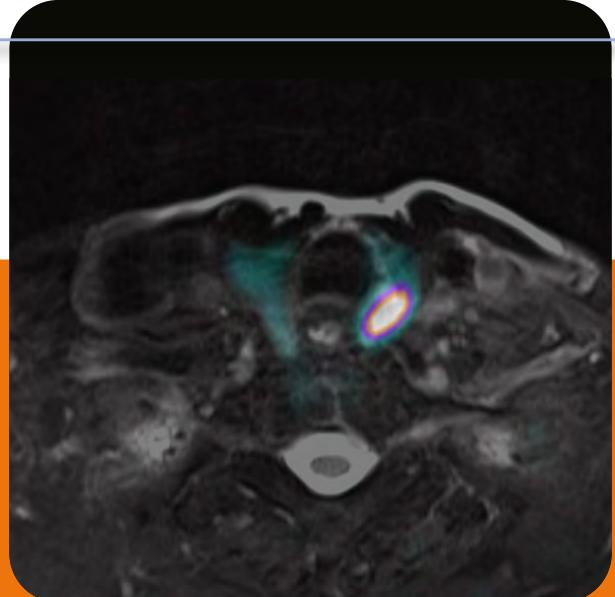


22.

BERLINER  
PET/CT- &  
THERANOSTIK-  
SYMPOSIUM

14. Mai 2025



## AKTUELLE TRENDS DER PET/CT

Neue Einsatzgebiete jenseits etablierter Indikationen:  
Endokrinologie, Kardiologie, Rheumatologie und Theranostik



**PET e.V.** VEREIN ZUR FÖRDERUNG UND VERBREITUNG DER  
NUKLEARMEDIZINISCHEM IMAGING

Startseite Programm 2025 Symposium 2026 Fokus Themen Referenzen Mediathek

**Berliner PET/CT- & THERANOSTIK-Symposium**  
2026: 3. Juni, Berlin

JETZT REGISTRIEREN!

**Die Plattform für PET/CT-Diagnostik und Theranostik**

Willkommen zum Berliner PET/CT- und Theranostik-Symposium - 22 Jahre Innovation, Austausch und Spitzenmedizin

Seit fast einem Vierteljahrhundert steht das Berliner PET/CT-Symposium als fester Bestandteil in der Welt der Nuklearmedizin und als Plattform für die Präsentation von Vorträgen und einen einzigartigen interdisziplinären Austausch.

Mit einem Fokus auf aktuelle medizinische Themen und praxisrelevante Innovationen bietet das Symposium eine inspirierende Plattform für alle, die die Zukunft der nuklearmedizinischen Diagnostik und Therapie aktiv mitgestalten wollen. Ob Ärzte, Wissenschaftler, Studierende oder Interessierte - das Berliner PET/CT-Symposium vereint Generationen und Fachrichtungen, um voneinander zu lernen, sich zu vernetzen und gemeinsam Impulse für die Medizin von morgen zu setzen.

**Mediathek**

In unserer Mediathek finden Sie Videos, Dokumentationen und Impressionen der vergangenen Veranstaltungen.

**Videos**  
Zur Videothek

**Dokumentationen**  
Zur Bibliothek

**Impressionen**  
Zur Bildergalerie

**Videothek**

**Dokumentationen**

**Impressionen**

**Fokus Themen im Rückblick**

Wir haben Ihnen einige der Themen der vergangenen Berliner PET/CT- und Theranostik-Symposien zusammengestellt, um Ihnen die Möglichkeit zu geben, sich über die verschiedenen Themen zu informieren und zu erneutern. Diese Themen sind von großem Interesse für die Praxis und können Ihnen dabei helfen, Ihre Kenntnisse zu erweitern und Ihre Praxis zu optimieren.

**Referenzen**

**UPDATE RADIONUKLIDTHERAPIE**  
Aktuelle theranostische Konzepte in der onkologischen Therapie

**PET/CT ALS ROUTINEDIAGNOSTIK?**  
Neue Perspektiven in der onkologischen und neurologischen Diagnostik und Therapie

## Besuchen Sie die neue Webseite des PET/CT- & THERANOSTIK-Symposiums

- Das Portal für Fachpublikum und Interessierte. ✓
- Alle Informationen rund um die aktuelle und die vergangenen Veranstaltungen. ✓
- Spannende Mediathek mit allen Dokumentationen, Videos und Eindrücken. ✓
- Archiv der Themen und Referenten. ✓

## VORWORT

Sehr geehrte Damen und Herren,

das 22. Berliner PET/CT- & Theranostik-Symposium fand am 14. Mai 2025 in der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften statt. Der Fokus lag dieses Jahr auf neuen klinischen Einsatzgebieten der PET/CT in Kardiologie, Rheumatologie, Endokrinologie und Theranostik. Zusätzlich zur Präsenzveranstaltung stand den Teilnehmenden auch ein Live-Stream zur Verfügung. Das Thema fand regen Zuspruch und zog gleichermaßen Fachpublikum und interessierte Laien an.

Nach einer kurzen Einführung durch den PET e. V.-Vorsitzenden PD Dr. Konrad Mohnike gaben die eingeladenen Experten wertvolle Einblicke in den aktuellen Stand der Wissenschaft und Forschung sowie in den medizinischen Alltag – aufgeteilt in drei Blöcke mit unterschiedlicher thematischer Ausrichtung.

Der erste Teil stand ganz im Fokus moderner Bildgebung in der Kardiologie. Die Bedeutung innovativer nuklearmedizinischer und radiologischer Diagnostik zur differenzierten Beurteilung kardiologischer Erkrankungen wurde eindrucksvoll verdeutlicht.

Im zweiten Block wurde die interdisziplinäre Relevanz der PET/CT in Bezug auf Diagnostik und Therapie herausgestellt. Er umspannte ein breites Feld verschiedener Fachrichtungen und Indikationen sowie der Leistungsfähigkeit und Innovationsstärke der PET/CT für die jeweilige Anwendung und der daraus folgenden Implikationen für therapeutische Ansätze.

Der dritte Abschnitt des Veranstaltungstages stand ganz im Zeichen eines Updates zu modernen Theranostikkonzepten.

So wurden Einblicke gewährt in den aktuellen Stand der Versorgung von Patienten mit Schilddrüsenerkrankungen, Prostatakarzinomen und Neuroendokrinen Neoplasien mit nuklearmedizinischer Diagnostik und Therapie sowie deren praktischer Anwendung am Campus in Köpenick.

Unser Dank gilt allen Referenten, Organisatoren und Sponsoren, deren Unterstützung diese Plattform für Wissensaustausch und innovative Diskussionen erst ermöglicht.

Eine digitale Ausgabe dieser Broschüre steht Ihnen kostenfrei auf den Internetseiten des PET e. V. ([www.petev.de](http://www.petev.de)), des DTZ Berlin ([www.berlin-dtz.de/downloadcenter.html](http://www.berlin-dtz.de/downloadcenter.html)) sowie der neu gestalteten Webseite des PET/CT- & Theranostik-Symposiums ([pet-theranostik-symposium.de](http://pet-theranostik-symposium.de)) zum Einsehen und Herunterladen zur Verfügung. Hier finden Sie auch die Videoaufzeichnungen der Veranstaltung und viele interessante Information rund um das aktuelle, vergangene und zukünftige Symposium.

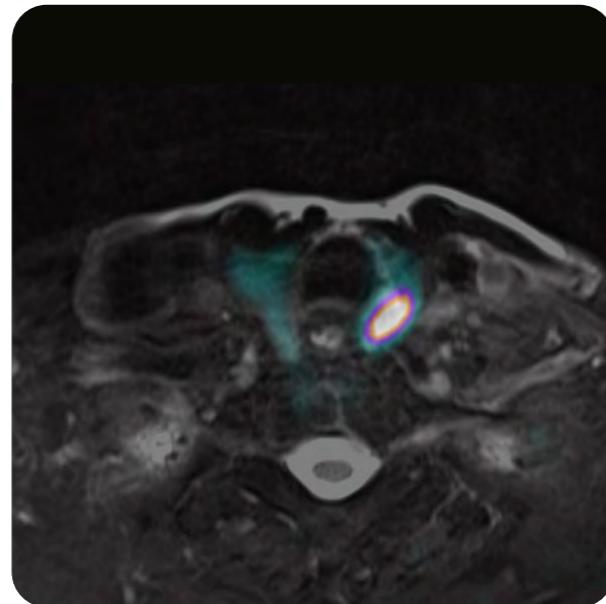
Gern möchten wir Sie bereits jetzt zum 23. PET/CT- & Theranostik-Symposium am 3. Juni 2026 in der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften am Gendarmenmarkt einladen zu dürfen. Schwerpunkt wird die Alzheimer-Diagnostik sein; wie immer wird es auch ein Update zur Theranostik geben. Wir freuen uns auf spannende Diskussionen.

Konrad Mohnike und Wolfgang Mohnike



[Videos zum 22. Berliner PET/CT-Symposium](#)

# INHALTSVERZEICHNIS



## AKTUELLE TRENDS DER PET/CT

### Neue Einsatzgebiete jenseits etablierter Indikationen: Endokrinologie, Kardiologie, Rheumatologie und Theranostik

Einführung  
Konrad Mohnike

Seite 04

Patientenbezogener Nutzen nuklearmedizinischer Diagnostik und Therapie  
Bernd Joachim Krause

Seite 07

Das Panel „Gesundheit in Deutschland“ als zentrales Infrastrukturelement für die Public-Health-Forschung  
Patrick Schmich

Seite 08

Theranostik und Radiopharmaka im Spannungsfeld zwischen Innovation und Finanzierung  
Thomas Brückner

Seite 11

## A BILDGEBUNG IN DER KARDIOLOGIE

Innovative nuklearmedizinische PET-Diagnostik: Perfusion, Entzündungen und Amyloidose  
Johanna Diekmann

Seite 14

*„Blick über den Gartenzaun“ – weitere bildgebende Verfahren in der Kardiologie:*

CCTA – nichtinvasive Darstellung der Koronargefäße in der Routineversorgung  
Hanno Stobbe

Seite 18

Myokardszintigraphie und Kalziumscoring  
Wolfgang Mohnike

Seite 23

Kardiovaskuläre MRT  
Sana El-Mahmoud

Seite 28

## B INTERDISZIPLINARITÄT

<sup>18</sup>F-Cholin-PET/CT in der Diagnostik des primären Hyperparathyreoidismus  
Konrad Mohnike

Seite 31

PET bei rheumatischen Erkrankungen und Vaskulitiden aus internistischer Sicht  
Marina Backhaus

Seite 40

Von Entzündungsdiagnostik zur Bildgebung von Bakterien: Neue Ansätze und Herausforderungen  
Michael Schäfers

Seite 45

Strahlentherapie und Kardiotoxizität beim Mammakarzinom – Minimierung durch technologische Evolution?  
Matthias Lampe

Seite 49

## C UPDATE THERANOSTIK

Zusammenspiel von chirurgischer und nuklearmedizinischer Therapie bei gut- und bösartigen Schilddrüsenerkrankungen  
Maik Sahm

Seite 55

Aktuelle theranostische Konzepte in der uroonkologischen Versorgung  
Ahmed Magheli

Seite 59

Aktuelle Therapiekonzepte bei Neuroendokrinen Neoplasien  
Henning Jann

Seite 66

Von ambulant zu stationär: Zwei Jahre Theranostik-Station in Köpenick – Neustart auf der grünen Wiese  
Wolfgang Mohnike

Seite 71

# Einführung

PD Dr. med. Konrad Mohnike

Vorsitzender des PET e.V., Chefarzt der Klinik für Nuklearmedizin, DRK Kliniken Berlin Köpenick und Ärztlicher Leiter des DTZ am Frankfurter Tor



05

## Fokusthemen 2025

### A BILDGEWÜNG IN DER KARDIOLOGIE

Impulsvorträge mit Podiumsdiskussion 14:40–15:40 Uhr

### B INTERDISZIPLINÄRITÄT

Impulsvorträge mit Podiumsdiskussion 15:55–16:55 Uhr

### C UPDATE THERANOSTIK

Impulsvorträge mit Podiumsdiskussion 16:55–17:55 Uhr



## Referenten

Prof. Dr. med. Martin Bockhaus | Chefarzt der Abteilung für Innere Medizin – Rheumatologie & Klinische Immunologie, Park-Klinik Wiesensee

Thomas Brückner | Geschäftsführer Pharmazie/Radiopharmazie, Bundesverband Pharmazeutische Industrie e. V. (BPI)

Dr. med. Johanna Diekmann | Clinician Scientist und Fachärztin für Nuklearmedizin, Klinik für Nuklearmedizin, Medizinische Hochschule Hannover (MHH)

Dr. med. Sana El Mounaud | Fachärztin für Radiologie am DZT Berlin

Dr. med. Henning Jann | Spezialist für Neuroradiologie, Neoplasien und Oberspinaler der Klinik für Innere Medizin – Gastroenterologie, Hornthologie und Onkologie, Neuroradiologie, DRK Kliniken Berlin Köpenick

Prof. Dr. med. Bernd Joachim Krause | Dekan und Wissenschaftlicher

Dr. med. Matthias Lompe | Ärztlicher Leiter der DTZ Strahlentherapie am Oskar-Karmer-Klinikum Berlin

Prof. Dr. med. Ahmed Moghbel | Ärztlicher Direktor am Vivantes Klinikum Am Urban sowie Chefärztin der Klinik für Urologie am Vivantes Klinikum Am Urban, im Freiehoch- und Hindenbusch-Klinikum, Berlin

PD Dr. med. Konrad Mohnike | Vorsitzender des PET e.V., Chefarzt der Klinik für Nuklearmedizin, DRK Kliniken Berlin Köpenick und Ärztlicher Leiter des DTZ am Frankfurter Tor

Prof. Dr. med. Wolfgang Mohnike | Ärztlicher Direktor des DTZ Berlin und Initiator des PET-Symposiums

Prof. Dr. med. Maik Sahn | Chefärzt des Zentrums für Schildrüsenerkrankungen, DRK Kliniken Berlin Köpenick

Prof. Dr. med. Michael Schäfers | Direktor der Klinik für Nuklearmedizin & European Institute for Molecular Imaging (EIMI), Universitäts-Münster

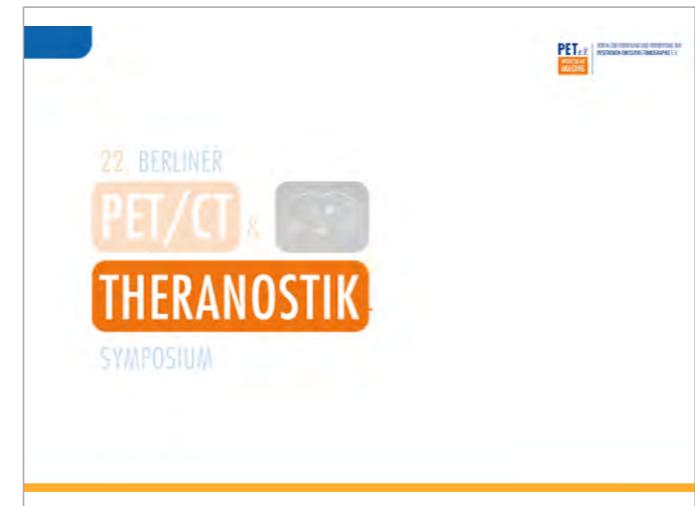
Patrick Schmid | Wissenschaftlicher Direktor, Fachgebietleitung "Epidemiologisches Daten- und Beobachtungszentrum" des Robert-Koch-Instituts (RKI) und Referent im Bundesministerium für Gesundheit (BMG)

Dr. med. Hanna Stöbke | Fachärztin für Radiologie, DTZ Berlin

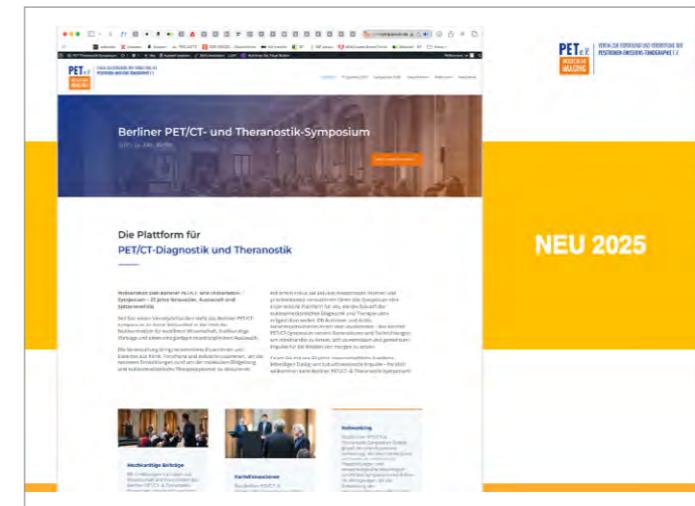
01



02

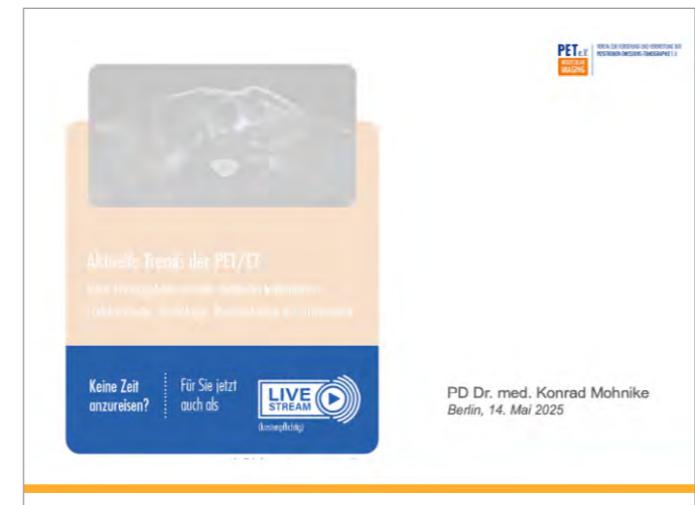


07

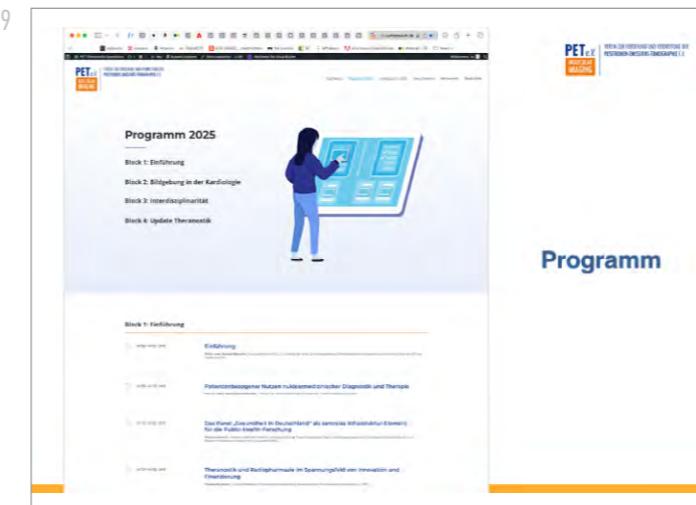


08

03



04



10

11



12

## Patientenbezogener Nutzen nuklearmedizinischer Diagnostik und Therapie

Prof. Dr. med. Bernd Joachim Krause

Dekan und Wissenschaftlicher Vorstand der Universitätsmedizin Rostock

13

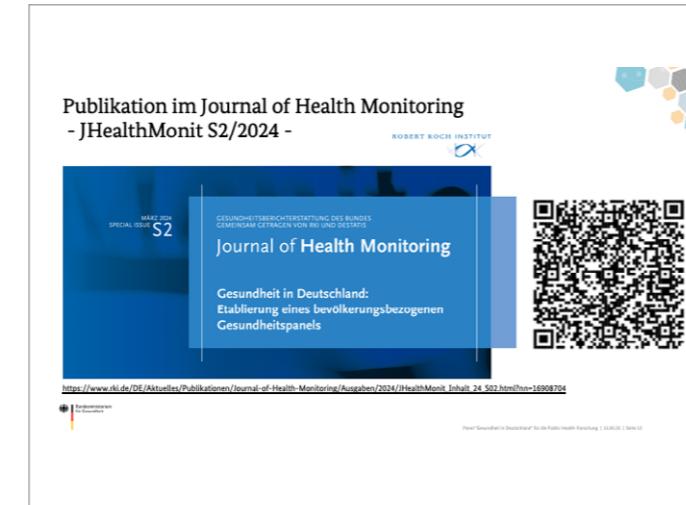


01





11



12

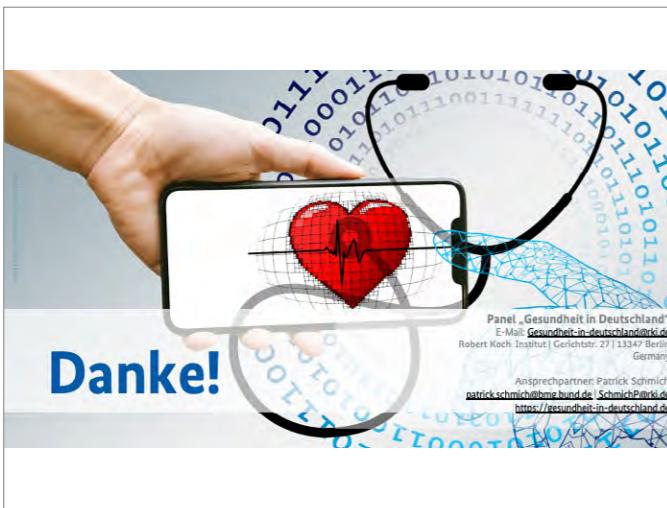
## Theranostik und Radiopharmaka im Spannungsfeld zwischen Innovation und Finanzierung

Thomas Brückner

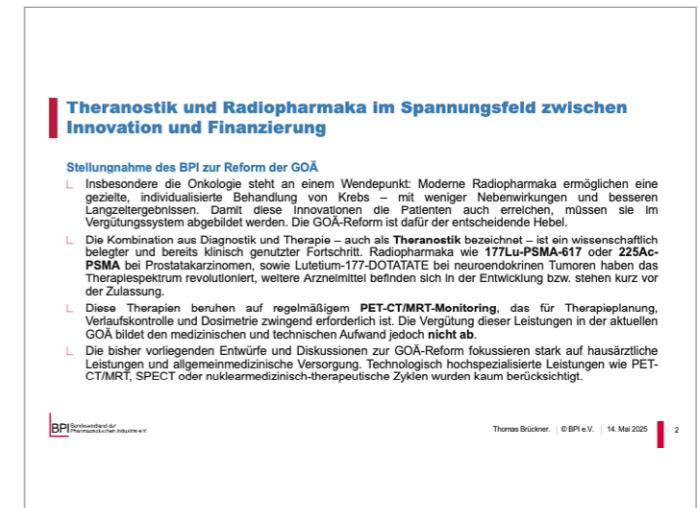
Geschäftsfeldleiter Pharmazie/Radiopharmaka, Bundesverband Pharmazeutische Industrie e.V. (BPI)



13

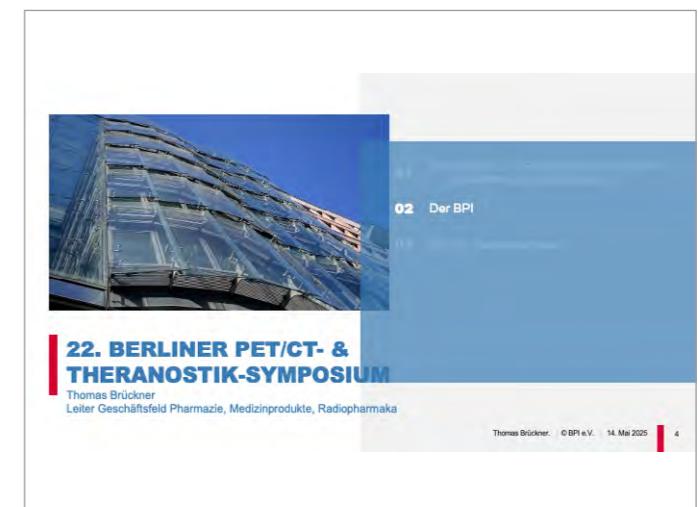


01



02

03



04

05

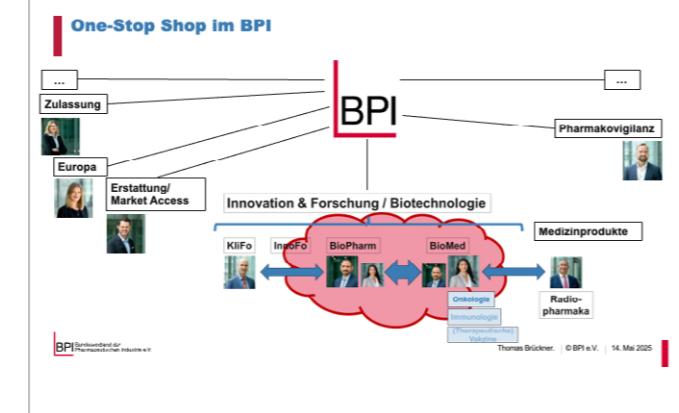


## WIR SIND DER

BPI Bundesverband der  
Pharmazeutischen Industrie e.V.

