

Nuklearmedizinische Diagnostik

Aufgabe 1:

- Lies** den Text zu Szintigraphie der Schilddrüse durch. **Tausche** dich über den Prozess der Szintigraphie mit deinem Partner darüber **aus**.
- Erkläre**, warum statt Radioiod vermehrt ^{99}Tc eingesetzt wird? **Recherchiere**.

Szintigraphie der Schilddrüse (Abb. 1¹)

Bei der Szintigraphie wird ein sog. γ -strahlender Tracer (radioaktiv markierte Substanzen, die Positronen abstrahlen) intravenös in die Blutbahn des Patienten injiziert. Der Tracer verteilt sich anschließend im Körper. Seine Verteilung wird mit einem γ -Detektor aufgezeichnet. Für ein zweidimensionales Bild wird der Körper oder das untersuchte Organ zentimeterweise abgetastet und die Stärke der gemessenen γ -Strahlung als Helligkeits- oder Farbpunkt übertragen. Der Computer kann aus mehreren zweidimensionalen Bildern ein dreidimensionales Bild errechnen, das durch den Rechner dargestellt werden kann.



Abb. 1
Szintigraphieaufnahme
einer Schilddrüse

Aufgabe 2: Erkläre in deinen eigenen Worten, wie die Szintigraphie funktioniert. Du kannst hierfür Abb. 2 nutzen.

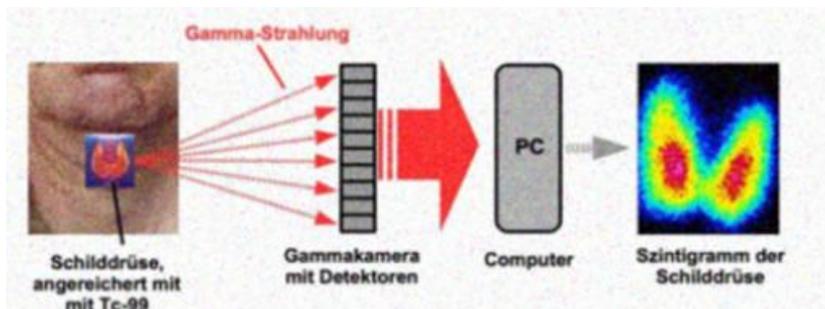


Abb. 2 Das prinzipielle Abbild einer Szintigramms der Schilddrüse (Quelle: W. Vogg)

Aufgabe 3: Eine der Wissenschaftler*innen, die maßgeblich an der Entwicklung der Nuklearmedizin beteiligt war, war Edith Quimby.

- Erstelle** eine kurze Steckbrief-Tafel mit einem Bild und folgenden Punkten:
Geburts- und Sterbedatum, Herkunft; Studien- und Arbeitsbereiche; Wichtige Stationen ihrer wissenschaftlichen Laufbahn; Ihre Rolle in der Entwicklung der Nuklearmedizin
- Verfasse** ein fiktives Interview mit Edith Quimby.
Stelle mindestens fünf Fragen zu ihrer Forschung, ihren Zielen und ihrer Sicht auf die Entwicklung der Nuklearmedizin.

¹ Abbildung entnommen aus <https://www.leifiphysik.de/kern-teilchenphysik/anwendungen-der-kernphysik/grundwissen/ionisierende-strahlung-der-medizin>, letzter Zugriff am 20.06.2025.

Quellen:

Sekundärliteratur:

Texte sind leicht verändert entnommen aus: <https://www.leifiphysik.de/kern-teilchenphysik/anwendungen-der-kernphysik/grundwissen/ionisierende-strahlung-der-medizin>, letzter Zugriff am 26.06.2025.

<https://www.lehrer-online.de/unterricht/sekundarstufen/naturwissenschaften/physik/unterrichtseinheit/ue/nuklear-medizinische-diagnostik/>, letzter Zugriff am 23.03.2025.

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung entnommen aus <https://www.leifiphysik.de/kern-teilchenphysik/anwendungen-der-kernphysik/grundwissen/ionisierende-strahlung-der-medizin>, letzter Zugriff am 20.06.2025.

W. Vogg aus <https://www.lehrer-online.de/unterricht/sekundarstufen/naturwissenschaften/physik/unterrichtseinheit/ue/nuklear-medizinische-diagnostik/>, letzter Zugriff am 26.06.2025. → Abbildung 4 und 5

Nuklearmedizinische Diagnostik

Musterlösung

Aufgabe 1:

- a) **Lies** den Text zu Szintigraphie der Schilddrüse durch. **Tausche** dich über den Prozess der Szintigraphie mit deinem Partner darüber **aus**.

