

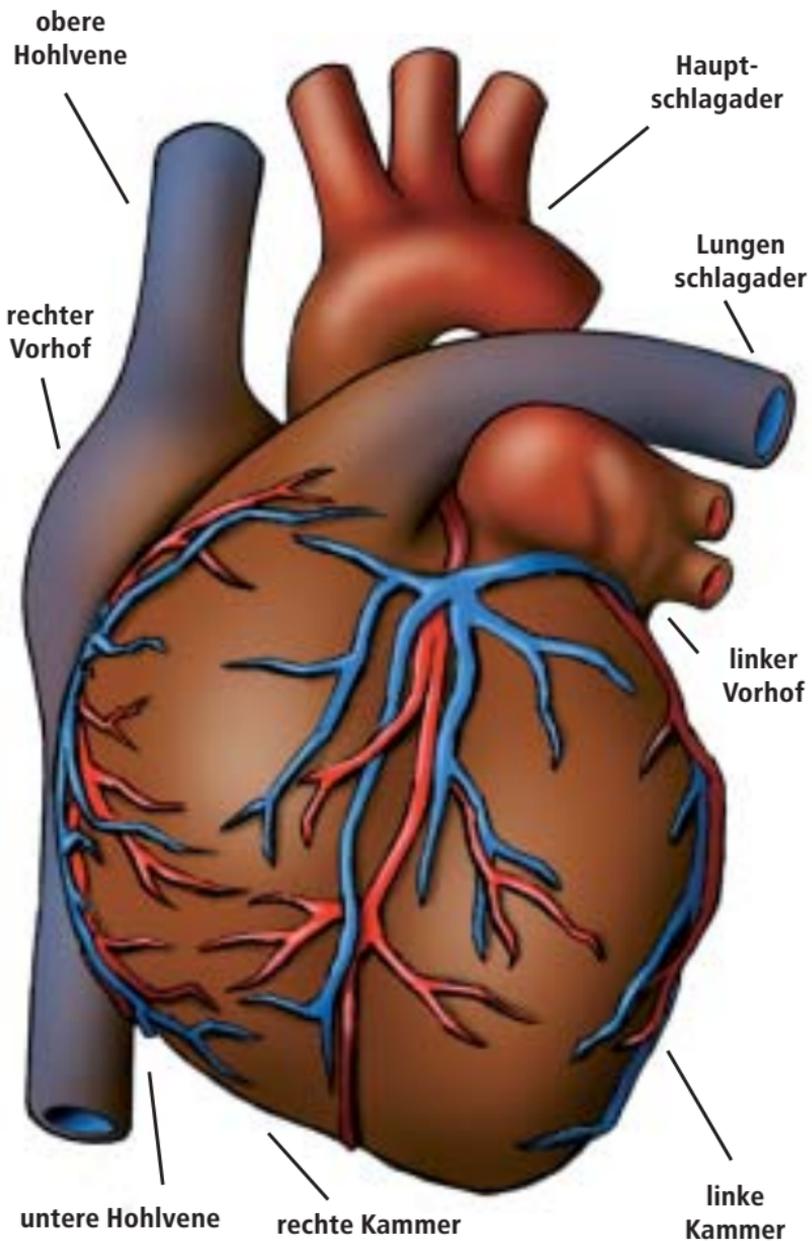


# Blick in das Herz

**Nuklearmedizinische Verfahren  
zur frühzeitigen Diagnostik  
und optimalen  
Behandlungsplanung  
bei Herzkrankheiten**

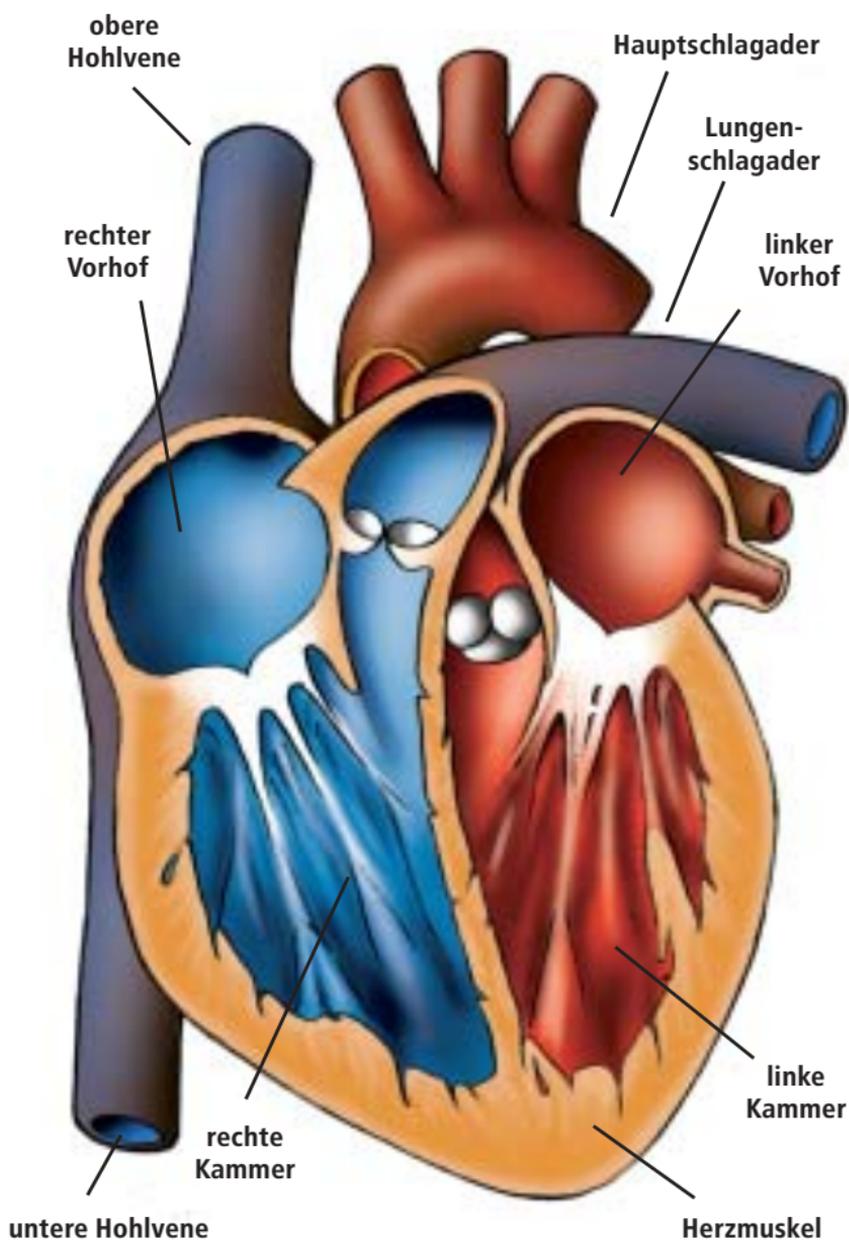
*Eine Information der  
Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin e.V. (DGN)*