“  
Wir sind der zentrale Verband der pharmazeutischen Unternehmen und vertraten die Branche entlang des gesamten Lebenszyklus und der Wertschöpfungskette ihrer Produkte. In Deutschland und Europa.  
Oliver Korn  
Vorsitzender  
Unsere Mitglieder bringen Ihnen ein, erhalten Unterstützung für Ihr Geschäft und eine starke Interessenvertretung. Unser Servicangebot bringt Sie voran.  
Thomas Brückner  
Vize-Vorsitzender, Vorsitzender Ausschuss Mitglieder des Vorstandes  
“

5



06

11

## Tätigkeitsfelder der AG Radiopharmaka im BPI

- Stärkung der nuklearmedizinischen Versorgung**
  - Erneut Er eine aggressive Vergabe nuklearmedizinischer Leistungen in Diagnostik und Therapie
  - Förderung von Kompetenz- und Expertenzentren an Universitäten zur Ausbildung von Nuklearmediziner:innen
  - Einbindung in europäische Förderinitiativen (z. B. Europe's Beating Cancer Plan\*)
  - Aktive Mitgestaltung bei Maßnahmen gegen Lieferengpasse
- Standardisierung und Qualitätsicherung**
  - Prüfung von Möglichkeiten zur Vereinheitlichung und Standardisierung diagnostischer Verfahren
  - Förderung strukturierter Befundung in Kooperation mit Fachgesellschaften und über den Weg der Normung
- Gesundheitspolitische Interessenvertretung**
  - Unterstützung einer sachlich-neutralen Zusammenarbeit ärztlicher Fach- und Standesvertretungen
  - Erstellung internationaler Vergütungsvergleiche zur Einordnung der Situation in Deutschland
  - Positionierung bei GOÄ-Novellierung
- Sicherstellung der Lieferfähigkeit**
  - Identifikation regulatorischer und technischer Ursachen für Versorgungsengpasse bei Radiopharmaka
  - Entwicklung konkreter Handlungsoptionen und Tools zur Absicherung der Lieferkette, insbesondere im Kontext nuklearer Produktionsstätten

Thomas Brückner | © BPI e.V. | 14. Mai 2025

## Positionspapier der AG zur Überarbeitung der EU-Pharma-Gesetzgebung

Radiopharmaka markieren einen Meilenstein für die Präzisionsmedizin – insbesondere in der Onkologie. Die Reform der EU-Arzneimittelgesetzgebung (2001/83/EG, EG Nr. 726/2004) bietet die Chance für einen zukunftsorientigen, innovationsfreudlichen Regulierungsrahmen.

- Klarstellung und Differenzierung: Radiopharmaka müssen als eigene Arzneimittelklasse mit präzisen Definitionen anerkannt werden.
- Förderung von Forschung, Entwicklung und klinischem Zugang: Stärkung von akademischer und industrieller Forschung durch vereinfachte und angepasste Zulassungsverfahren sowie Koordination regulatorischer Prozesse.
- Koordinierung statt Doppelteregulierung: Konzerte Verzahnung von Arzneimittel- und strahlenschutzrecht ist unerlässlich (z. B. bei Umsetzung von Anfordungen).
- Patientensicherheit: Klare Regeln, Überwachung und Begrenzung auf medizinische Notlagen für Eigenherstellungen von nicht zugelassenen Radiopharmaka.
- Engagementmanagement: Strategien zur Versorgungssicherheit unter Berücksichtigung der Besonderheiten von Radiopharmaka (z. B. Legitative Lagerförmigkeit).
- Regulatorische Entlastung bei Kit-Präparation: Zulassung zugelassener Radiopharmaka-Kits darf nicht als Herstellung im Sinne des AMG gelten. Vollständige Umsetzung von Artikel 7 (2001/83/EG) in nationales Recht zwingend erforderlich.

Radiopharmaka bieten immense Chancen für eine gezielte, effektive und sichere Patientenversorgung. Die laufende Gesetzesreform sollte genutzt werden, um einen spezialisierten und harmonisierten Rahmen zu schaffen, der den medizinischen Fortschritt fördert, die Patientensicherheit erhöht und Europa als Innovationsstandort stärkt.

Thomas Brückner | © BPI e.V. | 14. Mai 2025

Thomas Brückner | © BPI e.V. | 14. Mai 2025

12

07

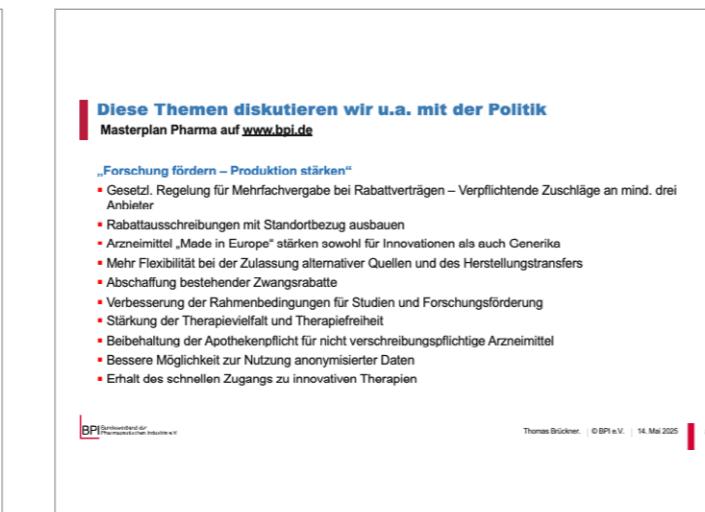
## Der Dreiklang aus Interessenvertretung, Netzwerk und Service

**INTERESSENVERTRETER**  
Wir setzen uns ein für...  
- eine breite Verfügbarkeit von innovativen und stabilisierten Arzneimitteln  
- den Erhalt von Therapiefreiheit und therapietypisch spezifischen Leistungen  
- faire Rahmenbedingungen in Forschung, Entwicklung, Produktion und Versorgung  
- den Erhalt und Ausbau von Deutschland und der EU als attraktive Pharamceutikumsstandorte  
Wir bieten konkrete Lösungen!  
Aktuelle Politik-Kampagne:  
Masterplan Pharma

**DIENSTLEISTER**  
Wir unterstützen Mitglieder voran ...  
- durch gezielte und aufbereitete Informationen  
- durch Wissenstransfer in unseren Gremien und Veranstaltungen  
- durch Rat und Tat des Teams, wir sind jederzeit ansprechbar  
- durch Öffentlichkeitsarbeit

**ERFAHRUNG u. KOMPETENZ**  
Wir vernetzen Sie miteinander...  
- durch über 70 Jahre seriöse Arbeit für die gesamte Breite der Industrie  
- Arzneimittel „Made in Europe“ stärken sowohl für Innovationen als auch Generika  
- Mehr Flexibilität bei der Zulassung alternativer Quellen und des Herstellungstransfers  
- Abschaffung bestehender Zwangsrabatte  
- Verbesserung der Rahmenbedingungen für Studien und Forschungsförderung  
- Stärkung der Therapievielfalt und Therapiefreiheit  
- Beibehaltung der Apothekenpflicht für nicht verschreibungspflichtige Arzneimittel  
- Bessere Möglichkeit zur Nutzung anonymisierter Daten  
- Erhalt des schnellen Zugangs zu innovativen Therapien

Thomas Brückner | © BPI e.V. | 14. Mai 2025



Thomas Brückner | © BPI e.V. | 14. Mai 2025

08

13

## Danke für Ihre Aufmerksamkeit. Fragen? Ja, bitte!



Thomas Brückner | © BPI e.V. | 14. Mai 2025

13

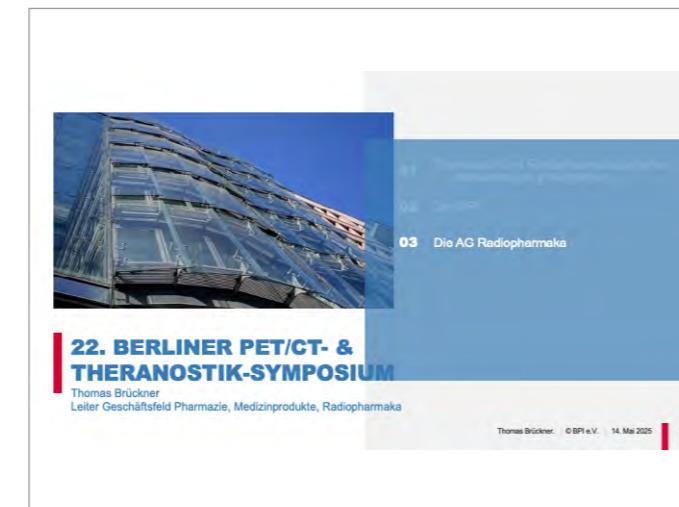
09

## TOP-Politik, Stakeholder und Mitglieder zusammen beim BPI

Ein starkes Netzwerk



Thomas Brückner | © BPI e.V. | 14. Mai 2025



Thomas Brückner | © BPI e.V. | 14. Mai 2025

10

# Innovative nuklearkardiologische PET-Diagnostik: Perfusion, Entzündungen und Amyloidose

Johanna Diekmann

Clinician Scientist und Fachärztin für Nuklearmedizin, Klinik für Nuklearmedizin, Medizinische Hochschule Hannover (MHH)



05

## PET Perfusionssbildgebung

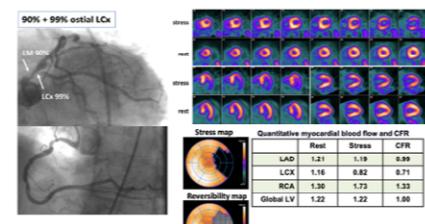


Fig. 1. Stress/rest myocardial perfusion PET images of a 68-year-old male patient presenting with chest pain and dyspnea on exertion. The images demonstrate a stress-induced, reversible defect of the anterior wall, the lateral LV wall, showing complete reversibility consistent with severe ischemia in the left circumflex territory. This is also seen on the polar maps. However, the quantitative analysis showed severe reduction in stress MBF and coronary flow reserve (CFR) in the left main and left circumflex coronary arteries. The subsequent coronary angiography showed severe left main and left circumflex obstructive lesions (left panel). CFR, coronary flow reserve; LAD, left anterior descending; LCx, left circumflex; LM, left main; RCA, right coronary artery.

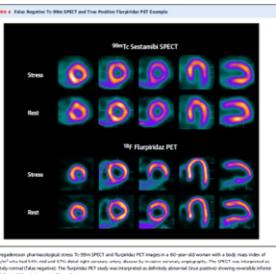
- Häufigste PET-Tracer:
  - $[^{15}\text{N}]\text{NH}_3$  (Ammonia)
  - $[^{18}\text{O}]\text{H}_2\text{O}$  (Wasser)
  - $[^{82}\text{Rb}]$  (Rubidium)

Di Carli MF. Clinical Value of Positron Emission Tomography Myocardial Perfusion Imaging and Blood Flow Quantification. *Cardiol Clin.* 2023;41(2):185-195. doi:10.1016/j.ccl.2023.01.007



## Flurpiridaz

- mit  $^{18}\text{F}$  gelabelt
- Bindet an Mitochondrienkomplex 1
- First-Pass-Myokardextraktionsfraktion von  $^{18}\text{F}$ -Flurpiridaz beträgt **94 %** (ideal  $\text{H}_2\text{O}$  mit 100%)
- In einer Phase III Studie besser als SPECT
- Absolute Quantifizierung
- In den USA bereits zugelassen



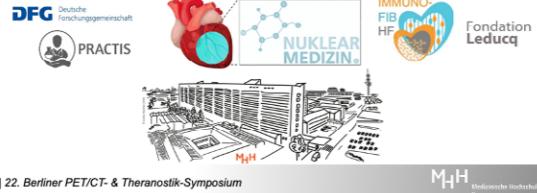
Maddahi J, Agostoni D, Bilezikian TM, et al. Flurpiridaz  $F-18$  PET Myocardial Perfusion Imaging in Patients With Suspected Coronary Artery Disease. *J Am Coll Cardiol.* 2023;82(16):1598-1610. doi:10.1016/j.jacc.2023.08.016



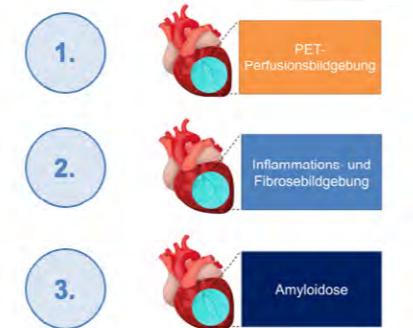
01

## Innovative nuklearkardiologische (PET)- Diagnostik

Dr. med. Johanna Diekmann  
Klinik für Nuklearmedizin  
Medizinische Hochschule Hannover

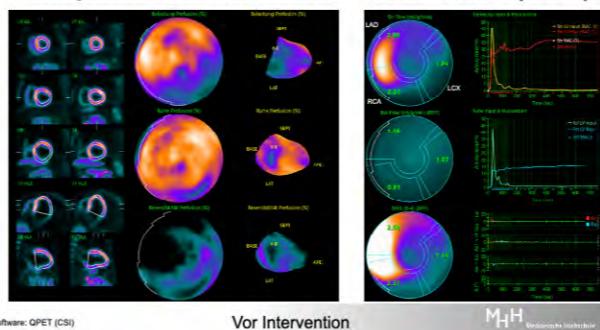


14.05.2025 | 22. Berliner PET/CT- & Theranostik-Symposium



02

## Beispiel chronische totale Okklusion (CTO)

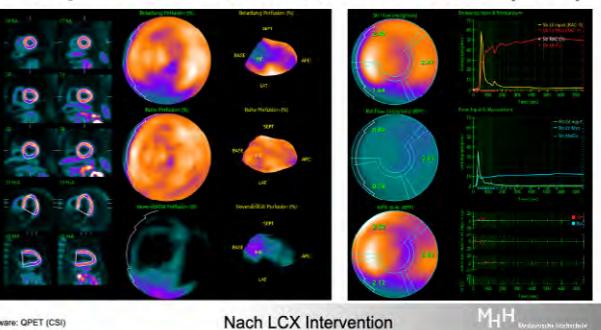


Software: QPET (CSI)

Vor Intervention



## Beispiel chronische totale Okklusion (CTO)



Software: QPET (CSI)

Nach LCX Intervention



03



## PET Perfusionssbildgebung

Kann alles, was eine Myokardszintigraphie kann...

+ absolute Flussquantifizierung des MBF in  $\text{ml}/\text{min}/\text{g}$  und Bestimmung der MFR

„Diese absoluten Messungen des MBF liefern ein genaues Maß für die Effekte von fokalen Koronarstenosen, diffuser Arteriosklerose und mikrovaskulärer Dysfunktion auf die Myokardperfusion und sind somit ein **empfindlicheres und genaueres Maß für Myokardischämie**. Messungen der MFR haben wichtige diagnostische Bedeutung und **prognostische Implikationen** in der Beurteilung und Management von Patienten mit bekannter oder vermuteter CAD.“

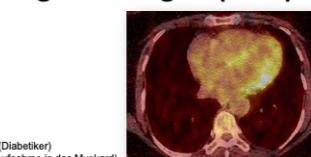
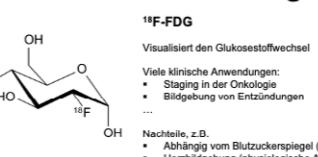
Di Carli MF. Clinical Value of Positron Emission Tomography Myocardial Perfusion Imaging and Blood Flow Quantification. *Cardiol Clin.* 2023;41(2):185-195. doi:10.1016/j.ccl.2023.01.007

04



09

## Kardiale Entzündungsfragestellungen (FDG)



Viele klinische Anwendungen:
 

- Staging in der Onkologie
- Bildgebung von Entzündungen ...

Nachteile, z.B.
 

- Abhängig vom Blutzuckerspiegel (Diabetiker)
- Herz bildgebung (physiologische Aufnahme in das Myokard)

- $^{18}\text{F}$ -FDG-PET/CT zur Entzündungsdiagnostik geeignet
- Einsatz bei unklaren klinischen Befunden (z. B. FUO, Rheuma)
- Kardiale Fragestellung: **Spezielle Diät vor Untersuchung nötig** (Physiologische Glukoseaufnahme im Herz maskiert Entzündungen)
- Ziel: Minimierung physiologischer Herzauflnahme, Vorbereitung: 24–72 h kohlenhydratfrei, fetreich, eiweißreich



11

### Endokarditis

- Indikation: Endokarditis bei Klappenprothesen, Schrittmachern, LVED
- FDG-PET/CT erkennt Entzündungen & septische Streuherde
- Ergänzt die Duke-Kriterien, ersetzt sie nicht
- Vorteil bei Prothesen, wo Echo limitiert ist
- Leitlinienerempfehlung für Prothesen-Endokarditis (nicht bei nativen Klappen)
- Artefakte möglich – nicht schwächungskorrigierte Bilder mitbewerten
- Anamnese wichtig (z. B. OP-Datum, Antibiotika)
- Falsch-negativ bei Antibiose, falsch-positiv bei postoperativer Entzündung

MHH Medizinische Hochschule Hannover

### Kardiale Sarkoidose

**Fallbeispiel kardiale Sarkoidose**

Anamnese: 50-jähriger Patient mit plötzlich aufgetretenen ventrikulären Tauchykardien, kardiologische Erstabklärung. Kohlenhydratose, eisweißreiche Ernährung 24 Stunden vor der geplanten 18F-FDG-PET/CT sowie 30 Minuten im Voraus Applikation von Heparin, um den physiologischen myokardialen Tracer-Uptake zu supprimieren.

In der PET/CT (oben) zeigen sich **lokale „patchy“ Aktivitätsanreicherungen** im links- und rechtsventrikulären Myokard sowie im Septum. Zudem zeigten sich **entzündliche hiläre und mediastinale Lymphknoten**. Ein stoffwechselaktiver Lymphknoten wurde anschließend biopsiert und es konnte eine histologische Diagnosesicherung der Sarkoidose erfolgen. Der Patient erhielt einen Defibrillator zur Protektion und eine systemische antiinflammatorische Therapie. Nach einem halben Jahr (unten) zeigten sich in der PET-Verlaufskontrolle keine aktiven Entzündungsprozesse.

MIP: maximum intensity projection; SUV: standard uptake value.

Diekmann J, Bengel FM. Nuklearmedizinische Funktionsdiagnostik in der Disch Med Wochenschr. 2022;147(9):538-548. doi:10.1055/a-1554-8415

MHH Medizinische Hochschule Hannover

### Kardiale Amyloidose

**Diagnostik: Skelett-Szintigrafie bei ATTR- und AL-Amyloidose**

Tracer: 99mTc-DPD oder 99mTc-HDP, keine spezielle Vorbereitung  
Ablauf: i.v. Gabe → 3 h Wartezeit → Ganzkörperszintigrafie  
Bei Myokard-Anreicherung → zusätzliche SPECT/CT Thorax

Für einen Perugini-Grad 2 oder 3 bei gleichzeitigem **Ausschluss einer Gammopathie/AL-Amyloidose** ist die Skelett-Szintigrafie für die kardiale ATTR-Amyloidose hochgradig spezifisch und sensitiv. Auf eine Endomyokard-Biopsie kann dann verzichtet werden.

Diekmann J, Bengel FM. Nuklearmedizinische Funktionsdiagnostik in der Disch Med Wochenschr. 2022;147(9):538-548. doi:10.1055/a-1554-8415

MHH Medizinische Hochschule Hannover

### Kardiale Amyloidose

**FIGURE 6 Representative <sup>18</sup>F-Florbetapir and <sup>68</sup>Ge-FAPI-04 PET/CT Images From 4 Patients With Different Outcomes**

Patient	Mayo	<sup>18</sup> F-Florbetapir PET	<sup>18</sup> F-Florbetapir PET/CT	<sup>68</sup> Ge-FAPI-04 PET	<sup>68</sup> Ge-FAPI-04 PET/CT
Patient A	III				
Patient B	III				
Patient C	II				
Patient D	II				

Wang X, et al. Molecular Stratification of Light-Chain Cardiac Amyloidosis With <sup>18</sup>F-Florbetapir and <sup>68</sup>Ge-FAPI-04 for Enhanced Prognostic Precision. JACC Cardiovasc Imaging. 2025 Mar;18(3):323-336. doi:10.1016/j.jcmg.2024.10.001. Epub 2025 Jan 8. PMID: 39797876.

