

Ausarbeitung zu Strahlenphysikalische Aspekte des Strahlenschutzes

1. Technikgenese:

- **Beschreiben Sie in 4-5 Sätzen, was man unter Technikgenese versteht (Entstehung, Entwicklung)**

Die Technikgenese lässt sich in 4 Abschnitte unterteilen.

Zuerst kommt es im Rahmen der **Forschung** zur Kognition (Erkenntnis) (z.B. manche Steine strahlen).

Im nächsten Schritt, der **Konzipierung**, wird die Erkenntnis zur Lösung eines Problems verwendet (z.B. kann man das Radium extrahieren und damit Leuchtfarbe herstellen).

Im Zuge der **Realisierung** wird das Produkt marktreif gemacht (z.B. die Farbe wird auf Ziffernblätter von Uhren aufgetragen).

Die weitreichende Verbreitung der Technik wird im Abschnitt **Verwendung** zusammengefasst.

- **Was ist ein Patent, was ist ein Gebrauchsmuster, was ist ein Marken- und Musterschutz? Nennen Sie ein Beispiel für ein Patent und drei Beispiele für geschützte Marken. Wo kann man Informationen über „geistiges Eigentum“ abrufen?**

Ein Patent ist ein Schutzrecht für eine Erfindung. Der Inhaber des Patents ist berechtigt, anderen die Nutzung der Erfindung zu untersagen. Das Schutzrecht wird auf Zeit gewährt, beträgt jedoch maximal 20 Jahre.

Ein Gebrauchsmuster ist der „kleine Bruder“ des Patents. Es ist einfacher zu beantragen, kostet weniger – ist dafür vor Gericht schwächer und ist nur maximal 10 Jahre aktiv.

Ein Marken- und Musterschutz sichert die Erkenn- und Unterscheidbarkeit einer Marke durch Schutz von Buchstaben-, Zeichen- oder Wortkombinationen, aber auch Logos, Bildern, Klängen, usw..

Patent: 1943 erhält László Bíró ein Patent auf den ersten gut funktionierenden Kugelschreiber.

Geschützte Marken: Audi, WWF, Toblerone, Apple, ...

Informationen findet man einerseits beim Österreichischen Patentamt (Auskunftsrecht zu Patenten, Marken und Gebrauchsmustern), andererseits im Espacenet.

2. Technikfolgeabschätzungen:

- **Was ist eine Technikfolgeabschätzung und welche Ziele werden dabei verfolgt. Nennen Sie 5 zu berücksichtigende Folgen mit Beispielen.**

Unter Technikfolgeabschätzung versteht man das Beobachten und Analysieren von Trends in Wissenschaft und Technik mit Blick auf die damit zusammenhängenden gesellschaftlichen Entwicklungen. Durch Abwägung von Chancen und Risiken sollen z.B. politische Handlungsempfehlungen gegeben oder Richtlinien zur Vermeidung erhöhter Risiken erstellt werden.

Beispiel MedAUSTRON

- Politische Folgen: Rechtfertigen die Chancen das Steuergeld-Investment?
- Wirtschaftliche Folgen: Kann sich Österreich leisten so etwas zu betreiben?
- Rechtliche Folgen: Wer haftet bei Unfällen?
- Gesellschaftliche Folgen: Wie hoch stehen die Chancen für Heilung?
- Gesundheitliche Folgen: Werden andere Menschen gefährdet?
- Technische Folgen: Hat die Anlage einen wissenschaftlichen Mehrwert?

- **Was ist ein Risiko und welche Kriterien sind zu berücksichtigen um ein Risiko zu bestimmen?**

Risiko = Folgewirkung x Eintrittswahrscheinlichkeit.

Einige Kriterien sind:

- Schadenshöhe
- Eintrittswahrscheinlichkeit
- Abschätzungssicherheit
- Räumliche und zeitliche Ausdehnung
- Irreversibilität
- Problem für die Nachwelt?

