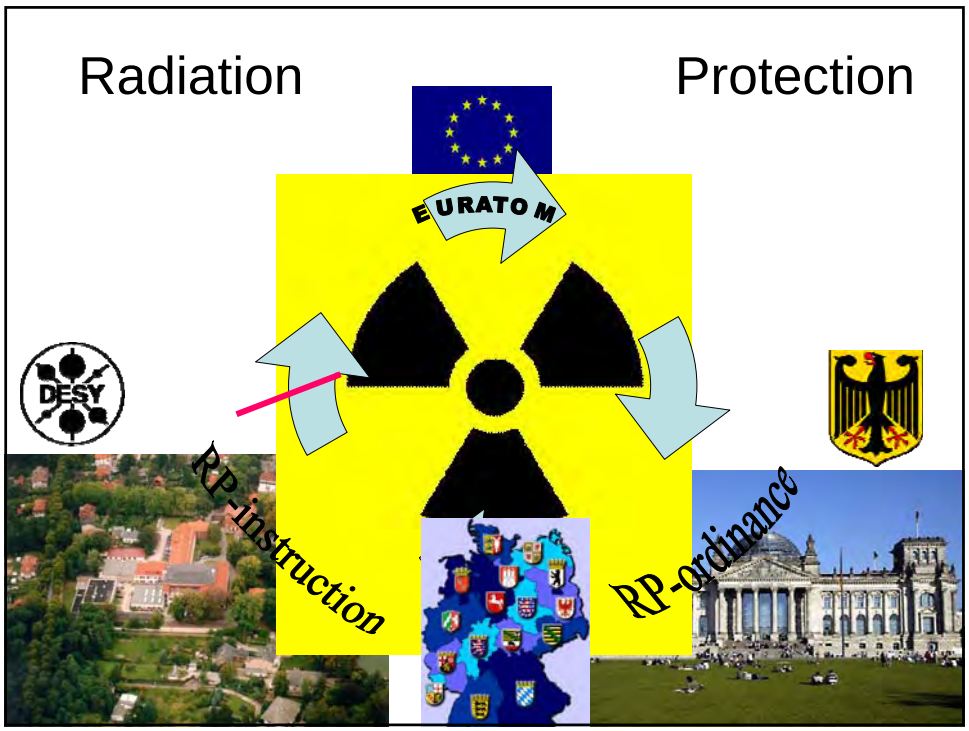


Deutsches Elektronen-Synchrotron
DESY

Strahlenschutzanweisung
für DESY in Zeuthen

1. August 2007

Ziel des Vortrags /aim of the talk

- Strahlung ist natürlich / Radiation is natural
- Gefühl dafür bekommen -
  Was ist normal, was ist gefährlich?
  Get a feeling -
  What is normal, what dangerous?
- Routinearbeiten bei PITZ

Inhalt/Content

- Strahlenschutz – Radiation protection and Herr-Mr. Sievert
- Ortsdosimetrie - local dose measurement
- Personendosimetrie – personal protection
- Arbeit / work bei PITZ

mpfindet Otto Normalverbraucher beim T

Radioaktivität ?

OR

What is the feeling of Mr. Everyman

WRT Radioactivity ?

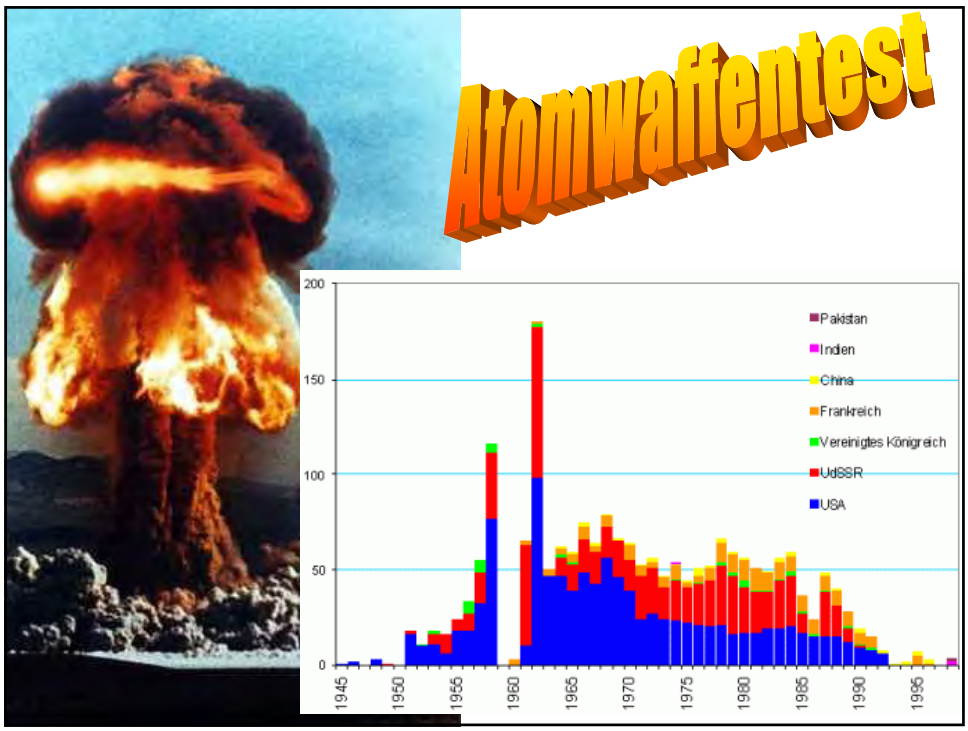
Jeder macht irgendwann mal Fehler. Darum gibt es doch Bleistifte mit Radiergummis.

Castortransporte

Endlagerstätten
Deep geological repository

Fast vergessen

Hiroshima



Und dann gibt es noch Urangeschosse

im Kosovo, Irak, ….

Dreckige Bombe ….

Alles wird bunt vermischt

Am Ende ist nur ein ungutes Gefühl

Ende der Polemik

Warum ist das so ????