MHH Medizinische Hochschule Hannover

13

### PET Bildgebung nach Infarkt mit versch. Targets

Inflammation (<sup>68</sup>Ga-Pentixafor)      Fibrose (<sup>68</sup>Ga-FAPI-46)

Perfusion      <sup>68</sup>Ga-FAPI-46

4 Tage post MI      8 Tage post MI

Infarct      Zeit      Fibrose

MHH Medizinische Hochschule Hannover

### Aktivierte Fibroblasten auch im nicht-infarzierten Myokard

Perfusion (<sup>99</sup>mTc-Tetrofosmin)

Fibroblasts (<sup>68</sup>Ga-FAPI)

CMR LGE

Perfusion Defect

FAPI Signal

SA HLA VLA Polarmaps

Follow-up LVEF (%)

FAP volume (cm<sup>3</sup>)

r = -0.680 P = 0.007

J. Diekmann et al. / Journal of Nuclear Medicine 2022 SNMMI 2022 Henry Wagner Image of the year

MHH Medizinische Hochschule Hannover

### Zusammenfassung

Die **Nuklearkardiologie** ist aktuell ein spannendes Feld mit vielfältigen neuen Entwicklungen

- Perfusionsbildgebung inkl. absolut quantitativer **MBF Messungen**
- Targeted molecular imaging** – vielfältige Targets und es werden immer mehr
- Implikationen für Therapieentscheidungen – **imaging guided therapy**
- Hochpräzise nicht-invasive Verfahren → zukünftig noch präziser durch die Einführung von **LA-FOV PET-Systemen**

MHH Medizinische Hochschule Hannover

### Vielen Dank

Kontakt  
Dr. med. Johanna Diekmann  
Oberärztin  
Klinik für Nuklearmedizin  
Medizinische Hochschule Hannover  
E-Mail: diekmann.johanna@mh-hannover.de

NUKLEAR MEDIZIN

MHH Medizinische Hochschule Hannover

15

Amyloidose

MHH Medizinische Hochschule Hannover

### Kardiale Amyloidose

**Diagnostik: Skelett-Szintigrafie bei ATTR- und AL-Amyloidose**

Tracer: 99mTc-DPD oder 99mTc-HDP, keine spezielle Vorbereitung  
Ablauf: i.v. Gabe → 3 h Wartezeit → Ganzkörperszintigrafie  
Bei Myokard-Anreicherung → zusätzliche SPECT/CT Thorax

Perugini Score zur semiquantitativen, visuellen Befundbewertung bei kardialer Amyloidose  
Anreicherung von DPD/IMDP im Myokard

- Grad 0: keine Anreicherung und normale Rippenaufnahme
- Grad 1: Anreicherung geringer als Rippenaufnahme
- Grad 2: Anreicherung gleich Rippenaufnahme
- Grad 3: Anreicherung höher als Rippenaufnahme mit niedriger/fehlender Rippenaufnahme

Diekmann J, Bengel FM. Nuklearmedizinische Funktionsdiagnostik in der Disch Med Wochenschr. 2022;147(9):538-548. doi:10.1055/a-1554-8415

MHH Medizinische Hochschule Hannover

16

18

# CCTA – nichtinvasive Darstellung der Koronargefäße in der Routineversorgung

Dr. med. Hanno Stobbe

Facharzt für Radiologie, DTZ Berlin



01

**CCTA – nichtinvasive Darstellung der Koronargefäße in der Routineversorgung**

Hanno Stobbe  
Berlin, 14.05.2024

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

02

**Nationale Versorgungsleitlinie: Entscheidungspfad**  
für den Einsatz bildgebender Verfahren bei der Diagnostik der chronischen KHK

1. Marburger Herz-Score, Kapitel 3.4 Anamnese und körperliche Untersuchung  
2. Vorstewahrscheinlichkeit für eine stenosierende KHK, Kapitel 3.4 Anamnese und körperliche Untersuchung  
3. CT-Koronangiographie  
4. Stress-Echokardiographie, Myokard-Perfusions-SPECT, Myokard-Perfusions-PET, Stress-Perfusions-MRI

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

03

**NVL-Leitlinie Chronische KHK (09/2024)**

Eignungskriterien

	Stress-Echokardiographie	Myokard-Perfusions-Diagnostik (SPECT und PET)	Stress-Perfusions-MRI	CT-Angiographie
<b>Zielmechanismus</b>	Myokard-Ischämie (Perfusion, Wandbewegung)	Myokard-Ischämie und -nachschlag (Perfusion, Funktion)	Myokard-Ischämie und -nachschlag (Perfusion, Funktion)	Koronarstenosen und Koronaratherosklerose (Morphologie)
<b>Zielstruktur</b>	gesamtes linksventrikuläres Myokard	gesamtes linksventrikuläres Myokard	linksventrikuläres Myokard	Koronararterien
<b>Dauer der Untersuchung</b>	20 bis 30 min	< 10 min Belastung, (2 x) 5 bis 20 min Kamera (Zeitintervall je nach Protokoll und Technik zwischen 45 min und 4h)	20 bis 30 min	15 min
<b>Belastungsverfahren</b>	Ergometrisch, Dobutamin, Adenosin*, Regadenosin, Adenosin, Dobutamin, Regadenosin, Adenosin, seitens Dobutamin, Regadenosin, Adenosin, seitens Dobutamin, Regadenosin*	Keine Belastung, aber häufig Beta-Blocker/Nitrate zur Vorbehandlung notwendig	Regadenosin, Adenosin*	

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

04

**NVL-Leitlinie Chronische KHK (09/2024)**

Eignungskriterien

	Stress-Echokardiographie	Myokard-Perfusions-Diagnostik (SPECT und PET)	Stress-Perfusions-MRI	CT-Angiographie
<b>kontrastende Struktur</b>	keine (Uhrschalt)	Gamma Strahlung (Wiederholende Myo- netzfelder)		Röntgen Strahlung
<b>Kontrastmittel</b>	keine	keine	Kontrastmittel (Risiken bei schlechter Nierenfunktion)	Röntgenkontrastmittel (Limitationen beachten)
<b>Einschränkungen bei Schriftmachern</b>	keine	keine	abhängig vom Schriftmachersystem	keine
<b>Nachteile</b>	Intra- und Interseptive Variablen, Evtl. eingeschränktes Schaffnenster	Strahlenexposition**	Strahlenexposition**	Strahlenexposition**
<b>Kostenersättigung</b>	GKV-Leistung	SPECT: GKV-Leistung, PET keine GKV-Leistung	keine GKV-Leistung	GKV-Leistung

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

05

**Indikation zur Durchführung der CCTA**  
(Chronisches Konorarsyndrom = stabile koronare Herzkrankheit, KHK)

Seit 27.04.2024 GKV-Leistung (BAz AT 26.04.2024 B2)

Bei Patientinnen und Patienten,

- bei denen nach Bestimmung einer Vortestwahrscheinlichkeit (VTW) von mindestens 15 % weiterhin der Verdacht auf eine chronische koronare Herzkrankheit (cKHK) besteht oder
- wenn die Durchführung der CCTA im Zusammenhang mit einem bereits geplanten operativen Eingriff am Herzen unabhängig von der Feststellung oder Behandlung einer cKHK zum Ausschluss cKHK medizinisch notwendig ist

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

**Auszug: Eckpunkte der Qualitäts sicherung** (BAz AT 26.04.2024 B2)

**Vor CCTA**  
Native computertomographische Darstellung des Herzens mit Bestimmung des Koronarkalks (zur Bestimmung des Risikofaktors „Calcium-Score“, zur Vermeidung unzuverlässiger Messungen und zur Eingrenzung des weiteren Scanvolumens und damit Optimierung der benötigten Strahlendosis für die CCTA)

**Nach CCTA**  
Bei Beschwerdepersistenz trotz negativer CCTA: Ischämieabklärung mittels funktioneller bildgebender Diagnostik

➤ Entscheidung zum weiteren Vorgehen interdisziplinär mindestens unter Einbeziehung radiologischer und kardiologischer Fachexpertise

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

06

**Vorbereitung**

**MEDIKAMENTE/ NÄHRUNGSMITTEL**

**VOR**

24h

- Medikament-eigene Medikamente positionieren
- Stärkere positiv (z. B. Vogel\*, Reuter\*)
- Ausschank eines Wassers trinken
- 4h: Abend: Taf. Antikoagulant gegen Fette-Blocke oder Nitro-Spray Kontrastmittel-allergie
- Abend: Taf. Antikoagulant gegen Fette-Blocke oder Nitro-Spray Kontrastmittel-allergie

**MITBRINGEN**

• Aktuelle Blutwerte (TS, Kreatin)

• Schläfenschleif (für Farkusschleife oder Komat)

• Aktiver ausgewerteter EKG

**UNTERSUCHUNG**

• Pausiert Medikamente einnehmen

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

07

**Vorgehen nach CCTA**

```

graph TD
    CCTA[Nichtinvasive Koronarangiographie mit dem Kardio-CT] --> HoheSicherheit[Hohe diagnostische Sicherheit]
    CCTA --> Nichtausagekraft[Nicht aussagekräftig (Allgemeinheit, Extravasatien)]
    HoheSicherheit --> KeineStenose[Keine Stenose]
    HoheSicherheit --> HaeufigeStenose[Häufige Stenose]
    KeineStenose --> Konservativ[Konservativ kein Herzatherer]
    HaeufigeStenose --> IndikationPCI[Indikation zum Herzatherer in PCI-Bereitschaft]
    Nichtausagekraft --> BildgebendesVerfahren[Bildgebendes Verfahren zur Ischämiediagnostik > Stress-Echokardiographie > Myokardszintigraphie > Kardio-MRI]
    BildgebendesVerfahren --> BeiIschämie[Bei Ischämie]
    BeiIschämie --> IndikationPCI[Indikation zum Herzatherer in PCI-Bereitschaft]
  
```

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

08

**Beispiel 1**

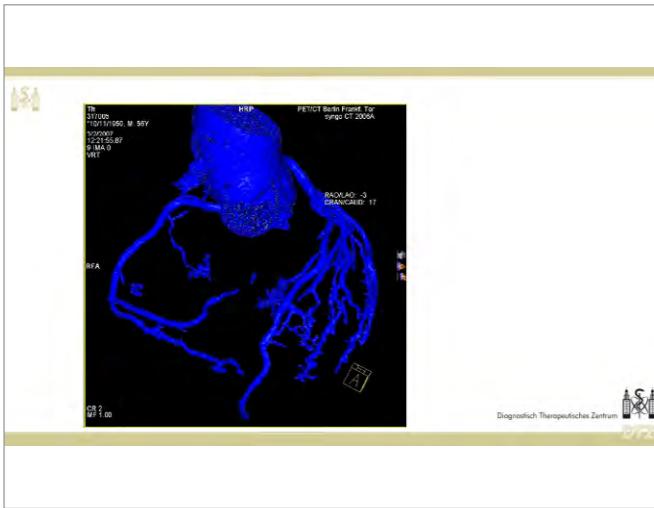
**Anamnese:**  
Mäßige Angina pectoris, keine weiteren Hinweise auf Herzkrankungen.

**Befunde:**

- Ergo: Belastbar bis 125 Watt.
- Calcium-Score: Mäßige Koronarkalzifizierung.
- CT-Angio: Mittelgradig ausgeprägte kalzifizierte Plaques im LM-Bereich. Gering kalzifizierte Plaques in LAD und 1. Diagonalast. CX und RCA unauffällig.

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

11

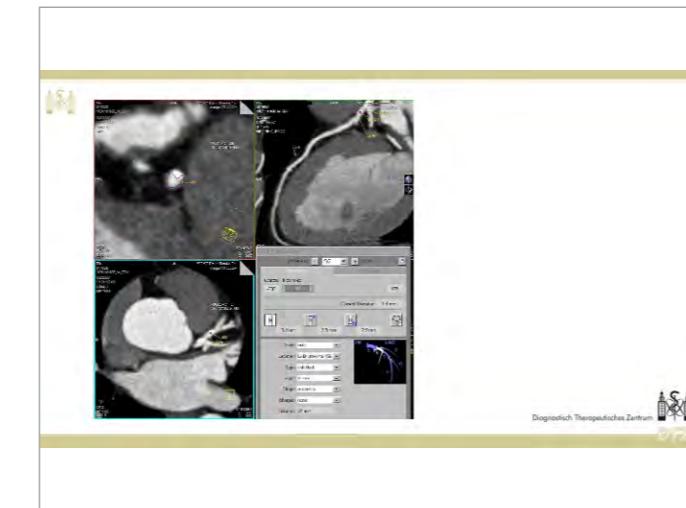


12

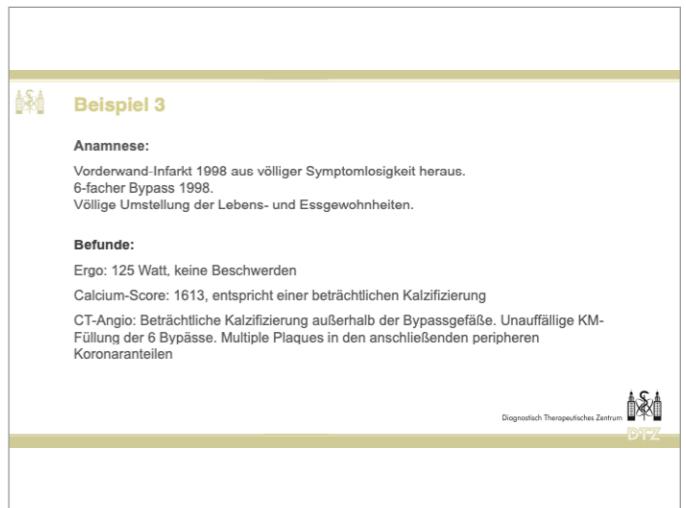


18

13



14



20

### Beispiel 3

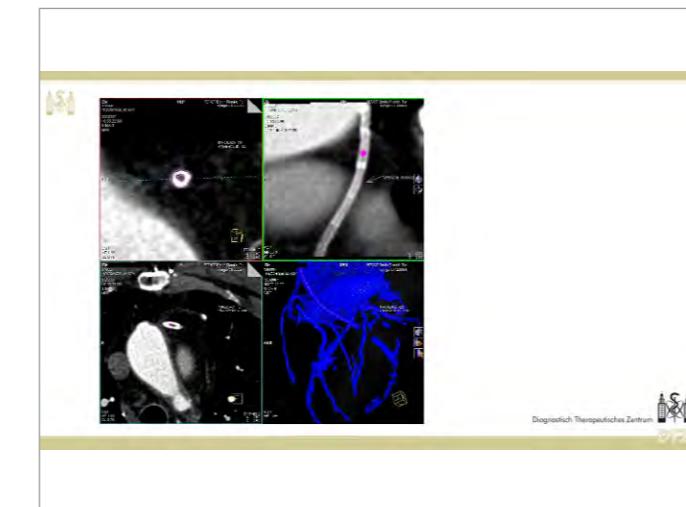
#### Anamnese:

Vorderwand-Infarkt 1998 aus völliger Symptomlosigkeit heraus.  
6-facher Bypass 1998.  
Völlige Umstellung der Lebens- und Essgewohnheiten.

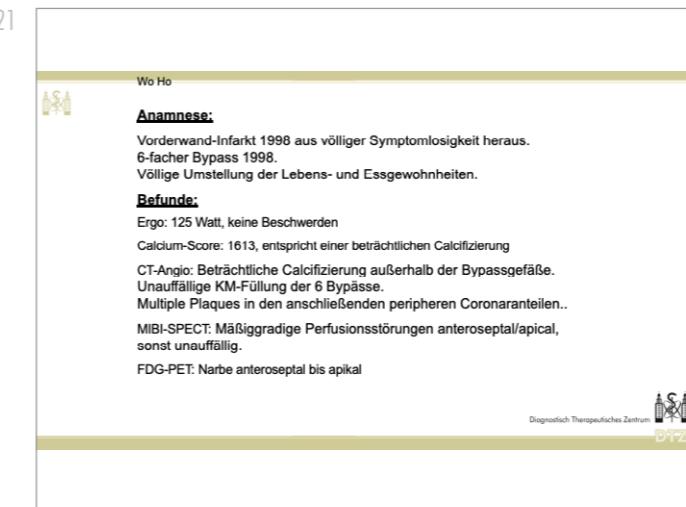
#### Befunde:

Ergo: 125 Watt, keine Beschwerden  
Calcium-Score: 1613, entspricht einer beträchtlichen Kalzifizierung  
CT-Angio: Beträchtliche Kalzifizierung außerhalb der Bypassgefäße. Unauffällige KM-Füllung der 6 Bypässe. Multiple Plaques in den anschließenden peripheren Koronaranteilen

15

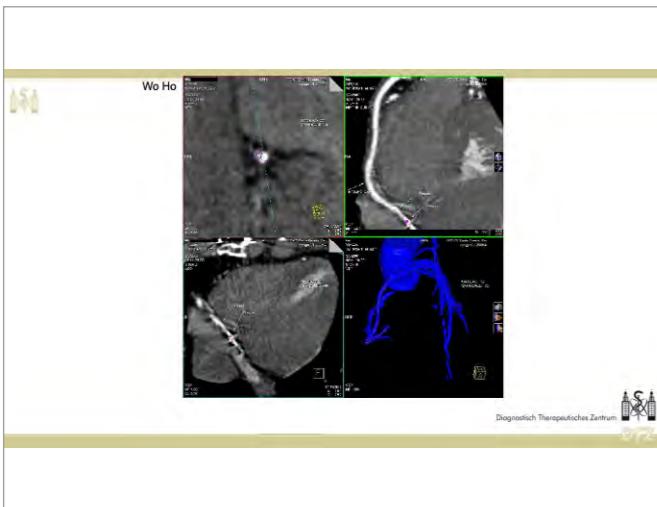


16



22

23



24

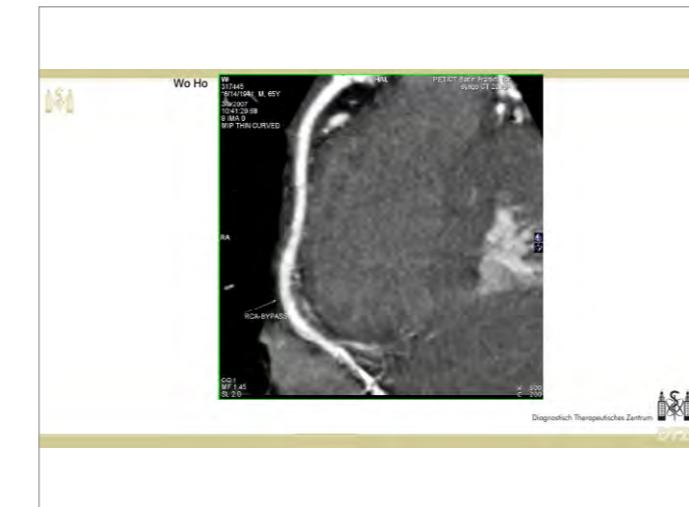
## Myokardszintigraphie und Kalziumscoring

Prof. Dr. med. Wolfgang Mohnike

Ärztlicher Direktor des DTZ Berlin und Initiator der PET-Symposiumsreihe



25



01

**Myokardszintigraphie und Kalziumscoring**

Wolfgang Mohnike  
Berlin, 14.05.2025

**Entwicklung Myokardszintigraphie**

1960er Erste Anwendung mit Thallium-201 zur Darstellung der Durchblutung des Herzmuskels

1970er Thallium-201 wird zum Standardtracer zur Ischämiediagnostik

1980er SPECT-Technik verbessert räumliche Auflösung und Diagnostik

1990er Technetium-99m-basierte Tracer (z. B. Sestamibi, Tetrofosmin) führen zu besserer Bildqualität und geringerer Strahlenbelastung

2000er Gated-SPECT & Hybridbildgebung: Kombination mit EKG (gated SPECT) zur Beurteilung von Wandbewegung & Ejektionsfraktion; erste Hybridegeräte (SPECT/CT)

2010er Quantifizierung & Automatisierung: Softwaregestützte quantitative Auswertung und standardisierte Protokolle verbessern die Vergleichbarkeit.

Heute Individualisierte Diagnostik: Einsatz von KI-gestützter Analyse, verbesselter Tracer, Hybridechnologien und personalisierte Risikostratifizierung

03

**Indikation MPS**  
(Chronisches Koronarsyndrom = stabile koronare Herzkrankheit, KHK)

Koronare Herzkrankheit – Erstdiagnostik mittlere Vorlestwahrscheinlichkeit (15–85 %)

KHK – Diabetiker, auch asymptomatisch

- KHK – EKG-Veränderungen in Ruhe (WPW, PM-Rhythmus, LSB, ST-Senkungen in Ruhe,...)
- KHK – nicht ergometrierbarer Patient
- KHK – Reevaluierung nach Intervention
- KHK – Risikostratifizierung/Monitoring (Hochrisikogruppen)
- KHK – MPS als Gatekeeper vor invasiver Diagnostik/Intervention
- KHK – Ausschluss hämodynamisch relevanter Einschränkungen der Koronarperfusion bei niedriger Vorlestwahrscheinlichkeit (Panik, ...)