Lösung: *individuell (mündlich)*

- b) **Erkläre**, warum statt Radioiod vermehrt ^{99}Tc eingesetzt wird? **Recherchiere**.

Lösung:

Die Schilddrüse nimmt gezielt Jod auf, da es ein zentraler Bestandteil für die Bildung von Schilddrüsenhormonen ist. Die Menge und Verteilung dieser Jodaufnahme gibt Aufschluss über Funktion und Größe der Schilddrüse. Aufgrund der vergleichsweise hohen Strahlenbelastung von radioaktiven Iod wird die Szintigraphie der Schilddrüse heute fast nur mit ^{99}Tc durchgeführt, da es eine kürzere Halbwertszeit und deutlich geringere Strahlenbelastung aufweist.

Szintigraphie der Schilddrüse (Abb. 1¹)

Bei der Szintigraphie wird ein sog. γ -strahlender Tracer (radioaktiv markierte Substanzen, die Positronen abstrahlen) intravenös in die Blutbahn des Patienten injiziert. Der Tracer verteilt sich anschließend im Körper. Seine Verteilung wird mit einem γ -Detektor aufgezeichnet. Für ein zweidimensionales Bild wird der Körper oder das untersuchte Organ zentimeterweise abgetastet und die Stärke der gemessenen γ -Strahlung als Helligkeits- oder Farbpunkt übertragen. Der Computer kann aus mehreren zweidimensionalen Bildern ein dreidimensionales Bild errechnen, das durch den Rechner dargestellt werden kann.

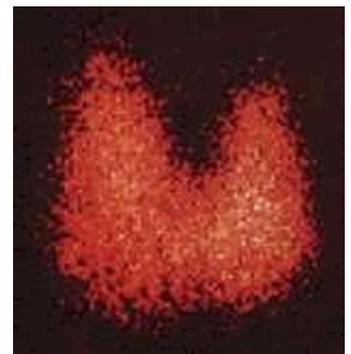


Abb. 1
Szintigraphieaufnahme
einer Schilddrüse

Aufgabe 2: Erkläre in deinen eigenen Worten, wie die Szintigraphie funktioniert. Du kannst hierfür Abb. 2 nutzen.

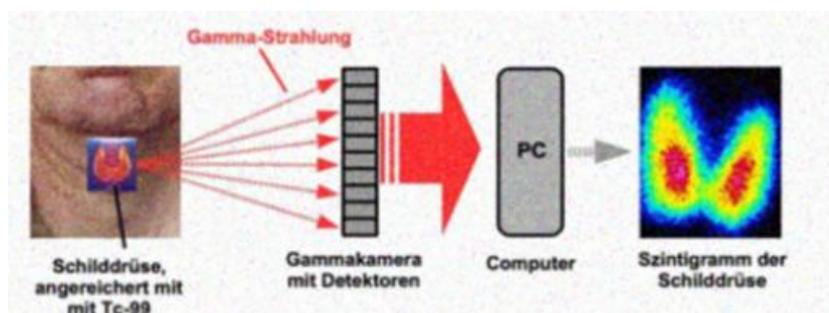


Abb. 2 Das prinzipielle Abbild einer Szintigramms der Schilddrüse (*Quelle: W. Vogg*)

¹ Abbildung entnommen aus <https://www.leifiphysik.de/kern-teilchenphysik/anwendungen-der-kernphysik/grundwissen/ionisierende-strahlung-der-medizin>, letzter Zugriff am 20.06.2025.

Lösung: Bei der Szintigraphie bekommt der Patient eine geringe Dosis an radioaktiven Stoff (hier: ^{99}Tc) Dieser lagert sich gezielt in der Schilddrüse an, da sie Jod bzw. jodähnliche Stoffe aufnimmt und für die Bildung von Schilddrüsenhormonen, (wie Thyroxin) nutzt. Das Technetium sendet dabei Gamma-Strahlung aus, die von einer speziellen Kamera (Gammakamera mit Detektoren) erfasst wird. Diese Kamera misst, aus welchen Bereichen der Schilddrüse wie viel Strahlung kommt. Ein angeschlossener Computer verarbeitet die Daten zu einem farbigen Bild (Szintigramm), auf dem man die Form, Größe und Aktivität der Schilddrüse erkennen kann. Hierdurch kann man Rückschlüsse auf gutartiges oder bösartiges Gewebe schließen.