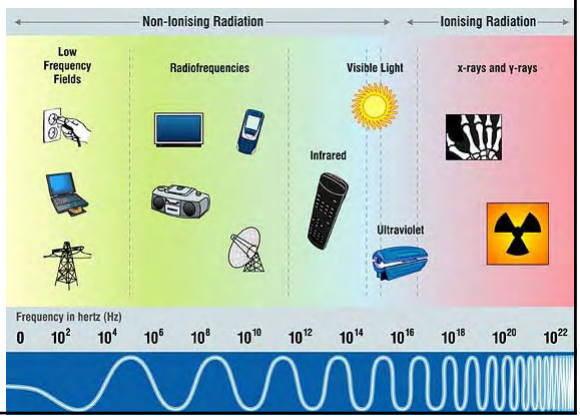
Nicht mit unseren Sinnesorganen zu erfassen

Aber

Auch andere Phänomöne erfassen

wir nicht direkt

Beispiel el magnetishce Wellen



verwirrt Otto Normalverbraucher beim Th

Radioaktivität ?_

e Masseinheiten mit unhandlichen Grössenordn

Ziel der nächsten Folien –

ır eine Einheit (Sv) mit einer Grössenordnung (µ

neue Einheiten

Bq Gy Sv

(prefix)

Vorzeichen !

TBq --- nSv

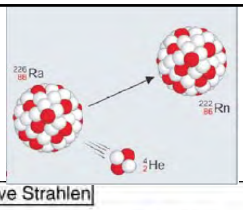
Tera.. Giga...Milli... Mikro ...Nano

Was ist wichtig für den täglichen Gebrauch ?

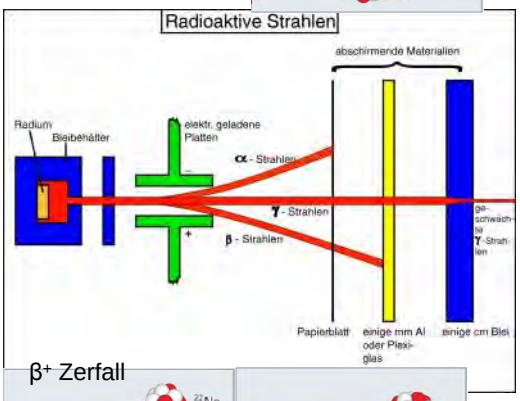
Was ist wichtig für den täglichen Gebrauch ?

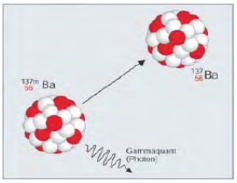
1896 **H. Becquerel** Schwärzung einer Fotoplatte durch Pechblende.

Nobelpreis 1903



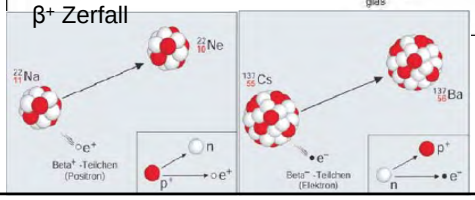
α Zerfall





γ Zerfall

β⁺ Zerfall

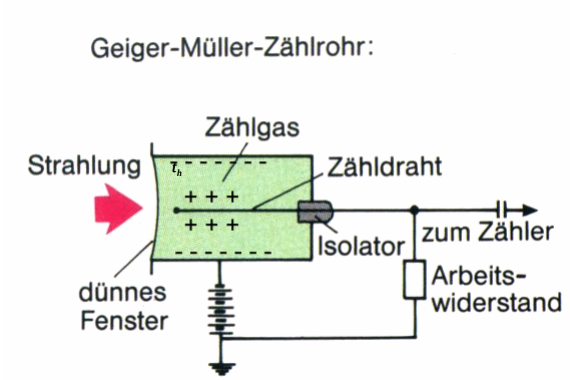


β⁻ Zerfall

Messung der Radioaktivität

Messung der Radioaktivität

Zerfälle pro Sekunde (Bq)



zum Vergleich: Mensch (75kg) strahlt mit ca. 8,5 kBq, davon 4 kBq C-14 (Ötzi-Alter)

t_h = 5730 Jahre

Was ist wichtig für den täglichen Gebrauch ?

Herr Becquerel misst nur die Zerfälle pro Sekunde egal was ...

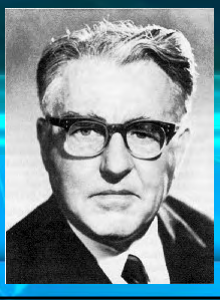
Radionuklid	Freigrenze		Aktivität HRQ/ 1/100 A_1 in Bq	Oberflächenkontamination in Bq/cm²	Freigabe							Halbwertszeit	
					uneingeschränkte Freigabe von				Freigabe von				
	Aktivität in Bq	spezifische Aktivität in Bq/g			festen Stoffen, Flüssigkeiten mit Ausnahme von Sp. 6 in Bq/g	Bauschutt, Bodenaushub von mehr als 1 000 t/a in Bq/g	Bodenflächen in Bq/g	Gebäuden zur Wieder-, Weiterverwendung in Bq/cm²	festen Stoffen, Flüssigkeiten zur Beseitigung mit Ausnahme von Sp. 6 in Bq/g	Gebäuden zum Abriss in Bq/cm²	Metallschrott zur Rezyklierung in Bq/g		
1	2	3	3a	4	5	6	7	8	9	10	10a	11	
H-3	1 E+9	1 E+6	4 E+11	1 E+2	1 E+3	6 E+1	3	1 E+3	1 E+3	4 E+3	1 E+3	12,3	a
Be-7	1 E+7	1 E+3	2 E+11	1 E+2	3 E+1	3 E+1	2	8 E+1	2 E+2	6 E+2	3 E+2	53,3	d
Be-10	1 E+6	1 E+4										1,6E+6	a
C-11	1 E+6	1 E+1										20,4	m
C-11 Monoxid,Dioxid	1 E+9	1 E+1										20,4	m
C-14	1 E+7	1 E+4	4 E+11	1 E+2	8 E+1	1 E+1	4 E-2	1 E+3	2 E+3	6 E+3	8 E+1	5,7E+3	a
Mn-51	1 E+5	1 E+1		1	1 E+1	2 E-1		1	1 E+1	5 E+4	1 E+1	46,2	m
Mn-52	1 E+5	1 E+1	3 E+09	1	1 E+1	6 E-2		1	1 E+1	9 E+1	1 E+1	5,6	d
Mn-52m	1 E+5	1 E+1		1	1 E+1	9 E-2		1	1 E+1	5 E+4	1 E+1	21,0	m
Mn-53	1 E+9	1 E+4		1 E+2	1 E+3	1 E+3	3	1 E+3	1 E+3	2 E+4	1 E+4	3,7E+6	a
Mn-54	1 E+6	1 E+1	1 E+10	1	4 E-1	3 E-1	9 E-2	1	1 E+1	1 E+1	2	312,2	d
Mn-56	1 E+5	1 E+1	3 E+09	1	1 E+1	1 E-1		1	1 E+1	9 E+3	1 E+1	2,6	h
Fe-52	1 E+6	1 E+1	3 E+09	1 E+2	1 E+1	7 E-2		1	1 E+1	2 E+3	1 E+1	8,3	h
Fe-55	1 E+6	1 E+4	4 E+11	1 E+2	2 E+2	2 E+2	6	1 E+3	1 E+4	2 E+4	1 E+4	2,7	a
Fe-59	1 E+6	1 E+1	9 E+09	1	1	2 E-1	6 E-2	1	7	3 E+1	1 E+1	45,1	d
Fe-60+	1 E+5	1 E+2										1,0E+5	a
Co-55	1 E+6	1 E+1	5 E+09	1	1 E+1	1 E-1		1	1 E+1	1 E+3	1 E+1	17,5	h
Co-56	1 E+5	1 E+1		1	0,2	6 E-2	2 E-2	1	2	6	0,4	78,8	d
Co-57	1 E+6	1 E+2	1 E+11	1 E+1	2 E+1	3	8 E-1	1 E+1	1 E+2	1 E+2	2 E+1	271,3	d
Co-58	1 E+6	1 E+1	1 E+10	1	0,9	2 E-1	8 E-2	1	9	3 E+1	1	70,8	d
Co-58m	1 E+7	1 E+4	4 E+11	1 E+2	1 E+4	1 E+4		1 E+3	1 E+4	1 E+9	1 E+4	8,9	h
Co-60	1 E+5	1 E+1	4 E+09	1	0,1	9 E-2	3 E-2	4 E-1	4	3	0,6	5,3	a
Co-60m	1 E+6	1 E+3		1 E+2	1 E+3	6 E+1		1 E+3	1 E+3	7 E+7	1 E+3	10,5	m
Co-61	1 E+6	1 E+2		1 E+1	1 E+2	4		1 E+1	1 E+2	5 E+5	1 E+2	1,7	h
Co-62m	1 E+5	1 E+1		1	1 E+1	8 E-2		1	1 E+1	7 E+4	1 E+1	14,0	m
Ni-56	1 E+6	1 E+1										6,1	d