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

**Nationale Versorgungsleitlinie: Entscheidungspfad**  
für den Einsatz bildgebender Verfahren bei der Diagnostik der chronischen KHK

Variant auf stabile, nonstabilisierende KHK

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Andere Ursache → Nein

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Vorlestwahrscheinlichkeit KHK (Empfehlung 3.4 (Kapitel 6))

Hoch (> 85%)

15–85% (Vorlestwahrscheinlichkeit)

Niedrig (< 15%)

Auswahl gemäß Kriterien Empfehlung 3.4.1:

- Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)
- Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1) und Myokardszintigraphie (Kapitel 6)
- Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1) und CT-Koronarangiographie (Kapitel 6)
- Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1) und Stress-Echokardiographie, Myokard-Perfusions-SPECT, Myokard-Perfusions-PET, Stress-Perfusions-MRI

Andere Ursache → Ja

Normaler Befund? → Nein

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Bestehende KHK (Kapitel 3.4.1)

Therapieplanung:

- Kapitel 5: Therapieplanung und -durchführung
- Kapitel 6: Kontrastmittel, Hoch- und Niedrigdosis
- Kapitel 7: Medikamentöse Therapie
- Kapitel 8: invasive Therapie

05

**MPS im Vergleich zum Herzkatheter**

Figure 26: MPS per Herzkatheter, 2018 für Japan und EU27 zusammengefasst

Kein Land führt so viele Herzkatheteruntersuchungen durch wie Deutschland  
➤ Laut IQTIG-Bericht (2017) wurden nur bei 55 % der Patienten mit stabiler KHK Ischämietests vor Herzkatheteruntersuchung durchgeführt

Quelle: IQTIG Cardiologie-Bericht, 2018, S. 41

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

**Herzbelastung**

Ergometrische Belastung

- Akutes Koronarsyndrom (abhängig vom klinischen Risiko kann bei stabilen Patienten 24–72 h nach dem Ereignis eine Ergometrie erfolgen)
- Instabile Angina pectoris
- Herzrhythmusstörungen mit Symptomatik und/oder eingeschränkter Hämodynamik
- Symptomatische schwere Aortenstenose
- Dekompensierte Herzinsuffizienz
- Akute Lungenembolie
- Akute Myokarditis
- Akute Perikarditis
- Akute Aortendissektion

Kontaindikationen

Indikationsstellungen:

- Beurteilung der links-myokardialen Perfusion unter Belastung und ggf. in Ruhe.
- Semiquantitative Bewertung der Myokardkontraktilität und -motilität.
- Prospektive Risikobewertung für ein kardiovaskuläres Ereignis im Rahmen des Calcium-Scorings.

➤ Myokardszintigraphie mit  $^{99m}\text{Tc-MIBI}$  unter pharmakologischer Belastung mit dem Adenosin-Analogon Regadenoson

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

**(1) Normalbefund (81489)**

Anamnese:

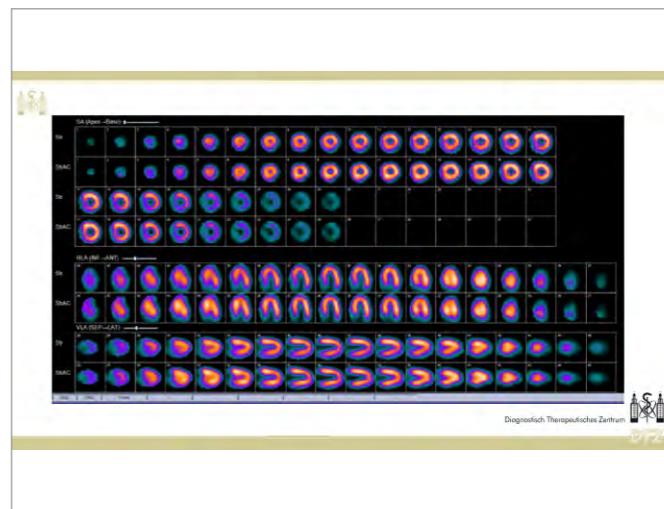
- 59-jährige Patientin mit pektanginösen Beschwerden unter Belastung
- Erhöhtes kardiovaskuläres Risikoprofil (pos. FA, Hyperlipidämie, art. Hypertonie, Fx-Nikotinabusus)
- Ergometrisch nicht ausreichend belastbar. Keine Voruntersuchung zum Vergleich.

Indikationsstellungen:

- Beurteilung der links-myokardialen Perfusion unter Belastung und ggf. in Ruhe.
- Semiquantitative Bewertung der Myokardkontraktilität und -motilität.
- Prospektive Risikobewertung für ein kardiovaskuläres Ereignis im Rahmen des Calcium-Scorings.

➤ Myokardszintigraphie mit  $^{99m}\text{Tc-MIBI}$  unter pharmakologischer Belastung mit dem Adenosin-Analogon Regadenoson

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ



07

**Herzbelastung**

Pharmakologische Belastung mit Regadenoson

- Akutes Koronarsyndrom
- Mittel- und höhergradige Ventilationsstörung
- Gesichertes Asthma bronchiale
- Theophyllinpflichtige COPD
- AV-Block 2. oder 3. Grades (kein implantiertter Schrittmacher)
- Sick-Sinus-Syndrom (kein implantiertter Schrittmacher)
- Ventrikulärer Tachyarrhythmus
- Hypotonie (RR syst < 90 mm Hg), mit schwerer Mitralklappen-erkrankung oder anamnestisch bekannter Hypersensitivität gegenüber Dipyridamol oder Adenosin
- Instabile Angina, schwere Aortenstenose, schwere obstruktive hypertrrophische Kardiomyopathie, linksventrikuläre Ausflussbehinderung (subvalvulärer Aortenstenose)

Kontaindikationen

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

**Empfehlungen**

1. Die Karenzzeit der antianginösen Medikamente sollte mindestens 24 h betragen.

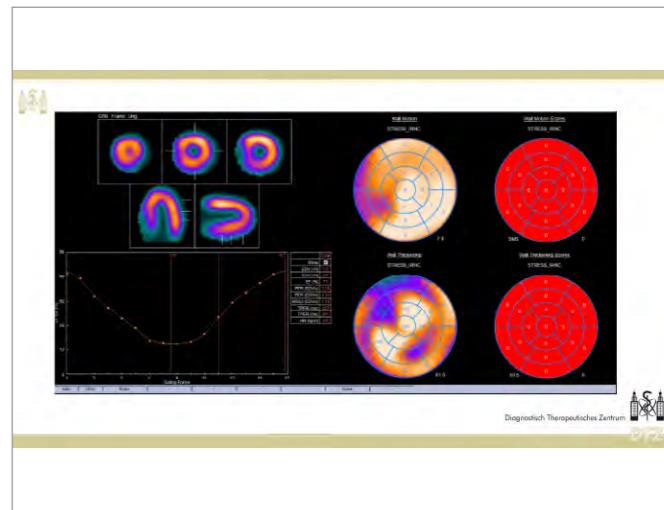
2. Bei Betablockern mit langer Halbwertszeit sollte bis 48 h pausiert werden.

3. Als Orientierung gilt eine Karenz von 3–5 Halbwertszeiten.

4. Sublinguale Nitroglycerin kann bis 2 h vor der Belastung eingenommen werden.

5. Wenn jedoch die Effektivität einer antianginösen Therapie mit der Myokardperfusionszintigraphie dokumentiert werden soll, ist es sinnvoll, die Untersuchung unter laufender Medikation durchzuführen.

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ



09

**Empfehlungen**

2. Zur Untersuchung sollte der Patient nüchtern erscheinen und seine Medikamente mitnehmen.

3. Bis zum Untersuchungsbeginn sind ca. 400 ml Leitungswasser ohne Kohlensäure zu trinken.

4. Zur weiteren Optimierung der Bild- und Befundqualität ist nach Belastung und vor Aufnahme ein kleines Frühstück empfehlenswert.

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

**Fallbeispiele**

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

**Multimodale Beurteilung**

- **Perfusion:** keine hämodynamisch relevanten Einschränkungen der links-myokardialen Perfusionsreserve
- **Linksventrikuläre Funktion:** Normale linksventrikulär-systolische Globalfunktion, keine ischämisch-regionalen Wandbewegungsstörungen
- **Calcium-Score:** keine Koronar-Kalzifikationen nachweisbar
- **Quantifizierung der Perfusion im Vgl. zu einem Normalkollektiv/Interpretation:**  
SSS (Summed Stress Score): - % SDS (Summed Difference Score): - %

Interpretation SSS:  
<5%: normale MPS  
5–10%: gering pathologisch  
10–16%: mäßig pathologisch  
≥16%: höher pathologisch

Interpretation SDS:  
<3%: keine nennenswerte Reversibilität  
3–12%: Risikofaktormodifikation, formal eher konservative Therapie  
≥12%: formale Revascularisierung empfohlen

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

**(2) Reversible Ischämie (714306)**

Anamnese:

- 63-jähriger Patient mit Z.n. Myokardinfarkt vor 8 Monaten, LAD, zweizeitig ACB vor 6 Monaten, RCX vor 3 Monaten
- Pektanginöse Beschwerden unter Belastung
- Ergometrisch nicht ausreichend belastbar bei Adipositas.
- Deutlich erhöhtes Risikoprofil (Diabetes mellitus, art. Hypertonie)

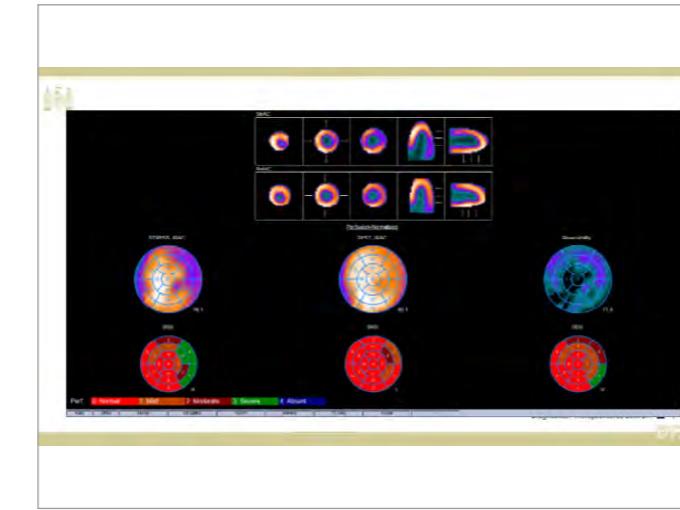
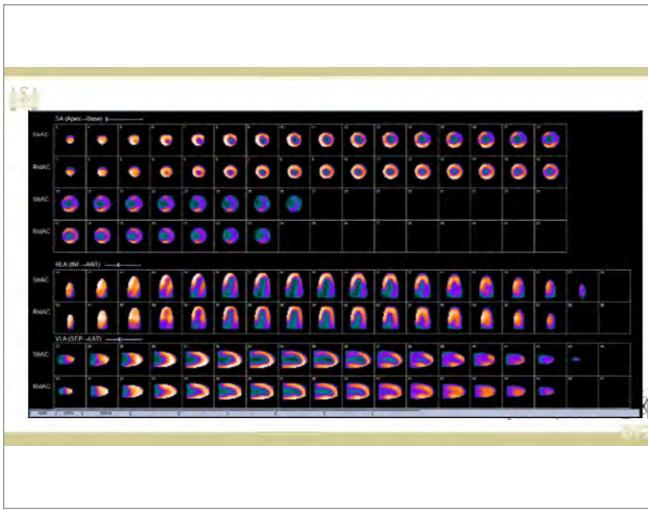
Fragestellung:

- Evaluierung/Verlaufskontrolle einer invasiv-revaskularisierenden Therapie

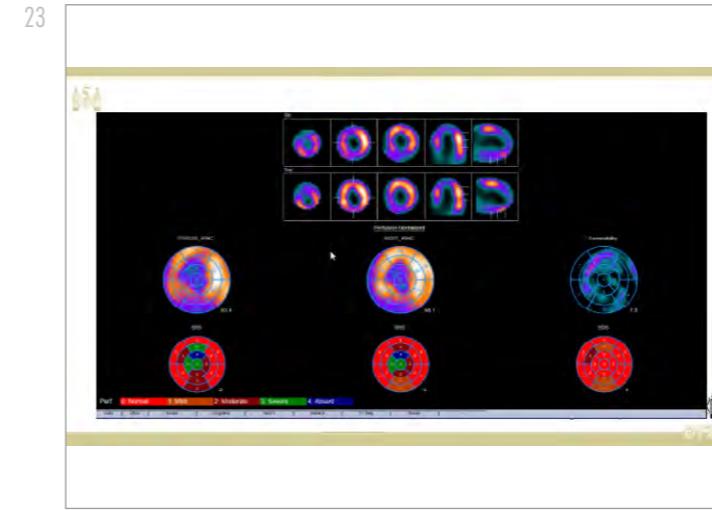
➤ Myokardszintigraphie mit  $^{99m}\text{Tc-MIBI}$  unter pharmakologischer Belastung mit dem Adenosin-Analogon Regadenoson und in Ruhe

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

17

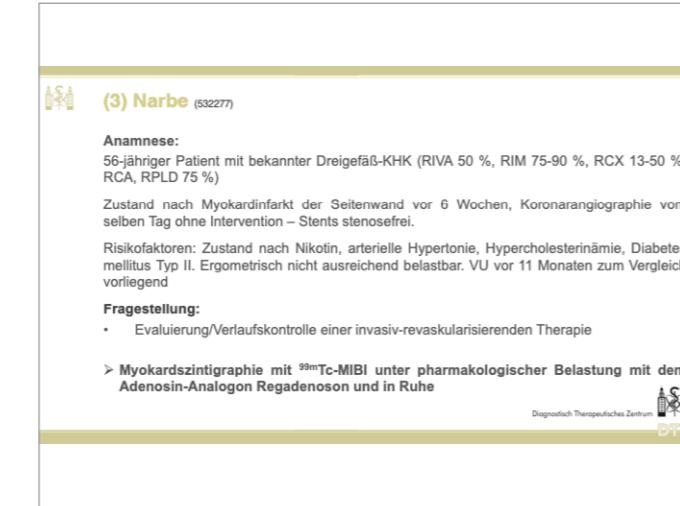
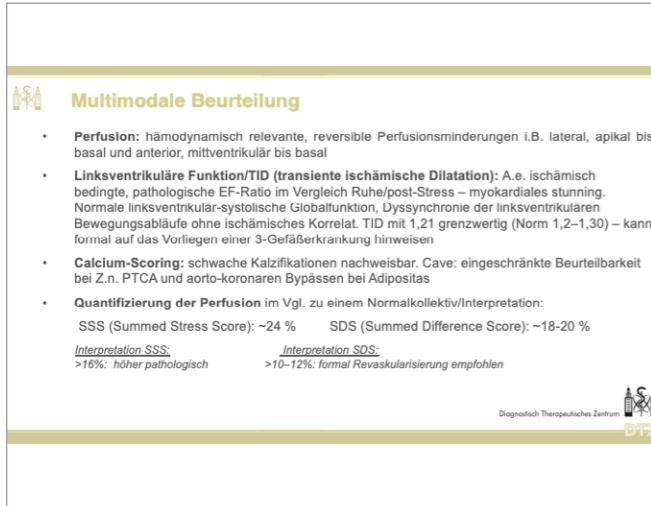


18



24

19

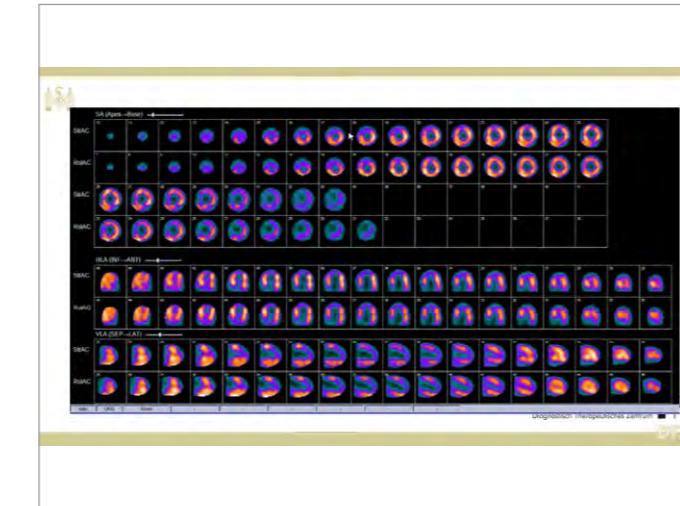


20



25

21



22

# Kardiovaskuläre MRT

Dr. med. Sana El-Mahmoud  
Fachärztin für Radiologie, DTZ Berlin



05

## Indikationen

Häufigster Einsatz:  
Entzündliche und **ischämische** Herzerkrankungen.

Identifizierung, Lokalisation und Quantifizierung von Durchblutungsstörungen und infarktbedingten Schädigungen des Myokards

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

## Indikationen (KHK)

Nicht-invasive Bildgebung zur Abklärung einer obstruktiven koronaren Herzkrankheit spielt eine große Rolle.

ESC-Leitlinie „Chronisches Koronarsyndrom“:

- Prätetestwahrscheinlichkeit im unteren Bereich eher Koronar-CT
- Höhere Prävalenzwahrscheinlichkeit eher funktionelle Tests (Stress-Echokardiographie, Stress-MRT, Myokardszintigraphie und PET)

JOURNAL ARTICLE GUIDELINES  
2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes: Developed by the task force for the management of chronic coronary syndromes of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS)

Christian Vrints, Felicita Andretti, Konstantinos C Konikas, Xavier Roselli, Mariana Adamo, James Aistis, Adrian Paul Bannon, Andrija Budaj, Romy E Buechel, Giovanni Alfonso Chiarello, ... Show more Authors  
European Heart Journal, Volume 45, Issue 36, 21 September 2024, Pages 3415-3537, <https://doi.org/10.1093/eurheartj/euh427>  
Published: 30 August 2024

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

01

## Kardiovaskuläre MRT

Sana El-Mahmoud  
Berlin, 14.05.2025

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

## Kardiovaskuläre MRT

Die kardiovaskuläre Magnetresonanztomographie CMR hat sich als nicht-invasives Diagnoseverfahren in der Kardiologie etabliert und entwickelt sich immer weiter.  
Umfasst ein großes Spektrum der kardiovaskulären Diagnostik

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

02

2024 ESC Guidelines: Funktionelle Tests in Leitlinie gleichwertig bzgl. der diagnostischen Genauigkeit

Auswahl der Tests eher nach:

- Patienteneigenschaften
  - > Belastbarkeit
  - > Wahrscheinlichkeit für gute Bildqualität
  - > Strahlenbelastung
  - > Kontraindikationen
- Lokale Expertise
- Verfügbarkeit

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

## Nationale Versorgungsleitlinie chronische KHK 08/2024

für den Einsatz bildgebender Verfahren bei der Diagnostik der chronischen KHK

Abbildung 4: Diagnostische Algorithmen

Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Vereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF), Nationale VersorgungsLeitlinie Chronische KHK, Langfassung, Version 7.0.2024 [uted: 07.05.25], [register.awmf.org/de/leitlinien/detail/nvl-004](http://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/nvl-004)

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

03

## Indikationen

Die Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR) veröffentlichte 2020 einen umfassenden Expertenbericht zu den klinischen Indikationen der CMR (zuletzt von 2004)

SCMR Position Paper (2020) on clinical indications for cardiovascular magnetic resonance

Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

## Indikationen

Die CMR liefert u.a. Informationen über Anatomie, Funktion (Herzgröße und – kontraktion) sowie Perfusion.

- Beurteilung von Kardiomyopathien
- Differenzierung von infiltrativen Herzmuskelkrankungen
- Diagnose entzündlicher Herzerkrankungen
- Quantifizierung von Fehlfunktionen der Herzklappen: Beurteilung von Flussvolumina und insbesondere bei Patienten mit erschwerter Echokardiographie. Einsatz insbesondere bei Vitien der Trikuspidal- und Pulmonalklappe sowie bei Aorteninsuffizienz.
- Abklärung von kardialen Raumforderungen
- Evaluation der abnormen Struktur und Funktion bei angeborenen Herzfehlern

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

04

## NVL-Leitlinie Chronische KHK (08/2024)

Eignungskriterien

	Stress-Echokardiographie	Myokard-Perfusions-Diagnostik (SPECT und PET)	Stress-Perfusions-MRT	CT-Angiographie
Zielmechanismus	Myokard-Ischämie (Wandbewegung)	Myokard-Ischämie (Perfusion, Funktion)	Myokard-Ischämie (Perfusion, Funktion)	Koronarstenosen und Koronaratherosklerose (Morphologie)
Zielstruktur	gesamtes linksventrikuläres Myokard	gesamtes linksventrikuläres Myokard	linksventrikuläres Myokard	Koronararterien
Dauer der Untersuchung	20 bis 30 min	20 bis 30 min	20 bis 30 min	15 min
Belastungsverfahren	Ergometrisch, Dobutamin, Adenosin, Regadenosin	Ergometrisch, Regadenosin, Adenosin, weiter Dokumentation	Regadenosin, Adenosin*	Keine Belastung: aber häufig Belablocken/Nitrate zur Vorbehandlung notwendig

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

## NVL-Leitlinie Chronische KHK (08/2024)

Eignungskriterien

	Stress-Echokardiographie	Myokard-Perfusions-Diagnostik (SPECT und PET)	Stress-Perfusions-MRT	CT-Angiographie
hörschädigende Strahlung	keine (Ultrschall)	Gamma Strahlung	keine (Wiederholende Magnetfelder)	Röntgen Strahlung
Kontrastmittel	keine	keine	Kontrastmittel (Risiken bei schlechter Nierenfunktion)	Röntgenkontrastmittel (Risiken bei schlechter Nierenfunktion)
Einschränkungen bei Schrittmachern	keine	keine	abhängig vom Schrittmachertyp	keine
Nachteile	Intra- und Interobserver Variabilität, Evt. eingeschränkte Schallfenster	Strahlenposition**	Strahlenposition**	Strahlenexposition**
Kostenerstattung	GKV-Leistung	SPECT: GKV-Leistung, PET: keine GKV-Leistung	SPECT: GKV-Leistung, PET: keine GKV-Leistung	GKV-Leistung

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

**Zusammenfassung**

CMR - fester Bestandteil nationaler und internationaler Leitlinien

Internationale Leitlinien (z. B. ESC, AHA) empfehlen die Herz-MRT mittlerweile als gleichwertige oder überlegene Methode zur Risikostratifizierung bei intermediärem Risiko für KHK.

Noch keine Aufnahme in GKV-Leistungskatalog

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

**Vielen Dank!**

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

## **<sup>18</sup>F-Cholin-PET/CT in der Diagnostik des primären Hyperparathyreoidismus**

PD Dr. med. Konrad Mohnike

Vorsitzender des PET e.V., Chefarzt der Klinik für Nuklearmedizin, DRK Kliniken Berlin Köpenick und Ärztlicher Leiter des DTZ am Frankfurter Tor



**<sup>18</sup>F-Cholin-PET/CT in der Diagnostik des primären Hyperparathyreoidismus**

Konrad Mohnike  
Berlin, 14.05.2025  
22. Berliner PET/CT- & Theranostik-Symposium

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

**Status quo**

1. Diagnosestellung
2. Leitlinie
3. Weitere Studien
4. Beispiele
5. Schlussfolgerung

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

**Status quo**

1. Diagnosestellung
2. Leitlinie
3. Weitere Studien
4. Beispiele
5. Schlussfolgerung

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

**Labor**

Die Diagnose wird anhand der Laborwerte gestellt:

- PTH hoch
- Calcium hoch
- Vitamin D niedrig
- Calcium-Ausscheidung, Calcium-Kreatinin-Clearance hoch
- Molekulargenetik nur im Zweifelsfall

⇒ Insbesondere die Erhöhung von PTH und Calcium im Serum weisen bei einem ambulanten Patienten ohne zugrunde liegende maligne Erkrankung auf ein pHPT hin.