Aufgabe 3: Eine der Wissenschaftler*innen, die maßgeblich an der Entwicklung der Nuklearmedizin beteiligt war, war Edith Quimby.

a) **Erstelle** eine kurze Steckbrief-Tafel mit einem Bild und folgenden Punkten:

Geburts- und Sterbedatum, Herkunft; Studien- und Arbeitsbereiche; Wichtige Stationen ihrer wissenschaftlichen Laufbahn; Ihre Rolle in der Entwicklung der Nuklearmedizin

Lösung²:



Leben: geb. 10. Juli 1891, gest. 11. Oktober 1982

Herkunft: Illinois, Idaho

Beruf: amerikanische Physikerin und Hochschullehrerin, u.a. Prof. an der Columbia University

Arbeitsbereich: Nuklearmedizin; medizinische Auswirkungen von Nebenwirkungen und Anwendung radioaktiver Isotope bei der Behandlung von z.B. Schilddrüsenerkrankungen und Diagnose von Hirntumoren

Stationen:

➤ Arbeitete zunächst in der Industrie, später im New York City Memorial Hospital for Cancer and Allied Diseases in New York City → enge Zusammenarbeit mit Ärzten und Radiologen

Abb. 3: Edith Quimby³

- 1942/43: Assistenzprofessur an der Columbia University
- 1954: Professur
- Darüber hinaus: Mitarbeit am Manhattan Project

Rolle in der Nuklearmedizin:

² Vgl. Karakatsanis & Arleo, 2022.

³ Bild entnommen aus <https://ahf.nuclearmuseum.org/ahf/profile/edith-quimby/>, letzter Zugriff am 23.06.2025.

- *Pionierin der medizinischen Dosimetrie: Sie entwickelte Methoden zur präzisen Messung Kontrolle von Strahlendosen bei der Krebstherapie*
- *Trug maßgeblich dazu bei, dass radioaktive Stoffe sicher und gezielt im Körper eingesetzt werden konnten*
- *Legte den Grundstein für den späteren Einsatz von Isotopen in der Diagnostik und Therapie (z. B. in der PET oder Bestrahlung von Tumoren)*
- *Verstand Strahlung nicht nur als Gefahr, sondern auch als **präzises medizinisches Werkzeug**, wenn richtig angewendet*
- *Veröffentlichte zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten zur Strahlungsdosierung, Strahlenschutz und medizinischen Anwendung von Isotopen*

Ehrungen:

- *Als erste Frau: 1940: Janeway Medal of the American Radium Society*
- *1941: Gold Medal of the Radiological Society of North America*
- *1963: als zweite Frau: Gold Medal from the American College of Radiology (ACR)*
- *Gründungsmitglied der American Association of Physicists in Medicine (AAPM)*
- *1978: William D. Coolidge Award für ihre Pionierarbeit in der Nuklearmedizin, Radiotherapie, Radiodiagnostik und Radioschutz*
- *Die AAPM führte später zu ihren Ehren einen lifetime achievement award ein.*

b) **Verfasse** ein fiktives Interview mit Edith Quimby.

Stelle mindestens fünf Fragen zu ihrer Forschung, ihren Zielen und ihrer Sicht auf die Entwicklung der Nuklearmedizin.

Lösung:

Mögliche Fragen:

1. *Was hat Sie ursprünglich zur Physik geführt – und später zur medizinischen Anwendung von Strahlung?*
2. *Was war die größte Herausforderung bei der Festlegung sicherer Strahlendosen?*
3. *Was war für Sie persönlich der wichtigste Durchbruch in Ihrer Forschung?*
4. *Wie blicken Sie auf diese Entwicklung der Nuklearmedizin?*
5. *Wenn Sie jungen Wissenschaftler*innen heute einen Rat geben dürften – welcher wäre das?*

Mögliches Interview:

Interviewer: Guten Tag, Frau Quimby! Vielen Dank, dass Sie sich Zeit für ein Gespräch nehmen. Beginnen wir mit einer persönlichen Frage:

Edith Quimby: Schon als junges Mädchen habe ich mich für Naturwissenschaften begeistert. Die Physik hat mich besonders fasziniert, weil sie erklärt, wie die Welt auf kleinster Ebene funktioniert. Zur medizinischen Anwendung kam ich eher zufällig –

als ich nach meinem Studium am Memorial Hospital zu arbeiten begann. Ich merkte schnell, dass ich mit meinem Wissen in der Physik echten Einfluss auf die Behandlung von Menschen haben kann und ich gerne dazu forschen würde.