Das menschliche Herz ist ein großer Hohlmuskel, der täglich rund 100 000 mal kontrahiert, also zusammenzieht, und dabei etwa 9000 Liter Blut durch den Körper pumpt. Um diese Leistung zu vollbringen, benötigt es – in Relation zu seiner Größe – mehr Energie als jedes andere Organ im Körper. Das Herz ist durch eine Scheidewand in eine rechte und eine linke Hälfte unterteilt, die ihrerseits wieder in Vorhof (Atrium) und Hauptkammer (Ventrikel) getrennt sind. Jeweils zwischen Vorhof

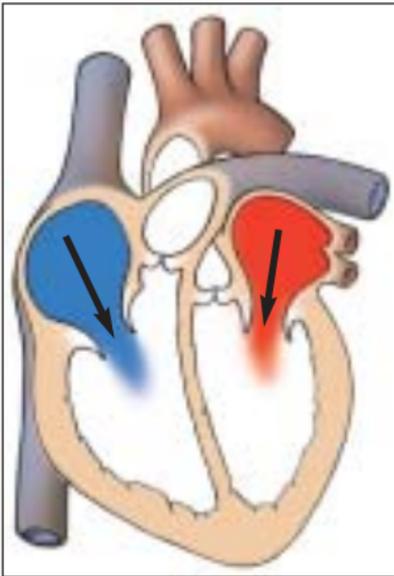


► Das Herz und die großen zu- und abführenden Gefäße

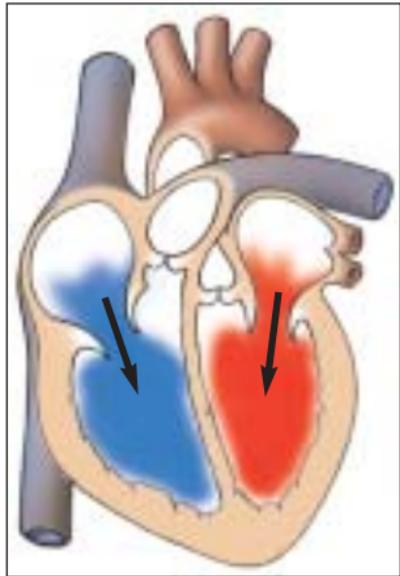
und Hauptkammer und zwischen den Kammern und den großen Blutgefäßen sitzen ventilartige Strukturen (Herzklappen, Aortenklappe), die sicherstellen, dass das Blut jeweils nur in die gewünschte Richtung strömen kann. Im Einzelnen sieht das folgendermaßen aus: Das dunkelrote, sauerstoffarme, venöse Blut gelangt über die großen Venen aus Kopf und Körper in den rechten Vorhof. Durch Kontraktion des Vorhofes strömt es weiter in die rechte Hauptkammer. Diese kontrahiert und



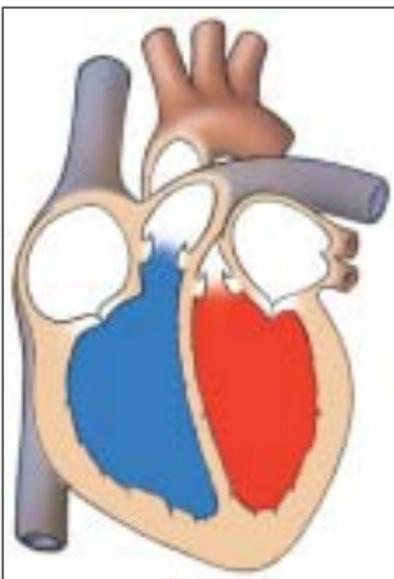
► Längsschnitt durch das Herz.



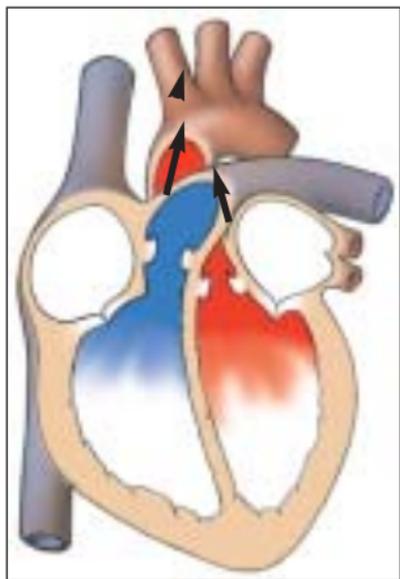
1



2



3



4

► Sequenz eines Herzschlages:

(1) Diastole: Die Vorhöfe füllen sich (rechts mit sauerstoffreichem, links mit sauerstoffarmen Blut).

(2) Das Blut strömt in die Hauptkammern.

(3) Systole: Der Rückfluss in die Vorhöfe ist durch die Herzklappen versperrt. Die Herzkammern sind gefüllt.

(4) Die Klappen zu den beiden Hauptschlagadern öffnen sich, wenn das Herz sich zusammenzieht und das Blut austreibt.



- ▶ Bei der Koronarangiographie werden über die Venen (beginnend in Leiste oder Ellenbogen) dünne Schläuche (Katheter) in die Herzkammern geführt, so dass Röntgen-Kontrastmittel direkt in die Herzkranzgefäße gespritzt werden kann. In der Röntgenaufnahme ist gut zu sehen, wo in den großen Herzkranzgefäßen ein Engpass (Pfeil) oder gar ein Verschluss aufgetreten ist.

presst dadurch das Blut in den Lungenkreislauf. Der Weg zurück wird jeweils durch die oben genannten „Ventile“ versperert.

In den Lungen wird es mit Sauerstoff angereichert und ändert hierdurch seine Farbe (hellrot). Es strömt zurück in den linken Vorhof und von dort in die linke Hauptkammer. Durch deren Kontraktion (zeitgleich mit der zuvor beschriebenen Kontraktion der rechten Hauptkammer) gelangt das Blut über die großen Schlagadern in den Körperkreislauf, über den die inneren Organe, die Muskulatur und das Gehirn und Nervensystem versorgt werden. Auf diesem Weg wird ihm Sauerstoff entzogen, es wird aber gleichzeitig mit Nährstoffen angereichert.

