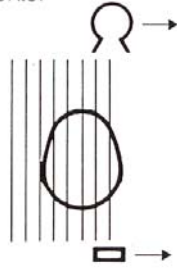
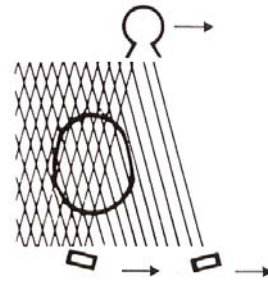


F CT1 Verschiedene Abtastverfahren in der Computertomographie

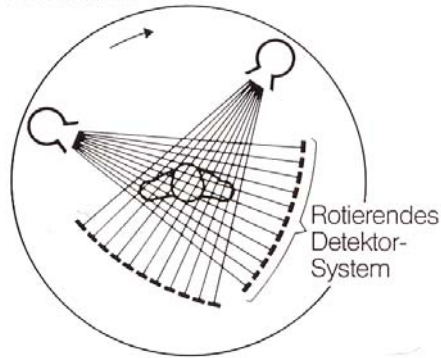
Einzeldetektor



Mehrfach-detektor



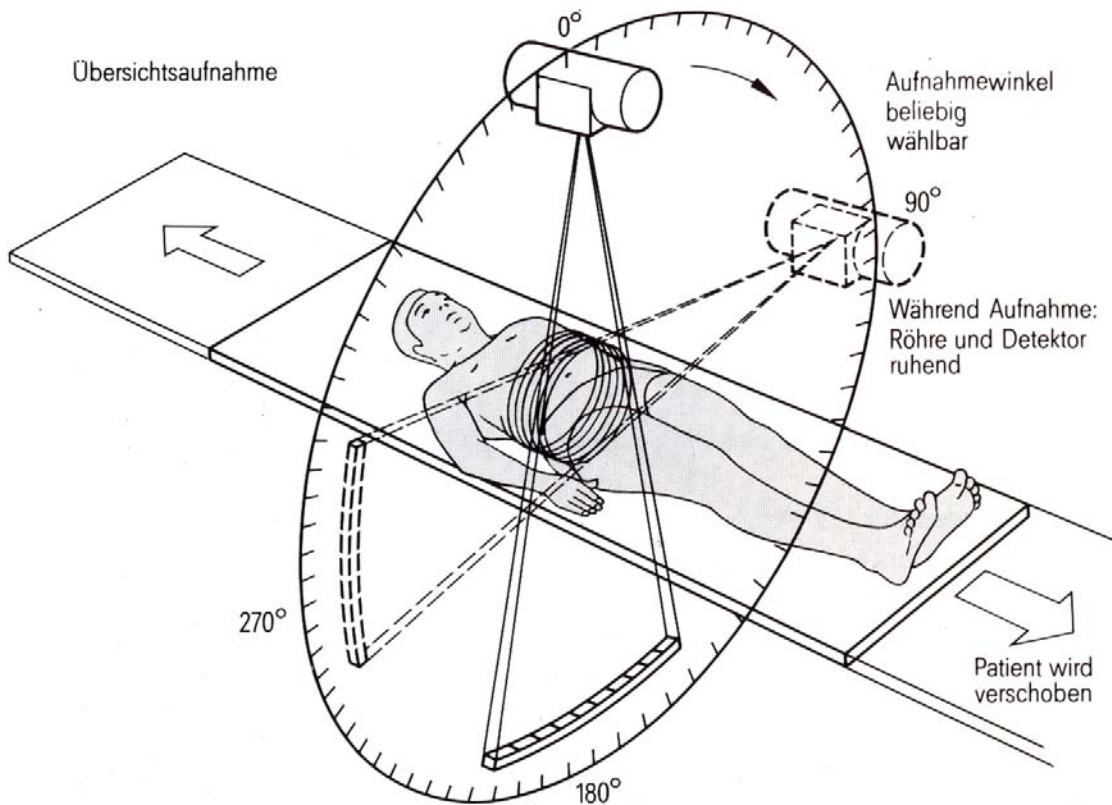
Fächerstrahl

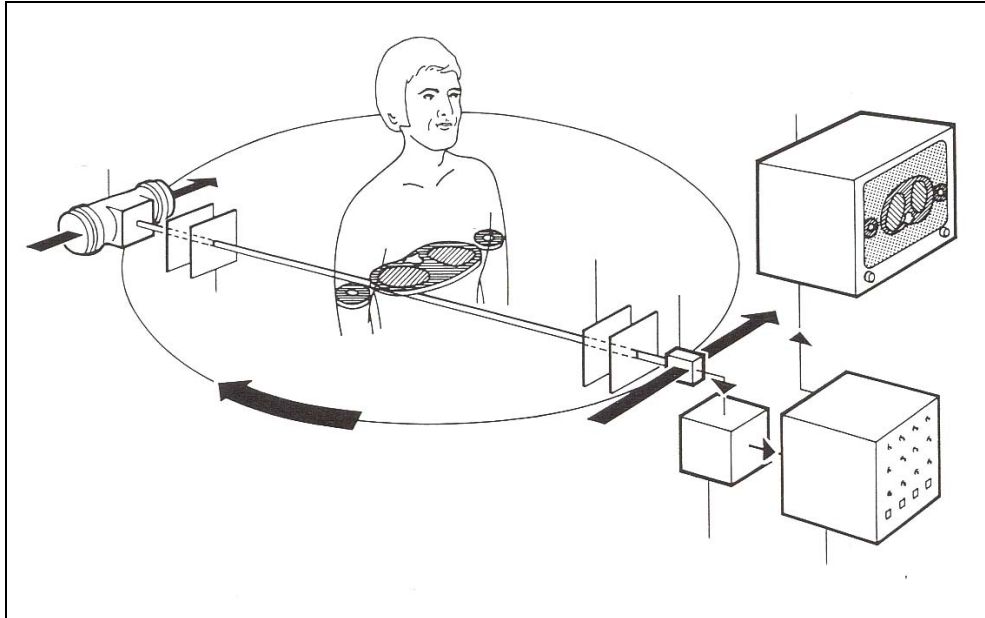


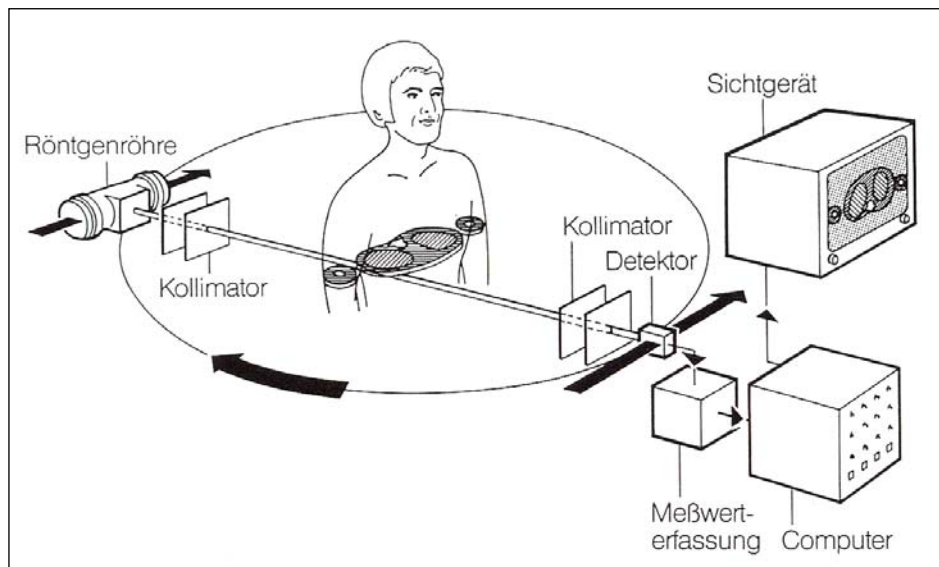
Fächerstrahl



Übersichtsaufnahme







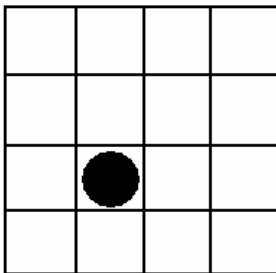
Kollimatoren blenden ein etwa bleistiftdickes Strahlbündel des Röntgenlichts aus der Röntgenröhre aus. Beim Durchgang durch den Körper wird die Strahlung geschwächt. Die Intensität der transmittierten Strahlung wird mit einem Detektor registriert.

Zuerst führt die Strahler-Detektor-Einheit eine lineare Bewegung (Translation) entlang der eingezeichneten geradlinigen Pfeile aus. Der Detektor misst die Intensität der Strahlung in fest vorgegeben Abständen (mehrere 100 pro Translation). So