Bewertungsfaktoren:

- Freiwilligkeit
- Kontrollierbarkeit
- Individueller Nutzen
- Verteilungsgerechtigkeit
- Vertrauenswürdigkeit der Quellen

- **Was besagt das STOP-Prinzip und was besagt das ALARA-Prinzip? Geben Sie jeweils 2 Beispiele an.**

- | | | |
|---|-----------------|--|
| S | Substituierung | Gefahrenstoff ersetzen |
| T | Technisch | Reduktion von Abgasen / Lärm |
| O | Organisatorisch | Verteilung von Belastungen auf mehrere Personen |
| P | Persönlich | Arbeits-Medizinischer-Dienst, pers. Schutzausrüstung |

Beispiel S: Taschenlampe statt radioaktivem Glühstrumpf beim Campen

Beispiel T: Katalysator zur Umwandlung von CO und NO_x in CO₂, H₂O und N₂.

Beispiel O: Verteilung, damit die Strahlendosis eines einzelnen im Rahmen bleibt.

Beispiel P: Schutzanzug gegen toxische Stoffe, Dosimeter zur Kontrolle

ALARA – As Low As Reasonably Achievable

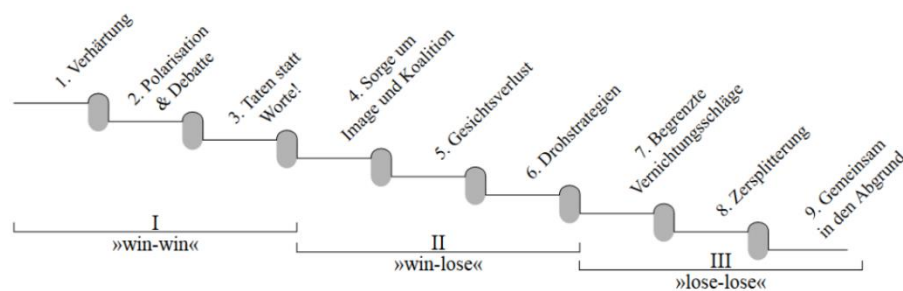
Wenn schon z.B. ein radioaktives Kontrastmittel eingesetzt werden muss, dann zumindest ein nicht toxisches mit schwacher Strahlung und kurzer Halbwertszeit.

3. Wissenschaftsethik:

- **Was versteht man unter Mobbing/Bulling? Was sind Eskalationsstufen? Wer trägt dabei die Verantwortung? Nennen Sie 5 Folgen von Mobbing. Was kann man gegen Mobbing tun? Welcher volkswirtschaftliche Schaden entsteht dadurch in Österreich? An wen können Sie sich an der TU wenden, wenn Sie eine betroffene Person sind?**

Man spricht von Mobbing, wenn eine oder mehrere Personen ständig, wiederholt und regelmäßig über einen Zeitraum von länger als 6 Monaten schikaniert, gequält und/oder seelisch verletzt werden.

Eskalationsstufen:



Der Arbeitgeber bzw. Vorgesetzte ist verantwortlich, dass kein Mobbing stattfindet.

Folgen von Mobbing sind: Schlafstörungen, Stress, Leistungsverlust, Angstzustände, Isolation, Suizidgefahr, Depressionen

Gegenmaßnahmen (selbst):¹ Problem anerkennen, sich orientieren, Rat und Hilfe in Anspruch nehmen, Interne Ansprechstellen, Externe Ansprechstellen.

Gegenmaßnahme (als Kollege): Problemverhalten nicht ignorieren, Unterstützung geben, Rat und Tipps weiterleiten.

Volkswirtschaftlicher Schaden: 2,4 Mio Arbeitstage = 3,3 Mrd € / Jahr

An wen können sich Betroffene an der TU wenden: Arbeitskreis für Gleichbehandlungsfragen AKG²

- **Mit welchen zwei Bereichen beschäftigt sich die Wissenschaftsethik? Nennen Sie jeweils mindestens 1 Beispiel.**

Gemeinschaft der Wissenschaftler:

Offenheit für Wissensaustausch, keine Forschungsergebnisse fälschen

Folgen durch Erzeugung und Verwendung wissenschaftlichen Wissens:

Missbrauch der Forschung (Atombomben? Menschen klonen?)