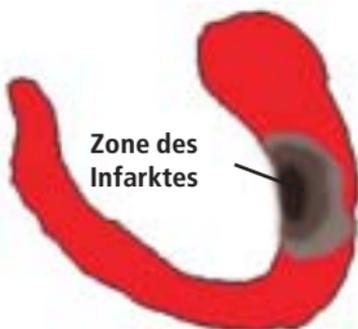
Die Phase der Kontraktion des Herzmuskels nennt man Systole, die der Entspannung – das Blut strömt in die Herzkammern – Diastole. Der Herzmuskel selbst wird über die feinverzweigten Herzkranzgefäße mit Blut und damit mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgt.

Die Krankheiten des Herz-Kreislaufsystems sind die häufigste Todesursache in Deutschland: 1994 starben von 100000 Einwohnern jeweils 449 Männer und 601 Frauen an einer Erkrankung des Herz-Kreislaufsystems. Darunter waren 123 Männer und 91 Frauen, die einen akuten Herzinfarkt erlitten. Demgegenüber stehen zunehmend bessere therapeutische Möglichkeiten, Herzerkrankungen zu heilen oder in der Auswirkung zu mindern. Voraussetzung dafür ist allerdings eine möglichst frühzeitige und präzise Diagnose.

Alarmsignale für eine Erkrankung der Herzkranzgefäße, die sogenannte Koronare Herzkrankheit (KHK), sind Symptome, die mehr oder weniger typisch sein können. Dazu zählen Druckgefühl oder Brennen in der Brust eventuell mit Ausstrahlung in den linken Arm oder EKG-Befunde (Elektrokardiogramm) im Rahmen einer Routineuntersuchung. Problematisch ist dabei einerseits, dass solche Beschwerden auch durch ganz andere Erkrankungen hervorgerufen werden können wie beispielsweise Wirbelsäulen- und Speiseröhrenerkrankungen. Andererseits kann eine KHK auch lange Zeit ohne diese Symptome verlaufen.

## Wie wird die Diagnose gestellt?

Problematisch bei der KHK ist, dass sie selbst dann, wenn einzelne Herzkranzgefäße schon zur Hälfte oder sogar vollkommen verschlossen sind, noch nahezu beschwerdefrei verlaufen kann. Nur unter Belastung – Stress oder körperlicher Anstrengung – können Atemnot oder Schmerzen im Brustbereich auftreten. Der Arzt muss erfragen, ob die Beschwerden als typische Angina pectoris (Brustenge) oder atypische Brust-



- *Folgen eines Herzinfarktes:  
Um die Kernzone (dunkelgrau)  
bildet sich eine Zone mit  
Schädigungen am Myokard  
(mittelgrau) und ein  
minderdurchbluteter  
Bereich (hellgrau).*

schmerzen einzustufen sind. Eine frühzeitige, fundierte Diagnose bei Verdacht auf eine KHK ist dringend erforderlich.

Dazu werden zunächst Elektrokardiographie-Untersuchungen (EKG) unter Ruhe- und Belastungsbedingungen durchgeführt. Ergeben sich dabei Hinweise auf eine Herzerkrankung, so kann der Kardiologe (Arzt für Herzkrankheiten) weitere Untersuchungen durchführen. Diese können von sogenannten nicht-invasiven Verfahren wie der Herzultraschall-Untersuchung und der Myokardszintigraphie bis hin zu den invasiven Verfahren der Koronarangiographie (Herzkatheter) reichen.

Bei der Koronarangiographie wird durch einen dünnen Schlauch (der Herzkatheter) Kontrastmittel direkt in die Gefäße gespritzt, die den Herzmuskel mit Blut versorgen. Der Weg, auf dem das Kontrastmittel durch diese sogenannten Herzkranzgefäße strömt, wird mit einer speziellen Röntgenanlage aufgezeichnet. Gefäßverengungen (Stenosen) sowie Gefäßverschlüsse werden so sichtbar.

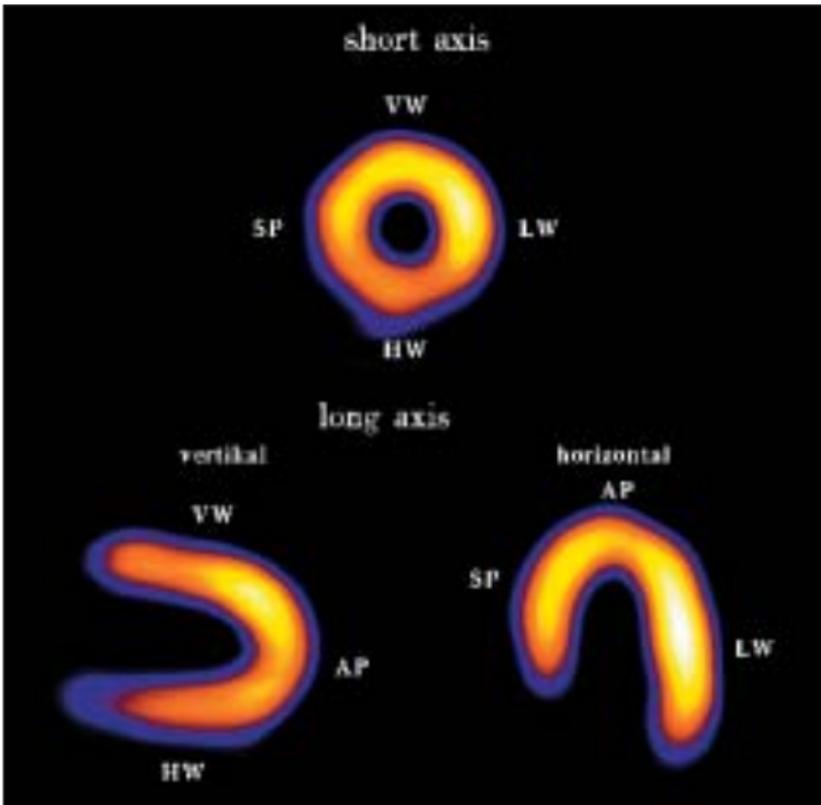
In vielen Fällen ist der Einsatz eines nicht-invasiven Untersuchungsverfahrens wegen der deutlich geringeren Belastung für den Patienten angezeigt, in anderen Fällen hingegen bei eindeutiger Symptomatik und EKG-Befundlage primär die Koronarangiographie.