Was ist wichtig für den täglichen Gebrauch ?

Für den Physiker

Wir messen einfach die Energie / Masse

1 Gray = 1 Joule / Kilogramm



Louis Harold Gray

Was ist wichtig für den täglichen Gebrauch ?

The catch

Verhalten

4 J/kg → 4 Gy = 4 J/kg

Strahlenunfall

Lethale Dosis LD 50

1 Tasse Espresso ist belebend

4 Gray sind ziemlich tötlich

The winner is :

Rolf Sievert

= Faktor

Louis Harold Gray

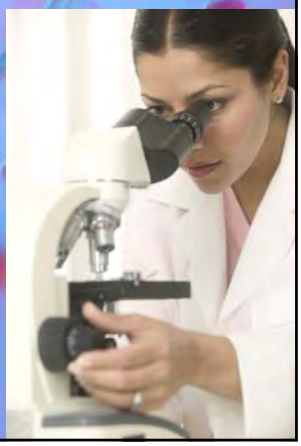
Der Faktor

ist für Biologen und Mediziner relevant
(und ein Glaubenskrieg)

Schäden in den Zellen

durch verschiedener

Strahlenarten gewichtet



Strahlenart	Energie	Wichtungsfaktor
Photonen	alle	1
Elektronen, Myonen	alle	1
Neutronen	< 10 keV 10 keV bis 100 keV > 100 keV bis 2 MeV > 2 MeV bis 20 MeV > 20 MeV	5 10 20 10 5
Protonen	> 2 MeV	5
Alphateilchen, Spaltfragmente, schwere Kerne	alle	20

Was ist wichtig für den täglichen Gebrauch ?

Wir leben (strahlungstechnisch) in einer

Sievert – Welt

(oder besser Mikro-Sievert-Welt)

Wo Sievert draufsteht ist auch Sievert

d.h. uns interessiert nicht die Strahlungsquelle, nur die Wirkung auf den Menschen

Was bedeutet (Mikro-)Sievert?

Wirkung grosser Strahlendosen

oberhalb 4 Sievert tötliche Wirkung, alle sind da einig

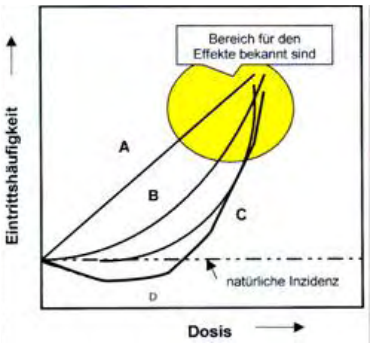
Das ist das Ende der Fahnenstange

4 SV -→ LD 50 bedeutet 50% in 30 Tagen tot

Hiroshima, Atomtests, Tierversuche …..

Wirkung kleiner Strahlendosen

unterhalb 0,2 - 0,5 Sv nur stochastische (zufällige) Wirkung



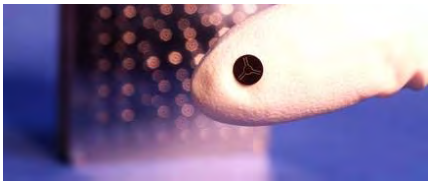
A linear ohne Schwelle

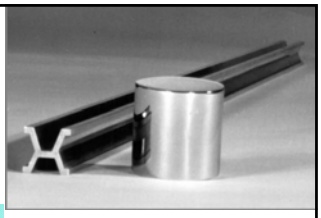
B linear-quadratisch ohne Schwelle

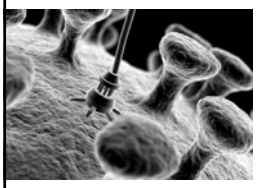
C nichtlinear mit Schwelle

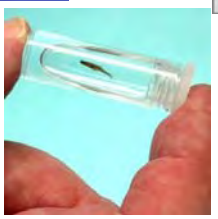
D Hormesis

Der Effekt, dass ein Agens, das in hohen Dosen schädlich wirkt, in kleinen Dosen einen positive Wirkung haben kann, wird „Hormesis“ genannt.
Das griechische Wort „hormaino“ bedeutet „antreiben“, „ermuntern“.