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

05

### Bildgebung: SPECT

**Aufnahmezeitpunkt**

- $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI: statisch: 5 min, 15 min, 1 h, 2 h, 4 h
- SPECT/CT: 20 min p.i. + 4 h p.i.

**Patientenlagerung**

- In Rückenlage
- Keine Liegenverbreiterung (weiße Seitenteile)
- Ober Thoraxhälfte bzw. Mediastinum werden mit erfasst

**Interpretation**

- Pathologisch gewertet werden persistierende, ggf. auch initiale Mehrspeicherungen in typischer Lokalisation.
- Im Vergleich zum Schilddrüsen-Washout haben NSD-Adenome i.d.R. eine verzögerte Tracerkinetik.
- Cave: Schilddrüsenadenome (ähnliche Kinetik mgl., Vgl.  $^{99m}\text{Tc}$ -SD-Szinti)

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

### $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI-SPECT/CT



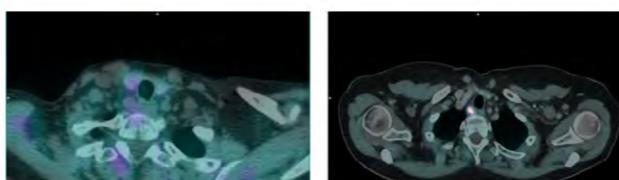
Solitäres Nebenschilddrüsenadenom dorsal des linken Schilddrüsenlappens

Bis zu diesem Punkt der Diagnostik werden die Kosten von der GKV übernommen.

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

06

### Vergleich $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI-SPECT/CT vs. $^{18}\text{F}$ -Cholin-PET/CT



Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

### Vergleich $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI-SPECT/CT vs. $^{18}\text{F}$ -Cholin-PET/CT

	Patientendosis	HWZ	Ortsauflösung
$^{99m}\text{Tc}$ -MIBI-SPECT/CT	4,5 mSv bei 500 MBq	360 min ( $^{99m}\text{Tc}$ )	15 mm
$^{18}\text{F}$ -Cholin-PET/CT	3,8 mSv bei 200 MBq	110 min ( $^{18}\text{F}$ )	2-4 mm

**Fazit:**  $^{18}\text{F}$ -Cholin-PET/CT bzw. -PET/MR besitzt eine

- geringere Strahlenbelastung,
- kürzere Halbwertszeit,
- bessere Ortsauflösung.

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

07

### Diagnosestellung – und dann?

Was geschieht, wenn trotz entsprechender Labordiagnostik die Suche nach einem Nebenschilddrüsenadenom mittels Sonographie und SPECT/CT ergebnislos ist?

European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging 2021;45:2891–292  
<https://doi.org/10.1007/s00239-021-05254-y>

**GUIDELINES**

The EANM practice guidelines for parathyroid imaging  
 Peter Petronek, Girolamo<sup>1,2</sup>, Luca Giavarini<sup>1,3</sup>, Ignazio Cicali Gazzola<sup>1</sup>, Elif Hürkay<sup>4</sup>, Martin W. Huidner<sup>2</sup>, Markus Linter<sup>1,4</sup>, Arnoldo Pizzarotti<sup>5</sup>, Theresia Wölke<sup>6</sup>, Jean-Nicolas Tardieu<sup>7,8</sup>, Frederick Anton Verhaeghe<sup>1,2</sup>

⇒ Für eine schonende erfolgreiche OP ist eine präzise Lokationsdiagnostik erforderlich.

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

### Vorteile einer präzisen Lokalisation für die OP

- Unilaterales Vorgehen
- Fokussierte Eingriffe (ggf. in Regionalanästhesie)
- Kürzere Eingriffszeiten

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

08

### Ortsauflösung

Entscheidend bei Läsionen unterhalb der Nachweisgrenze

Gland sizes (in mm) in the well-correlated group ( $n = 220$ ) and uncorrelated group ( $n = 49$ )



mean lesion size:  $10.9 \pm 8.0$  mm

Ortsauflösung

Technik	mean lesion size (mm)	Ortsauflösung (mm)
$^{99m}\text{Tc}$ -MIBI-SPECT/CT	$10.9 \pm 8.0$	15
$^{18}\text{F}$ -Cholin-PET/CT	$13.1 \pm 8.6$	2-4

Benjamin J et al. Diagnostic Performance of  $^{18}\text{F}$ -Choline PET/CT in Adenoma Detection in pHP after Inconclusive Imaging: A retrospective Study of 215 patient. *Cancers (Basel)*. 2022 Apr 1;14(8):2029.

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

### Ortsauflösung

Entscheidend bei Läsionen unterhalb der Nachweisgrenze

Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2017 Dec 22;45(6):658–666. doi: 10.1007/s00239-017-3011-1

$^{18}\text{F}$ -choline PET/CT guided surgery in primary hyperparathyroidism when ultrasound and MIBI SPECT/CT are negative or inconclusive: the APACHE1 study

mean lesion size:  $13.1 \pm 8.6$  mm

Vermeidung einer bilateralen zervikalen Exploration in 75 % der Patienten

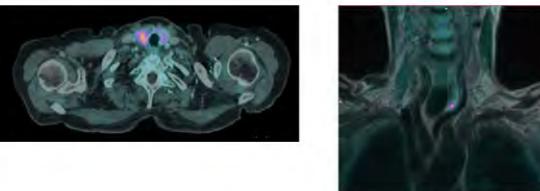
**Conclusions**

Preoperative FCH PET/CT has a high sensitivity and positive predictive value for parathyroid adenoma detection in patients with primary hyperparathyroidism and negative or inconclusive conventional imaging results. Bilateral cervical exploration could be avoided in the majority (75%) of patients.

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

09

### Lösung $^{18}\text{F}$ -Cholin-PET/CT bzw. -PET/MR?



Erstattung nur bei Bewilligung des Antrags auf Kostenübernahme im Einzelfall  
 ⇒ Sollte eine Aufnahme in den EBM erfolgen?

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

### Vergleich $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI-SPECT/CT vs. $^{18}\text{F}$ -Cholin-PET/CT



Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

10

### Relevanz von Mikroadenomen

Der Wert der präoperativen Bildgebung mittels SPECT ist eingeschränkt durch die Auflösungsgrenze von etwa 15–20 mm wegen des relevanten und zunehmenden (?) Anteils der Mikroadenome

Diese Mikroadenome sind klinisch relevant, da sie genauso hormonaktiv sein können wie größere Adenome

- Etwas 20–35 % der Nebenschilddrüsenadenome sind kleiner als 15 mm (z. B. Johnson et al., 2001; Kunstman et al., 2013; Bilezikian et al., 2018)
- Bei Patienten mit milderem primärem Hyperparathyreoidismus (pHPT) – z. B. normokalzämisch oder asymptatisch – ist der Anteil kleiner Adenome deutlich höher (bis zu 50 %)
- Intraoperativ können Mikroadenome manchmal nur schwer von normalen Drüsen unterschieden werden, insbesondere bei Drüsengewichten <300 mg

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

### Status quo

- Diagnosestellung
- Leitlinie
- Weitere Studien
- Beispiele
- Schlussfolgerung

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

17

**Leitlinie**

Seit > 5 Jahren nicht aktualisiert, Leitlinie wird zur Zeit überarbeitet

S1-Leitlinie 174-006: Primärer Hyperparathyreoidismus aktueller Stand: 03/2016

publiziert bei AWMF online Das Portal der wissenschaftlichen Medizin

AWMF-Register Nr. 174/006 Klasse: S1

**S1-Leitlinie – Primärer Hyperparathyreoidismus**

- Derzeit gibt es keine aktuelle Leitlinie zum pHPT

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

**S2k-Leitlinie:**

Operative Therapie des primären und renalen Hyperparathyreoidismus AWMF-Registernummer 088-005 Version vom 22. Dezember 2020

**Empfehlung 11:** Zur Planung einer fokussierten Operation des pHPT soll eine morphologische Bildgebung (Sonographie) und/oder eine funktionelle Bildgebung (z.B. Sestamibi-Szintigrafie) erfolgen. Sonographisch soll eine zusätzliche Beurteilung der Schilddrüse erfolgen. Konsensstärke: 100%

**Empfehlung 12:** Eine negative präoperative Lokalisationsdiagnostik korreliert mit geringerem Operationserfolg, sodass weitere Lokalisationsmethoden oder eine primär bilaterale zervikale Exploration mit dem Patienten besprochen werden sollten. Konsensstärke: 100%

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

18

**Aktuelle Studien: Metaanalyse**

JAMA Otolaryngol Head Neck Surg. 2021 Jun 3;147(6):692-706. doi: 10.1001/jamaoto.2021.0915

**A Patient based**

Source	Odds ratio (95% CrI)	Less sensitive	More sensitive
Choline-PET/CT	5.2 (2.36-11.80)		
MET-PET/CT	1.61 (0.48-5.71)		
MIBI planar	0.71 (0.45-1.13)		
Dual tracer	0.54 (0.38-0.76)		
US	1.73 (0.94-3.17)		
CT	0.90 (0.47-1.81)		
MRI	0.54 (0.19-1.43)		

**B Lesion based**

Source	Odds ratio (95% CrI)	Less sensitive	More sensitive
Choline-PET/CT	17.70 (5.79-60.10)		
MIBI planar	0.71 (0.39-1.26)		
Dual tracer	1.21 (0.68-2.14)		
US	0.72 (0.41-1.27)		
CT	1.19 (0.61-2.38)		
MRI	0.54 (0.19-1.43)		

**> Schlussfolgerung:** Cholin-PET/CT zeigte sowohl in der patienten- als auch in der läsionsbasierten Analyse die beste Leistung und wäre die beste präoperative Bildgebungsmethode zur Lokalisierung von pHPT

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

23

**Erste Studie zum Nachweis der Kosteneffektivität bei One-stop-shop strategy**

**a**

**b**

van Mossel S, Saing S, Appelman-Dijkstra N, et al. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2024 Oct;51(12):3585-3595. doi: 10.1007/s00259-024-06771-1

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

24

**S2k-Leitlinie:**

Operative Therapie des primären und renalen Hyperparathyreoidismus AWMF-Registernummer 088-009 Version vom 22. Dezember 2020

Keine Empfehlung für PET, aber Erläuterung im Fließtext

➤ Hohe Sensitivität und hoher PPV (bereits vor 10 Jahren festgestellt)

➤ Hinweis auf nur kleine Fallserien

Im Zeitraum von 2014 - 2018 wurden 18 Arbeiten mit 487 aufgrund eines pHPT operierten Patienten veröffentlicht, die präoperativ ein F-18-Fluorocholin-PET/CT erhielten. Die gepoolte Sensitivität des F-18-Fluorocholin-PET/CT betrug 93% bei einem positiven Vorhersagewert von 98% (103-111, 118-122).

Ein Vorteil des F-18-Fluorocholin könnte in der Darstellung auch von Mehrdrüsenkrankungen liegen, wobei hierzu bisher nur wenige Fallberichte vorliegen (123). Beide Verfahren haben eine geringere Strahlenbelastung als die Mibi-Szintigrafie und das Mibi-SPECT/CT (124).

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

**Guidelines**

European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (2021) 42:2801–2822. https://doi.org/10.1007/s00259-021-02010-y

**The EANM practice guidelines for parathyroid imaging**

Petra Petrušová <sup>1,2</sup> · Luca Giovannella <sup>1,3,4</sup> · Ignacio Carril Gasset <sup>1</sup> · Elf Hindle <sup>2</sup> · Martin W. Huellewe <sup>2</sup> · Markus Luster <sup>1,5</sup> · Arnaldo Picardo <sup>6</sup> · Theresia Weber <sup>1,2</sup> · Jean-Noël Talbot <sup>1,2</sup> · Frederik Anton Verburg <sup>1,2</sup>

**Wesentliche Aussagen:**

- Verfügbare und akzeptierte First-line-Strategie: MIBI-SPECT/CT + US
- ABER Cholin-PET/CT potenziell alternative First-line-Strategie
  - Zeigte überlegene Ergebnisse – sogar dann, wenn bei negativer/inkonklusiver Standardbildgebung (Verweis auf fehlende Daten aus großen Kohorten und zur Kosteneffizienz)
  - Weiterhin hohe Auflösung, niedrige Strahlenbelastung und kürzere Akquisitionszeit

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

20

**ORIGINAL ARTICLE**

European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (2024) 51:3585–3595. https://doi.org/10.1007/s00259-024-06771-1

**Cost-effectiveness of one-stop-shop <sup>18</sup>F-Fluorocholine PET/CT to localise parathyroid adenomas in patients suffering from primary hyperparathyroidism**

**a**

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

25

**Aktuelle Promotion**

J. Sandrock in Zusammenarbeit mit Prof. T. Steinmüller, DRK Kliniken Berlin Westend, und PD Dr. K. Mohnike, DTZ Berlin

Diagnostik	Sensitivität	PPV	TP	FP	FN
Sonografie	0.72	0.85	182 (74.9%)	11 (4.5%)	17 (6.9%)
Szintigrafie	0.68	0.87	125 (70.2%)	6 (3.4%)	15 (8.4%)
Cholin-PET	0.98	0.98	46 (92%)	4 (8%)	0 (0%)

Tab. 3 a) und b): Ratios, Sensitivität und positiv prädiktiver Vorhersagewert der präoperativen Lokalisationsdiagnostik für allgemeine Treffer (ohne Schilddrüsenpathologie). TR= true positive, FP= false positive, FN= false negative Fallzahl und Prozent

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

26

**Status quo**

- Diagnosestellung
- Leitlinie
- Weitere Studien
- Beispiele
- Schlussfolgerung

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

**Aktuelle Studien: Metaanalyse**

JAMA Otolaryngol Head Neck Surg. 2021 Jun 3;147(6):692-706. doi: 10.1001/jamaoto.2021.0915

**Direct Comparison of Preoperative Imaging Modalities for Localization of Primary Hyperparathyroidism**

A Systematic Review and Network Meta-analysis

Sang-Woo Lee <sup>1</sup>, Sung Byul Shim <sup>2</sup>, Shin Young Jeong <sup>1</sup>, Seong-Jae Kim <sup>1,4,5,6</sup>

- Einschluss von 8.495 Patienten aus 119 direkten Vergleichsstudien, die 2 oder mehr bildgebende Verfahren zur Lokalisierung von pHPT verwenden
- Ergebnis:** Sensitivität der Cholin-PET/CT war sowohl in der patientenbasierten als auch in der läsionsbasierten Analyse signifikant höher als die der MIBI-SPECT

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

22

**Und trotzdem ...**

**Mediziner Dienst Berlin-Brandenburg**

Patient mit laborchemisch nachgewiesinem Hyperparathyreoidismus mit Hyperkalzämie

- Parathormon-Wert 202,8 pg/ml sowie
- Calcium-Wert 2,63 mmol/l

➤ Operative Sanierung geplant, jedoch waren Sonographie und Szintigrafie nicht wegweisend

➤ PET/CT verbleibt als einige präoperative Lokalisationsdiagnostik

**Sozialmedizinische Gutachtlche Stellungnahme**

Verleichts/r

Frage des Auftraggebers: Neu Untersuchungs- und Behandlungsmethoden  
Ergebnis: Sozialmedizinische Voraussetzungen für Leistungserbringung nicht erfüllt  
Erklärung des Ergebnisses: Nach der vorliegenden „Regelungserklärung Außenärztliche Leistungserbringung“ ist die Leistungserbringung der Rundschauärzten nur in der Kombination mit einer Untersuchung und Behandlungserbringung in der Klinik (Art. 2 Abs. 1 Nr. 2) sozialmedizinisch erlaubt. Dieses ist aus den vorliegenden Informationen nicht ablesbar.

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

27

**Status quo**

- Diagnosestellung
- Leitlinie
- Weitere Studien
- Beispiele
- Schlussfolgerung

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

28

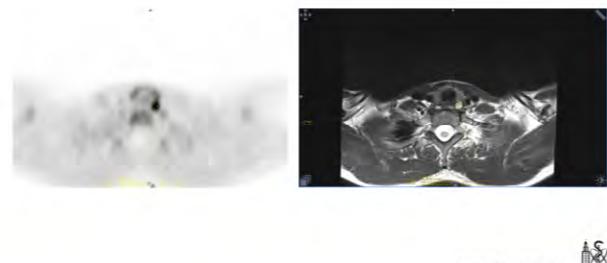
29

### Fall 1: Erste Patientin am DTZ mit Nebenschilddrüsenadenom mit <sup>18</sup>F-Cholin-PET/MR

- Anamnese**
  - 29-jährige Patientin mit Morbus Hashimoto und Einnahme von 85 mg L-Thyroxin seit 8 Jahren
  - Erhöhtes Parathormon von 164,23 pg/ml.
  - Hyperparathyreoidismus bei normwertigem Vitamin-D-Spiegel
- Befund**
  - In der <sup>18</sup>F-Cholin-PET/CT und -PET/MR Nachweis einer Raumforderung in der Nebenschilddrüse links im Sinne eines Nebenschilddrüsenadenoms
  - Demarkierte kleine Nebenschilddrüse rechts, diese ist ohne signifikant vermehrte metabolische Aktivität

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

### Fall 1: Nebenschilddrüsenadenom links



30

### Fall 1: Nebenschilddrüsenadenom links

- Post-OP Verlauf**
- Orale Kalziumsubstitution und Decostriol
  - Kribbelparästhesien
  - Entlassung am 4. OP Tag

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

### Fall 2: Nebenschilddrüsenadenom links kaudal

- Anamnese**
  - 56-jährige Patientin mit Verdacht auf Nebenschilddrüsenadenom
- Befund**
  - In der <sup>18</sup>F-Cholin-PET/CT bzw. -PET/MR Nachweis eines Nebenschilddrüsenadenoms links kaudal, dem kaudalen Pol des linken Schilddrüsenlappens unmittelbar anliegend
  - Durchmesser: 6 x 4 mm, SUVmax: 6,88

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

31

### Fall 1: Nebenschilddrüsenadenom links



Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

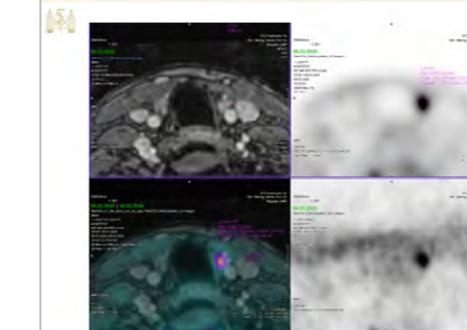
### Fall 1: Nebenschilddrüsenadenom links

- OP am 28.01.2019**
- Nebenschilddrüsenextirpation links kranial
- Pathologie**
- Nebenschilddrüse links kranial 20x10x10 mm
  - Nodulär-hyperplastisches Nebenschilddrüsenparenchym mit einzelnen Zysten und fehlendem Fettstroma vereinbar mit einem Adenom

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

32

37



Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

### Fall 3: Nebenschilddrüsenadenom rechts kaudal

- Anamnese**
  - 80-jährige Patientin mit Verdacht auf Nebenschilddrüsenadenom
- Befund**
  - In der <sup>18</sup>F-Cholin-PET/CT bzw. -PET/MR Nachweis eines Nebenschilddrüsenadenoms rechts kaudal in der Schilddrüsenlage
  - Durchmesser: 5 x 3 mm, SUVmax: 5,7

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

33

### Fall 1: Nebenschilddrüsenadenom links

Verlauf: Parathormon (intakt)			
Abnahme	Wert	Einheit	Referenzwerte
01.02.2019 08:00 (9019000240190131164757)	2.66	pmol/l	1.59 - 6.89
31.01.2019 09:00 (9019000240190130163657)	1.39	pmol/l	1.59 - 6.89
30.01.2019 08:00 (9019000240190129162983)	1.50	pmol/l	1.59 - 6.89
29.01.2019 09:00 (9019000240190128161173)	1.04	pmol/l	1.59 - 6.89
29.01.2019 10:30 (9019000240190128160918)	1.79	pmol/l	1.59 - 6.89
24.01.2019 10:36 (9019000240190124157362)	16.65	pmol/l	1.59 - 6.89

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

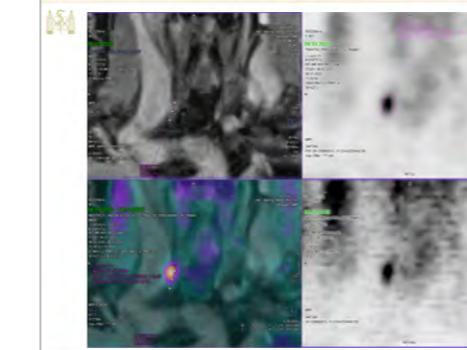
### Fall 1: Nebenschilddrüsenadenom links

Verlauf: Calcium			
Abnahme	Wert	Einheit	Referenzwerte
01.02.2019 08:00 (9019000240190131164757)	2.3	mmol/l	2.15 - 2.5
31.01.2019 09:00 (9019000240190130163657)	2.3	mmol/l	2.15 - 2.5
30.01.2019 08:00 (9019000240190129162983)	2.3	mmol/l	2.15 - 2.5
29.01.2019 09:00 (9019000240190128161173)	2.4	mmol/l	2.15 - 2.5
24.01.2019 10:36 (9019000240190124157362)	2.9	mmol/l	2.15 - 2.5

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

34

39



Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

### Fall 4: Nebenschilddrüsenadenome intrathyreoidal

- Anamnese**
  - 57-jährige Patientin mit primärem Hyperparathyreoidismus: 12,36 IE (Referenzbereich < 6,9), 78,9 pg/ml (Referenzbereich bis 65)
- Befund**
  - PET: pathologisch erhöhter fokaler Cholin-Metabolismus jeweils am kranialen und am kaudalen Schilddrüsenpol rechts
  - CT und MRT: jeweils ohne sicheres Korrelat  
⇒ intrathyreoidale Nebenschilddrüsenadenome

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

41



42

**Fall 4: Nebenschilddrüsenadenome intrathyreoidal**

Verlauf: Parathormon (intakt)  Nur pathologische Werte  Letzte Werte eines Auftrags  Zellenabstand (1,0)  
 Stornierte Laborwerte anzeigen

Verlauf: Parathormon (intakt)