Interviewer: *Sie gelten als Pionierin der Dosimetrie.*

Was war die größte Herausforderung bei der Festlegung sicherer Strahlendosen?

Edith Quimby: *Damals war kaum bekannt, wie sich Strahlung langfristig auf den menschlichen Körper auswirkt. Wir mussten mit größter Sorgfalt arbeiten, messen, dokumentieren und ausprobieren. Unser Ziel durften wir dabei nie aus den Augen verlieren. Wir wollten gesundes Gewebe schützen und bösartiges Gewebe finden und effektiv bekämpfen. Die größte Herausforderung war also, die Balance zwischen Nutzen und Risiko zu finden.*

Interviewer: *Was war für Sie persönlich der wichtigste Durchbruch in Ihrer Forschung?*

Edith Quimby: *Ich denke, es war der Moment, als wir nachweisen konnten, dass man mit gezielten, individuell berechneten Dosen viel erfolgreicher und sicherer therapieren kann als mit pauschalen Werten. Das, was vorher niemand gedacht hätte, was wir schaffen könnten, hatten wir nachgewiesen. Wir konnten datenbasiert argumentieren. Das hat die Strahlentherapie revolutioniert – und meines Erachtens einen anderen Blick auf die Strahlentherapie und das Retten von Menschenleben eröffnet.*

Interviewer: *Die Nuklearmedizin hat sich seit Ihren Anfängen rasant entwickelt. Wie blicken Sie auf diese Entwicklung?*

Edith Quimby: *Mit Stolz und Demut. Ich freue mich, dass unsere Grundlagenarbeit dazu geführt hat, dass heute ganze Körperregionen funktionell dargestellt werden können und eben nicht nur mit Röntgenbildern. Ich hoffe die Grundlage gebildet zu haben für weitere Verfahren in der nuklearmedizinischen Diagnostik (z.B. PET, Szintigraphie). Es zeigt außerdem, dass Wissenschaft immer im Team und über Generationen hinweg stattfindet und eine Entdeckung nächste Entdeckungen anstoßen kann.*

Interviewer: *Wenn Sie jungen Wissenschaftler*innen heute einen Rat geben dürften – welcher wäre das?*

Edith Quimby: *Wenn ihr wirklich Wissenschaftler*innen sein wollt, dann seid mutig, stellt Fragen und lasst euch nicht runterkriegen oder in eurer Denkweise zu stark beeinflussen. Verliert außerdem nie den Blick für die Menschen hinter den Experimenten, Zahlen und Statistiken. Vergesst nie für den und warum ihr eure Wissenschaft betreibt. Was ist euer Endziel?! Wissenschaft, zu mindestens meine, sollte dazu dienen Menschenleben zu retten.*

Quellen:

Sekundärliteratur:

Karakatsanis, Nicolas A. / Arleo, Elizabeth K. (2022): Dr. Edith H. Quimby: A pioneering medical physicist and educator with outstanding contributions in radiation dosimetry. In: *Artificial Intelligence, Informatics & Imaging Physics* 81/2022: 118-121.

Texte sind leicht verändert entnommen aus: <https://www.leifiphysik.de/kern-teilchenphysik/anwendungen-der-kernphysik/grundwissen/ionisierende-strahlung-der-medizin>, letzter Zugriff am 26.06.2025.

<https://www.lehrer-online.de/unterricht/sekundarstufen/naturwissenschaften/physik/unterrichtseinheit/ue/nuklearmedizinische-diagnostik/>, letzter Zugriff am 23.03.2025.

Abbildungsverzeichnis:

<https://ahf.nuclearmuseum.org/ahf/profile/edith-quimby/>, letzter Zugriff am 23.06.2025.

<https://www.leifiphysik.de/kern-teilchenphysik/anwendungen-der-kernphysik/grundwissen/ionisierende-strahlung-der-medizin>, letzter Zugriff am 20.06.2025.

W. Vogg aus <https://www.lehrer-online.de/unterricht/sekundarstufen/naturwissenschaften/physik/unterrichtseinheit/ue/nuklearmedizinische-diagnostik/>, letzter Zugriff am 26.06.2025.