Nano Mikro Milli Meter(Sievert)

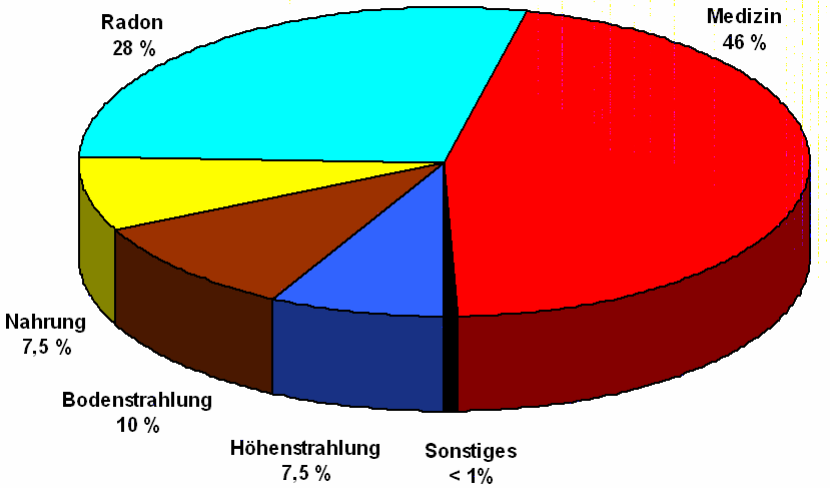
1

1/1.000

1/1.000.000

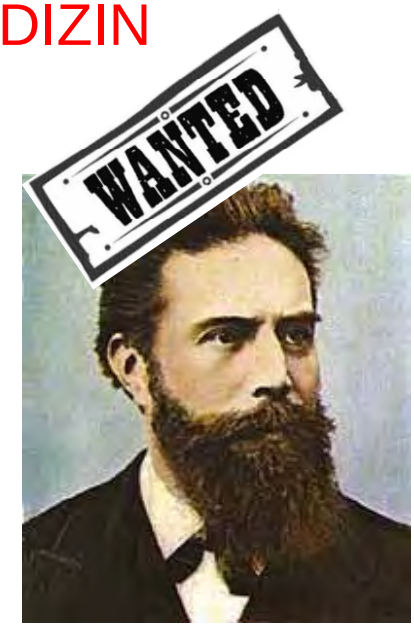
1/1.000.000.000

Pro Jahr bekommen wir,
ob wir wollen oder nicht, etwa 2100 µSv natürlich und weitere 1800 µSv künstlich ab