Abnahme	Wert	Einheit	Referenzwerte
02.02.2019 08:00 (901900821190201166309)	3.31	pmol/l	1.59 - 6.89
02.02.2019 08:00 (901900821190201166309)	2.26	pmol/l	1.59 - 6.89
31.01.2019 09:00 (901900821190130163736)	1.26	pmol/l	1.59 - 6.89
30.01.2019 12:43 (901900821190130163551)	2.30	pmol/l	1.59 - 6.89
29.01.2019 10:26 (901900821190129162192)	9.36	pmol/l	1.59 - 6.89

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

**Fall 4: Nebenschilddrüsenadenome intrathyreoidal**

Verlauf: Calcium  Nur pathologische Werte  Letzte Werte eines Auftrags  Bemerkung  
 Stornierte Laborwerte anzeigen

Verlauf: Calcium

Abnahme	Wert	Einheit	Referenzwerte
02.02.2019 08:00 (901900821190201166309)	2.2	mmol/l	2,15 - 2,5
01.02.2019 08:00 (901900821190201166309)	2.3	mmol/l	2,15 - 2,5
21.01.2019 09:00 (901900821190130163736)	2.2	mmol/l	2,15 - 2,5
30.01.2019 12:43 (901900821190130163551)	2.5	mmol/l	2,15 - 2,5
29.01.2019 10:26 (901900821190129162192)	2.6	mmol/l	2,15 - 2,5

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

47

**Fall 4: Nebenschilddrüsenadenome intrathyreoidal**

Verlauf: Calcium  Nur pathologische Werte  Letzte Werte eines Auftrags  Bemerkung  
 Stornierte Laborwerte anzeigen

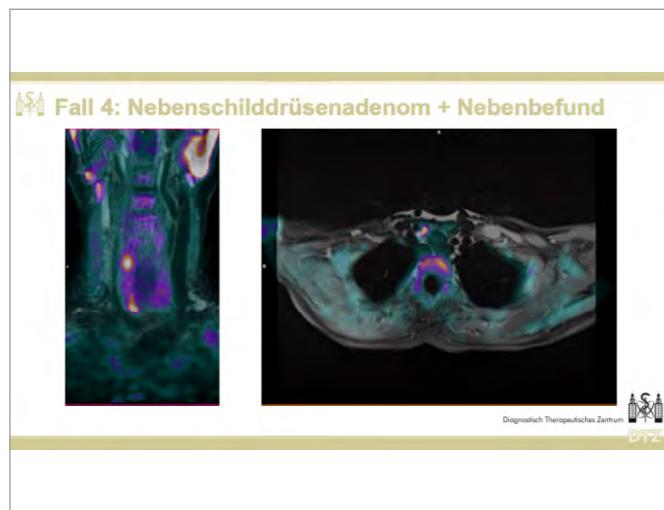
Verlauf: Calcium

Abnahme	Wert	Einheit	Referenzwerte
02.02.2019 08:00 (901900821190201166309)	2.2	mmol/l	2,15 - 2,5
01.02.2019 08:00 (901900821190201166309)	2.3	mmol/l	2,15 - 2,5
21.01.2019 09:00 (901900821190130163736)	2.2	mmol/l	2,15 - 2,5
30.01.2019 12:43 (901900821190130163551)	2.5	mmol/l	2,15 - 2,5
29.01.2019 10:26 (901900821190129162192)	2.6	mmol/l	2,15 - 2,5

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

48

43



- Fall 4: Nebenschilddrüsenadenome intrathyreoidal**
- OP am 30.1.2019
  - Identifikation der kranialen Nebenschilddrüse, die unauffällig imponiert
  - Darstellung der kaudalen Nebenschilddrüse, die im Sinne eines Adenoms eindeutig verändert ist. Es gelingt die vollständige Exstirpation.
  - Resektion der Schilddrüse rechts bei Knoten aber auch weil im PET-CT intrathyreoidale Nebenschilddrüsenadenome diagnostiziert wurden sind.
- Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

44

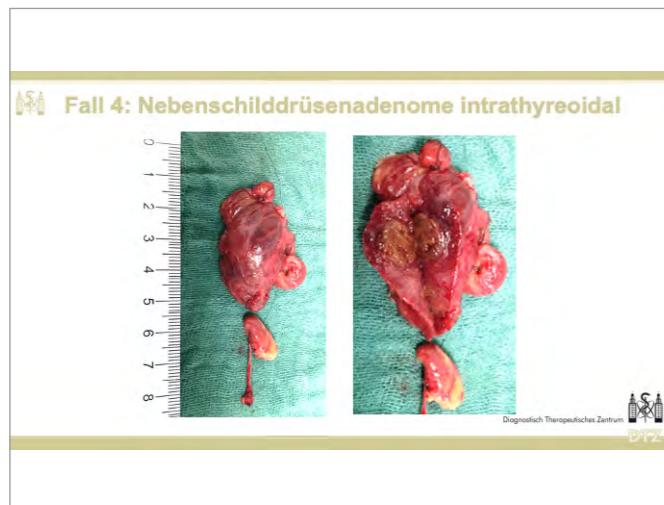
- Fall 4: Nebenschilddrüsenadenome intrathyreoidal**
- Post-OP Verlauf**
- postoperative Parästhesien
  - orale Kalzium und Decostriol
  - Entlassung am 3.post. OP Tag
- Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

49

- Resümee**
- Eine schonende Operation von Tumoren erfordert eine präzise Lokisationsdiagnostik.
  - Aktuelle Studien weisen die diagnostische Überlegenheit der <sup>18</sup>F-Cholin-PET/CT bzw. -PET/MR im Vergleich zur Standard-Bildgebung nach.
  - Die <sup>18</sup>F-Cholin-PET/CT bzw. -PET/MR sollte in der zu erwartenden aktuellen Leitlinie mit klaren Empfehlungen berücksichtigt werden.
  - Eine aktuelle Studie weist erstmals die Kosteneffektivität der <sup>18</sup>F-Cholin-PET-Bildgebung beim pHPT nach.
  - Die <sup>18</sup>F-Cholin-PET/CT bzw. -PET/MR sollte in den EBM aufgenommen werden.
- Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

50

45



- Fall 4: Nebenschilddrüsenadenome intrathyreoidal**
- Pathologie**
- Nebenschilddrüse rechts kaudal 20x8x20 mm
  - Nebenschilddrüsengewebe mit nodulärer Hyperplasie und reduziertem Fettstroma, passend zu einem Adenom
  - Zwei mikrofollikuläre Adenome in einer Struma colloidet et nodosa, in sano reseziert (Schilddrüse rechts)
  - Kein intrathyreoidales Nebenschilddrüsenadenom
- Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

46



51

**Aus meiner Sicht (evidenzbasiert)**

**Cholin-PET**  
sofort  
für alle  
in der Primär- und Rezidsivsituierung

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum DTZ

52



11

**2023 EULAR Empfehlungen zur Bildgebung bei LVV****Übergeordnete Prinzipien:**

- Diagnosesicherung durch frühe Bildgebung
- Ausgebildeter Spezialist mit standardisierter, adäquater Technik
- Klinik & Bildgebung eindeutig → Diagnose, sonst 2. Test

Empfehlungen 2023	Empfehlungen 2018
1 1. Wahl: US Aa. temporalis & axillaris	US nur 1. Wahl bei hauptsächlich wenn cranial
2 Alternativ MRT oder PET-CT (cranial)	Nur MRT, nicht PET-CT für cranial empfohlen
3 Alternativ PET, MRT, CT (extrakranial)	MRT, CT, PET; US eingeschränkt für Aorta
4 TAK: MRT erste Wahl	=
5 TAK: Alternativ PET-CT, CT, US	=
6 Konventionell Angiographie nicht empfohlen	=
7 Va. Schub ggf. US, PET, MRT (may)	(might)
8 Ggf. IMT-Monitoring mit US, MRT, CT	= (nur Formulierung geändert)

Dejaco C, Ramiro S, Bond M, et al. Ann Rheum Dis 2024;83:741–751

W.A. Schmidt, D. Blockmans / Best Practice &amp; Research Clinical Rheumatology 32 (2018) 63e82

12

**EULAR-Empfehlungen für technische und operative Parameter für FDG-PET bei LVV**

- Hybrid PET mit low-dose CT
- Blutzucker-Spiegel: bevorzugt <7 mmol/L (126 mg/dL), <10 mmol/L (180 mg/dL) akzeptabel
- Intervall zw. FDG Infusion und Bildacquisition sollte weniger bis 60 min, vorzugsweise 90 min. betragen
- Untersuchung erfolgt in Rückenlage und die Arme sollten unten liegen
- Eingeschlossene Körperteile: von Kopf bis Mitte der Oberschenkel, bevorzugt unterhalb der Kniegelenke
- Scoring FDG-Uptake: qualitativ visuelles Grading; bei unklarem Ergebnis, Vergleich mit Leber-Background (Grading 0 bis 3)

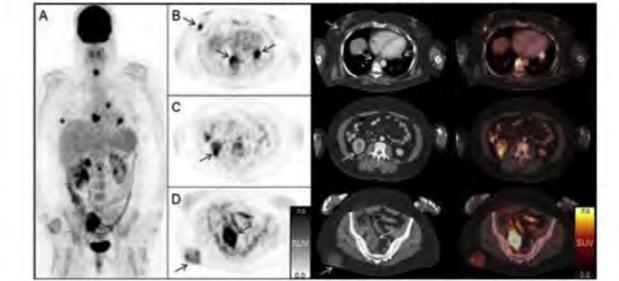
W.A. Schmidt, D. Blockmans / Best Practice &amp; Research Clinical Rheumatology 32 (2018) 63e82

13

**Mögliche Indikationen für PET-CT bei PMR**

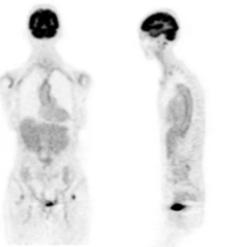
1. Typische klinische Manifestation aber normale Entzündungsmarker
2. Patienten mit typischen klinischen Symptomen aber ohne adäquate Antwort auf Glucocorticoide
3. Patienten mit suspekter PMR mit atypischen Symptomen
4. Suspekte Großgefäßvaskulitis indikativ für extrakranial GCA
5. Zum Ausschluß anderer Differentialdiagnosen, die die PMR imitieren könnten (z.B. maligne Tumore, Infektionen, Rheumatoide Arthritis, atypische Spondyloarthritis)
6. PMR-ähnliche Syndrome bei TM-Patienten, die mit immuenen Checkpoint Inhibitoren (ICIs) behandelt werden

PET-CT: Positron Emission Tomography-Computed Tomography; PMR: Polymyalgia rheumatica; GCA: giant cell arteritis. Heras-Recuero, E.; et al. Diagnostics 2024, 14, 1539.

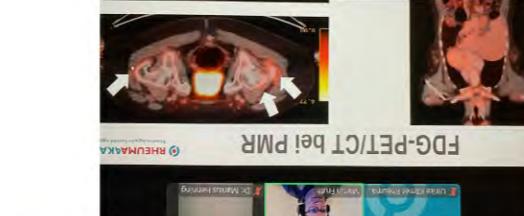
**44j. Patientin mit c-ANCA+ GPA**

W.A. Schmidt, D. Blockmans / Best Practice &amp; Research Clinical Rheumatology 32 (2018) 63e82

14

**PET in RZA**

W.A. Schmidt, D. Blockmans / Best Practice &amp; Research Clinical Rheumatology 32 (2018) 63e82

**FDG-PET-CT bei Polymyalgia rheumatica (PMR)**

©Dr. Martin Fruth, Herne

15

**FAPI-PET-CT bei Psoriasis Arthritis / Enthesitis**

De Jough, J. et al., Eur J Nucl Med Mol Imaging 2023 Feb;50(3):756-764. doi: 10.1007/s00259-022-06035-w. Epub 2022 Nov 12.

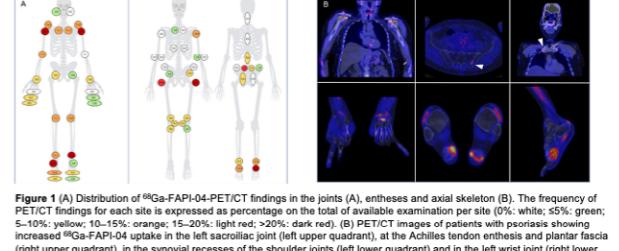
**FAPI-PET-CT bei Psoriasis Arthritis**

Figure 1 (A) Distribution of <sup>68</sup>Ga-FAP1-04-PET/CT findings in the joints (A), enthesis and axial skeleton (B). The frequency of PET/CT findings for each joint was determined as percentage of average examined joints (0% = black; 1% = light green; 5% = yellow; 10% = light blue; 15% = orange; 15–20% = dark orange; >20% = dark red). (B) PET/CT images of patients with psoriasis showing increased <sup>68</sup>Ga-FAP1-04 uptake in the left first metatarsal joint (left upper quadrant), in the synovial recesses of the Achilles tendon and plantar fascia (right upper quadrant), <sup>68</sup>Ga-FAP1-04 uptake in the synovial recesses of the shoulder joints (left lower quadrant) and in the left wrist joint (right lower quadrant). <sup>68</sup>Ga-FAP1-04, <sup>68</sup>gallium-labelled fibroblast activation protein-04; PET, positron emission tomography.

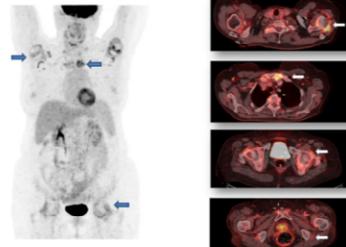
Corte G, et al., RMD Open 2024;10:e004294. doi:10.1136/rmdopen-2024-004294

20

16

**FDG-PET-CT bei PMR**

82-j. Patientin mit signifikantem FDG uptake glenohumeral, sternoclavicular, costovertebral Gelenke, lumbar interapophysal spaces, coxofemorale Gelenke, ischiale Tuberositas und pubis, hinweisend auf diffuse osteoartikuläre Pathologie mit einer entzündlichen Komponente bei PMR



Heras-Recuero, E.; et al. Diagnostics 2024, 14, 1539.

**Studien FDG-PET/CT bei PMR****Aktivitätsbewertung von 12 Regionen**

- 0 kein FDG-uptake
- 1 FDG-uptake < Leber-uptake
- 2 FDG-uptake > Leber-uptake

- Schulter
- Sternoclavicular
- Hüfte
- Trochanter major
- Zervikale Domfortsätze
- Lumbale Domfortsätze

**Cut-off**

- Score >=16
- Sensitivität 85,1%
- Spezifität 87,5%
- PPV / NPV 93,4% / 73,7%

Henckaerts L, et al. Use of 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography in the diagnosis of polymyalgia rheumatica-A prospective study of 99 patients. Rheumatology (Oxford). 2018 Nov 1;57(11):1908-1916.

17

**FAPI-PET-CT bei Spondyloarthritis**

De Jough, J. et al., Eur J Nucl Med Mol Imaging 2023 Feb;50(3):756-764. doi: 10.1007/s00259-022-06035-w. Epub 2022 Nov 12.

**Zusammenfassung**

- Klinisch suspekte Diagnose einer RZA oder TAK muss bestätigt werden
- Histologie oder Bildgebung sollte Diagnose bestätigen
- Ultrasound, MRT und CT stellen eine homogene arterielle Wandverdickung, meist konzentrisch dar
- PET zeigt erhöhte FDG uptake der entzündeten Arterienwand
- US wird als initiale Bildgebung bei kranialer Erkrankung (Arteritis temporalis) empfohlen
- MRT wird als initiale Bildgebung bei TAK empfohlen

23

**Zusammenfassung**

- Extrakranielle Erkrankung kann durch alle 4 Verfahren bestätigt werden
- Bei unklarer Diagnose, zusätzliche Untersuchungen einschließlich Biopsie und / oder zusätzliche Bildgebung wird empfohlen
- PET wird vorzugsweise empfohlen im Fall von Entzündung unklarer Genese
- Bildgebung sollte von trainierten Spezialisten durchgeführt werden
- Weitere Forschungsstudien für Rolle der Bildgebung im Therapiemonitoring erforderlich

**Zusammenfassung**

- FAB-PET-CT gute Option in Diagnostik der Psoriasis Arthritis und Enthesitis
- FDG-PET-CT hilfreich bei suspekter Polymyalgia rheumatica
- Beides nur im Rahmen von Studien bisher möglich

24

## Von Entzündungsdiagnostik zur Bildgebung von Bakterien: Neue Ansätze und Herausforderungen

Prof. Dr. med. Michael Schäfers

Direktor der Klinik für Nuklearmedizin &amp; European Institute for Molecular Imaging (EIMI), Universität Münster



25

**ASV-Indikation für PET-CT-Rheumatologie**

- **Diagnose einer Großgefäßvaskulitis**, bei negativen / unklarem Ergebnis anderer Methoden (z.B. US, Biopsie) aber weiterhin klinischer Verdacht
- **Diagnose einer extrakraniellen Manifestation** (z.B. **Aortitis**) bei bereits gesicherter kranialer Manifestation
- **Beurteilung der Krankheitsaktivität** unter laufenden Therapie, z.B. Großgefäßvaskulitis mit aortaler Beteiligung unter Tocilizumab-Therapie (humorale Entzündungsparameter nicht verwertbar)
- **DD unklarer entzündliche Syndrome oder Fieber unklarer Genese und ergebnisloser konservativer Diagnostik Differenzierung einer aktiven Großgefäßvaskulitis von anderen Ursachen wie anderen Autoimmunerkrankungen (z.B. Sarkoidose, Erdheim-Chester-Erkrankung, M. Ormond...), okkulten Malignomen oder Infektionen / Abszessen**

[www.g-ha.de](http://www.g-ha.de) Methodenbewertung gemäß § 135 Absatz 1 Satz 1 und § 137c des 5. Buches Sozialgesetzbuch zu: Methoden der PET; PET/CT; Beschluss: 20.11.2020; Inkrafttreten: 20.02.2021

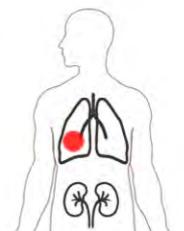
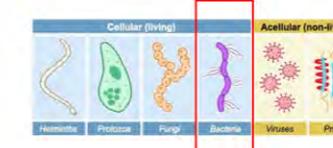
**Vielen Dank für  
Ihre Aufmerksamkeit!**

E-Mail: marina.backhaus@parkkliniken.de  
www.parkkliniken.de

26

### 22. Berliner PET/CT und Theranostik Symposium Von Entzündungsdiagnostik zur Bildgebung von Bakterien: Neue Ansätze und Herausforderungen

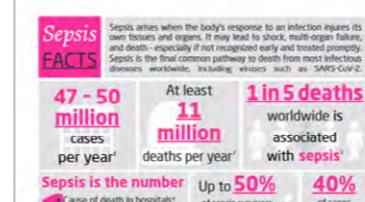
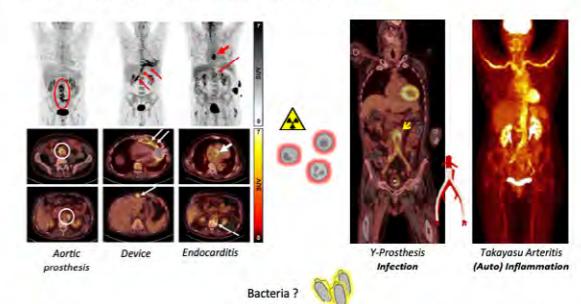
Michael Schäfers  
Dept. of Nuclear Medicine  
European Institute for Molecular Imaging

**Infections are caused by various pathogens**

BioNinja.com

01

03

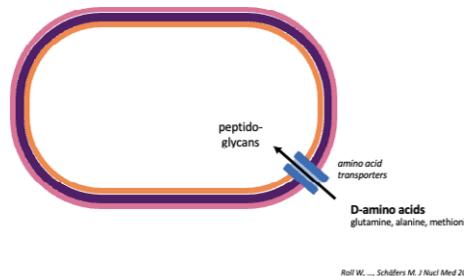
**Sepsis – incidence and mortality****Molecular imaging of infections with FDG-PET**

Del'Aquila et al. Eur Heart J Cardiovascular Imaging 2018; Roll W., Schäfers M. J Nucl Med 2023; 4

04

05

## Bacteria-selective targeting strategies

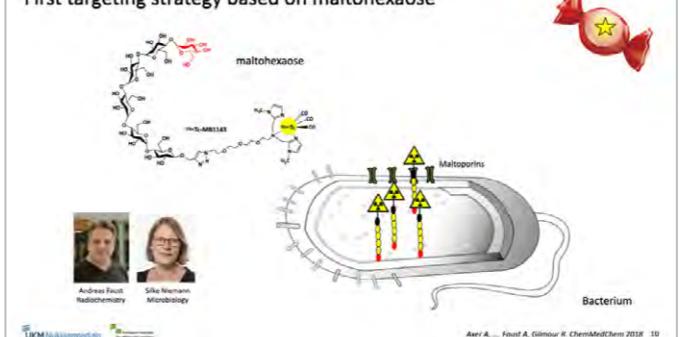


## Bacteria-selective amino acids



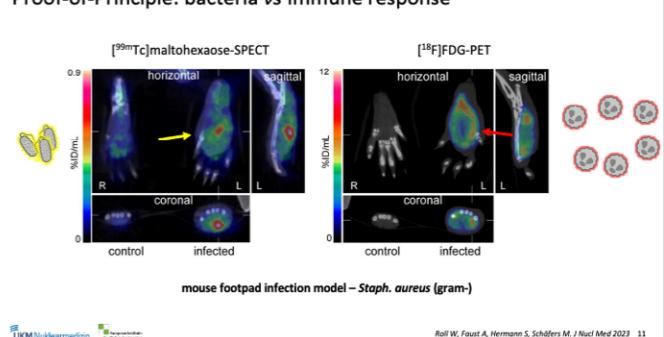
06

## First targeting strategy based on maltohexaose



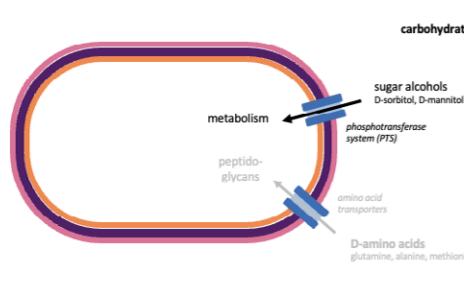
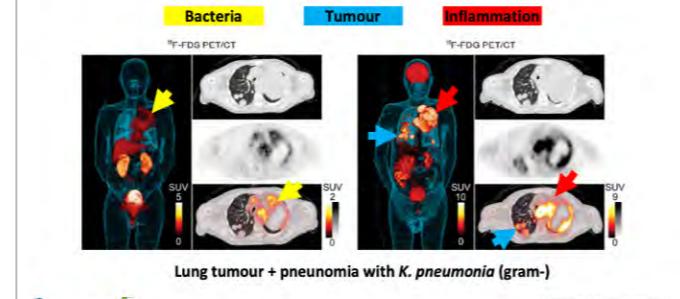
11