In der Nuklearmedizin stehen zur Herzuntersuchung im Wesentlichen drei Verfahren zur Verfügung, die je nach Fragestellung zum Einsatz kommen:

1. Myokardszintigraphie
2. Radionuklidventrikulographie
3. Positronen-Emissions-Tomographie

## **Myokardszintigraphie**

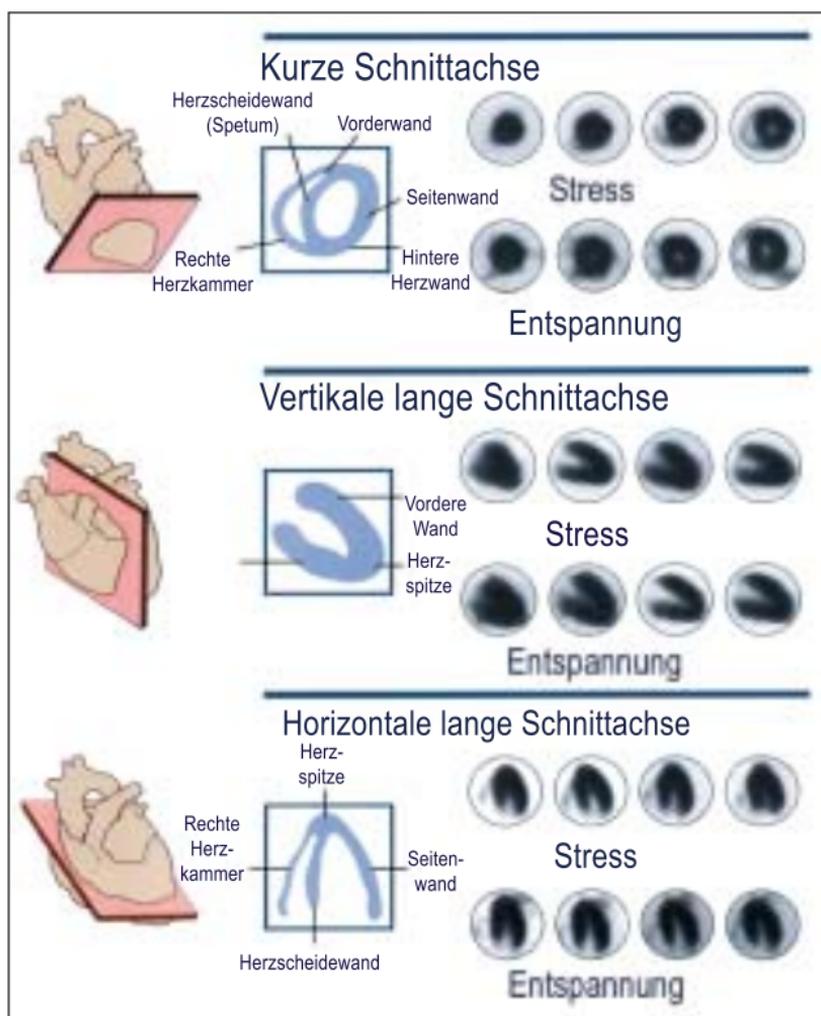
Das Myokard, also das Herzmuskelgewebe, wird von einem dichten Netz von Gefäßen, den Herzkranzgefäßen, mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgt. Verengt sich eines dieser Herzkranzgefäße beispielsweise durch Fettablagerungen in der Gefäßwand, kommt es in der Region des Herzmuskels, die von diesem Gefäß versorgt wird, zu einer Unterversorgung. Der Herzmuskel kann nicht mehr mit voller Leistung arbeiten und auf körperliche Belastungen nicht mehr ausreichend reagieren.



- *Beispiel einer Myokardszintigraphie am gesunden Herzen: Gezeigt werden drei einzelne Schichten. „short axis“ bezeichnet einen Schnitt senkrecht zur Herzlängsachse, „long axis“ den parallel zur Herzlängsachse. (HW = Herz hinterwand, VW = Vorderwand, LW = Lateralwand = Seitenwand, AP = Apex = Herzspitze)*

Wird ein wichtiges Herzkranzgefäß weitgehend oder vollständig verschlossen, droht der gefürchtete Herzinfarkt. Im schlimmsten Fall stirbt das Herzmuskelgewebe, das von diesem Gefäß versorgt wurde, vollständig ab. Es entsteht eine Herzmuskelschädigung, die jedoch von noch lebensfähigem Gewebe umgeben sein kann (sogenanntes winterschlafendes oder, englisch, hibernating Myokard). Ob dies der Fall ist oder nicht, entscheidet über die weitere Therapie.

Hier gibt die Myokardszintigraphie Antworten. Bei dieser Untersuchung handelt es sich heute in der Regel um eine schichtweise Untersuchung des Herzens (Tomographie) mit der sogenannten SPECT – Single Photon Emission Computer Tomography. Zur Untersuchung der Herzmuskelfunktion werden dem Patienten schwach radioaktiv markierte Substanzen

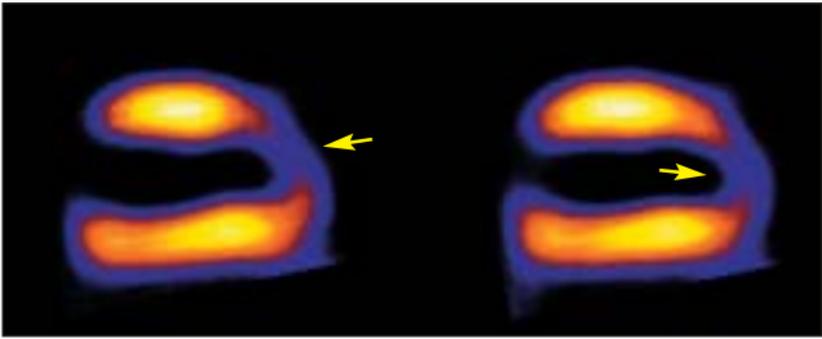


- In dieser Aufstellung ist gut zu erkennen, wie die in der Myokardszintigraphie sichtbaren Schnitte entstehen: Es werden meist mehrere Schnittebenen durch den Herzmuskel zusammengestellt, um viel Information zu erhalten.