entsteht ein Schwächungsprofil (auch Projektion genannt) der abgefahrenen Schicht in Abhängigkeit vom Ort, welches allerdings noch einem Schattenbild (Superpositionsbild), wie bei einer herkömmlichen Röntgenaufnahme ‚gleich‘. Der Trick bei der CT ist nun aber, dass die Aufnahme aus einem anderen Winkel wiederholt wird. Die Strahler-Detektor-Einheit wird dabei um z.B. 1° gedreht (gekrümmter Pfeil). Anschließend wird eine weitere Translationsmessung durchgeführt. Man erhält eine zweite Projektion. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis die Messvorrichtung eine 180° -Drehung durchgeführt hat. Auf diese Weise erhält man eine Vielzahl von Projektionen, aus jeder Richtung eine. Die Messdaten werden geeignet codiert und an einen Computer weitergeleitet. Der berechnet dann aus der Gesamtheit der Projektionen eine zweidimensionale Schwächungswertverteilung als Bild der untersuchten Schicht, welches als Graustufenbild auf einem Bildschirm angezeigt wird.

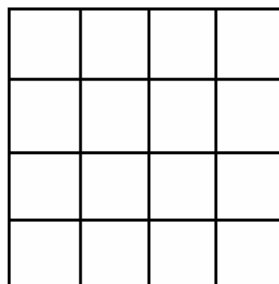
Bei der Computertomographie wird die untersuchte Körperschicht in ein regelmäßiges Gitternetz eingeteilt, um einen Punkt wie auf einem Schachbrett festzulegen. Die gemessenen Projektionswerte werden gleichmäßig in die Kästchen des Gitternetzes verteilt. Aber wie kann man dann wissen, wo ein Tumor liegt?

Der Röntgenstrahl durchdringt den Körper und wird am Ende detektiert. Der einzige Punkt, der Strahlung absorbiert, ist der Schwarze (Tumor). Geht der Strahl durch den Tumor misst der Detektor den Projektionswert 1, ansonsten 0.

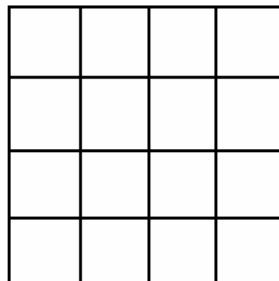
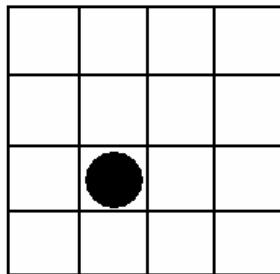
Körper



Bild



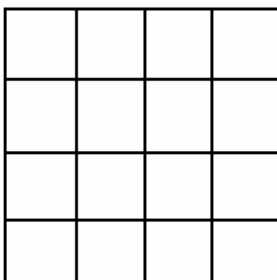
1. Zeichne horizontale Strahlen in den Körper ein und notiere jeweils rechts daneben den Projektionswert. Projiziere dann die Messwerte in die Bildebene zurück. Was fällt auf?