¹ <https://www.tuwien.at/tu-wien/tuw-fuer-alle/arbeitskreis-fuer-gleichbehandlungsfragen-akg/mobbing>

² <https://www.tuwien.at/tu-wien/tuw-fuer-alle/arbeitskreis-fuer-gleichbehandlungsfragen-akg/kontakt>

4. Diversity Management:

- **Was versteht man unter Diversität und nennen Sie jeweils 3 Beispiele für demographische und nicht sichtbare Diversitätsmerkmale.**

Demographische Merkmale: Alter, Geschlecht, ethnische Herkunft, Religion

Nicht sichtbare Merkmale: kulturelle Werte, Erfahrungen, Bildung

- **Was besagt der Artikel 1, UN-Menschenrechtscharta von 1948 und interpretieren Sie diesen Artikel anhand von 2 Beispielen.**

„Alle Menschen sind frei und gleich an Würde und Rechten geboren“

Ein Mensch darf nicht aufgrund seiner demographischen Merkmale diskriminiert werden. Dabei fängt Diskriminierung bei Chancenungleichheit durch z.B. das Geschlecht an, geht über Rassismus gegenüber Hautfarben und geht über „in die Sklaverei geboren“ hinaus.

- **Wohin können Sie sich an der TU wenden, wenn Sie sich als Studierende/Studierender nicht gleichbehandelt fühlen? Für welche Fragestellungen sind die jeweiligen Institutionen zuständig?**

An der TU gibt es den Arbeitskreis für Gleichbehandlungsfragen AKG³, die Ombudsstelle für Studium und Lehre⁴ und die HTU⁵.

Grundsätzlich kann man sich bei Ungleichbehandlung an alle Abteilungen wenden. Der AKG beschäftigt sich wrsl. am ehesten mit individuellen Fällen – die Ombudsstelle mit systematischen Problemen – und die HTU mit konkreten Problemen mehrerer Studierender.

³ <https://www.tuwien.at/tu-wien/tuw-fuer-alle/arbeitskreis-fuer-gleichbehandlungsfragen-akg>

⁴ <https://www.tuwien.at/studium/student-support/ombudsstelle-fuer-studium-und-lehre>

⁵ <https://htu.at/>

5. Gender Mainstreaming:

- **Worin liegt der Unterschied zwischen Frauenförderung und Gender Mainstreaming? Nennen Sie auch 3 Beispiele.**

Frauenförderung	Gender Mainstreaming
richtet sich an Frauen	richtet den Blick auf das Verhältnis von Frauen und Männern
zielt auf den Ausgleich bestehender Benachteiligungen von Frauen ab	zielt auf die Veränderung der Rahmenbedingungen und Strukturen ab, die Benachteiligungen hervorbringen
bietet Maßnahmen nur für Frauen an	integriert in alle Maßnahmen eine gleichstellungsorientierte Perspektive

- **Nennen Sie die 5 Grundsätze zum Gender Mainstreaming und jeweils 1 Gegenbeispiel.**

Soll	Gegenbeispiel
Gendergerechte Sprache	DER Techniker, DER Arzt DIE Krankenschwester, DIE Putzfrau
Daten sind geschlechtergetrennt zu erheben darzustellen	An der TU Wien bekommen gleichviele Männer, wie Frauen im nicht wiss. Bereich eine Zuzahlung (aber: Männer durchschnittlich 1800€ und Frauen 800€/Jahr)
Dienstleistungen sind für Frauen und Männer gleich zugänglich	Alleinerziehender Vater von 3 Kindern sucht ein Au-Pair → praktisch keine Chance
Geschlechterverhältnis auf Arbeits- und Entscheidungsebene ausgewogen	In der Chefetage der 500 größten US-Firmen sind % mehr John's vertreten, als Frauen; Vornahme John in den US ca. 3% der Männer
Nachhaltige Gleichstellungspolitik mit Evaluation	Partnerschaftliche Teilung von Pensionsversicherungszeiten /-beiträgen während Karenz / Elternteilzeit

- **Was versteht man unter den Begriffen: Gender Pay Day, GCI (Glass Ceiling Index) und Affirmative Action/positive Diskriminierung? Geben Sie wenn möglich Beispiele an.**

Gender Pay Day: Wenn Männer übers Jahr gerechnet 20% mehr verdienen, arbeiten Frauen 20% des Jahres im Vergleich dazu gratis. Der Gender Pay Day läge dann am $365 \cdot 0.2 = 73$ -sten Tag des Jahres.