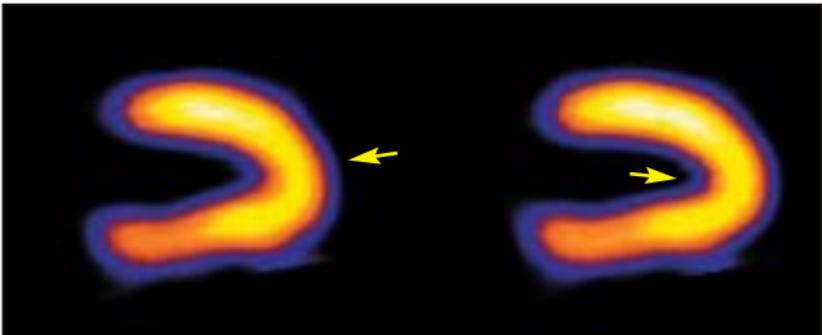
(die sogenannten Radiopharmaka) in die Blutbahn eingespritzt, die sich im Herzmuskel je nach Durchblutung anreichern.

Ihre Verteilung im Herzmuskel kann – aufgrund der radioaktiven Markierung – von außen mit einer speziellen Kamera (Gamma-Kamera, SPECT-Kamera) Schicht für Schicht gemessen und als zwei- oder dreidimensionales Bild sichtbar gemacht werden.

Dieses Bild – das Szintigramm – gibt die Durchblutung des Herzmuskels wieder. Dabei werden jedoch nicht – wie etwa bei der Koronarangiographie – die einzelnen, größeren Herz-



a

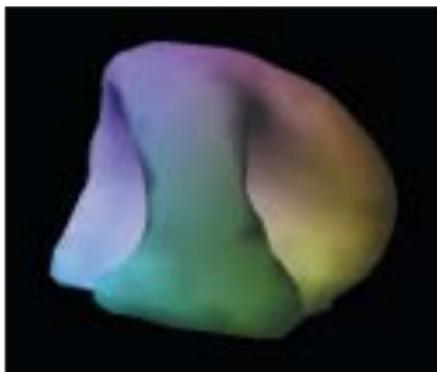


b

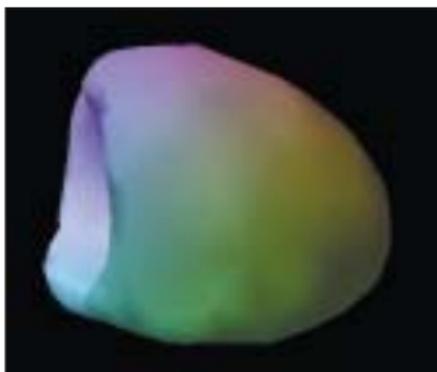
- 62jähriger Patient mit koronarer Herzkrankheit: a. Myokardszintigraphie nach Injektion der radioaktiv markierten Substanz Tc-99m MIBI. b. Szintigraphie im Ruhezustand und unter Wirkung von Herzmedikamente. Deutlich zu sehen ist in der Herzspitze (rechts) die Minderversorgung des Myokards unter Belastung.

gefäÙe dargestellt; stattdessen wird die Auswirkung einer GefäÙveränderung auf die gesamte Muskeldurchblutung sichtbar gemacht: Die radioaktiv markierten Substanzen können schwach durchblutetes Gewebe erheblich schlechter erreichen als gesundes, gut durchblutetes Myokard. Im späteren Szintigramm erscheinen solche unterversorgten Herzmuskelregionen daher schwächer „angefärbt“. Dadurch lässt sich gut erkennen, wie groß der betroffene Bereich des Herzmuskels und wie stark die Durchblutung reduziert ist.

Gerade wenn vorhergehende Untersuchungen eher vage Hinweise auf eine KHK liefern, ist eine Myokardszintigraphie für die endgültige, exakte Diagnose von großer Bedeutung. Auch bei Vorliegen von Risikofaktoren für eine KHK (beispielsweise Rauchen oder Übergewicht) und bestimmten EKG-Befunden (zum Beispiel sogenannte Schenkelblockbilder) kann die Durchführung einer Myokardszintigraphie sinnvoll sein. Be-



c



d

► c. (Belastung) und d. (Ruhe) zeigen die entsprechenden 3-D-Darstellungen. Dabei ist die Berechnung so gewählt, dass normal durchblutetes Herzgewebe dargestellt wird, minder-durchblutetes nicht. In c. „fehlt“ daher die Herzspitze und die angrenzenden Anteile von Vorderwand und Herzscheidewand.

sonders wichtig ist die Methode für die Risikoabschätzung bzw. Behandlung von Patienten, bei denen das EKG durch bestimmte Herzmedikamente (Digitalis-Präparate), einen Herzschrittmacher oder in Folge von Rhythmusstörungen oder eines stattgefundenen Herzinfarktes nur wenig Aussagekraft hat.

Mindestens ebenso wichtig wie die Möglichkeit, eine KHK nachzuweisen, ist in vielen Fällen die beruhigende Gewissheit, die die Myokardszintigraphie den Betroffenen geben kann: Ein unauffälliger, also in keiner Weise krankhafter Befund in der Myokardszintigraphie bedeutet, dass das Risiko, in den folgenden Jahren ein Herzereignis zu erleiden, unter einem Prozent liegt.

Ist bereits bekannt, dass eine KHK vorliegt, dient die Myokardszintigraphie dazu, das Ausmaß der Durchblutungsstörungen in den einzelnen Herzkranzgefäßen anhand der (möglicherweise fehlenden) Versorgung des Herzmuskelgewebes zu erfassen. Dadurch kann eine Behandlung, zum Beispiel eine Aufweitung des Gefäßes durch die sogenannte Ballondilatation, gezielt vorgenommen werden.

Andererseits lassen sich unnötige und gefährliche Eingriffe vermeiden, wenn die Myokardszintigraphie zeigt, dass eine Verbesserung der Herzfunktion dadurch nicht zu erzielen ist.

### ***Wie läuft eine Myokardszintigraphie ab?***

**Vorbereitung:** Vor einer Myokardszintigraphie muss der Patient oder die Patientin mindestens drei Stunden, besser über Nacht nüchtern bleiben. Dies verhindert, dass der durch Verdauungstätigkeit stark durchblutete Darm das Herz „überlagert“.