## Proof-of-Principle: bacteria vs immune response

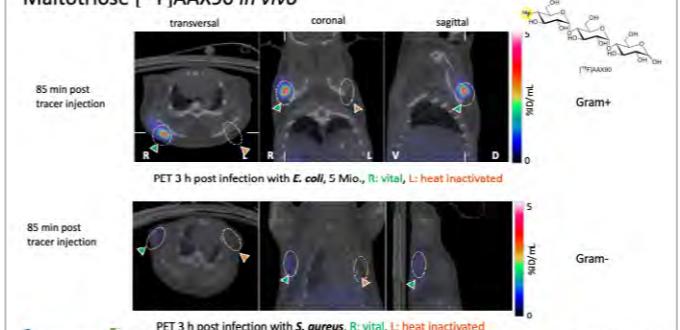


07

## Bacteria-selective targeting strategies

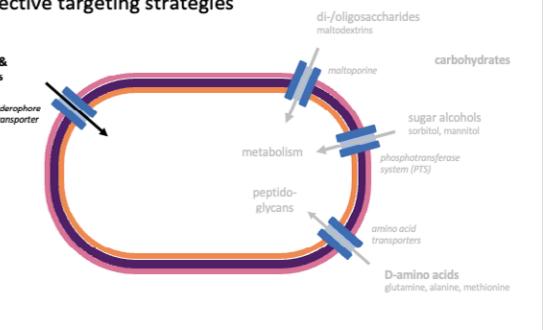
Sugar alcohols – <sup>18</sup>F-fluor-D-sorbitol

08

Maltotriose <sup>18</sup>F-AAX90 *in vivo*

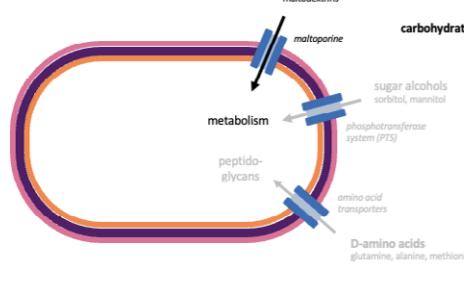
13

## Bacteria-selective targeting strategies

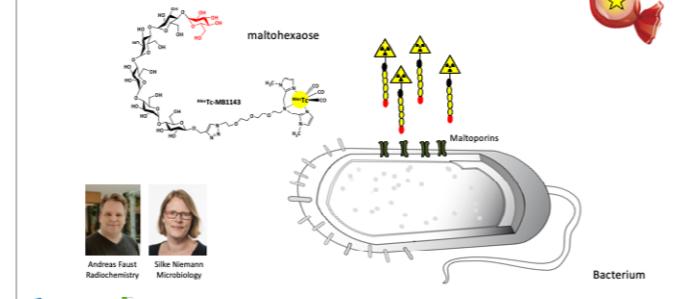


09

## Bacteria-selective targeting strategies

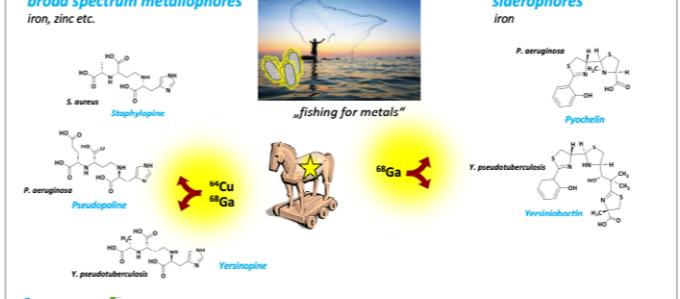


## First targeting strategy based on maltohexaose

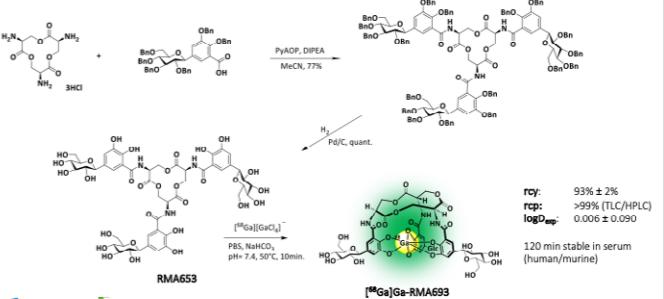


10

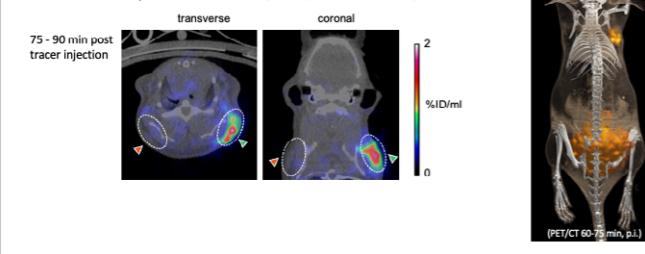
## Siderophores and metallophores – natural metal chelators



15

Synthesis and radiolabelling of salmochelin derivative → *E. coli*

17

Salmochelin  $[^{68}\text{Ga}]$ RMA693 *in vivo*PET 3 h post infection with *E. coli*, 5 Mio., L: *E. coli* ATCC25922, R: *E. coli* TG1

## Summary

- Bacteria imaging needs specific targeting strategies to differentiate from inflammation
- Targeting strategies based on various bacterial transport systems and metabolism
- Clinical translation is just starting
- → *In vivo* temporo-spatial microbiology

18

## Strahlentherapie und Kardiotoxizität beim Mammakarzinom – Minimierung durch technologische Evolution?

Dr. med. Matthias Lampe

Ärztlicher Leiter der DTZ Strahlentherapie am Onkozentrum Berlin OZB



19



18

01

## Strahlentherapie und Kardiotoxizität beim Mammakarzinom Minimierung durch technologische Evolution?

Dr. med. Matthias Lampe

DTZ

### Überblick

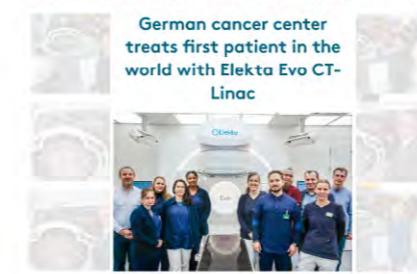
**Wir über uns:**

- Problem gelöst!
- Kardiotoxizität beim Mamma-CA
- Schonung durch Planung
- Schonung durch SGRT
- Schonung durch KI
- Schonung durch ALARA
- Zusammenfassung

DTZ

03

### Wir über unsere Strahlentherapie



2012	Installation Elektro Agility
2014	Installation Elektro Agility
2016	Installation Elektro Brachy
2019	Virtualization of IT Monaco TPS KHP Classy
2020	Opening 2nd location Elektro Versa HD Elektro Infinity
2021	Therapieplaner ArtPlan C-RAD SGRT SmartClinic
2022	Elektro SmartView
2023	Update Elektro 2 XVI + Hexapod
2024	1st Elektro Evo clinical MOSAIQ 3 IRI IQM
2025	Elektro ONE Planning 1st QART with ELEKTRO Evo Upgrade Versa HD to QART

DTZ

04

### Überblick

**Wir über uns:**

- Problem gelöst!
- Kardiotoxizität beim Mamma-CA
- Schonung durch Planung
- Schonung durch SGRT
- Schonung durch KI
- Schonung durch ALARA
- Zusammenfassung

DTZ

05

**Problem gelöst!**ESC European Heart Journal (2019) 40, 1–9  
CLINICAL RESEARCH Prevention and epidemiology**Long-term heart-specific mortality among 347 476 breast cancer patients treated with radiotherapy or chemotherapy: a registry-based cohort study**Janick Weberpals<sup>1</sup>, Lina Jansen<sup>1</sup>, Oliver J. Müller<sup>2,3,4</sup>, and Hermann Brenner<sup>1,5,6\*</sup>

\*Institute of Clinical Epidemiology and Aging Research, German Cancer Research Center (DKFZ), Im Neuenheimer Feld 180, 69120 Heidelberg, Germany; Department of Internal Medicine II, University of Kiel, Arnold-Heller-Str. 1, 24105 Kiel, Germany; Department of Radiation Oncology, University of Kiel, 24105 Kiel, Germany; Department of Internal Medicine I, University of Kiel, 24105 Kiel, Germany; Department of Internal Medicine II, University of Kiel, 24105 Kiel, Germany; and German Cancer Research Center (DKFZ), German Cancer Research Center (DKFZ), Im Neuenheimer Feld 180, 69120 Heidelberg, Germany

DTZ

**Problem gelöst!**ESC European Heart Journal (2019) 40, 1–9  
CLINICAL RESEARCH Prevention and epidemiology**Long-term heart-specific mortality among 347 476 breast cancer patients treated with radiotherapy or chemotherapy: a registry-based cohort study**Janick Weberpals<sup>1</sup>, Lina Jansen<sup>1</sup>, Oliver J. Müller<sup>2,3,4</sup>, and Hermann Brenner<sup>1,5,6\*</sup>

Conclusion Heart-specific mortality among breast cancer survivors is not increased compared with the general population. Human epidermal growth factor receptor 2-positive patients do not have increased heart-specific mortality compared to HER2-negative patients.

06

**Überblick**

Wir über uns:  
Problem gelöst!  
**Kardiotoxizität beim Mamma-CA**  
Schonung durch Planung  
Schonung durch SGRT  
Schonung durch KI  
Schonung durch ALARA  
Zusammenfassung

DTZ

DTZ

**Luxusprobleme Kardiotoxizität?**

- Heilungsrate von über 80% durch Kombination von
  - Operation
  - Chemotherapie
  - Strahlentherapie
- Langzeitüberleben wird auch von Toxizität beeinflusst
- Deeskalation Grundlage für weitere Therapieverbesserung

DTZ

07

**Problem gelöst!**ESC European Heart Journal (2019) 40, 1–9  
CLINICAL RESEARCH Prevention and epidemiology**Long-term heart-specific mortality among 347 476 breast cancer patients treated with radiotherapy or chemotherapy: a registry-based cohort study**Janick Weberpals<sup>1</sup>, Lina Jansen<sup>1</sup>, Oliver J. Müller<sup>2,3,4</sup>, and Hermann Brenner<sup>1,5,6\*</sup>

\*Institute of Clinical Epidemiology and Aging Research, German Cancer Research Center (DKFZ), Im Neuenheimer Feld 180, 69120 Heidelberg, Germany; Department of Internal Medicine II, University of Kiel, Arnold-Heller-Str. 1, 24105 Kiel, Germany; Department of Radiation Oncology, University of Kiel, 24105 Kiel, Germany; Department of Internal Medicine I, University of Kiel, 24105 Kiel, Germany; Department of Internal Medicine II, University of Kiel, 24105 Kiel, Germany; and German Cancer Research Center (DKFZ), German Cancer Research Center (DKFZ), Im Neuenheimer Feld 180, 69120 Heidelberg, Germany

DTZ

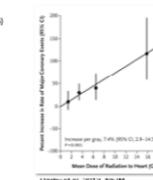
**Problem gelöst!**ESC European Heart Journal (2019) 40, 1–9  
CLINICAL RESEARCH Prevention and epidemiology**Long-term heart-specific mortality among 347 476 breast cancer patients treated with radiotherapy or chemotherapy: a registry-based cohort study**Janick Weberpals<sup>1</sup>, Lina Jansen<sup>1</sup>, Oliver J. Müller<sup>2,3,4</sup>, and Hermann Brenner<sup>1,5,6\*</sup>

Conclusion Heart-specific mortality among breast cancer survivors is not increased compared with the general population. Human epidermal growth factor receptor 2-positive patients do not have increased heart-specific mortality compared to HER2-negative patients.

08

**Kardiotoxizität beim Mamma-CA**

- 7,4% Erhöhung KHK-Risiko je Gray Herzdosis (PMID: 23484825)
- 5,7% 10-Jahres-Risiko bei mittlerer Herzdosis >5 Gy (PMID: 33421556)
- „Synergie“ mit Chemotherapie
  - 7-fach erhöhte Herzinsuffizienzrate bei Anthrazyklinen (PMID: 24460739)
  - 25-Jahres-Risiko steigt nach Strahlentherapie auf 4,4% nach Kombination mit Chemotherapie auf 33% (PMID: 33421556)



DTZ

13

**Problem gelöst!**ESC European Heart Journal (2019) 40, 1–9  
CLINICAL RESEARCH Prevention and epidemiology**Long-term heart-specific mortality among 347 476 breast cancer patients treated with radiotherapy or chemotherapy: a registry-based cohort study**Janick Weberpals<sup>1</sup>, Lina Jansen<sup>1</sup>, Oliver J. Müller<sup>2,3,4</sup>, and Hermann Brenner<sup>1,5,6\*</sup>

\*Institute of Clinical Epidemiology and Aging Research, German Cancer Research Center (DKFZ), Im Neuenheimer Feld 180, 69120 Heidelberg, Germany; Department of Internal Medicine II, University of Kiel, Arnold-Heller-Str. 1, 24105 Kiel, Germany; Department of Radiation Oncology, University of Kiel, 24105 Kiel, Germany; Department of Internal Medicine I, University of Kiel, 24105 Kiel, Germany; Department of Internal Medicine II, University of Kiel, 24105 Kiel, Germany; and German Cancer Research Center (DKFZ), German Cancer Research Center (DKFZ), Im Neuenheimer Feld 180, 69120 Heidelberg, Germany

DTZ

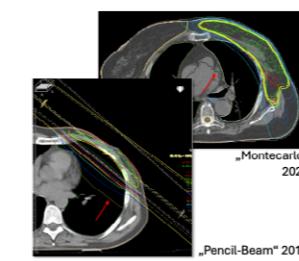
**Problem gelöst!**ESC European Heart Journal (2019) 40, 1–9  
CLINICAL RESEARCH Prevention and epidemiology**Long-term heart-specific mortality among 347 476 breast cancer patients treated with radiotherapy or chemotherapy: a registry-based cohort study**Janick Weberpals<sup>1</sup>, Lina Jansen<sup>1</sup>, Oliver J. Müller<sup>2,3,4</sup>, and Hermann Brenner<sup>1,5,6\*</sup>

Conclusion Heart-specific mortality among breast cancer survivors is not increased compared with the general population. Human epidermal growth factor receptor 2-positive patients do not have increased heart-specific mortality compared to HER2-negative patients.

10

**Schonung durch Planung ... mit Monaco**

- Planung wird durch Qualität der Dosisberechnung limitiert
- inferiore Algorithmen bilden ein geschöntes Bild, weil Sekundär-Strahlung fehlt
- Niedrigdosisbelastung, z.B. Herz wird systematisch unterschätzt bei alten Techniken!

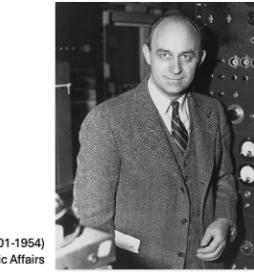


DTZ

15

**Schonung durch Planung ... mit Monaco**

- Planung wird durch Qualität der Dosisberechnung limitiert
- inferiore Algorithmen bilden ein geschöntes Bild, weil Sekundär-Strahlung fehlt
- Niedrigdosisbelastung, z.B. Herz wird systematisch unterschätzt bei alten Techniken!



DTZ

09

**Problem gelöst!**ESC European Heart Journal (2019) 40, 1–9  
CLINICAL RESEARCH Prevention and epidemiology**Long-term heart-specific mortality among 347 476 breast cancer patients treated with radiotherapy or chemotherapy: a registry-based cohort study**Janick Weberpals<sup>1</sup>, Lina Jansen<sup>1</sup>, Oliver J. Müller<sup>2,3,4</sup>, and Hermann Brenner<sup>1,5,6\*</sup>

\*Institute of Clinical Epidemiology and Aging Research, German Cancer Research Center (DKFZ), Im Neuenheimer Feld 180, 69120 Heidelberg, Germany; Department of Internal Medicine II, University of Kiel, Arnold-Heller-Str. 1, 24105 Kiel, Germany; Department of Radiation Oncology, University of Kiel, 24105 Kiel, Germany; Department of Internal Medicine I, University of Kiel, 24105 Kiel, Germany; Department of Internal Medicine II, University of Kiel, 24105 Kiel, Germany; and German Cancer Research Center (DKFZ), German Cancer Research Center (DKFZ), Im Neuenheimer Feld 180, 69120 Heidelberg, Germany

DTZ

**Problem gelöst!**ESC European Heart Journal (2019) 40, 1–9  
CLINICAL RESEARCH Prevention and epidemiology**Long-term heart-specific mortality among 347 476 breast cancer patients treated with radiotherapy or chemotherapy: a registry-based cohort study**Janick Weberpals<sup>1</sup>, Lina Jansen<sup>1</sup>, Oliver J. Müller<sup>2,3,4</sup>, and Hermann Brenner<sup>1,5,6\*</sup>

Conclusion Heart-specific mortality among breast cancer survivors is not increased compared with the general population. Human epidermal growth factor receptor 2-positive patients do not have increased heart-specific mortality compared to HER2-negative patients.

10

17

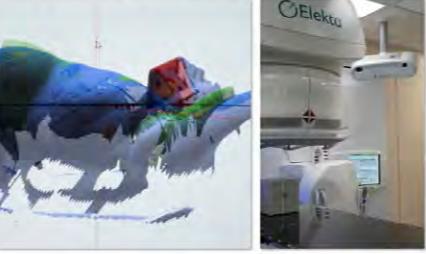
### Überblick

Wir über uns:  
Problem gelöst!  
Kardiotoxizität beim Mamma-CA  
Schonung durch Planung  
**Schonung durch SGRT**  
Schonung durch KI  
Schonung durch ALARA  
Zusammenfassung

DTZ

### Schonung durch Planung ... Atemgating

- Laser erlauben kontaktloses Atemgating
- Bestrahlung während Inspiration reduziert Belastung von Herz und Lunge
- Verbessert Dosiserfassung

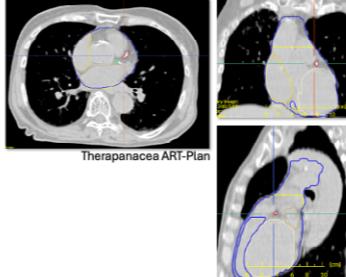


DTZ

18

### Schonung durch Planung ... KI

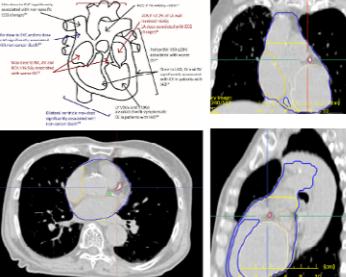
- nur was konturiert ist, wird auch bei der Planung berücksichtigt
- Talebi et al. (PMID: 39704607) klassische Parameter ohne Aussage
- LAD besonders wichtig, aber nicht nur! (PMID: 33278607)



DTZ

### Schonung durch Planung ... KI

- nur was konturiert ist, wird auch bei der Planung berücksichtigt
- Talebi et al. (PMID: 39704607) klassische Parameter ohne Aussage
- LAD besonders wichtig, aber nicht nur! (PMID: 33278607)
- Es geht nur mit KI!



DTZ

24

### Schonung durch Planung ... Atemgating

**ESMO** **OPEN** FOR BETTER CANCER CARE

ORIGINAL ARTICLE

Surface-based deep inspiration breath-hold radiotherapy in left-sided breast cancer: final results from the SAVE-HEART study

S. Schönecker<sup>1,2</sup>, L. Angelini<sup>1,3</sup>, A. Gaasch<sup>1</sup>, A. Zinn<sup>1</sup>, D. Konnerth<sup>1</sup>, C. Heinz<sup>1</sup>, Y. Xiong<sup>1</sup>, K. Unger<sup>1,2</sup>, G. Landry<sup>1</sup>, I. Meattini<sup>1</sup>, M. Braun<sup>1</sup>, M. Pölcher<sup>1</sup>, N. Harbeck<sup>1</sup>, R. Würstlein<sup>1</sup>, M. Niyazi<sup>1,2</sup>, C. Belka<sup>1,2</sup>, M. Paatz<sup>1</sup> & S. Corradini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Radiation Oncology, University Hospital LMU Munich, Munich, <sup>2</sup>Bavarian Cancer Research Center (BZfN), Munich, Germany, <sup>3</sup>Department of Experimental Radiation Oncology, University Hospital LMU Munich, Munich, Germany, <sup>4</sup>Department of Radiation Oncology, University Hospital Tübingen, Tübingen, Germany

Dosisreduzierung der LAD der  $D_{max}$  um 36% und  $D_{mean}$  um 42%

DTZ

### Schonung durch Planung ... Atemgating

**ESMO** **OPEN** FOR BETTER CANCER CARE

ORIGINAL ARTICLE

Surface-based deep inspiration breath-hold radiotherapy in left-sided breast cancer: final results from the SAVE-HEART study

S. Schönecker<sup>1,2</sup>, L. Angelini<sup>1,3</sup>, A. Gaasch<sup>1</sup>, A. Zinn<sup>1</sup>, D. Konnerth<sup>1</sup>, C. Heinz<sup>1</sup>, Y. Xiong<sup>1</sup>, K. Unger<sup>1,2</sup>, G. Landry<sup>1</sup>, I. Meattini<sup>1</sup>, M. Braun<sup>1</sup>, M. Pölcher<sup>1</sup>, N. Harbeck<sup>1</sup>, R. Würstlein<sup>1</sup>, M. Niyazi<sup>1,2</sup>, C. Belka<sup>1,2</sup>, M. Paatz<sup>1</sup> & S. Corradini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Radiation Oncology, University Hospital LMU Munich, Munich, <sup>2</sup>Bavarian Cancer Research Center (BZfN), Munich, Germany, <sup>3</sup>Department of Experimental Radiation Oncology, University Hospital LMU Munich, Munich, Germany, <sup>4</sup>Department of Radiation Oncology, University Hospital Tübingen, Tübingen, Germany

Dosisreduzierung der LAD der  $D_{max}$  um 36% und  $D_{mean}$  um 42%

DTZ

20

### Überblick

Wir über uns:  
Problem gelöst!  
Kardiotoxizität beim Mamma-CA  
Schonung durch Planung  
Schonung durch SGRT  
Schonung durch KI  
Schonung durch ALARA  
Zusammenfassung

DTZ

### ALARA

- ALARA (As Low As Reasonably Achievable) Grundprinzip im Strahlenschutz
- Nur was ist die Grundlage für Bewertung der eigenen Arbeit?