MEDIZIN

Schuld ist der
Herr Röntgen



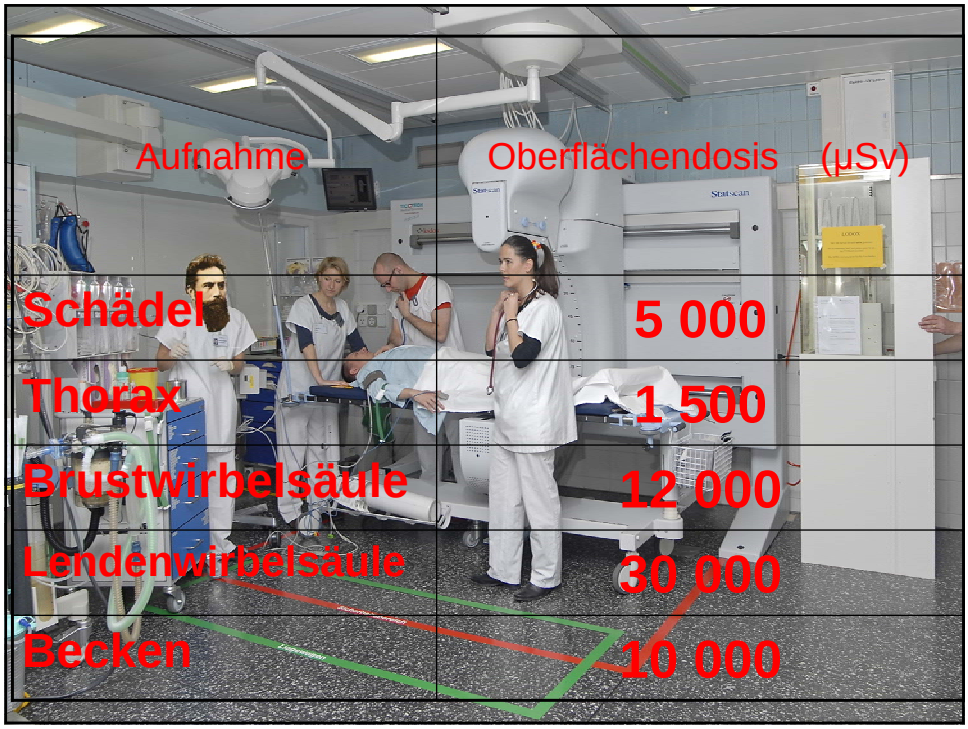
Die erste Röntgenaufnahme

eines Menschen –

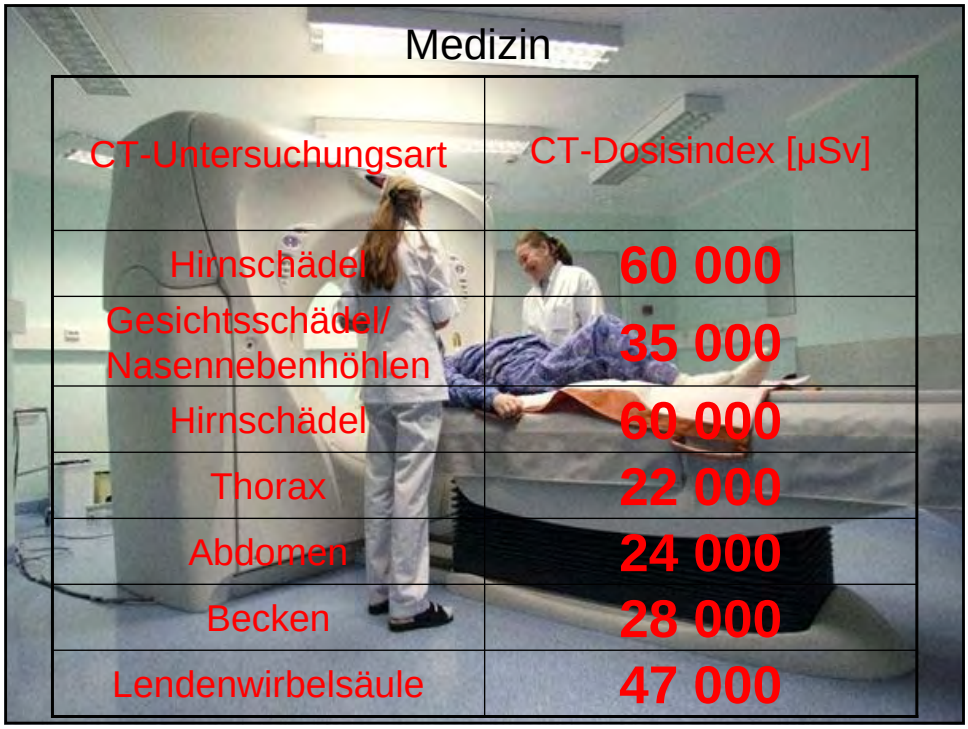
Frau Röntgens Hand

15 Minuten Belichtung!!!!

Wenn einer eine Reise macht ....



Aufnahme	Oberflächendosis (µSv)
Schädel	5 000
Thorax	1 500
Brustwirbelsäule	12 000
Lendenwirbelsäule	30 000
Becken	10 000



Medizin

CT-Untersuchungsart	CT-Dosisindex [µSv]
Hirnschädel	60 000
Gesichtsschädel/ Nasennebenhöhlen	35 000
Hirnschädel	60 000
Thorax	22 000
Abdomen	24 000
Becken	28 000
Lendenwirbelsäule	47 000

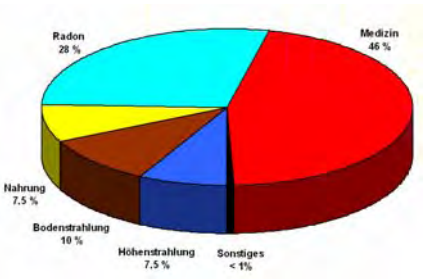
In der Medizin gelten keine Obergrenzen.

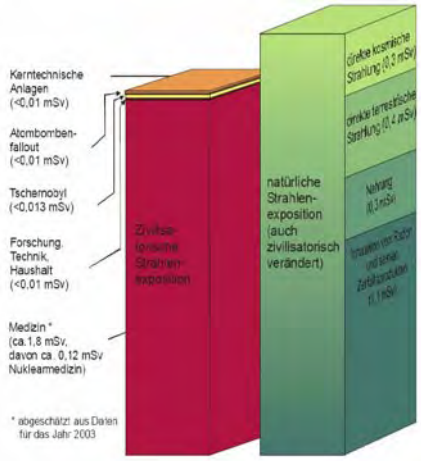
Was medizinisch begründbar ist,

wird gemacht.

Natürliche

2100 µSV

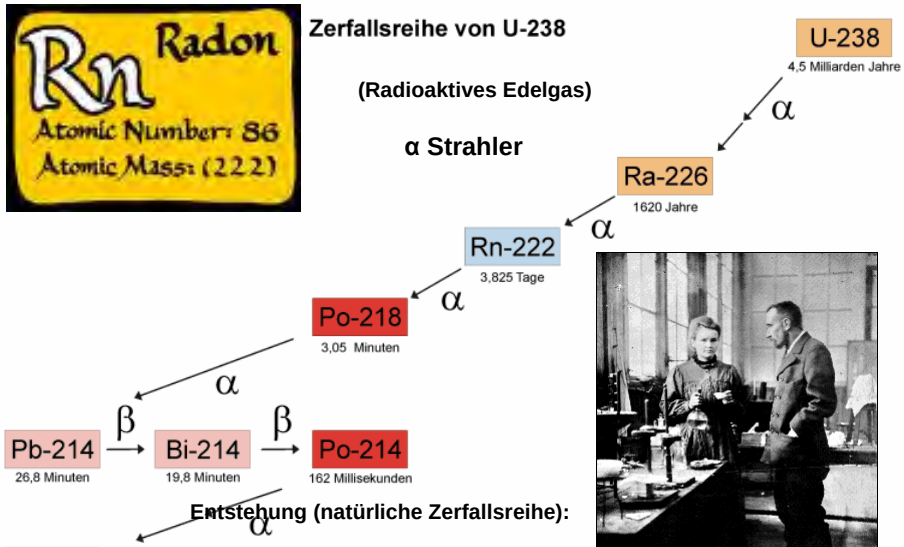




Zerfallsreihe von U-238

(Radioaktives Edelgas)

α Strahler



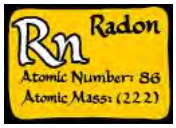
Entstehung (natürliche Zerfallsreihe):

U-238 4,5 Mrd. Jahr

U-235 0,7 Mrd. Jahre

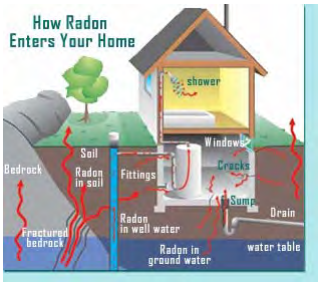
Thorium 14 Mrd. Jahre

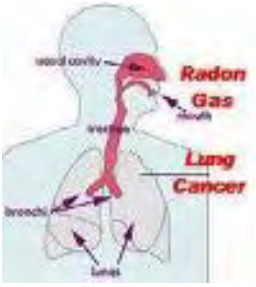
Marie und Pierre Curie, 1898



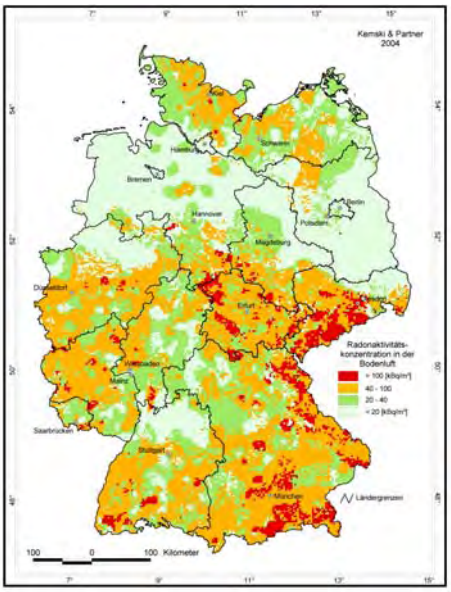
Radonheilbäder gibt es in den USA, in Japan, in Russland, in Tschechien, in Polen, in Italien (Meran,Ischia), in Österreich (Bad Gastein, Bad Hofgastein, Bad Zell) und in Deutschland (Bad Brambach, Bad Kreuznach, Bad Münster am Stein-Ebernburg, Bad Steben, Sibyllenbad, Schlema).