**Ergometrie:** Dahinter verbirgt sich die gesteuerte „Arbeitsbelastung“ des Herzens während der Untersuchung. Um eine Durchblutungsstörung empfindlich nachweisen zu können, muss die Durchblutung des Herzmuskels durch körperliche Anstrengung (auf dem Fahrradergometer) oder, falls dies wegen der Erkrankung nicht möglich ist, durch Medikamente stimuliert werden. Während der maximalen Belastung des Herzmuskels wird die radioaktiv markierte Substanz in die Armvene injiziert. Je nach verwendeter Substanz muss eine unterschiedlich lange Zeit gewartet werden, bis die Messung an der Gammakamera durchgeführt werden kann. Diese Zeit kann zwischen fünf und 60 Minuten variieren.

**Ruheuntersuchung:** Um Aussagen über den unterschiedlichen Durchblutungszustand des Herzmuskels in Ruhe und unter Belastung machen zu können, wird eine zweite Untersuchung im Ruhezustand des Patienten durchgeführt. Diese kann entweder am gleichen oder an einem späteren Tag erfolgen. Dazu können zusätzlich durchblutungsfördernde Medikamente verabreicht werden, um optimale Durchblutungsbedingungen zu schaffen.

Die Ruheuntersuchung soll vor allen Dingen die Frage beantworten, ob eine Durchblutungsminderung in der Herzmuskelregion bestehen bleibt (narbentypisch) oder sich normalisiert (typisch für belastungsbedingt schwach durchblutetes Herzmuskelgewebe). Definitiv ist dies allerdings sehr häufig erst nach einer PET-Untersuchung zu klären (10 bis 30 Prozent, siehe unten).

### ***Ist die Untersuchung belastend für den Patienten?***

Eine Fastenzeit (es darf keine Nahrung aufgenommen werden) von mindestens drei Stunden, besser über Nacht stellt in

der Regel keine große Belastung dar. Bei Diabetikern sollte Insulin entsprechend geringer dosiert oder eine leichte, nicht belastende Zwischenmahlzeit nach Rücksprache mit dem Arzt eingenommen werden.

Wichtig für eine gute Aussagekraft der Myokardszintigraphie ist eine ausreichende körperliche Belastbarkeit des Patienten, damit eine hohe Herzfrequenz erreicht wird. Bei ungenügender körperlicher Belastbarkeit kann eine Belastung mit Medikamenten simuliert werden, die nebenwirkungsarm und gut steuerbar sind (beispielsweise Adenosin oder Dobutamin).

Der zeitliche Aufwand für den Patienten ist relativ groß, da Belastungsphase (rund 20 Minuten), Wartezeit bis zur Aufnahme (bis zu 60 Minuten) und Untersuchungszeiten von 20 bis 30 Minuten einen mehr als zweistündigen Aufenthalt beim Arzt notwendig machen. Problematisch kann für einige Patienten die Armhaltung werden, da die Arme nach oben vom Körper weggestreckt werden müssen. Zwar liegt der Patient auf einer Liege, jedoch erfordert diese Haltung eine gewisse Beweglichkeit in den Schultergelenken.

Die Strahlenexposition liegt wie bei den meisten nuklearmedizinischen Untersuchungen in der Größenordnung der natürlichen Strahlenexposition, die man in einem Jahr durch Strahlung aufnimmt, die von der Erde, der Nahrung und der Atmosphäre ausgeht. Größenordnungsmäßig entspricht dies einer Röntgen-Computertomographie (CT) der Lunge.

### ***Was leistet die Myokardszintigraphie für den Patienten?***

Mit der Myokardszintigraphie ist es möglich, nicht-invasiv (also ohne jeden Eingriff in den Körper) und ohne ein erhöhtes Risiko für den Patienten die Durchblutungssituation im Herzmuskel zu bestimmen. Dadurch ist eine gefährliche Durchblutungsstörung früh und mit großer Sicherheit nachzuweisen, so dass geeignete Maßnahmen ergriffen werden können, sei es mit Herzmedikamenten, durch Gefäß-Erweiterung oder eine Bypass-Operation. Dadurch wird nicht nur die Leistungsfähigkeit des Herzmuskels und damit des Patienten verbessert, sondern es kann auch die Überlebenszeit deutlich erhöht werden.

## Radionuklidventrikulographie (RNV)

Mit Hilfe der Radionuklidventrikulographie lässt sich einerseits die Wandbewegung des Herzens sichtbar machen, andererseits die Menge des vom Herzen pro Herzschlag in die große Körperschlagader gepressten Blutes bestimmen (EF, die sogenannte Ejektionsfraktion).

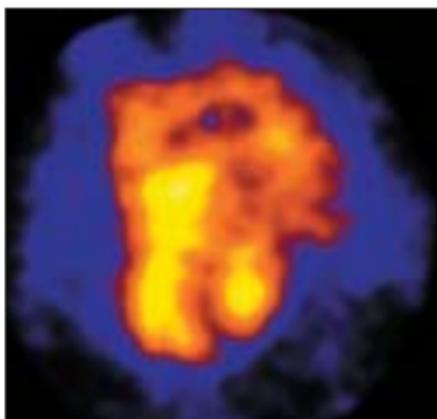
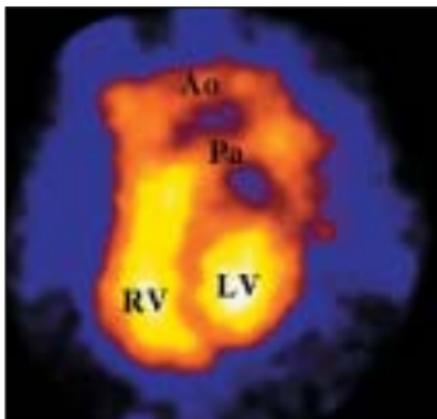
Als Spezialuntersuchung wird die RNV mit radioaktiv markierten roten Blutkörperchen durchgeführt. Haupteinsatzgebiete sind heute der Nachweis einer Herzschädigung durch herzscheidende Substanzen sowie die Aorteninsuffizienz, also ein unvollständiger Schließvorgang der Herzklappe (Ventilfunktion!) zwischen der linken Herzkammer und der großen Körperschlagader. Dadurch kann Blut aus der Schlagader ins Herz zurückströmen, statt in den Körperkreislauf gepresst zu werden.