GCI: Er beschreibt die Ausgewogenheit von Aufstiegschancen für Männer und Frauen. Ein GCI von 1 bedeutet, dass gleich viele Frauen und Männer in Führungspositionen sind.

Positive Diskriminierung: Förderung einer unterrepräsentierten, aber nicht notwendigerweise diskriminierten Gruppe. Ein Beispiel hierfür ist z.B. dass Alte, Blinde und Personen mit Kleinstkindern Vorrecht auf einen Sitzplatz in den Öffis haben. Ein anderes Beispiel ist die Frauenquote in technischen Berufen.

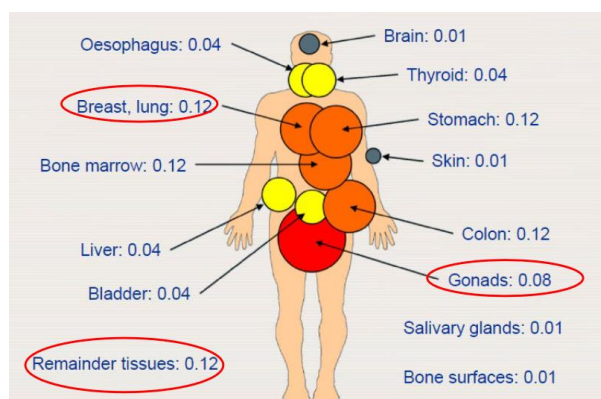
- **Beschreiben Sie in 4-5 Sätzen das Leben und Wirken von Marie Curie.**

Marie Curie war eine Physikerin und Chemikerin aus Polen. Bei der Forschung an Röntgenstrahlen entdeckte sie die Elemente Polonium und Radium und deren Radioaktivität. Für Ihre Arbeit erhielt sie einen (halben) Nobelpreis in Physik und einen weiteren in Chemie (zusammen mit ihrer Tochter). Selbst stark davon betroffen setzte sie sich u.a. dafür ein, dass Frauen leichter studieren konnten. Sie starb mit 68 Jahren an Blutkrebs.

6. Strahlenschutz: Gesetze und Verordnungen:

- **Beschreiben Sie aus welchen Komponenten sich die effektive Dosis zusammensetzt und gehen Sie dabei auf die Organe näher ein. Woher stammen die Daten?**

Die effektive Dosis ist definiert als Summe des Produktes aus Gewebewichtungsfaktoren $w(T)$ und Organ-Äquivalentdosen $H(T)$ der 12⁶ relevanten Organe. Weitere Organe werden unter der Bezeichnung Restkörper zusammengefasst. Die Organ-Äquivalentdosis ist dabei die mittlere durch eine Strahlungsart in einem Organ, Gewebe oder Körperteil absorbierte Energiedosis in Joule pro Kilogramm.



Die Daten stammen aus Reaktorunfällen (Tschernobyl, Fukushima, Three Mile Island) und anderen Expositionen (Atomwaffentests, Unfällen in der Forschung, ...)

⁶ Im Bild sind es 13...

- **Wie können Strahlenbereiche unterteilt werden und welche sicherheitstechnischen Maßnahmen sind für welchen Bereich nötig?**

Allgemeines Staatsgebiet: < 1mSv/a durch künstliche Strahlung

Überwachungsbereich: < 6 mSv/a [...]

... ist derjenige Teil eines Strahlenbereiches, in dem Personen bei Ausführung ihrer beruflichen Tätigkeit oder bei ihrer Ausbildung einer Exposition durch Einstrahlung von außen oder durch Inkorporation radioaktiver Stoffe ausgesetzt sein können, die eine effektive Dosis von 1 mSv/a, nicht aber 6 mSv übersteigt.

Kontrollbereich: > 6 mSv/a [...]