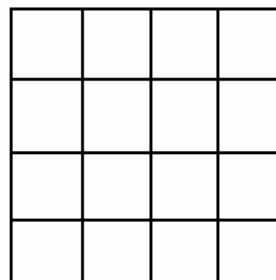
2. Die Messvorrichtung wurde um 90° gedreht, so dass die Strahlen den Körper nun vertikal durchdringen. Verfahre wie oben.

Addiere nun die Rückprojektionswerte in der Bildmatrix und ordne jeder Zahl eine Graustufe zu (in der Medizin werden helle Grautöne für starke Absorption genutzt).

Was stellst du fest?



Fertiges Bild



Prinzip der Rückprojektion (Musterlösung)

Bei der Computertomographie wird die untersuchte Körperschicht in ein regelmäßiges Gitternetz eingeteilt, um einen Punkt wie auf einem Schachbrett festzulegen. Die gemessenen Projektionswerte werden gleichmäßig in die Kästchen des Gitternetzes verteilt.

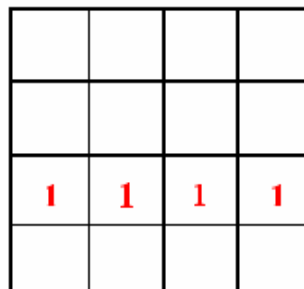
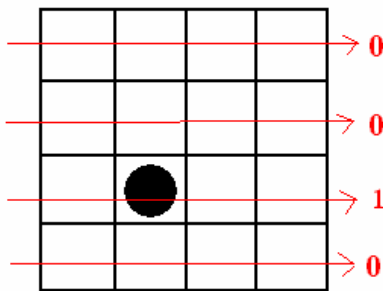
Aber wie kann man dann wissen, wo ein Tumor liegt?

Der Röntgenstrahl durchdringt den Körper und wird am Ende detektiert.

Der einzige Punkt, der Strahlung absorbiert, ist der Schwarze (Tumor). Geht der Strahl durch den Tumor misst der Detektor den Projektionswert 1, ansonsten 0.

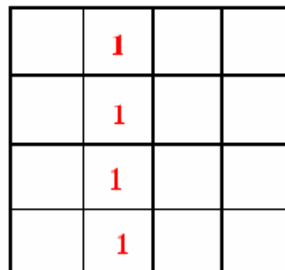
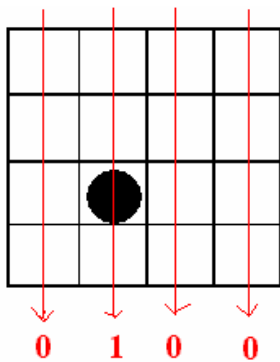
Körper

Bild



1. Zeichne horizontale Strahlen in den Körper ein und notiere jeweils rechts daneben den Projektionswert. Projiziere dann die Messwerte in die Bildebene zurück.
Was fällt auf?

⇒ Die Messwerte sind alle gleichmäßig verteilt, so dass keine Lokalisierung des Tumors möglich ist.

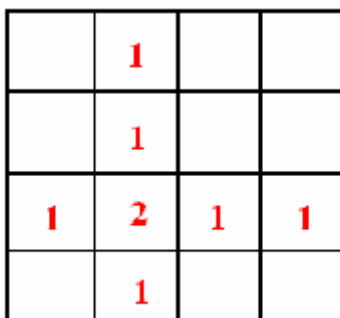


2. Die Messvorrichtung wurde um 90° gedreht, so dass die Strahlen den Körper nun vertikal durchdringen. Verfahre wie oben.

