Strahlenschutzunterweisung für Tätigkeiten im PITZ-Bereich
Seite 2 – 27

Radiation Protection Instructions in the PITZ Area
Seite 28 – 53

Strahlenschutzunterweisung für Tätigkeiten im PITZ-Bereich

- Allgemeines zum Strahlenschutz
- Photoinjektor-Teststand
- Strahlenschutzbereiche
- Vorschriften und Regeln

Sabine Riemann **16.3.2004**

Gesetzliche Vorschriften

- Reduzierung zufälliger Schäden auf ein gesetzliches Minimum, das als verträglich gilt
- Ausschluss von vorhersehbaren Schäden

- **Strahlenschutzverordnung (StrlSchV)**
  Vorschriften über Errichtung und Betrieb von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung und Umgang mit radioaktiven Stoffen
- **Röntgenverordnung (RöV)**
  Vorschriften über den Betrieb von Röntgenanlagen und Störstrahlern
- **Behördliche Betriebsgenehmigungen**
  Betrieb der Beschleuniger und Störstrahler, Auflagen
- **DESY interne Vorschriften: Strahlenschutzanweisung**
  Regelung der Verantwortlichkeiten, Vorschriften über Betriebsablauf von Beschleunigern, Umgang mit radioaktiven Stoffen

Strahlenschutzorganisation

- **Strahlenschutzverantwortlicher (SSV)**
  bei DESY: Direktorium
  Herr Trines
- **Strahlenschutzbeauftragte (SSB)**
  bei DESY: 46 Personen für
  30 verschiedene Bereiche
  bei PITZ: 12 Personen`
- **Liste der Strahlenschutzbeauftragten bei PITZ**

  M. Sachwitz, J. Bähr, I. Bohnet, M. Krasilnikov, D. Lipka, V. Miltchev, A. Oppelt, D. Pose, S. Riemann, F. Stephan, T. Thon, R. Wenndorff

Strahlenschutz-Unterweisung

Vorgeschrieben bei

- Umgang mit radioaktiven Stoffen
- Aufenthalt im Kontrollbereich

Wann?? Wie oft?

- Vor dem ersten Zutritt bzw. Umgang
- Mindestens 1x jährlich wiederholen

Verantwortlich: Strahlenschutzbeauftragte/r

Protokoll mit Unterschriften zur Archivierung

Ionisierende Strahlung

Teilchenstrahlung, die aus Atomen und Molekülen Ionen bildet

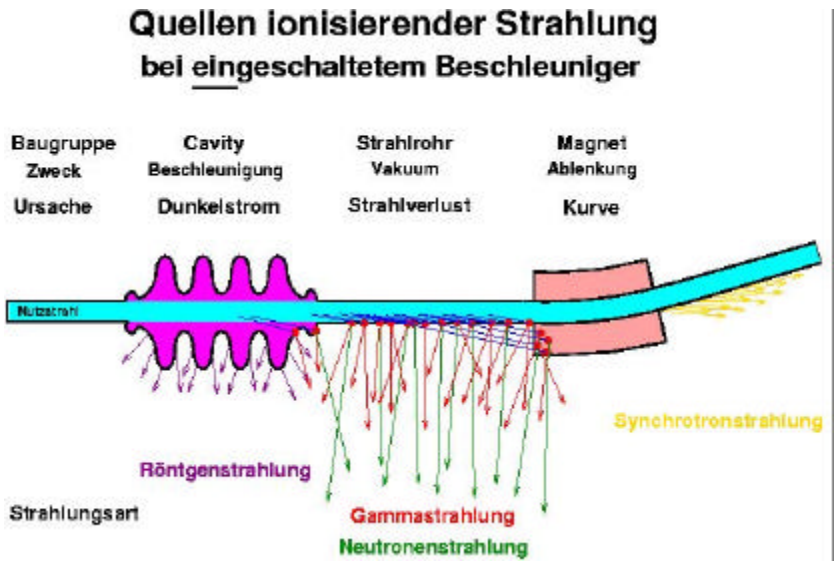
- Geladene Teilchen (α, β, Ionen, e, μ, etc.)
- Elektromagn. Wellen (Röntgen, γ)
- Neutronen (n)

