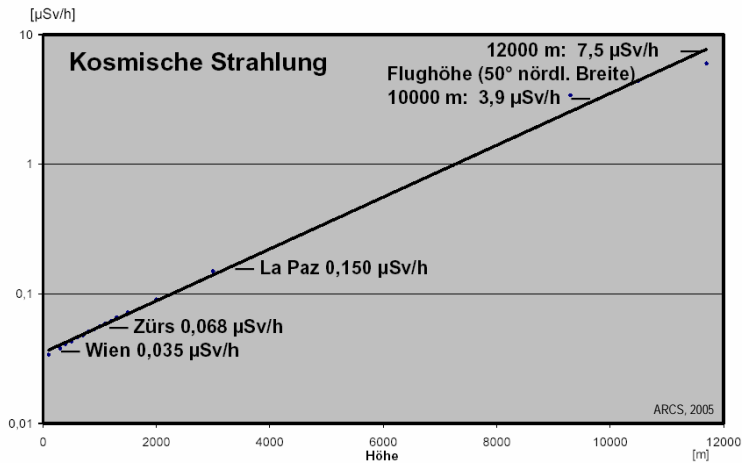
Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen



## Strahlung aus Baustoffen: Radon-222

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

- gasförmiges Radionuklid
- $\alpha$  - Strahler
- Halbwertszeit 3.8 Tage
- Teil einer Zerfallsreihe
- diffundiert aus Böden in die Luft
- vermutlich für etwa 20% aller Bronchialkarzinome verantwortlich

## Radon-222: regionale Verteilung

Physikalische Grundlagen

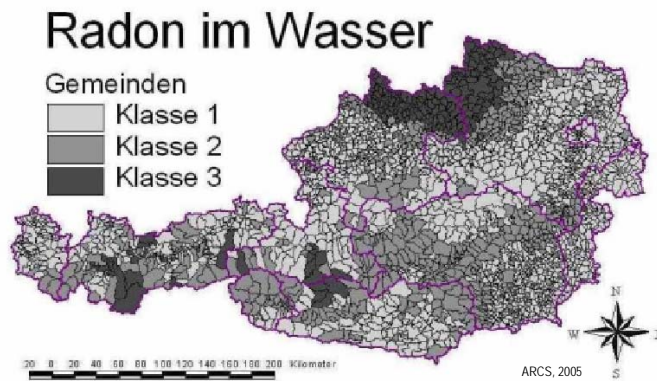
Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen



## Radon-222: Tagesgang

Physikalische Grundlagen

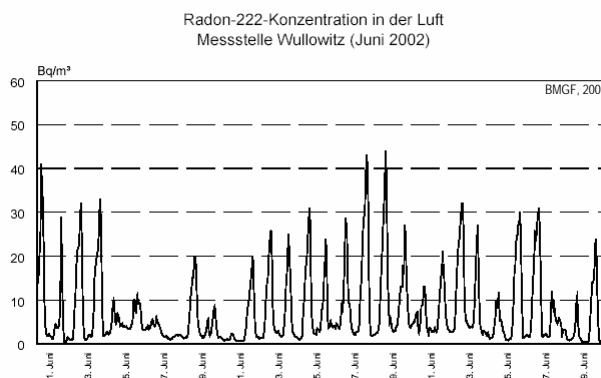
Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen



**Kurzfristige Konzentrationsschwankungen durch Wind (Vermischung) und Regen (Auswaschung)**

## Radon-222 in Gebäuden

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

- dringt über undichte Kellerwannen ein
- Effektivdosis in Österreich 1 – 3 mSv/a
- Umhausen/Tirol: zufällige Entdeckung von sehr hohen Rn-222 Konzentrationen mit Effektivdosis von ca. 13.8 mSv/a (!)
- Bauliche Sanierungsmaßnahmen
- Lüften

## Künstliche Strahlenquellen

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

- Anwendungen in der Medizin
- Anwendungen in Industrie, Technik und Forschung
- Uranbergbau und Kernkraftwerke
- Kernwaffenversuche