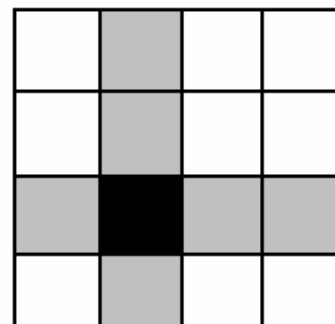
Addiere nun die Rückprojektionswerte in dem Gitternetz und ordne jeder Zahl eine Graustufe zu (in der Medizin werden helle Grautöne für starke Absorption genutzt (hier dunkle)).

Was stellst du fest?

⇒ Der Tumor ist eindeutig lokalisiert!

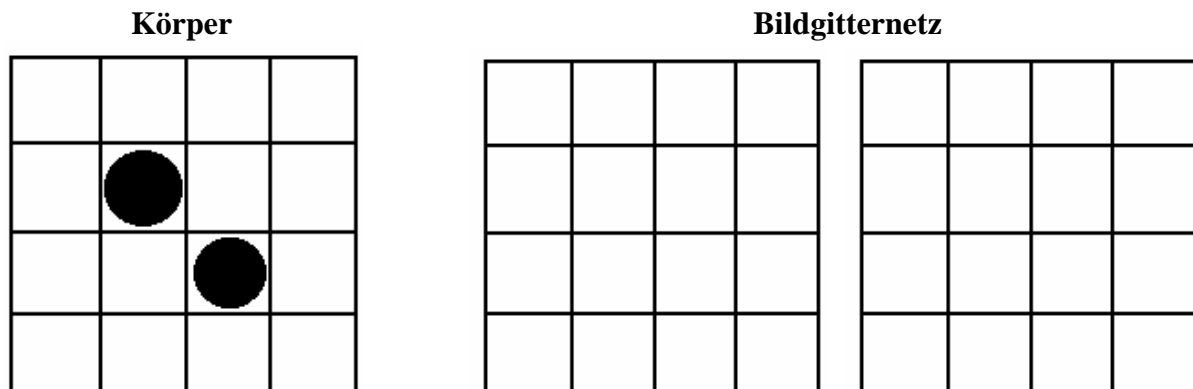


Fertiges Bild



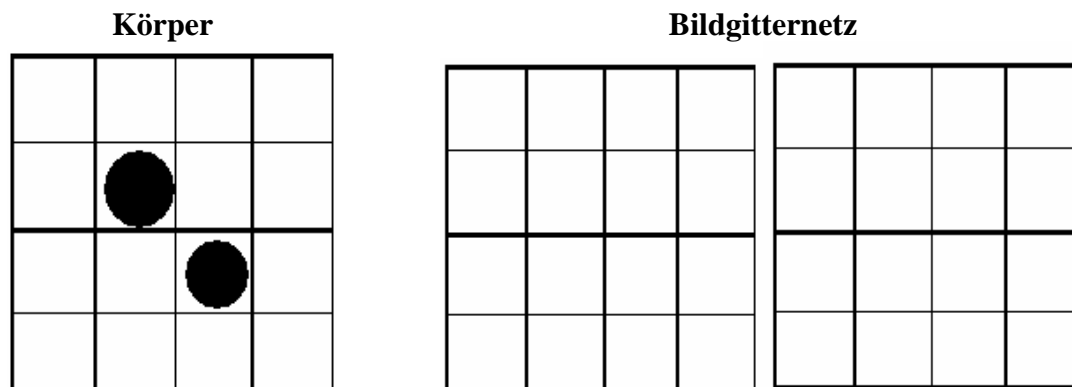
Das Problem mit zwei oder mehr Absorptionsstellen!

Im Körper sind jetzt zwei Tumore (Schwächung 1) zu sehen. Trage wieder wie im letzten AB CT2/1 die vertikalen und horizontalen Strahlen mit den zugehörigen Projektionswerten ein. Projiziere die Werte im Bildgitternetz zurück, addiere sie und färbe sie wieder grau. Was fällt auf?