Details:

I.Bohnet im Techn. Sem. am 25.9.01

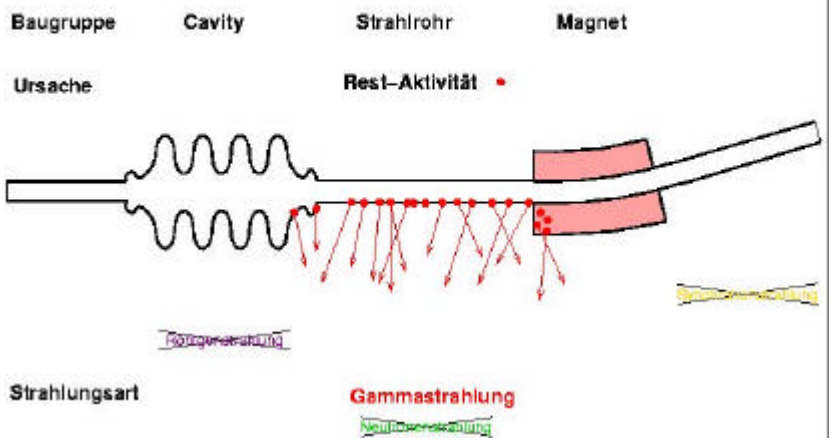
- kann biol. Gewebe schädigen
- Wirkung abhängig von
  - Dichte der ionisierenden Strahlung
  - Art der Strahlung
  - Art des biol. Gewebes

	Zusammen-setzung	Reichweite In Luft	Abschirmung	Bsp.
a	He Kern (2 Protonen+ 2 Neutronen)	einige cm	Haut, Blatt Papier	Pt 239 Ra 226
b	Elektronen, Positronen	einige m	Metall, Buch	Cs 137 Sr 90
g	el.magn. Wellen	einige km	Bleiabsch.	Radionuklide, Klystrons, bestrahlte Beschl.komp.
n	Neutronen	~m	Betonwände	PITZ2: E>8MeV



A. Leuschner

Quellen ionisierender Strahlung
bei ausgeschaltetem Beschleuniger



A. Leuschner

Strahlungsquellen bei DESY

Beschleunigeranlagen

Synchrotronstrahlung (Röntgen)
Strahlverluste (e-,p-Kaskaden)

Streustrahlung (Gamma, Neutronen)

Störstrahler

Klystrons (Röntgen)
Cavities (Rö, Gamma)

Radioaktive Stoffe

Radioaktive Präparate (α, β, γ)
Aktivierte Materialien (α, β, γ)

Messung der Strahlung & Dosimetrie

Dosis

- Biologische Wirksamkeit der Strahlung
- Festlegung von Äquivalentdosen:

Aktivität = Zerfälle / Zeit [Bq]

Energiedosis = Absorbierte Energie / Masse [Gy]

Äquivalentdosis = q x Energiedosis [Sv = J/kg]

Bewertungsfaktor q berücksichtigt untersch. biologische . WIrksamkeit

Äquivalendosisleistung = Äquivalentdosis / Zeit

Messgeräte

- Messgerät für welche Strahlung

Messung der Personendosis und der Ortsdosis

- **Sofort ablesbare Dosimeter**
  - elektronisches Dosimeter
  - Stabdosimeter

- **Messung statischer Felder**
  - Dosisleistungsmessgerät automess AD 2

- **Messung gepulster Felder**
  - Ionisationskammer Babyline 31A

Äquivalentdosis und Beispiele

- Maß für das Risiko ist die Äquivalentdosis
- = im menschlichen Organismus absorbierte Strahlungsenergie pro Masse x biologischen Faktor

Strahlenart	biol. Faktor
Röntgen-, Gammastrahlung	1
Betastrahlung	1
Alphastrahlung	20
Neutronen	2-10

- Flug von Frankfurt nach New York und zurück 0.1 mSv
- Natürliches Strahlungsniveau in Deutschland 1-2 mSv/Jahr
- CT im Brust- oder Bauchbereich 5-30 mSv
- Letaldosis bei einmaliger Ganzkörperbestrahlung 4-5 Sv