- Überwachung der Ortsdosisleistung, Raumluftaktivität und Oberflächenkontamination.
- Kennzeichnung des Bereiches, Angabe der Strahlungsarten und Gefahren
- Es müssen schriftliche Arbeitsanweisungen vorliegen
- Die Verantwortung liegt beim Bewilligungsinhaber

Sperrbereich: >3 mSv/h [...]

- Kennzeichnung und Absicherung des Bereiches

- **Welche Voraussetzungen müssen gegeben sein, um als „strahlenexponierte Person“ zu gelten? Zählt das Flugpersonal zur Personengruppe der strahlenexponierten Personen?**

[...] sind Personen, die aufgrund ihrer Tätigkeit eine Strahlenexposition und somit eine Strahlendosis erhalten können, die über dem Grenzwert (1 mSv/a zusätzlicher künstlicher Strahlenbelastung) für Einzelpersonen der Bevölkerung liegt.

Kategorie A: [...] können im Rahmen ihrer beruflichen Tätigkeit in zwölf aufeinanderfolgenden Monaten einer Exposition ausgesetzt sein, bei der eine effektive Dosis von 6 mSv überschritten werden kann.

Kategorie B: [...] können im Rahmen ihrer beruflichen Tätigkeit in zwölf aufeinanderfolgenden Monaten einer Exposition ausgesetzt sein, bei der eine effektive Dosis von 1 mSv überschritten werden kann.

- **Wenn ionisierende Strahlung auf menschliches Gewebe trifft, mit welchen Teilen einer Zelle reagiert diese Strahlung und was bewirkt diese Strahlung?**

Problematisch ist v.a. die Veränderung der Erbsubstanz (DNA).

Direkte Ionisation: Die Strahlung trifft direkt auf die DNA, ionisiert ein Atom z.B. durch Herausschlagen eines Elektrons und bricht so die Molekülkette(n) auf.

Indirekte Ionisation: Es werden andere Moleküle z.B. Zellwasser zu hochreaktiven Wasser-Ionen und anderen Radikalen aufgespalten, die in der Folge die DNA angreifen.

Allgemein: Während es für Einzelstrangbrüche einfache und effektive Reparatur-Mechanismen gibt, verfügt die Zelle beim Bruch beider DNA-Ketten nur über komplizierte und fehlerbehaftete Reparaturpfade. Darum ist α -Strahlung biologisch viel wirksamer als β - oder γ -Strahlung.

- **Was ist der Unterschied zwischen einem stochastischen und einem deterministischen Strahlenschaden?**

Stochastisch: zufallsbedingte Schädigung, Wahrscheinlichkeit des Auftretens hängt von der Dosis ab, nicht jedoch die Schwere des Strahlenschadens. Eine Zelle wird beeinflusst. Grundsätzlich kann eine Auftrennung der DNA durch einen einzigen Zerfall schon Krebs hervorrufen, aber die Wahrscheinlichkeit ist sehr gering.

Deterministisch: Das Auftreten eines Strahlenschadens ist sicher und die Schwere nimmt mit der Dosis zu (akute Strahlenschäden wie: Hautrötungen, Augenlinsentrübung, ...). Es werden so viele Zellen beeinflusst, dass die Organfunktion beeinträchtigt wird.

- **Welche Verhaltensregeln gelten in gekennzeichneten Strahlenbereichen? Und welcher Grundsatz gilt zur Verringerung der Strahlenexposition?**

- Verbot von Essen, Trinken, Rauchen, Aufbewahrung von Nahrungsmitteln, Geschirr, etc.
- Abgrenzung und Kennzeichnung der Arbeitsplätze
- Sauberkeit am Arbeitsplatz
- Persönliche Schutzausrüstung (Arbeitsmantel, Handschuhe, Dosimeter)
- Schutzeinrichtungen (Abschirmung, Abzugsschrank, usw.)
- Sorgfältige Kennzeichnung und Aufbewahrung von radioaktiven Materialien.
- Kurze Transportwege
- Regelmäßige Kontaminationskontrollen

- so kurz wie möglich, im größtmöglichen Abstand, mit bestmöglicher Abschirmung und Ausbildung