⇒

Aus diesem Grund lässt man noch eine weitere Projektionsrichtung aus 45° zu. Verfahre wieder wie oben. Wie sieht dann das CT-Bild aus?

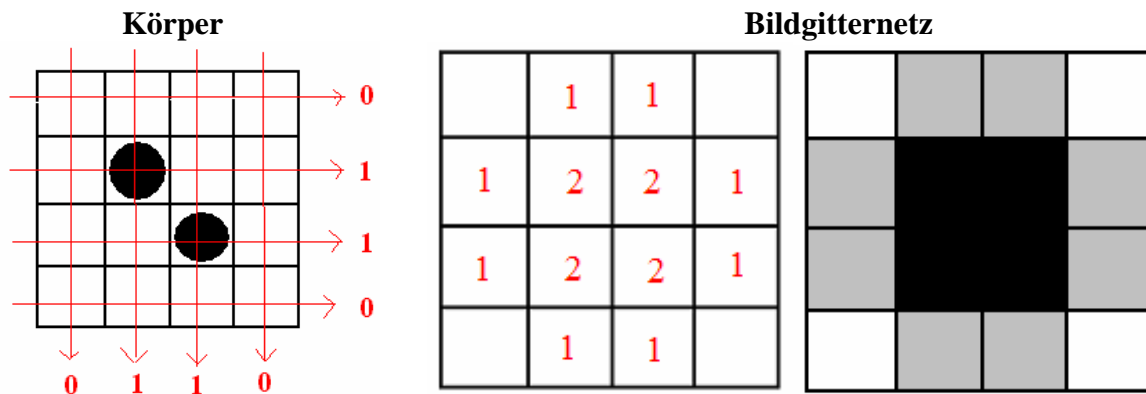


⇒

Da der menschliche Körper aber nicht nur aus zwei Schwächungszentren, sondern aus viel mehr besteht, benötigt man eine große Anzahl an Projektionen aus verschiedenen Winkeln. Die Verwaschungen neben den Tumorpixeln lassen sich rechnerisch entfernen.

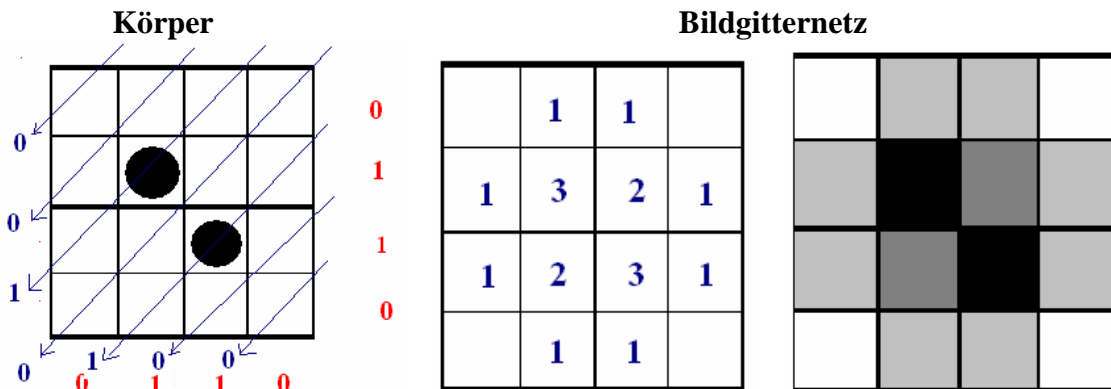
Das Problem mit zwei oder mehr Absorptionsstellen!

Im Körper sind jetzt zwei Tumore (Schwächung 1) zu sehen. Trage wieder wie im letzten AB CT2/1 die vertikalen und horizontalen Strahlen mit den zugehörigen Projektionswerten ein. Projiziere die Werte in dem Bildgitternetz zurück, addiere sie und färbe sie wieder grau. Was fällt auf?