Grenzwert für beruflich nicht strahlenexponierte Pers. 1 mSv/Jahr
Grenzwert für Personen der Kategorie B 6 mSv/Jahr
Grenzwert für Personen der Kategorie A 20 mSv/Jahr

Grundsätze im Umgang mit ionisierenden Strahlen

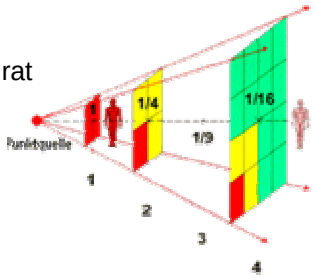
Allgemein gilt:

- **Unnötige Expositionen mit ionisierender Strahlung vermeiden**
- **Ist sie nicht vermeidbar, ist das ALARA – Prinzip hinsichtlich der Personendosis anzuwenden (ALARA = As Low As Reasonably Achievable)**
- **Information:**
  Alle Personen, die in Gegenwart von ionisierender Strahlung arbeiten, müssen bzgl. des Strahlenrisikos und der Schutzmassnahmen informiert sein.

Grundsätze im Umgang mit ionisierender Strahlung

Abstand: Die Dosis nimmt mit dem Quadrat des Abstandes ab,

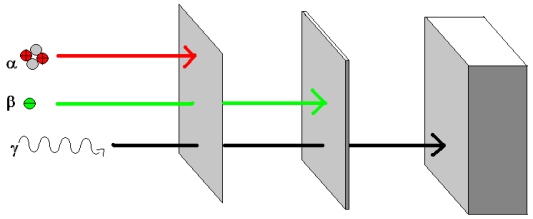
$D \sim 1/r^2$



Aufenthaltsdauer: Die Dosis wächst mit der Expositionsdauer, $D \sim t$

Abschirmung: Dosis der γ–Strahlung nimmt exp. mit Dicke der Abschirmschicht ab

$D = D_0 e^{-m d}$



Strahlenschutz- Maßnahmen

- Abschirmung
  - Keine Abschirmung entfernen!
- Aufenthaltszeit
  - So kurz wie nötig
- Abstand
  - So gross wie möglich
- Unterweisung
- Kennzeichnung
- Interlocksystem

Photoinjektor Teststand: Dosisabschätzung

Annahmen für maximale Betriebsbedingungen:

Elektronenstrahl: 40 MeV
Betriebszeit: 2000 h/Jahr, 72 mC/s

→ **60 Sv/Jahr**
→ **Abschirmung: <2mSv/Jahr**

Aktivierung von Anlageteilen: **bei Energien > 8 MeV**

Kühlwasser des Absorbers: **geschlossener Kreislauf**

Luftaktivierung: **für den Strahlenschutz bedeutungslos**

PITZ: On-Line und Off-Line Messsystem, das aktiven Strahlenschutz gewährleistet

Kennzeichnung von Strahlenschutzfeldern

→ Einrichtung von Strahlenschutzbereichen

Sperrbereich
Kontrollbereich
Überwachungsbereich: **DESY-Gelände**

→ Kennzeichnung radioaktiver Gegenstaende
(nach Messung durch Strahlenschutzbeauftragte)

Sperrbereich

StrlSchV: Sperrbereich ist Gebiet mit
möglicher Ortsdosisleistung > 3mSv/h

Der Zutritt zum Sperrbereich ist verboten!

Bei Betrieb von PITZ: Beschleunigerraum (0PI/04
Versorgungsschacht (1LK/05)

Sicherung durch Interlocksystem

Kontrollbereich

Im Kontrollbereich muss mit Strahlung gerechnet werden.

Er ist einzurichten bei:

StrlSchV: **Personendosis > 6mSv / Jahr**
(120 mSv / 40-hWoche)

Bereich des Tunnels und des Versorgungsschachtes, wenn der Beschl. NICHT läuft

Sicherung durch Interlocksystem

Vorschriften im Kontrollbereich

Kein Zutritt

- Schwangere und stillende Frauen
- Jugendliche unter 18 Jahren

Verboten

- Essen, Trinken
- Rauchen

Voraussetzungen (in Zukunft)

- Arbeitsauftrag
- Personendosimeter
- Strahlenschutz-unterweisung

Personen-Interlock

Lautsprecherdurchsagen:

“Achtung Tunnelsuche.
Bitte verlassen Sie den Tunnel!”