Der Vorteil der Radionuklidventrikulographie liegt darin, dass ein Rückfluss des Blutes nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ, also mengenmäßig bestimmt werden kann. Eine neue Entwicklung im Bereich der Myokardszintigraphie, die sogenannte gated SPECT, erlaubt – durch EKG gesteuerte Aufnahmen der Herzdurchblutung – Aussagen über die Pumpfunktion des Herzens, die denen der Radionuklidventrikulographie sehr ähnlich sind. Diese Technik findet derzeit zunehmenden Einsatz als Alternative zur Radionuklidventrikulographie.

### *Wie läuft die Radionuklidventrikulographie ab?*

**Vorbereitung:** Vor der Radionuklidventrikulographie ist eine besondere Vorbereitung seitens des Patienten nicht erforderlich. In der Regel wird die Untersuchung im Ruhezustand und unter Belastung durchgeführt. Die Markierung des Blutes kann durch Gabe von Medikamenten direkt erfolgen, oder es wird Blut entnommen, außerhalb des Körpers markiert und wieder injiziert.

**Untersuchung:** Die Untersuchung erfolgt auf einer Liege mit Belastungseinheit (sozusagen ein Liegefahrrad). Vor der Brust wird die Kamera positioniert, so dass das markierte Blut, das das Herz durchströmt, gemessen werden kann. Zeitgleich wird ein EKG angefertigt, über das auch die Kamera gesteuert werden kann. Die Aufnahmezeiten, die durch das EKG ausge-



► Bei diesem 51jährigen Patienten war im EKG eine leicht eingeschränkte Funktion der linken Herzkammer zu sehen. In der Abbildung ist oben die RNV-Darstellung der maximal gefüllten Herzkammern zu sehen (Enddiastole) (RV = rechte Herzkammer; LV = linke Herzkammer; Ao = Körperschlagader; Pa = Lungenschlagader), unten die minimal gefüllten (Endsystole). Aus diesen beiden Abbildungen lässt sich der quantitative Unterschied des Blutvolumens berechnen.

löst werden, betragen den Bruchteil eines Herzschlages, so dass pro Herzschlag mehrere Bilder „geschossen“ werden, die anschließend zu einem „Film“ zusammengesetzt werden. Was man sieht, ist der typische Ablauf eines Herzschlages.

Zunächst erfolgt die Ruheuntersuchung, dann die Belastung. Dabei muss der Patient konstant eine hohe Belastungsstufe auf dem Liegefahrrad (Ergometer) erbringen, so dass eine konstant hohe Pulsfrequenz über die ganze Aufnahmezeit hinweg gehalten wird. Je nach Fragestellung werden Aufnahmen aus bis zu drei verschiedenen Perspektiven aufgezeichnet.

### ***Bedeutet die Untersuchung eine Belastung für den Patienten?***

Für die Untersuchung ist eine körperliche Belastung notwendig (etwa fünf bis zehn Minuten lang). Die Lagerung ist jedoch komfortabel. Der Oberkörper muss über die gesamte Zeit der Aufnahme ruhig gehalten werden. Die Aufnahmezeiten liegen bei jeweils fünf bis zehn Minuten für die Ruhe- und die Belastungsuntersuchung. Der gesamte Zeitaufwand liegt bei etwa einer Stunde.

## PET–Positronen-Emissions-Tomographie

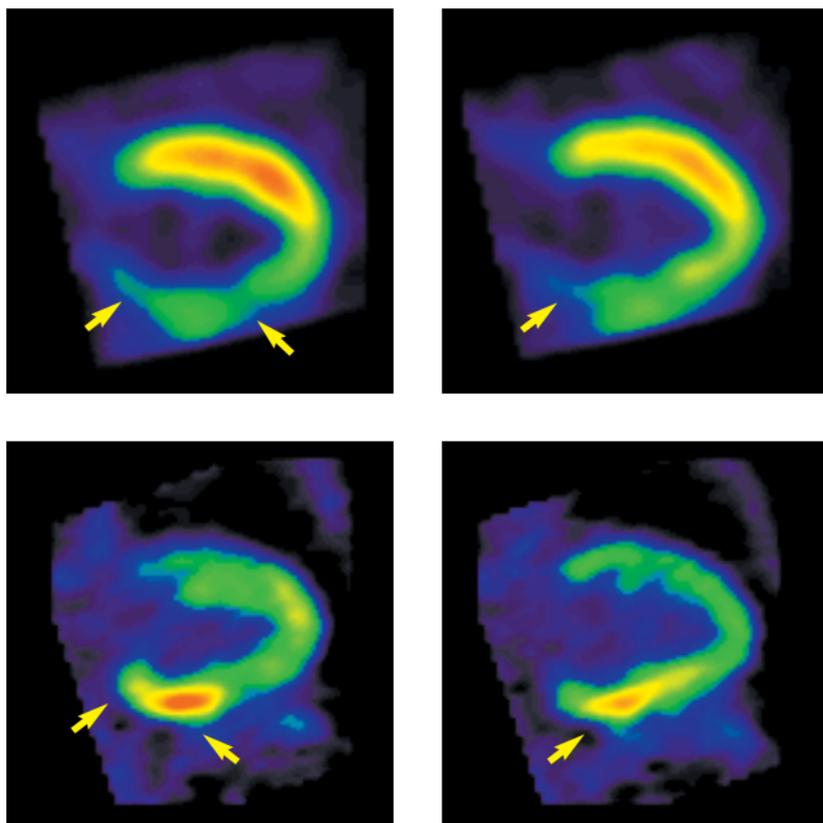
Bei einigen Fragestellungen ist nicht nur die Durchblutung des Herzmuskels für die genaue Diagnose interessant, sondern auch seine Versorgung mit Nährstoffen. Um diese sichtbar zu machen, muss man den Zuckerstoffwechsel im Muskelgewebe darstellen. Gegenüber gesundem Gewebe ändert sich die Glukose-Aufnahme (Glukose = Traubenzucker) im geschädigten Herzmuskelgewebe, dem Myokard, deutlich.

Am besten für die Darstellung der Nährstoffversorgung des Herzmuskels geeignet ist die Positronen-Emissions-Tomographie – kurz PET – geeignet. Bei diesem Verfahren wird dem Patienten eine geringfügig modifizierte, radioaktiv markierte Form des Traubenzuckers injiziert – das sogenannte FDG –, die sich – abhängig von der Nährstoffaufnahme – in den Herzmuskelzellen anreichert.