⇒ Man erkennt sofort das Problem. Die Tumore können nicht mehr unterschieden werden. Ist es ein großer Tumor oder sind es zwei kleine und wo liegen sie?

Aus diesem Grund lässt man noch eine weitere Projektionsrichtung aus 45° zu. Verfahre wieder wie oben. Wie sieht dann das CT-Bild aus?



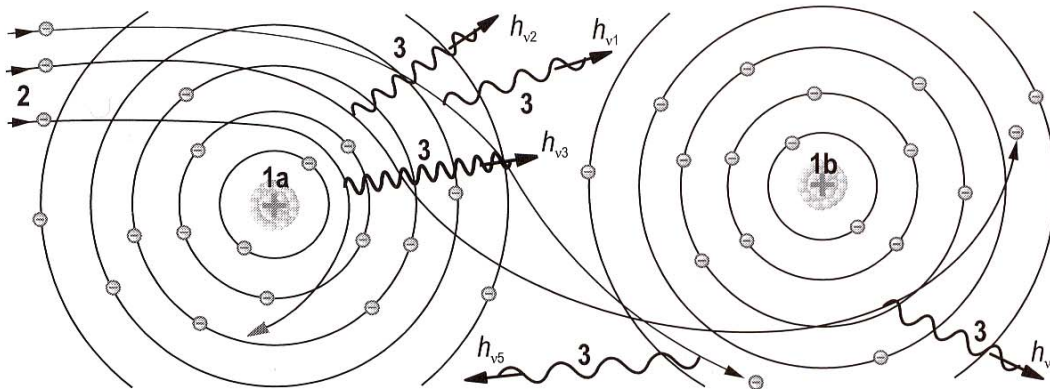
⇒ Auf diese Weise lassen sich die Tumore wieder zweifelsfrei unterscheiden.

Da der menschliche Körper aber nicht nur aus zwei Schwächungszentren, sondern aus viel mehr besteht, benötigt man eine große Anzahl an Projektionen aus verschiedenen Winkeln. Die Verwaschungen neben den Tumorpixeln lassen sich rechnerisch entfernen.

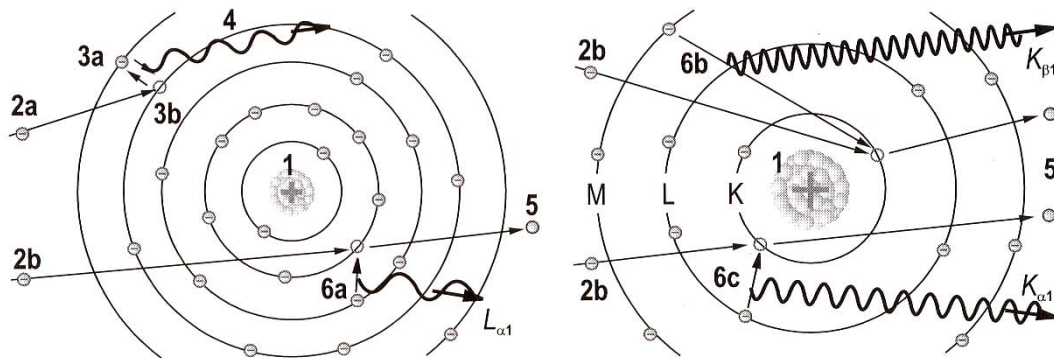
Beschleunigt man Elektronen mit mehreren kV (bis MV) auf die Anode zu, so werden 99 % ihrer Energie in Wärme umgewandelt (Problem der Wärmeabfuhr). Zu etwa 1 % entsteht hochenergetische Strahlung, sog. Röntgenstrahlung.

Dabei unterscheidet man zwei Arten:

Bremsstrahlung



Charakteristische Strahlung



AB CT4 Wirkung unterschiedlicher Strahlungsfrequenzen im Körper

Schaue dir die Abbildung einige Zeit an und schreibe dann deine Beobachtungen stichpunktartig darunter.