# Strahlenfrühwarnsystem

Physikalische Grundlagen

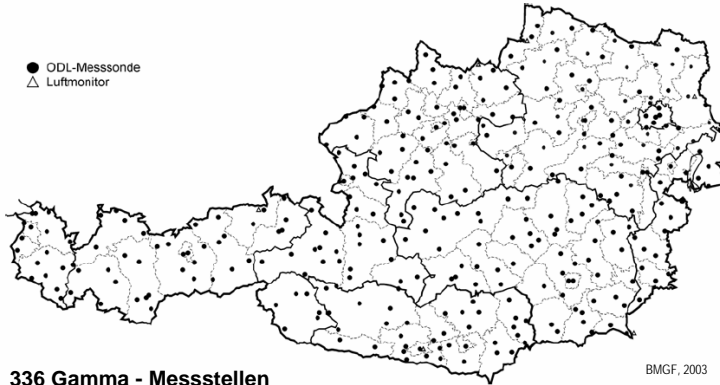
Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen



**336 Gamma - Messstellen**  
**11 Aerosol - Sammelstellen**  
**Maschenweite etwa 15 km**  
**Erfassung in der Bundeswarnzentrale**

# Strahlenfrühwarnsystem

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

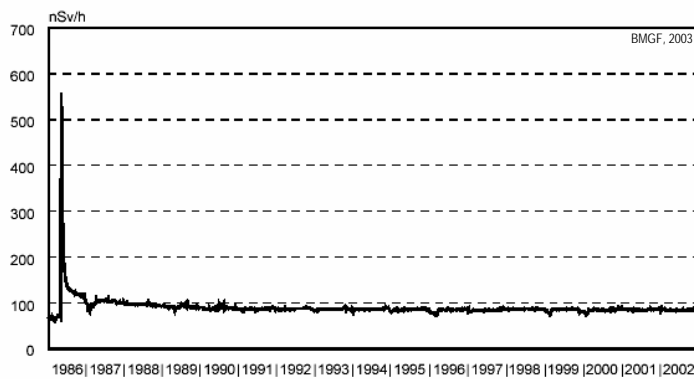
Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

Gamma-Ortsdosisleistung  
 Messstelle KLAGENFURT



# Strahlenfrühwarnsystem

Physikalische Grundlagen

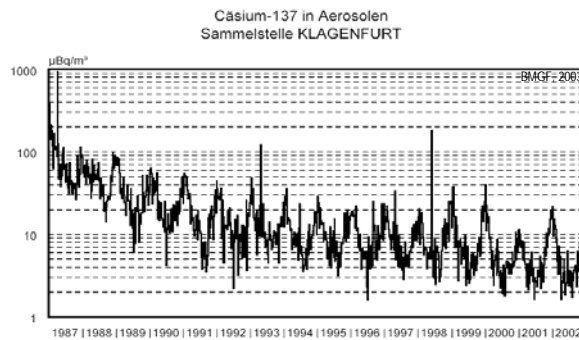
Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen



- Sinkende Trendlinie nach Tschernobyl-Unfall
- Anfang Juni 1998: im Stahlwerk Algeciras (Südspanien) wird irrtümlich eine medizinische Strahlenquelle eingeschmolzen

# Gesamtexposition in Österreich

Physikalische Grundlagen

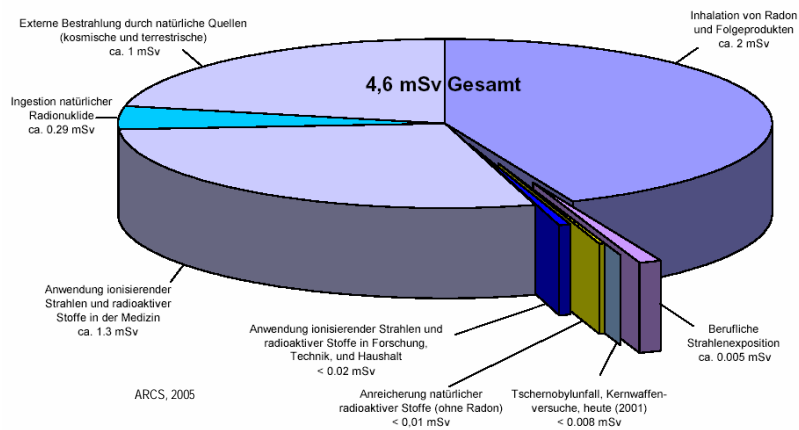
Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen





## Gesetzliche Bestimmungen

Physikalische Grundlagen	„Bundesgesetz über Maßnahmen zum Schutz des Lebens oder der Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommenschaft vor Schäden durch ionisierende Strahlen ( <b>Strahlenschutzgesetz – StrSchG</b> ); 1969 – 2004
Biologische Wirkung	Verordnung [...] über allgemeine Maßnahmen zum Schutz von Personen vor Schäden durch ionisierende Strahlung ( <b>Allgemeine Strahlenschutzverordnung – StrSchV</b> ); 2006
Philosophie	
Strahlenquellen	„Verordnung [...] über Maßnahmen zum Schutz von Personen vor Schäden durch Anwendung ionisierender Strahlung im Bereich der Medizin ( <b>Medizinische Strahlenschutzverordnung – Med-StrSchV</b> ); 2004
Recht	Verordnung [...] über Maßnahmen zum Schutz des fliegenden Personals vor kosmischer Strahlung ( <b>Strahlenschutzverordnung fliegendes Personal – FIP-StrSchV</b> ); 2006
Umgang mit Quellen	<b>Strahlenschutz-Interventionsverordnung</b> ; derzeit in Begutachtung

## Strahlenschutzgesetz

Physikalische Grundlagen	• <b>Begriffsbestimmungen</b>
Biologische Wirkung	• <b>Bewilligungs- und Meldepflichten</b> Inhaber; Strahlenschutzbeauftragter; Verkehr mit radioaktiven Stoffen; Aufzeichnungspflichten
Philosophie	• <b>Schutzbestimmungen</b> Gesundheitliche Eignung; Untersuchungen; Bewilligungs-, Quellen-, Dosis-, Störfallregister
Strahlenquellen	• <b>Radioaktive Abfälle</b>
Recht	• <b>Behördliche Überwachung und Intervention</b>
Umgang mit Quellen	• <b>Maßnahmen bei radiologischen Notstandssituationen</b>

## Verantwortlichkeiten

---

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

- **Bewilligungsinhaber**
  - kann auch juristische Person sein
  - Verlässlichkeit
- **Strahlenschutzbeauftragter**
  - Ausbildung nach StrSchV
  - Anwesenheitspflicht
- **Medizinphysiker**
  - Universitätslehrgang ‚Medizinische Physik‘
  - sind bei med. Expositionen ‚zu enger Mitarbeit beizuziehen‘

## Schutzbestimmungen

---

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

- verpflichtende Strahlenschutzbelehrung
- ärztliche Eignungsprüfung
- individuelle Dosisüberwachung
- Kontrolle auf Inkorporation bei Arbeit mit offenen radioaktiven Stoffen
- Tätigkeitsverbot für Jugendliche, Schwangere und (bei Arbeit mit offenen radioaktiven Stoffen) für stillende Mütter

## Allg. Strahlenschutzverordnung

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

- Kategorien strahlenexponierter Personen
- Grenzwerte im Detail
- Anforderungen an Strahlenbereiche und Strahlenanwendungsräume
- Dosimetrie
- Kennzeichnung, Lagerung, Transport und Beschaffenheit radioaktiver Stoffe
- Aus- und Weiterbildungspflichten

## Kategorien exponierter Personen

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

	<b>Einzelperson der Bevölkerung</b>	<b>Arbeitskraft der Kategorie B</b>	<b>Arbeitskraft der Kategorie A</b>
<b>max. effektive Ganzkörperdosis</b>	1 mSv/a	6 mSv/a	100 mSv in 5 a, max. 50 mSv in 1 a
<b>ärztliche Begutachtung</b>	-	empfohlen	verpflichtend bei Einstellung, Ausscheiden und ein mal jährlich
<b>Verwendung persönlicher Dosimeter</b>	-	empfohlen	verpflichtend

## Strahlenbereiche

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

- **Überwachungsbereich**
  - Strahlenexposition über Grenzwert ist möglich
  - angemessene Überwachung
- **Kontrollbereich**
  - zusätzlich geregelter Zugang
  - nur autorisiertes Personal
  - Dosimeterpflicht
- **Typisierte Arbeitsräume**
  - zur Arbeit mit offenen Strahlern
  - bauliche Maßnahmen (glatte Oberflächen, getrennte Waschbecken, Abzüge, Unterdruck, ...)



