

Ganzkörperzähler (Body – Counter)

In-vivo Messlabor

Prinzip der Gammaspektroskopie:

Die Gammaspektroskopie mit Szintillationsdetektoren funktioniert nach folgendem Prinzip:

Über verschiedene Wechselwirkungsprozesse geben die Gammaquanten Energie an die Elektronen im Kristall ab. Diese werden dadurch aus ihrem Kristallgefüge gerissen und in einen angeregten Zustand versetzt. Danach fallen die Elektronen in ihren Grundzustand zurück und geben die überschüssige Energie in Form von elektromagnetischer Strahlung im Bereich des sichtbaren Lichtes ab. Die Intensität des Szintillationslichts ist proportional zur Anzahl der durch die Gammastrahlung angeregten Elektronen. Das Szintillationslicht wird durch einen direkt auf den NaI(Tl)-Kristall aufgesetzten Photomultiplier in einen elektrischen Impuls umgesetzt, dessen Höhe proportional zur Energie der Strahlung ist. Die Impulse werden verstärkt, geformt und gelangen in einen Vielkanalanalysator auf einem Messcomputer. Dort erhält man ein Spektrum. In diesem Spektrum sind die einzelnen Impulse je nach ihrer Höhe einem Kanal zugeordnet. Wenn Gammastrahlung einer bestimmten Energie auf den NaI(Tl)- Kristall trifft, so erscheint im Spektrum an der entsprechenden Stelle eine Häufung von Impulsen. Diese Häufung nennt man Peak. Über die Kanallage des Peaks kann die Energie des Radionuklids und somit das Nuklid identifiziert werden. Die Aktivität des inkorporierten Stoffes wird über die Anzahl der im Peakbereich registrierten Impulse bestimmt.

Gammaskpektrum eines Probanden:

Das gemessene Spektrum setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen:

Nulleffekt:

Der Nulleffekt setzt sich aus der natürlichen Radioaktivität aus dem Boden, dem in der Messkammer verwendeten Material und der Radioaktivität aus der Luft zusammen. Es wird regelmäßig ein Nulleffektspektrum aufgenommen und vom gemessenen Probandenspektrum abgezogen.

Natürliches Kalium-40:

Jeder Mensch enthält Kalium, das zu 0,0117% aus Kalium-40 besteht. Der Kaliumanteil eines Menschen liegt bei etwa 2 g pro Kilogramm Körpergewicht. Daraus ergibt sich im Schnitt eine K-40 Ganzkörperaktivität um die 4000 Bq K-40. Deshalb findet man bei jeder Personenmessung im Spektrum K-40. Bei vollständiger Abgabe der Energie der Gammaquanten entsteht ein Peak bei 1460 keV aus dem die K-40 Aktivität berechnet wird. Durch unvollständige Abgabe der Energie entsteht ein Kontinuum (ein relativ gleichförmiger Anstieg des gesamten Spektrums unterhalb des Photopeaks). Durch das (Compton-) Kontinuum wird der Untergrund erhöht.

Bremsstrahlung:

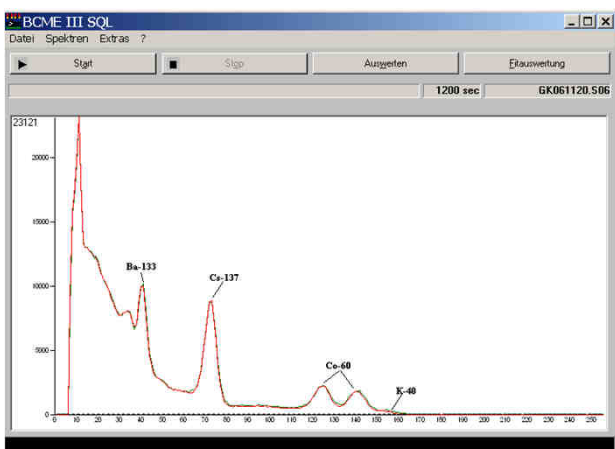
Durch den Betazerfall einiger natürlicher Nuklide entsteht Bremsstrahlung. Diese weist keine diskreten Energien auf. Die Bremsstrahlung zeigt sich im unteren Energiebereich des Spektrums durch ein rutschbahnähnliches Aussehen.

Andere Nuklide:

Alle anderen Nuklide, die sich im oder am Körper des Probanden befinden erhöhen den Untergrund. Falls die Nuklide Gammastrahlung aussenden können sie anhand ihrer Energie identifiziert und die Aktivität gemessen werden.

Messungen:

Die Messzeit im Ganzkörperzähler beträgt in der Routine 5 Minuten. Dabei erreicht man z.B. für Cs-137 eine Nachweisgrenze von 60 Bq, für Co-60 40 Bq. Referenzmessungen zur Bestimmung des Cs-137 – Gehaltes und des K-40 Gehaltes haben eine Messdauer von 30 Minuten.



Spektrum einer Ganzkörpermessung mit Phantom