7. Natürliche und künstliche Strahlenquellen:

- **Welche natürliche Strahlenquelle trägt einen großen Anteil zur Gesamtstrahlenbelastung bei? In welchen geographischen Regionen Österreichs sind Hotspots zu finden. Welche Problematik ergibt sich beim Hausbau? Und wie kann man diese Probleme beseitigen/umgehen?**

Natürliche Strahlenquellen:

- Inhalation von Radon und Folgeprodukten (z.B. aus Betonwänden)
- Bodenstrahlung (z.B. Uran aus dem Granit)
- Nahrungsmittel (z.B. Kalium aus der Milch)
- kosmische Strahlung

Hotspots in Österreich: V.a. im Norden (Waldviertel) von Österreich sind große Granitvorkommen, die relativ viel natürliches Uran-238 und Thorium-232 enthalten.

Probleme beim Hausbau: Wenn man in Gebieten mit großer Bodenradioaktivität baut, kann das Radon durch die Wände in den Keller dringen und dort hohe Konzentrationen annehmen. Daher sollte man:

- eher nicht dort bauen
- keinen Keller bauen
- den Keller gasdicht bauen (Zweifel an der Machbarkeit)
- sehr oft Lüften bzw. eine eigene Belüftung vorsehen.

- **Welchen Stellenwert hat die Bestrahlung von Lebensmitteln in Österreich? Welchen Vorteil hat die Bestrahlung von Lebensmittel, welche Nachteile sind denkbar? Warum werden Lebensmittel, die Geflügelprodukte in manchen Ländern bestrahlt? Warum Gewürze?**

In Österreich ist das Bestrahlen von Lebensmitteln inkl. Wasser verboten. Ausnahmen sind Gewürze, Lebensmittel für den Export und einzelne nicht anders beziehbare Lebensmittel.

Vorteile: längere Haltbarkeit, Vermeidung von Schimmelpilzen (v.a. bei Gewürzen), Abtötung von Krankheitserregern, ...

Nachteile: Es wird z.B. auch Fleisch mit (abgetöteten) Salmonellen verkauft, verleitet zur Vernachlässigung Guter-Herstellungs-Praxis und Verlängerung von Transportwegen, allgemeine Risiken von künstlicher Strahlung, ...

- **Mit welcher Technik lässt sich eine Altersbestimmung eines verstorbenen Lebewesens durchführen? Beschreiben Sie diese Datierungsmethode?**

Radiokarbonmethode: Dabei wird das Ungleichgewicht zwischen ^{12}C -Atomen und den schwach radioaktiven ^{14}C -Atomen in einem toten Organismus gemessen. Bei lebenden Organismen gilt $\#^{12}\text{C} = 10^{12} \cdot \#^{14}\text{C}$, da ^{14}C ständig in der oberen Atmosphäre gebildet und u.a. über die Nahrung aufgenommen wird. Nach dem Tod zerfällt das ^{14}C ohne, dass neues nachkommt, während die Konzentration an ^{12}C -Atomen konstant bleibt. Aus dem Ungleichgewicht $\#^{12}\text{C} > 10^{12} \cdot \#^{14}\text{C}$ kann der Todeszeitpunkt bestimmt werden.

9. Beschleuniger und deren Anwendungen:

- **Beschreiben Sie in 4-5 Sätzen, wie man Strahlenschutz bereits beim Design eines Teilchenbeschleuniger-Zentrums berücksichtigt.**

- Ist die Anwendung ionisierender Strahlung wirklich notwendig und für den gewünschten Effekt alternativlos?
- Auswirkungen auf die Umgebung sind zu berücksichtigen, indem eine Abschirmung mit geeigneten Materialien vorzusehen ist
- einfacher Zugang zu strahlenden Komponenten (um bei Reparatur- oder Wartungsarbeiten die Strahlenbelastung so gering wie möglich zu halten)
- Abfall-Management
- Strahlungsdosen-Simulation
- Strahlen-Überwachungssystem

- **Nennen Sie 3 Typen von Teilchenbeschleunigern und beschreiben Sie die Funktionsweise eines dieser Beispiele in 4-5 Sätzen.**