Radon



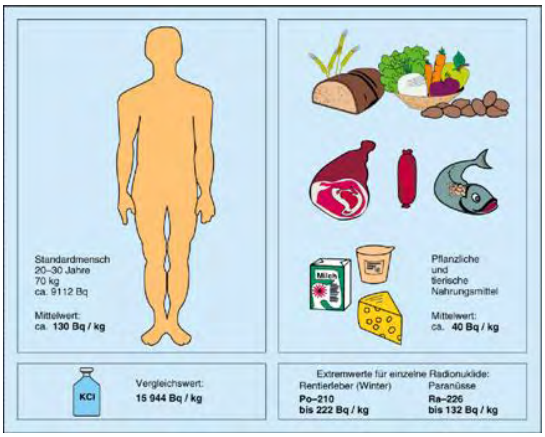


Rae the Radon receptionist
& Dr.Don the Radon professor
are here to help you choose
the correct test kits.
Click Here Now


Kemski & Partner
2004
Radonaktivitäts-
konzentration in der
Bodenluft
Ländergrenzen
100 0 100 Kilometer

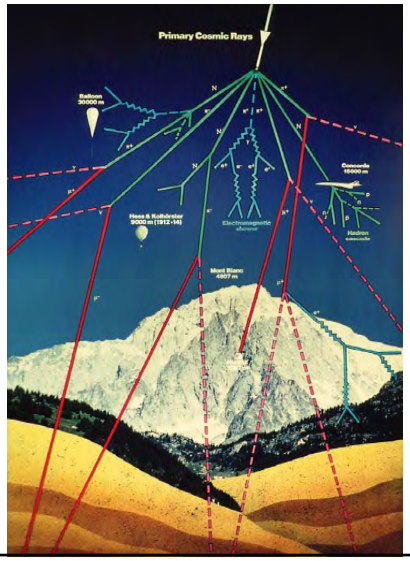
Radonkarte

Weiter natürliche Strahlung



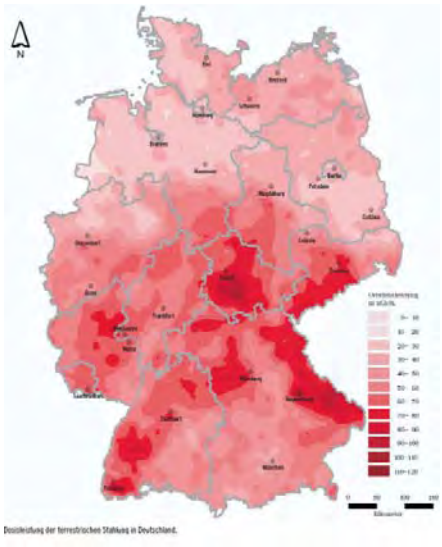
Nahrung

Weiter natürliche Strahlung



kosmisch

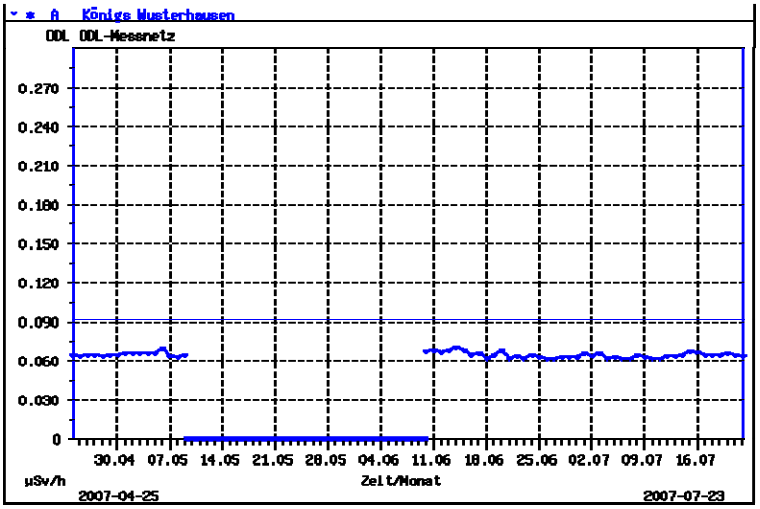
Weiter natürliche Strahlung



terristisch

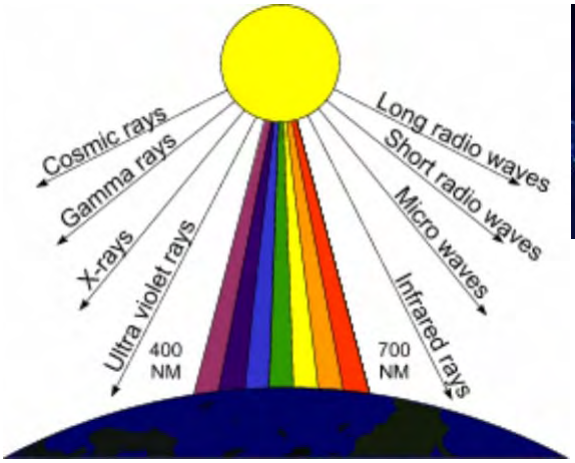
15711 Königs Wusterhausen http://odlinfo.bfs.de/cvdata/120612602.html

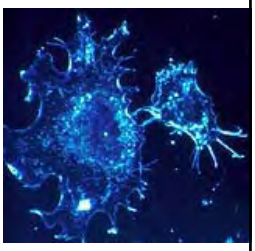
Höhe über NN	34m
Kosmisch	0.043 µSv/h
Terrestrisch	0.022 µSv/h



Wie können wir unser persönliches Strahlenrisiko noch erhöhen?

Wie können wir unser persönliches Strahlenrisiko noch erhöhen?





Hautkrebs

Sonnenbaden… Solarium

Wie können wir
unser persönliches
Strahlenrisiko
noch erhöhen?