Misst man mit der PET-Kamera von außen die Verteilung des FDG im Herzmuskel, sind die gesunden Herzmuskelanteile kräftig „angefärbt“. Geschädigte Herzmuskelanteile weichen dagegen in ihrer FDG-Anreicherung und damit in ihrer Darstellung im PET-Bild deutlich davon ab. Sind einzelne Bereiche des Herzmuskels überhaupt nicht „angefärbt“ zu sehen, liegt hier Narbengewebe vor, das beispielsweise nach einem Herzinfarkt zurückbleiben kann.

Ein solcher PET-Befund leistet wichtige Dienste bei der Planung von – am offenen Herzen nach wie vor riskanten – Operationen, insbesondere wenn die Funktion der linken Herzkammer stark eingeschränkt ist. Wird beispielsweise eine Muskelregion nach einem Herzinfarkt nur noch sehr schwach durchblutet, ist dies möglicherweise mit der Koronarangiographie (Röntgen-Katheter-Untersuchung mit Kontrastmittel) nicht mehr nachweisbar, da diese nur Veränderungen an den großen Herzkranzgefäßen anzeigt (Makrozirkulation), nicht jedoch an den kleinen (Mikrozirkulation).

Dennoch ist das Gewebe noch lebensfähig, solange noch Glukose verstoffwechselt wird. In einer solchen Situation ist beispielsweise eine Bypass-Operation erfolgversprechend. Gelingt es, dadurch die Durchblutung dieses „winterschlafenden“ Herzmuskelgewebes zu verbessern, kann das Gewebe sich wieder erholen.



- 55-jähriger Patient nach einem Herzinfarkt in der Hinterwand des Herzens: Im oberen Bild mit der Myokardszintigraphie die Durchblutung des Herzmuskels dargestellt. Zu sehen ist die reduzierte Durchblutung der Hinterwand (gelbe Pfeile). Im unteren Bild wird mittels der FDG-PET der Stoffwechsel sichtbar gemacht. Deutlich ist zu sehen (gelbe Pfeile), dass gerade in den minderdurchbluteten Bereichen der Stoffwechsel erhöht ist. Hier spricht man von einer sogenannten Mismatch-Situation: Die beiden Befunde stimmen nicht überein. Dies spricht in diesem Fall für lebensfähiges, winterschlafendes Herzmuskelgewebe, das z. B. von einer Bypass-Operation profitieren würde.

Findet hingegen im geschädigten Gewebe kein Glukosestoffwechsel mehr statt, wäre eine Bypass-Operation unter Umständen nicht nur sinnlos – sie würde für den ohnehin geschwächten Patienten auch ein erhebliches, überflüssiges Risiko darstellen.

Für diese Gruppe von Patienten kommen eher konservative-medikamentöse Therapien und nicht-operative Eingriffe mit Zugang über die Gefäße (Stent, Laser, PTCA) in Frage. In schwersten Fällen bleibt nur die Herztransplantation.

### ***Wann wird eine PET-Untersuchung durchgeführt?***

Die PET wird am Herzen vor allem dann eingesetzt, wenn es um die Entscheidung für oder gegen eine riskante oder sehr aufwendige Operation geht. Vor der Planung einer eventuell notwendigen Herztransplantation wird sehr häufig eine PET-Untersuchung durchgeführt.

### ***Wie läuft eine PET-Untersuchung ab?***

**Vorbereitung:** Häufigste Anwendung der PET ist der Nachweis der Lebensfähigkeit des Herzmuskelgewebes. Dazu wird in der Regel das Traubenzucker-Derivat FDG eingesetzt. Dazu muss der Patient einige Stunden auf die Nahrungsaufnahme verzichten, also beispielsweise die letzte Mahlzeit vor der Untersuchung am Morgen am Abend zuvor einnehmen. Nicht kalorienhaltige Getränke (Wasser, ungesüßter Tee) sollte man jedoch auch am Untersuchungstag reichlich zu sich nehmen. Auch durchblutungsfördernde Medikamente müssen weiter eingenommen werden.

**Untersuchung:** Bei der PET-Aufnahme liegt der Patient ruhig auf einer Liege im PET-Gerät. Dieser Tomograph besteht aus einem Kameraring mit großem Durchmesser, in den die Liege hineingeschoben wird. Alles ist recht geräumig, so dass auch Patienten, die unter Platzangst leiden, in der Regel keinerlei Probleme haben.

Die Brustregion wird über eine Länge von etwa 40 cm „gescannt“, also vom Kameraring abgetastet, so dass die Verteilung des markierten Traubenzuckers im Herzmuskel dreidimensional dargestellt werden kann. Diese Aufnahme dauert etwa 20 Minuten. Während dieser Zeit muss der Patient ganz ruhig liegen.

### ***Stellt die PET eine Belastung für den Patienten dar?***

Die größte Belastung liegt bei der PET-Untersuchung mit FDG in der langen Fastendauer von mindestens acht Stunden. Insulinpflichtige Patienten müssen die Injektion von Insulin entsprechend umstellen. Außerdem müssen bestimmte Medikamente eingenommen werden, die dafür sorgen, dass der Herzmuskel sich zum Zeitpunkt der Messung über Traubenzucker versorgt und nicht über andere Substanzen. Die Untersuchung dauert insgesamt rund drei Stunden, die einzelnen Messungen jedoch nur 20 Minuten. Sie wird in komfortabler Lagerung durchgeführt.

Die Strahlenexposition liegt wie bei den meisten nuklearmedizinischen Untersuchungen in der Größenordnung der natürlichen Strahlenexposition, der man in einem Jahr durch Strahlung aus der Umgebung (Erdoberfläche, Nahrung, Atmosphäre) ausgesetzt ist.

***Wo kann ich mich beraten lassen:***

Die Frage, ob ein nuklearmedizinisches Untersuchungsverfahren in Ihrem konkreten Fall sinnvoll ist, kann jeder Nuklearmediziner beantworten, der für diese Verfahren ausgebildet ist.

Adressen in der Nähe Ihres Wohnortes bekommen Sie bei der Pressestelle der Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin e. V.:

Heike Jordan c/o vokativ GmbH  
Friedländer Weg 7 • 37085 Göttingen  
Fon 0551 / 370753-85 • Fax 0551 / 370753-79  
eMail: [info@nuklearmedizin.de](mailto:info@nuklearmedizin.de)

**Impressum:**

V.i.S.d.P.: Arbeitsgemeinschaft Kardiovaskuläre Nuklearmedizin  
der Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin e. V.

**Bildnachweis:**

Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin, Universität zu Köln  
Klinik und Poliklinik für Nuklearmedizin, Universität Münster  
Deutsche Gesellschaft für Nuklearmedizin e. V.