- Linearbeschleuniger: Hier werden die geladenen Teilchen durch Anlegen eines elektrischen Feldes beschleunigt. Auf der einen Seite befindet sich z.B. eine Elektronenquelle die z.B. durch einen glühenden Wolframdraht realisiert werden kann. Der Wolframdraht wird mittels Stromfluss zum glühen gebracht. Auf der anderen Seite des Beschleunigers befindet sich ein Gitter, welches relativ zu dem Draht auf einer Spannung mehreren (hundert) kV gehalten wird.⁷ Die aus dem Draht austretenden Elektronen werden aufgrund des elektrischen Feldes zum Gitter hin beschleunigt.
- Zyklotron: Im Zyklotron wird das geladene Teilchen durch ein konstantes Magnetfeld im Kreis geführt und an einer Stelle im richtigen Moment durch kurzzeitiges Anlegen eines elektrischen Feldes beschleunigt. Weil das Teilchen immer schneller wird, wird der Radius im konstanten Magnetfeld immer größer.

⁷ Das Potential des Drahtes ist über seine Länge nicht konstant, sonst würde auch kein Strom fließen – aber mit ein paar xx V ist es egal relativ zu welchem Anschluss die Spannung des Gitters gemessen wird.

Glücklicherweise gleichen diese Effekte einander aus, sodass die Frequenz der beschleunigenden Spannung konstant bleiben kann.

- Synchrotron: Ein Nachteil des Zyklotron ist, dass das Magnetfeld auf der gesamten Kreis-Fläche wirken muss. Kompensiert man die Beschleunigung durch ein stärker werdendes Magnetfeld, kann das Teilchen auf einer Bahn mit konstantem Radius gehalten werden. Neben dem Magnetfeld muss hierbei allerdings auch die Frequenz der Beschleunigungsspannung ständig angepasst werden.

- **Was für Teilchen werden in Teilchenbeschleunigern beschleunigt, wie werden die Teilchen beschleunigt und wie werden sie stabil auf der Bahn gehalten?**

Es werden geladene Teilchen mit elektrischen oder magnetischen Feldern beschleunigt und auf der Bahn gehalten. Weil die (Lorentz-)Kraft auf ein geladenes Teilchen durch ein Magnetfeld u.a. von seiner Geschwindigkeit abhängt und es dahingehend auch innerhalb eines Beschleunigers kleine Unterschiede zwischen den Teilchen geben kann variieren kann, muss der Strahl immer wieder fokussiert werden. Ähnlich wie in der Optik gibt es hierfür magnetische Linsen, die aus vier (Quadrupole) oder mehr Spulen bestehen.

- **Beschreiben Sie kurz eine medizinische, eine industrielle und eine Forschungsanwendung von Teilchenbeschleunigern (gesamt 4-5 Sätze).**

Strahlentherapie: Eine medizinische Anwendung ist die Abtötung von Tumorzellen. Je nach Energie des Strahles, wird seine Energie in unterschiedlichen Tiefen des Gewebes absorbiert. Damit kann ein Tumor in drei Dimensionen genau avisiert und abgetötet werden.

Ionen-Implantation: Eine industrielle Anwendung ist die Dotierung von Halbleitern (v.a. Silizium) bei der Herstellung von Mikrochips. Dabei werden Fremdatome mit einem (Valenz-)Elektron mehr (n-dotiert – Phosphor) oder weniger (p-dotiert – Bor) als das Target (z.B. Silizium) auf letzteres geschossen und in das Kristallgitter eingebaut.

Higgs-Boson: Durch das Aufeinanderschießen von Teilchen können neue Elementarteilchen bewiesen und Theorien bestätigt oder widerlegt werden.