→ Tunnel unverzüglich verlassen!!!

“Achtung, der Linac wird eingeschaltet!”
und Leuchten der gelben Dreh & Blinkwarnlampen:

→ Notaus-Schalter betätigen
→ Tunnel durch Ausgangstür verlassen

Kontrollierter Zugang

Mitarbeiter trifft an geschlossener Interlocktür ein (rote Lampe brennt)

Mitarbeiter nimmt Kontakt über Telefon und TV mit KR auf

Operateur notiert Name, Ort und Zeit ins Betriebsbuch

Mitarbeiter entnimmt aus dem Schlüsselkasten

genau 1 Schlüssel pro Person !!!

Operateur vergewissert sich, dass der Beschleuniger abgeschaltet ist und überbrückt den Türkontakt

Mitarbeiter öffnet Tür erst, wenn die rote Lampe (Tür-Tableau) erloschen ist

Aufenthalt im PITZ-Beschleunigerraum

- **Personendosimeter tragen**
- **Mechanische Arbeiten an (evtl. aktivierten) Gegenständen müssen vorher vom SSB genehmigt werden**
- **Es dürfen keine Gegenstände aus dem Kontrollbereich herausgebracht werden**
- **Gegenstände, die mit dem Aufkleber "Vorsicht radioaktiv" gekennzeichnet sind, dürfen**
  - **Nicht weggeworfen werden und**
  - **Nicht vom DESY-Gelände entfernt werden.**
- **Nach Beendigung der Arbeiten im Tunnel: Hände sorgfältig waschen**
- **Sperrbereich NICHT betreten**
- **Keine Türen mit leuchtenden roten Lampen öffnen, sonst wird der Beschleunigerbetrieb unterbrochen.**

Gäste im Kontrollbereich

- Mitarbeiter von Fremdfirmen, Gäste dürfen nur mit
  - → Personendosimeter
  - → Arbeitsauftrag
  - → Strahlenschutzunterweisung

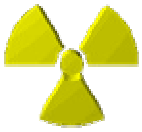
  im Kontrollraum beschäftigt werden

- Personendosis von 0.5 mSv darf nicht überschritten werden! (Ausn.: §15 Genehmigung nach StrSchV)

- Besucher - ohne Arbeit im Kontrollbereich - dürfen nur in Begleitung einer orts- und sachkundigen Person und mit vorheriger Unterweisung den Kontrollbereich kurzzeitig besichtigen. Besucherdosimeter!

- Besuch, Unterweisung und Messwert des Besucherdosimetes müssen dokumentiert werden!

Gefährdungen durch Strom, Hochspannung, Wasser, etc. sind Gegenstand der allgemeinen Arbeitsschutzbelehrungen !



Strahlenschutz im www

- **Folgende wichtige Informationen können auf der D3-Homepage www.desy.de/d3/d3index.html gefunden werden:**
  - **Gesetzliche Vorschriften**
  - **DESY interne Vorschriften**
  - **Organisation des Strahlenschutzes**
  - **Aufgabenverteilung bei D3**
  - **Unterweisungsunterlagen**
  - **und vieles mehr ...**
- **PITZ: Tuovi: Radiation safety (und Techn. Seminare)**
- **Bei Fragen: Bitte wenden Sie sich an die SSB!!!**
- **Literatur: H.-G. Vogt, H. Schultz, Grundzüge des Praktischen Strahlenschutzes, München 1992**

Radiation Protection Instructions in the PITZ Area

- General Remarks
- Photoinjektor-Teststand
- Radiation Protection precautions
- Instructions and Rules

Sabine Riemann **16.3.2004**

Laws and Regulations

- Minimize stochastic damages to a legal acceptable minimum
- Exclusion of deterministic damages