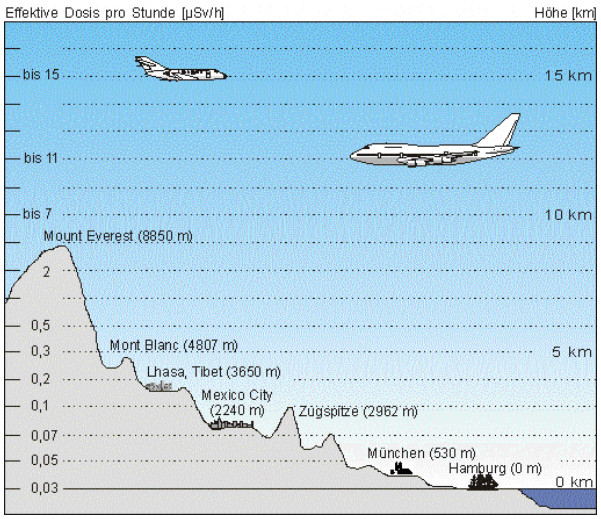
no risk - no fun

Nur Esel und Weiße
gehen in die Sonne

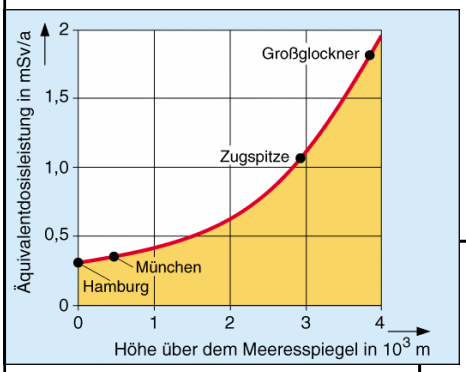
Only donkeys and
white man go into
the sun

(Altes Indiosprichwort)

Wie können wir unser persönliches Strahlenrisiko noch erhöhen?



Wie können wir unser persönliches Strahlenrisiko noch erhöhen?



Lebensmittelpunkt

Gebiet	max. Ortsdosis im Freien µSv/Jahr
Deutschland	5 000
Brasilien: Espirito Santo	175 000
Iran: Ramsa	850 000

356d 24h = 8544 h

~ 10 000 h

1 Packung/Tag ~ 250 µ Sv/a

Sievert pro Jahr

Nano | Mikro | Milli | Sievert

< 10
AKW, Tschernobyl,
Kernwaffen-fall-out,
Haushalt, DESY, ….

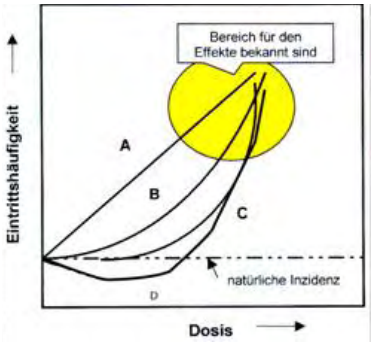
1
Grenzwert
Bevölkerung

6
Strahlenexponierte
Personen Kat. B

400
Lebenslange Sperre für
kerntechn. Arbeiten in BRD

850
Gebiete
im IRAN

4
LD 50



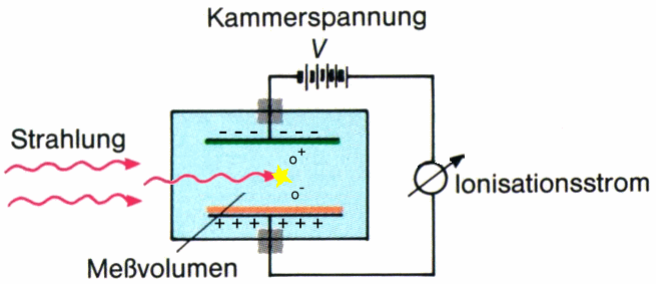
Natürlich wollen wir
nicht nach einem Jahr wissen,
ob wir über der Schwelle sind,
sondern GLEICH.

Deshalb – µSv /h

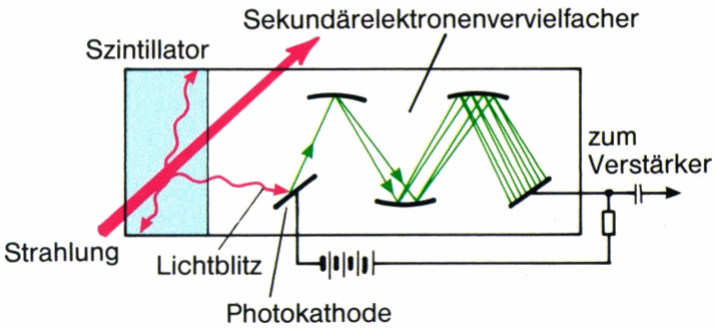
Automess AD 2

Babyline 31A

Ionisationskammer:



Szintillationszähler



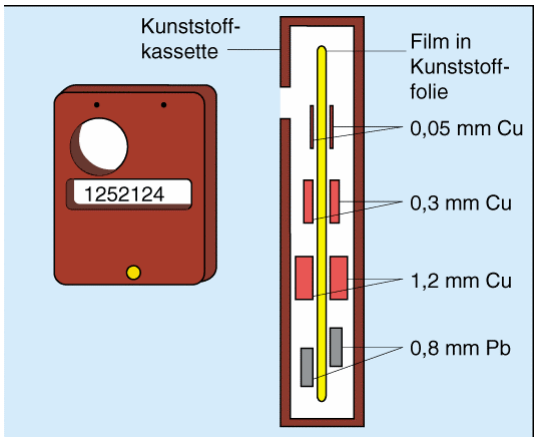
Photonenmessgeraet (5 Stück):
Ionisationskammer Volumen 5 l, gefüllt mit Argon, bei Überschreitung der Alarmschwellen erfolgt direkter Eingriff ins Interlock, Überwachung mit eingebauter Gammaquelle

Neutronenmessung (1 Stück):
Effekte von Neutronen an lebende Materie simulieren – durch geschickte Anordnung von Attenuatoren/Moderatoren (Polyethylen, Blei, Cadmium)
Abhaengigkeit der Wirkung von Neutronenenergie zwischen ca. 0.025 eV und 18 MeV einbezogen.
Problem – gepulste Neutronen: moderierte (verlangsamte n verfaelschen (verringern) das Resultet.