## Med. Strahlenschutzverordnung

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

- Anwendung im Rahmen von Untersuchung und Behandlung
- Anwendung bei Reihenuntersuchungen
- Forensische Anwendungen
- Freiwillige medizinische Exposition Gesunder im Rahmen von Studien
- Freiwillige Exposition im Rahmen der Patientenbetreuung
- Schutz des medizinischen Personals

# Grundsätze medizinischer Strahlenanwendung

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

- **Rechtfertigung**
  - Abwägung Nutzen – Schädigung
  - verfügbare alternative Verfahren
- **Optimierung**
  - diagnostische Dosen so gering wie möglich
  - therapeutische Dosen so gezielt wie möglich
  - helfendes Personal so geschützt wie möglich
- **Verantwortung**
  - verfügbare frühere diagnostische Daten
  - Exposition muss von definierter klinischer Fachkraft zugelassen werden

# Umgang mit Strahlenquellen: Grundsätzliche Fragen

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

- **Art der Strahlenquelle**
  - abschaltbar – nicht abschaltbar
  - offen - umschlossen
- **Strahlenart**
  - durchdringend – abschirmbar
  - starke – schwache biologische Wirkung
- **Stärke der Strahlenquelle**
- **Eignung des Anwendungsraums**
- **Technischer Zustand der Quelle**
  - regelmässig gewartet – beschädigt

## Strahlenquellen: Röntgen- und Beschleunigeranlagen

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

- Erzeugung der Strahlung aus elektrischer Energie
- keine radioaktiven Stoffe
- oft erhebliche Strahlung
- (Fern-) Anzeige des Betriebszustands
- abschaltbar
- breite medizinische Verwendung



## Strahlenquellen: Röntgen- und Beschleunigeranlagen

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

- Bleischürzen helfen nur wenn sie auch tatsächlich getragen werden
- mobile Schutzwände sinnvoll aufstellen
- Raum während Strahlenanwendung möglichst verlassen
- seitlich oder hinter der Strahlenquelle stehen



## Strahlenquellen: umschlossene radioaktive Stoffe

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

- Stoff ist von einer robusten Hülle umgeben: „Quelle“
- keine Kontaminations-, Inkorporations- oder Verschleppungsgefahr
- oft erhebliche Strahlung
- nicht abschaltbar
- Verwendung vor allem in Therapiegeräten
- Zutritt zumeist mit mehreren technischen Barrieren gesichert



## Strahlenquellen: offene radioaktive Stoffe

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

- direkter Kontakt möglich
- Kontaminations- und Inkorporationsgefahr
- Verschleppungsgefahr
- Anwendung nur in besonderen Räumen
- Verwendung in der Diagnostik und in der systemischen Therapie



# Strahlenquellen: offene radioaktive Stoffe

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

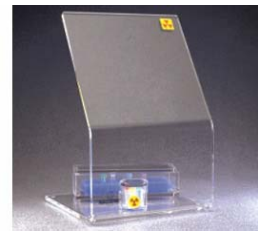
Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

- Umgang nur auf typisierten Arbeitsplätzen A-C
- Handschuhe, Mundschutz, Körperschutz verwenden
- strenges Ess-, Trink-, Rauch- und Schminkverbot
- Abschirmungen verwenden
- nach Arbeitsende reinigen und freimessen
- Angst ist häufigste Unfallursache!



# Messgeräte verwenden

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen



## Zählrohre

- Kontinuierliche Anzeige
- Alarmfunktionen verfügbar
- Viele verschiedene Ausführungen



## TLDs

- nicht ablesbar
- nicht löschar
- monatlicher Wechsel
- zur gesetzlichen Dosisüberwachung



## Szintillatoren

- messen direkt im Medium
- apparativ aufwändig
- für kleinste Aktivitäten und kurze Reichweiten