- **Strahlenschutzverordnung (StrlSchV)**
  Regulation about construction and operation of installations for generation of ionizing radiation and handling of radiative substances
- **Röntgenverordnung (RöV)**
  Regulation about operation of X-ray devices and ‚Störstrahler'
- **Permission of the inspecting authority**
  Operation of accelerators and ‚Störstrahler', legal constraints
- **DESY internal regulations: Radiation Protection Instruction (Strahlenschutzanweisung)**
  Regulations about responsibilities, operation sequences for accelerators, dealing with radioactive substances

Radiation Protections Organization

- **Strahlenschutzverantwortlicher (SSV)**
  at DESY: Directorate
  Herr Trines
- **Raiation Safety Officers (SSB)**
  at DESY: 46 persons for
  30 different areas
  at PITZ: 12 persons
- **List of Radiation Safety Officers at PITZ**
  M. Sachwitz, J. Bähr, I. Bohnet, M. Krasilnikov, D. Lipka, V. Miltchev, A. Oppelt, D. Pose, S. Riemann, F. Stephan, T. Thon, R. Wenndorff

Radiation Protection Instructions

Regulated by law

- exposure to radiative substances
- stay in the ‚controlled area'

When? How often?

- before the first contact
- must be repeated at least 1x per year

Responsible: Strahlenschutzbeauftragte/r (SSB)

Protocol with signatures for archiving

Ionizing Radiation

Particle radiation creating ions from atoms and molecules

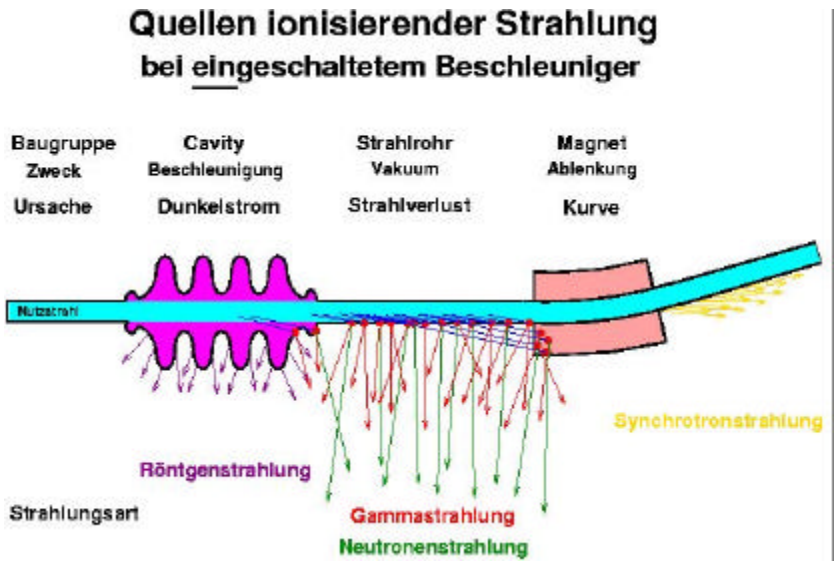
- charged particles (α, β, ions, e, μ, etc.)
- electromagn. waves (X-ray, γ)
- neutrons (n)

Details:

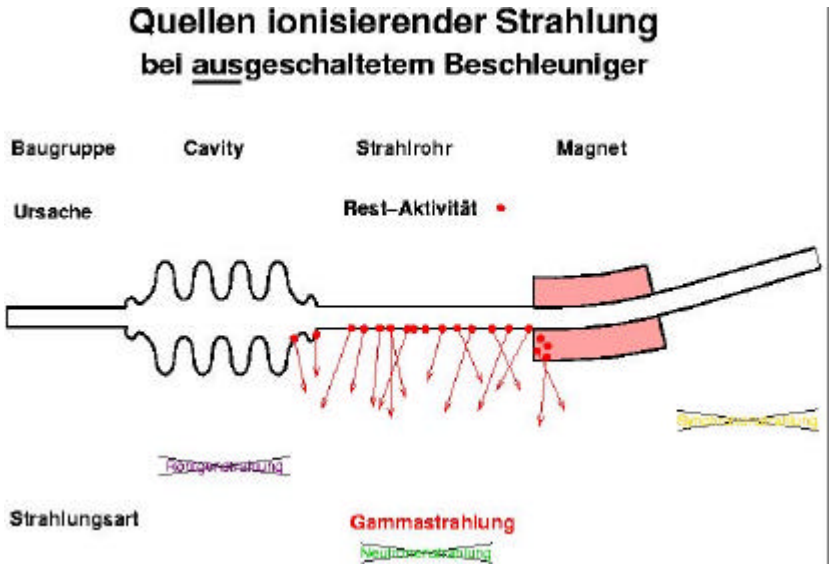
I.Bohnet im Techn. Sem. am 25.9.01

- can damage living tissue
- effects depends on
  - density of radiation
  - type of radiation
  - type of living tissue

	Nature	Reach in air	coverage	example
a	nucleus of He (2 protons+ 2 neutrons)	few cm	skin, thin paper	Pt 239 Ra 226
b	elektrons, positrons	few m	metal, book	Cs 137 Sr 90
g	el.magn. waves	few km	lead	radionuclides, Clystrons, radiated acc. components
n	neutrons	~m	concrete wall	PITZ2: E>8MeV



A. Leuschner



A. Leuschner

Radiation Sources DESY

Accelerators

Synchrotron radiation (Röntgen)
Beam Losses (e-,p-shower)

Secondary radiation (γ, neutrons)

‚Störstrahler‘

Clystrons (Röntgen)
Cavities (Rö, Gamma)

Radioactive materials

Radioactive sources (α, β, γ)
Activated material (α, β, γ)

Dose Definition

Dose

- efficiency of radiation in the human body
- definition of dose equivalencies:

activity = decays / time [Bq]

energy dose = absorbed energy / mass [Gy]

dose equivalent = q x energy dose [Sv = J/kg]

quality factor q takes into account efficiency in living tissue

dose equivalent / time

Measurement

- choice of dosimeter depends on type of radiation

Measurement of Personal Dose and Local Dose

- **Directly readable dosimeter**
  - electronic dosimeter
  - Rod dosimeter

- **Static fields**
  - Dosimeter automess AD 2

- **pulsed fields**
  - Ionization chamber Babyline 31A

Dose and Examples

- Dose → measure for risk
- = in the human body absorbed energy per mass x biological factor Faktor

Type of radiation	biol. factor
X-ray, g	**1**
b	**1**
a	**20**
neutrons	**2-10**

- Flight from Frankfurt to New York and back 0.1 mSv
- Natural radiation level in Germany 1-2 mSv/year
- CT in breast or abdomen region 5-30 mSv
- Lethal dose in case of single whole body exposure 4-5 Sv

Limit for „beruflich nicht strahlenexponierte“ persons 1 mSv/year
Limit for category B persons 6 mSv/year
Limit for category A persons 20 mSv/year

Basic Rules: Working with Ionizing Radiation

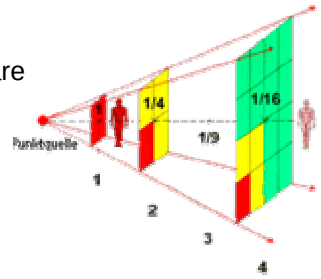
In general:

- **avoid exposure with ionizing radiation**
- **If this is impossible keep the personal dose as low as reasonably achievable (ALARA – Principle)**
- **Information: All persons working in presence of ionizing radiation have to be informed about the risk and the protection**

Basic Rules: Working with Ionizing Radiation

Distance: Dose decreases with the square of distance

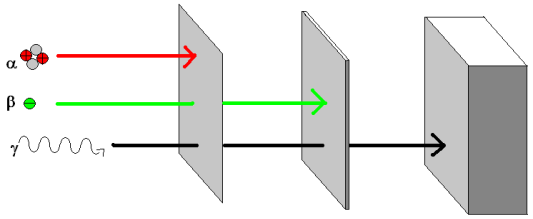
$D \sim 1/r^2$



Time of exposure: Dos increases with the time of exposure, $D \sim t$

Shielding: Dose of (γ) radiation decreases exp. with depth of shielding

$D = D_0 e^{-m d}$



Radiation protection Actions

- Shielding — Do not remove it !!
- Duration of stay — As short as necessary
- Distance — As large as possible
- Instructions
- Labelling
- Interlock System