Thermo-Luminizenz-Detektoren (25 Stück):
Kristallstruktur wird bei Bestrahlung gestört.
Bei Erwärmung in ursprüngliche Form unter Aussendung eines Photon zurück - zählen

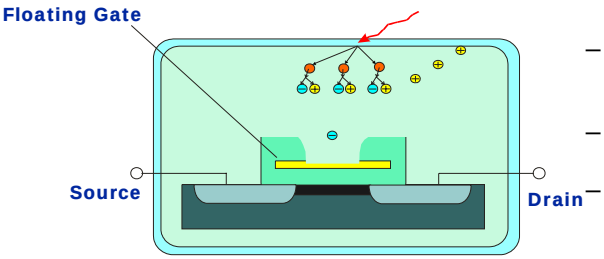
Filmdosimeter:

Messgerät zur Bestimmung der Dosis. Die Schwärzung eines fotografischen Filmes durch Strahleneinwirkung
ist das Maß für die empfangene Dosis. Zur Bestimmung der Strahlenart, der Strahlenenergie und anderer
für die Ermittlung der Dosis wichtiger Faktoren sind in der Filmkassette verschiedene „Filter“ aus unterschiedlichen
Materialien angebracht.



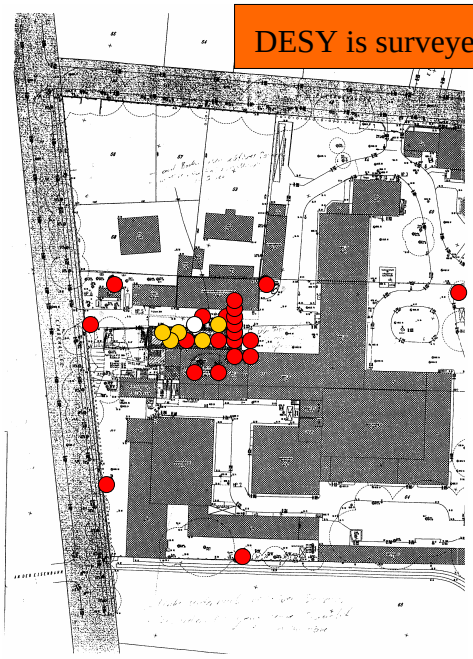
RADOS DIS-1 Dosimeter

(Direct Ion Storage)



MOSFET Transistor

- Messprinzip:
  - Ionisationskammer
  - Physikalisch Ladung gespeichert
  - Nutzer konvertiert Ladung in Dosis im Lesegerät
  - Energiebereich: 15 keV - 9 MeV
  - Dosisbereich: 1 µSv - 40 Sv



DESY is surveyed area - Überwachungsbereich

- 5 Photonenmessgeräte (PITZ Geb.)

- 1 Neutronenmessgerät (PITZ Geb.)

-25 TLD Thermo-Luminizenz-Zähler auf

dem Gelände DESY in Zeuthen

(monatliche Auswertung)

- DOSIS - Dosimeter (monatl.)

- 104 Filmdosimeter (monatl. Auswertung)

Das alles ist vorges für den Routinebet

Was passiert bei Reparatur, Umbau etc. ?

Tunnel zu / closed = Sperrbereich / porhibited area
Tunnel wird geöffnet – SSB Strahlenmessung im gesamte

- Varinate 1: Messung > 3 µSv / h → Kontrollbereich, Label Controlled Area

muss

kann (grosse Kompone

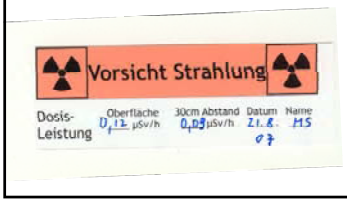
Was passiert bei Reparatur, Umbau etc. ?

Controlled Area

- Kontrollbereich !

Bemerkung:
Gab es in Zeuthen noch

- Filmdosimeter tragen
- Entfernung, Bearbeitung nur in Absprache mit SSB

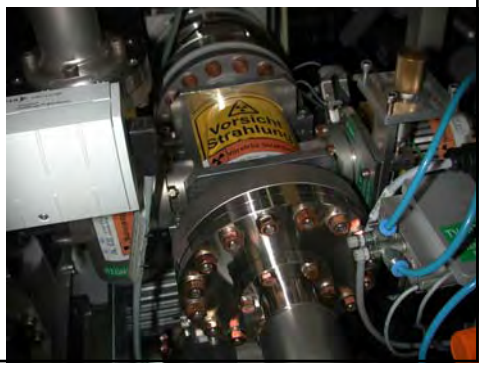


Was passiert bei Reparatur, Umbau etc. ?

- Varinate 2: 0,1 < Messung < 3 µSv / h → Label mit Messwert

- Entfernung, Bearbeitung / take away, workshop
  nur in Absprache mit SSB / contact SSB

Was passiert bei Reparatur, Umbau etc. ?



Was passiert bei Reparatur, Umbau etc. ?

- Varinate 3: Messung < 0,1 µSv /h

Achtung: gilt nur für Komponen
DIREKT an/um Strahlröhre, di
dem Tunnel gebracht werden

- Da sich (sehr unwahrscheinlich) noch ein Isotop über der Becquerel-Schwelle sein könnte, werden alle Komponenten als RADIOAKTIV betrachtet
- D.h. alle Komponenten (auch Schrauben, el. Leitungen etc.) kommen zur Zwischenlagerung in den Anbau hinter PITZ (dokumentieren!)
- Bearbeitung unproblematisch
- Sollen (Teil) Komponenten weggeschmissen werden

Kochrezept für Tunnelkomponten

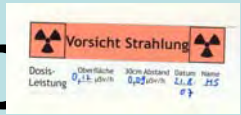
Kein / no Label

- m Strahlrohr – at the beam tube
  henlager/temp. depot(dokumentieren
  Nie wegschmeissen! -> SSB
  Never throw away -> SSB
  earbeitung /workshop No problem
- Tunnel ausserhalb Strahlrohrumgeb
  away from beam tube
  No problem

Kochrezept für Tunnelkomponten

Entfernung NUR durch SSB

Lab



Parken im Zwischenlager/temp. depot (dokumentieren)
Teile nie wegschmeissen – never trow away -> SSB ->Spezialfirma
Bearbeitung/ workshop : SSB kontaktieren

Zusammenfassung

- Radioaktivität ist ein Alltagsphänomen
  - bis ~ 0,1 µSv/h ist der Alltag
  - bis 3 µSv/h (Label) Achtung !
  - ab 3 µSv/h (Label und Kontrollbereich)

    Vorsicht ! Abstand halten und Zeit begrenzen
- Anwendungen in der Forschung (DESY):
  - Vermeidung unnötiger Exposition (ALARA)
- Anwendungen bei PITZ:
  - Siehe Rezept