10. Medizinische Anwendungen

- **Welche Strahlenarten werden in welchen Bereichen der medizinischen Physik eingesetzt? Was bedeutet Mammographie und welche technischen Voraussetzungen müssen gegeben sein, damit diese Durchleuchtungstechnik die gewünschten Bilder liefert?**

- Röntgenstrahlen: Kontrast zwischen Knochen und Gewebe/Weichteilen, ein Schichtenbild aus Röntgenbildern wird bei der Computertomographie erstellt.
- β^+ -Strahler: In Verbindung mit einem Tracer um (Stoffwechsel-)aktive Bereiche im Gehirn zu detektieren.
- Protonen und Ionen Therapie: Zur Abtötung von Tumorzellen.
- UV-Strahlung: Zur Sterilisation von Utensilien

Der Begriff Mammographie leitet sich von „mamma“ (lat. für Brust) und „graphie“ (griech. für schreiben oder zeichnen) ab. Bei der Mammographie wird die Brust geröntgt um Brustkrebs frühzeitig zu erkennen. Technisch bedarf es im Wesentlichen nur einer geeigneten Röntgenröhre und eines Detektors. Wichtig ist, dass man die Energie der Strahlung (gesteuert durch die Beschleunigungsspannung) richtig wählt. Um Kontraste bei Weichteilen erkennen zu können werden kleinere Energien (<20 keV) als beim Röntgen verwendet.

- **Was ist eine PET-Aufnahme und beschreiben Sie die klinische Situation einer PET-Untersuchung.**

Bei einer Positronen-Emissions-Tomographie wird zuerst ein Tracer verabreicht, mit dem ein β^+ -Strahler an (Stoffwechsel-)aktive Regionen z.B. im Gehirn gelangt. Bei einem radioaktiven Zerfall werden hochenergetische Photonen in gegensätzliche Richtung ausgesandt, welche von einem Detektorring erkannt werden. Weil es jeweils zwei Impulse gibt und sicher ist, dass das der Ursprung der Strahlung auf der Geraden zwischen den beiden Detektionspunkten liegen muss kann aus der zeitlichen Differenz der Impulse die genaue Position des Strahlers und damit hoher Hirnaktivität bestimmt werden.

- **Welche Beschleuniger werden in Österreich zur Therapie von bösartigen Erkrankungen (z.B. Karzinome) eingesetzt und aus welchen wesentlichen Komponenten besteht dieses Gerät?**

Am MedAustron werden Protonen- und Kohlenstoffionen-Beschleuniger eingesetzt, da bei dieser Strahlung die Absorption in Abhängigkeit von der Eindringtiefe sehr spitz ist und die Tumore auch in der Tiefe gut anvisiert werden können.

Die Geräte bestehen aus einer Protonen-/Ionenquelle deren Ausgang über mehrere Umlenkungen und magnetischen Linsen zum Haupt-Beschleuniger

gelangen. Mithilfe eines Gantrys (=xy-Verschiebeeinheit) wird der Strahl mittels Laser-Kreuz auf die richtige Position gelenkt. Durch eine Blende im Strahlengang werden nicht zu bestrahlenden Bereiche geschützt. Da es v.a. beim Gehirn sehr kritisch ist, wirklich nur bösartiges Gewebe abzutöten, wird das zu bestrahlende Körperteil auf dem Behandlungstisch fixiert.

11. Nuklearproblematik

- **Beschreiben Sie den Naturreaktor von Oklo.**

Um einen Kernspaltungsprozess aufrecht zu erhalten sind folgende Voraussetzungen notwendig:

- Ausreichende Menge an leicht spaltbaren Isotopen wie ^{235}U
- Abwesenheit stark neutronenabsorbierender Stoffe wie Bor oder Cadmium.
- Anwesenheit von Wasser, welches die Neutronen abbremst.

Heute existieren nur mehr die weitgehend erschöpften Überreste einiger Naturreaktoren rund um Oklo in Mittelafrrika. Aufgrund einer hohen Konzentration von Uran im Boden konnten ausgesendete Neutronen, vom Grundwasser gebremst, wiederum Neutronen aus anderen Uran-Atomen schlagen. Durch die dabei produzierte Wärme verdampfte das Wasser im Reaktor, wodurch die Reaktion zum Erliegen kam. Wenn nach einiger Zeit wieder genügend Wasser nachgeflossen war begann der Prozess von vorne. Insgesamt wurden dabei über einen Zeitraum von etwa 500.000 Jahren einige hundert Terawattstunden an Energie frei.