Photoinjektor Teststand: Dose Estimation

Assumptions for maximal operation conditions:

Electron beam: 40 MeV
Operation time 2000 h/year, 72 mC/s

→ **60 Sv/year**

→ **Shielding: <2mSv/year**

Activation of components: **at energies > 8 MeV**

Cooling water of the absorber: **closed circulation**

Activation of air: **negligible for radiation protection**

PITZ: On-line und off-line measuring system ensures radiation protection

Labelling of Radiation Fields

→ Radiation Protection Areas:

Prohibited Area
Controlled Area
Monitored Area: DESY area

→ Labelling of radioactive materials
(after measurement by SSB)

Prohibited Area

StrlSchV: Prohibited area:
Local dose > 3mSv/h is possible

Entry to a prohibited area is forbidden!!!

During operation of PITZ: accelerator room (0PI/04)
shaft (1LK/05)

Protection by Interlock system

Controlled Area

In the controlled area one has to expect radiation

A controlled area has to be installed if:

StrlSchV: **personal dose > 6mSv / year**
(120 mSv / 40-h-week)

Area of the tunnel and the shaft if the accelerator is OFF

Protection: Interlock system

Instructions in the Controlled Area

No entry for

- Pregnant and nursing women
- people younger than 18 years

Forbidden

- to eat, to drink
- to smoke

Entry allowed (in future)

- there is a working mission
- personal dose will be measured
- radiation protection instruction was received

Interlock for Persons

Loud speaker:
"Attention, tunnel search.
Please leave the tunnel!"

→ Do it immediately!!!

"Attention, the Linac will be switched on!"
and flashing of yellow rotary & blinking lamps:

Danger to life due to radiation !!

→ Push emergency button or
→ Escape through an interlock door !!

Controlled Access

Colleague arrives at closed interlock door (red lamp is on)

Colleague gets in contact with the control room via telephon and TV

Operator notes names, place and time into the ‚shift book'

Colleague takes from the key cabinet

exactly 1 key per person !!!

Operator checkes again that the accelerator is switched off and bridges the door contact

Colleague opens the door only after the red lampe (door tableau) is off

Working in the PITZ Accelerator Area

- wear personal dosimeter, ALARA
- Mechanical work on (possibly activated) materials have to be allowed by the SSB (in advance!!)

- Do not remove items from the controlled area

- Items with the label "Vorsicht radioaktiv" may not
  - trashed or scraped
  - removed from the DESY area

- After finishing the work: Wash your hands.

- do NOT enter the prohibited area

- do not open doors with flashing red lamps – otherwise the operation of the accelerator will be interrupted

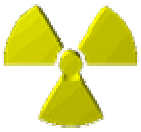
Visitors and Guests in the Controlled Area

- **Guests** (workers from other companies) are only allowed to work occasionally in controlled areas and need
  - → working mission
  - → personal dosimeter
  - → radiation protection instruction

- The time of stay has to be arranged such that a personal dose of 0.5 mSv/year cannot be exceeded! (Exception: Company has a §15 Genehmigung nach StrlSchV)

- **Visitors** – without working mission – are only allowed to enter controlled areas for a short time accompanied by a competent expert knowing the corresponding place and wearing the personal dosimeter.
  Visitors must get a short instruction.
- The visit, the instruction and the measured value of the visitor's dosimeter must be documented!

Other dangers like high voltage, water, etc. are the topic of the general labor protection instructions !



Radiation protection at the web

- The following important documents and informations can be found on the D3-Homepage www.desy.de/d3/d3index.html :
  - Laws and regulations
  - DESY internal regulations
  - Radiation protection organization
  - Responisbilities inside D3
  - Radiation protection instructions
  - And a lot more
- PITZ: Tuovi: Radiation safety
- **In case of questions: Please talk to the SSB!**
- Reference: H.-G. Vogt, H. Schultz, Grundzüge des Praktischen Strahlenschutzes, München 1992