## Persönliche Dosis minimieren

Physikalische Grundlagen

Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen

**A**bschirmung verwenden

**A**bstand halten

**A**ufenthaltszeit minimieren

## Halbwertsschicht

Physikalische Grundlagen

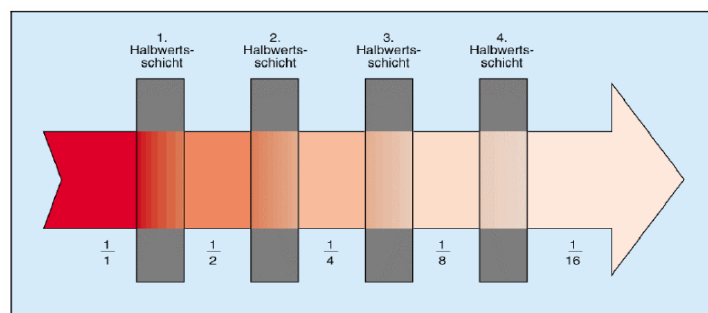
Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen



- Abschirmung harter  $\gamma$ -Strahlung mit dicken Blei- oder Betonschichten
- Abschirmung von Röntgenstrahlung mit Bleifolien, Bleiglasfenstern
- Bei Teilchenstrahlern komplette Abschirmung möglich (häufig mit Plexiglas)

## Quadratisches Abstandsgesetz

Physikalische Grundlagen

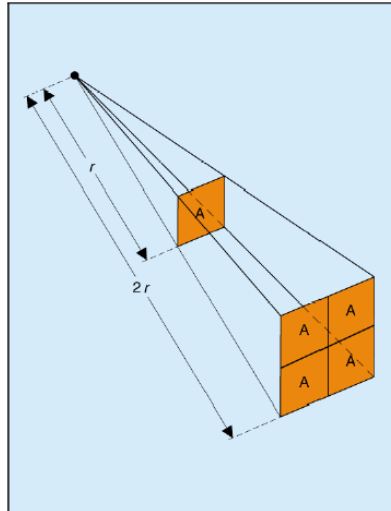
Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen



- Verdopplung des Abstands von der Quelle reduziert Dosisleistung auf ein Viertel
- Radioaktive Stoffe niemals direkt mit der Hand berühren

## Zeitabhängigkeit der Dosis

Physikalische Grundlagen

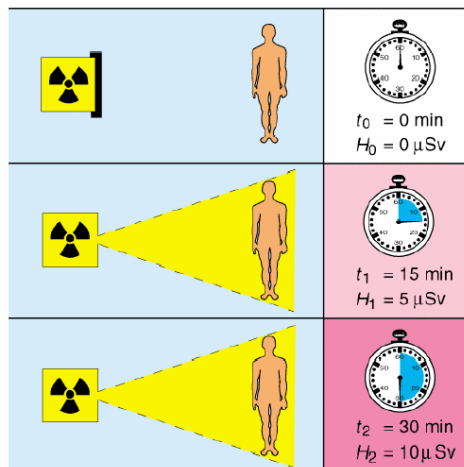
Biologische Wirkung

Philosophie

Strahlenquellen

Recht

Umgang mit Quellen



- Arbeitsmittel vor Beginn der Exposition vorbereiten
- zügig arbeiten
- keine unnötigen Tätigkeiten im Strahlenfeld

## Wo viel Röntgenlicht ist, muss auch Röntgenshatten sein.

W. C. Röntgen



Aufnahme der Hand von Alfred von  
Kolliker, hergestellt von  
W.C. Röntgen am 23. Jänner 1896



**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit !**

<http://www.peerart.at/aw>

Austrian Research Center Seibersdorf, ARCS (1995) Ausbildung für Strahlenschutzbeauftragte.  
Austrian Research Center Seibersdorf, ARCS (2001) Radioaktivität und Strahlung in unserer Umwelt.  
Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich  
Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, BMGF (2003) Radioaktivitätsmessungen in Österreich 2002.  
Koelzer W. (2004) Atomaufbau - Strahlung - Dosis - Abschirmung. Folienmappe. <http://www.kernenergie.net>  
McKee C.B. et al (2000) The Medical NBC Battlebook. USACHPPM Tech Guide 244.  
Mrosek B. (2002) Strahlenschutz. Schattauer-Verlag  
Psyhyrembel (2004) Klinisches Wörterbuch. 260. Auflage. de Gruyter Verlag.  
Tubiana M. (2000) Radiation risks in perspective. Radiat Environ Biophys 39: 3-16.