DTZ

26

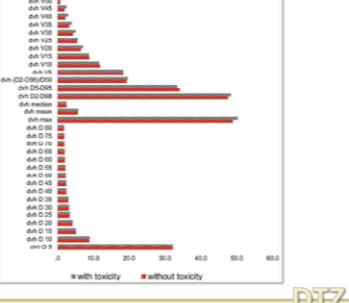
### Überblick

Wir über uns:  
Problem gelöst!  
Kardiotoxizität beim Mamma-CA  
Schonung durch Planung  
Schonung durch SGRT  
**Schonung durch KI**  
Schonung durch ALARA  
Zusammenfassung

DTZ

### Schonung durch Planung ... KI

- nur was konturiert ist, wird auch bei der Planung berücksichtigt
- Talebi et al. (PMID: 39704607) klassische Parameter ohne Aussage



DTZ

22

### ALARA

- ALARA (As Low As Reasonably Achievable) Grundprinzip im Strahlenschutz
- Nur was ist die Grundlage für Bewertung der eigenen Arbeit?
  - Kompetenz durch Arroganz
  - Vergleich mit Literatur
  - Kontinuierlicher Aufnahme der Arbeit in internen Maßstab für Qualität



DTZ

### ALARA

- ALARA (As Low As Reasonably Achievable) Grundprinzip im Strahlenschutz
- Nur was ist die Grundlage für Bewertung der eigenen Arbeit?
  - Kompetenz durch Arroganz
  - Vergleich mit Literatur
  - Kontinuierlicher Aufnahme der Arbeit in internen Maßstab für Qualität



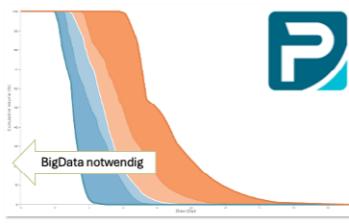
DTZ

28

29

### ALARA

- ALARA (As Low As Reasonably Achievable) Grundprinzip im Strahlenschutz
- Nur was ist die Grundlage für Bewertung der eigenen Arbeit?
  - Kompetenz durch Arroganz
  - Vergleich mit Literatur
  - Kontinuierlicher Aufnahme der Arbeit in internen Maßstab für Qualität

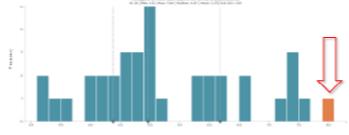


P

DTZ

### ALARA

- ALARA (As Low As Reasonably Achievable) Grundprinzip im Strahlenschutz
- Nur was ist die Grundlage für Bewertung der eigenen Arbeit?
  - Kompetenz durch Arroganz
  - Vergleich mit Literatur
  - Kontinuierlicher Aufnahme der Arbeit in internen Maßstab für Qualität



P

DTZ

30

## Zusammenspiel von chirurgischer und nuklearmedizinischer Therapie bei gut- und bösartigen Schilddrüsenerkrankungen

Prof. Dr. med. Maik Sahm

Chefarzt des Zentrums für Schilddrüsenchirurgie, DRK Kliniken Berlin Köpenick



### ALARA

- ALARA (As Low As Reasonably Achievable) Grundprinzip im Strahlenschutz
- Nur was ist die Grundlage für Bewertung der eigenen Arbeit?
  - Kompetenz durch Arroganz
  - Vergleich mit Literatur
  - Kontinuierlicher Aufnahme der Arbeit in internen Maßstab für Qualität



P

DTZ

### Überblick

- Wir über uns
- Problem gelöst!
- Kardiotoxizität beim Mamma-CA
- Schonung durch Planung
- Schonung durch SGRT
- Schonung durch KI
- Schonung durch ALARA
- Zusammenfassung

DTZ

31

DRK KLINIKEN BERLIN

### Zusammenspiel von chirurgischer und nuklearmedizinischer Therapie bei gut- und bösartigen Schilddrüsenerkrankungen

Prof. Dr. Maik Sahm

DGAV Kompetenzzentrum für Schilddrüsen- und Nierenchirurgie

DRK Kliniken Berlin Köpenick

DRK KLINIKEN BERLIN



Zentrum für Schilddrüsenchirurgie Köpenick

DGAV Kompetenzzentrum für Schilddrüsen- und Nierenchirurgie

DRK Kliniken Berlin Köpenick

### Zusammenfassung

- Probleme des Strahlenschutzes sind niemals erledigt!
- Jede Therapie muss optimal nach dem Stand der Technik ausgeführt sein
  - Dosisberechnung mit Monte Carlo Algorithmus
  - Atemgating mit SGRT
  - Konturierung mit KI
  - Aufnahme aller Pläne in Bewertungsmaßstab
- Beratung der Patientinnen
- Frühzeitige Diagnostik



DTZ

DRK KLINIKEN BERLIN

### Schilddrüsenchirurgie



DGAV Kompetenzzentrum für Schilddrüsen- und Nierenchirurgie

DRK KLINIKEN BERLIN

### Diagnostik/Therapie Schilddrüse

Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin: Radiojodtherapie bei benignen Schilddrüsenerkrankungen

Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Allgemein- und Viszeralchirurgie Operative Therapie benigner Schilddrüsenerkrankungen

AWMF online SAVME Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin - Chirurgische Arbeitsgemeinschaft Endokrinologie

Operative Therapie benigner Schilddrüsenerkrankungen



DRK Kliniken Berlin Köpenick

05

**Aktuelle Konzepte/ Behandlungspfade**

DRK KLINIKEN BERLIN DRK-Schwesternschaft Berlin e.V.

Leitlinienprogramm Onkologie

Konsultationsfassung S3-Leitlinie Schilddrüsenkarzinom

Version 1.01 - Februar 2021 AWMF-Registernummer: F11-0565

DRK Kliniken Berlin Köpenick

**Benigne Erkrankungen der Schilddrüse**

Möglichst effektive chirurgische Therapie gutartiger Schilddrüsenerkrankungen

Effektivität wird bestimmt durch Balance aus positiven Effekten (Vermeidung schilddrüsenspezifischer Sekundärkomplikationen) und negativen Effekten (insbesondere chirurgischen Komplikationen)

DRK Kliniken Berlin Köpenick

**06**

**Morbus Basedow**

Entscheidungskriterien konservativ/RJT/OP:

- Rezidivrisiko
- Patientenkriterien (Alter/Geschlecht)
- Persistenz Hyperthyreose
- AK-Werte unter Therapie
- Schilddrüsenvolumen/Kompressionssyndrom
- NW thyreostatische Medikation
- Thyreotoxische Krise

DRK Kliniken Berlin Köpenick

**11**

**12**

**Maligne SD-Tumoren**

-2020: 3980 Neuerkrankungen Frauen und 1780 Männer  
-1999-2020 altersstandardisierter Anstieg der Erkrankungsrate, derzeit Plateau  
(Anstieg basiert nahezu ausschließlich auf prognostisch günstige papill. Ca)<sup>1</sup>

- weniger als 2% aller Krebskrankungen
- 60-80% papillär, 10-15% folliculär SD-Karzinome
- Inzidenz hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen

<sup>1</sup> Daten des Robert Koch-Institutes

DRK Kliniken Berlin Köpenick

07

**Benigne Erkrankungen der Schilddrüse**

Auswertung:  
12.888 Patienten (StuDoQ), 83 Kliniken  
OP: 49,8% Thyreidektomie  
36,9 % Hemithyreidektomie  
=86,7 %

Temporäre Recurrensparese: 3,6% (nerves at risk)  
Permanente Recurrensparese: 1,4% (extrapoliert)

Temporärer Hypoparathyreoidismus: 15,3%  
Permanenter Hypoparathyreoidismus: 1,5-3,5% (extrapoliert)

DRK Kliniken Berlin Köpenick

**Indikationen zur OP bei benignen Erkrankungen der Schilddrüse**

-Malignitätsverdacht  
-lokale Beschwerden  
-dystope Lage  
-konservativ nicht beherrschbare Überfunktion  
es resultieren 6 pathomorphologische operationspflichtige Substrate

1. Solitärknoten
2. Knotenstruma
3. Morbus Basedow
4. Jodinduzierte Hyperthyreose
5. Thyreoiditis
6. Rezidivstruma

DRK Kliniken Berlin Köpenick

**08**

**13**

**Aktuelle Konzepte/ Behandlungspfade**

DRK KLINIKEN BERLIN DRK-Schwesternschaft Berlin e.V.

Leitlinienprogramm Onkologie

Konsultationsfassung S3-Leitlinie Schilddrüsenkarzinom

Version 1.01 - Februar 2021 AWMF-Registernummer: F11-0565

DRK Kliniken Berlin Köpenick

**14**

**Aktuelle Konzepte/ Behandlungspfade**

DRK KLINIKEN BERLIN DRK-Schwesternschaft Berlin e.V.

Leitlinienprogramm Onkologie

Konsultationsfassung S3-Leitlinie Schilddrüsenkarzinom

Version 1.01 - Februar 2021 AWMF-Registernummer: F11-0565

DRK Kliniken Berlin Köpenick

09

**Schilddrüsenknoten mit Malignitätsverdacht**

DRK KLINIKEN BERLIN DRK-Schwesternschaft Berlin e.V.

Suspekte Kriterien:  
klinisch  
Sonografie (TIRADS-Stadien)  
Szintigrafie, MIBI-Szintigrafie  
Calcitoninwert, CEA  
Feinnadelpunktion

DRK Kliniken Berlin Köpenick

**DRK Kliniken Berlin Köpenick Anteil maligner SD-Tumoren**

Jahr Anteil der Pat. mit SD-Malignom

2004	9,1%
2005	9,0%
2006	13,5%
2011	22,3%
2012	23,6%
2018	22,6%
2020	11,8%
2022	8,4%
2023	13,0%
2024	14,6%

DRK Kliniken Berlin Köpenick

**10**

**15**

**S3- Leitlinie Konsultationsfassung Schilddrüsenkarzinom**

DRK KLINIKEN BERLIN DRK-Schwesternschaft Berlin e.V.

Evidenzbasierte Empfehlung 2025

**A**

Berei postoperativer Zufallsbefund eines papillären Mikrokarsinoms (Gefäßes, PTC, PTC mit oder ohne Lymphknotenbefall) oder eines mikroinvasiven Karzinoms (Gefäßes, PTC, PTC mit oder ohne Lymphknotenbefall) ist keine adjuvante Radiotherapie oder Radioimmuntherapie erforderlich.

**1b**

**1,1a**

Evidenzbasierte Empfehlung 2025

**0**

Berei PTC im Stadium pT1a mit Risikofaktoren (z. B. Multifokalität, aggressive Vaskularisation, Tumordurchmesser > 10 mm) oder bei einem Tumordurchmesser > 10 mm ist eine adjuvante Radiotherapie oder Radioimmuntherapie erforderlich.

**2a**

DRK Kliniken Berlin Köpenick

**16**

**S3- Leitlinie Konsultationsfassung Schilddrüsenkarzinom**

DRK KLINIKEN BERLIN DRK-Schwesternschaft Berlin e.V.

Evidenzbasierte Empfehlung 2025

**3,2,2**

Papilläres Schilddrüsenkarzinom mit präoperativer Diagnosestufung L1 oder Fernmetastasen, PTC pT1a N1 und/oder M1 (papillary thyroid Micro-Carcinoma = PTMC > 10 mm)

**A**

Evidenzbasierte Empfehlung 2025

**5,1a**

Papilläres Schilddrüsenkarzinom mit präoperativer Diagnosestufung L1 oder Fernmetastasen oder transplatiert metastatische PTC, pT1a (PTMC) und nach der Thyreektomie eine Radioimmuntherapie erfolgt.

**2b**

DRK Kliniken Berlin Köpenick

17

**S3- Leitlinie Konsultationsfassung Schilddrüsenkarzinom**

DRK KLINIKEN BERLIN DRK-Schwesternschaft Berlin e.V.

**5.35** Evidenzbasierte Empfehlung 2025  
Bemerkung: Bei Patienten mit PTC pT1a/b ohne Radikulärektomie durchgeführt werden, wenn auch die Operation bereits vor existierendem Ergebnis erbracht wurde, unabhängig ob die Vor- und Nachstufe einer Radikulärktomie indiziert bestanden haben.

**1b**

Für die Differenzierung zwischen exophytischen und endophytischen Tumoren kann folgende Kriterien herangezogen werden:  
• Die Entfernung einer repräsentativen Biopsie aus Lymphknoten ist ein wesentlicher Bestandteil einer histopathologisch aufgespalteten Lymphknoten im Tumorstadium pT1b.  
• Bei Patienten mit PTC pT1a/b ohne Radikulärektomie müssen 3-4 Wochen nach Operation Tg-Wert < 0,5-1 ng/dl. Es existieren keine evidenzbasierten Grenzwerte für Thyrosidebulus, in der ESTIMME-2-Studie lag die Referenzwert-Grenze bei 1,0 ng/dl mit einem Tg-Wert von 1,1-1,6 ng/dl.  
• Kein Tg-Anstieg nach 6 Monaten mit einem Tg-Wert < 1,0 ng/dl.

DRK Kliniken Berlin Köpenick

**S3- Leitlinie Konsultationsfassung Schilddrüsenkarzinom**

DRK KLINIKEN BERLIN DRK-Schwesternschaft Berlin e.V.

**5.36** Evidenzbasierte Empfehlung 2025  
Bemerkung: Bei Patienten mit PTC pT1a/b ohne Patienten mit PTC pT2 pN0 mit radiopharmakologischer Konkurrenztherapie sollte die Vor- und Nachstufe einer Radikulärktomie individuell bestimmt werden.

**A**

**5.37** Evidenzbasierte Empfehlung 2025  
Bemerkung: Bei Patienten mit PTC pT2 ohne I oder pT3 sollte eine adjuvante Radiotherapie durchgeführt werden.

DRK Kliniken Berlin Köpenick

18

## Aktuelle theranostische Konzepte in der uroonkologischen Versorgung



Prof. Dr. med. Ahmed Magheli

Ärztlicher Direktor am Vivantes Klinikum Am Urban sowie Chefarzt der Klinik für Urologie am Vivantes Klinikum Am Urban, im Friedrichshain und Humboldt-Klinikum, Berlin

19

**S3- Leitlinie Konsultationsfassung Schilddrüsenkarzinom**

DRK KLINIKEN BERLIN DRK-Schwesternschaft Berlin e.V.

**Tabelle 17: Vor- und Nachstufe der Radikulärektomie**

	Kaduadtherapie	Kirre Radikulärektomie
Elimination von Ressortschwangerschaften	pT	Keine
Anspruch auf Tg Werte in der Tumorstadium	ja	Keine immobilitätsempfindlichkeit
Distanz zentraler Lymphknotenmetastasen	ja	ja
Distanz zentraler Femurmetastasen	ja	nein
Elimination von Tumorgewebe	ja	ja
Größe des Tumorsitzes	groß	klein
Stofflexposition	vorhanden	nicht vorhanden
Bereit zur radikalären Überleben (PTG)	Keine direkten Vergleichsstudien von Patienten mit versus ohne RIT zum Radikalären	
Bereit zum Gesamtüberleben (OS)	Retrospektive Studie zeigen keinen Unterschied bei einem Nachbeobachtungszeit von 10 Jahren oder mehr	

DRK Kliniken Berlin Köpenick

**S3- Leitlinie Konsultationsfassung Schilddrüsenkarzinom**

DRK KLINIKEN BERLIN DRK-Schwesternschaft Berlin e.V.

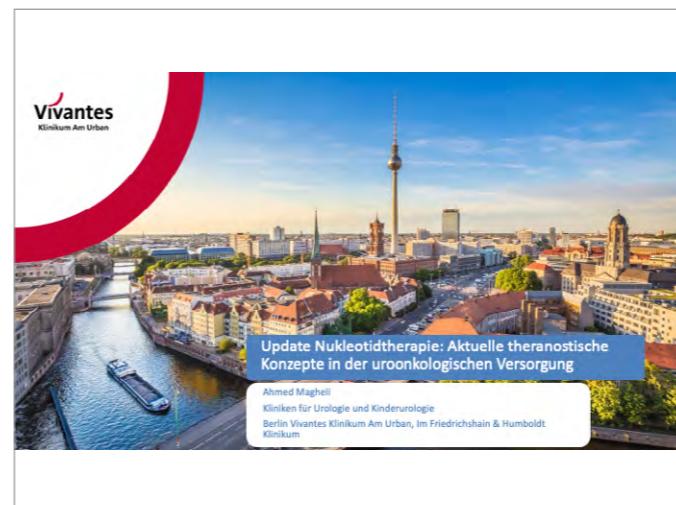
**5.8.2.4** Papilläres Schilddrüsenkarzinom in Stadien mit Nohem Rezidivrisiko bzw. in der metastasierten Situation, PTC pT4, M1  
Evidenzbasierte Empfehlung 2025  
Bemerkung: Beim PTC in der Kirke-Groves pT4 Index 1 und M1 soll nach der Thymidokinase eine Radikulärektomie erfolgen.

**5.8.2.5** Spezielle Histologien des PTC  
Evidenzbasierte Empfehlung 2025  
Bemerkung: Aggressive Subtypen des PTC (inkl. der großzellige, der Kolumnenzell- und der Hobnail-Varianten) sollten mit einer Radikulärktomie behandelt werden.

**2b** 2b-05

DRK Kliniken Berlin Köpenick

20



01

### Disclosures

- Vortragstätigkeiten und Honorare von
- Ipsen
- Janssen
- MSD
- Bayer
- Astra Zeneca
- Merck
- Intuitive

21

**Zentrum für Schilddrüsenchirurgie DRK Kliniken Köpenick**

<https://www.drk-kliniken-berlin.de/schilddruesenchirurgie-koepenick>

**DGAV**  
Kompetenzzentrum für Schilddrüsen- und Nebennierenchirurgie

DRK Kliniken Berlin Köpenick

03

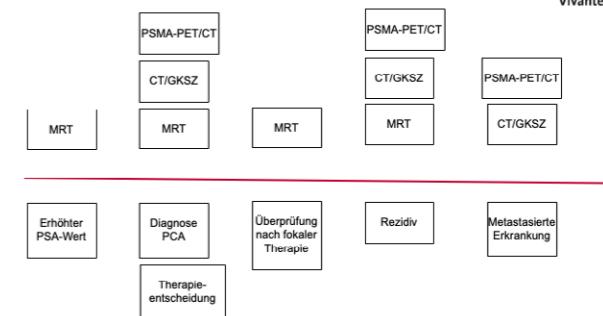
### Agenda

- PSMA-PET/CT wann nützlich, wann unabdingbar in der Urologie?
- Vergütung des PSMA-PET/CT im Rahmen der ASV
- Vision Trial
- PSMA-Fore Studie
- Kombinationstherapie von LU-PSMA mit Enzalutamid

15.05.25

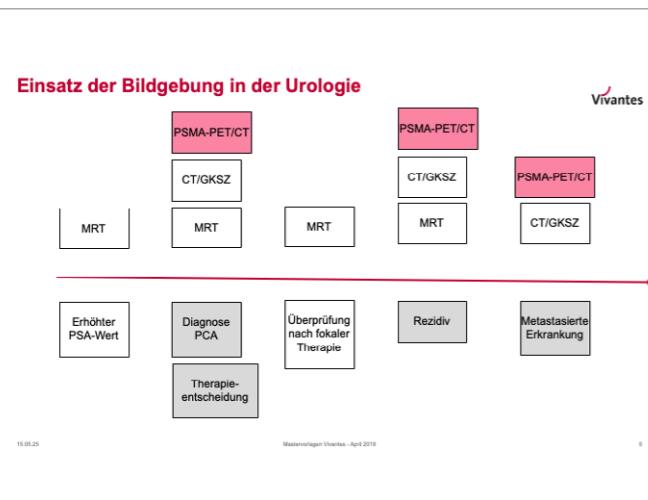
Meistervorlagen Vivantes - April 2019

### Einsatz der Bildgebung in der Urologie



Seite 59

05



**Therapieänderungen durch PSMA-PET/CT – Studienübersicht**

Studie / Quelle	Population / Setting	Therapieänderung	Bemerkung
JAMA Netw Open (2024)	Biochemisches Rezidiv	84 % positiv, viele Managementänderungen	M1-Erkrankung in >30 % identifiziert
Springer Japan (2024)	Rezidiv bei Prostatakrebs	64-68 % Therapieanpassung	Prospektive Studie
PMC (2024)	Verschiedene Stadien	64 % Managementänderung	Wechsel zwischen lokal/systemisch
PMC (2023)	Vergleich PSMA vs. konv. Bildgebung	27 % vs. 5 % Managementänderung	Randomisierte Studie
ESMO 2024	Biochemisches Rezidiv	53 % Managementänderung	68Ga-PSMA-11 Anwendung

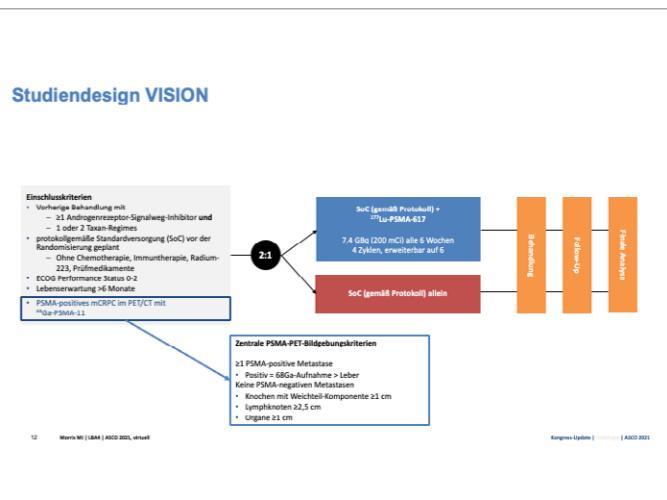
15.05.25  
Mastervorlagen Vivantes - April 2019

**Einschlusskriterien**

- Vorangegangene Behandlung mit
  - Mindestens 1 NHA
  - Mindestens 1 Taxan-Chemotherapie
- ECOG 0-2
- Lebenserwartung > 6 Monate
- PSMA-positives mCRPC
- Unfit für Chemo

**Drittlinientherapie!**

15.05.25  
Mastervorlagen Vivantes - April 2019

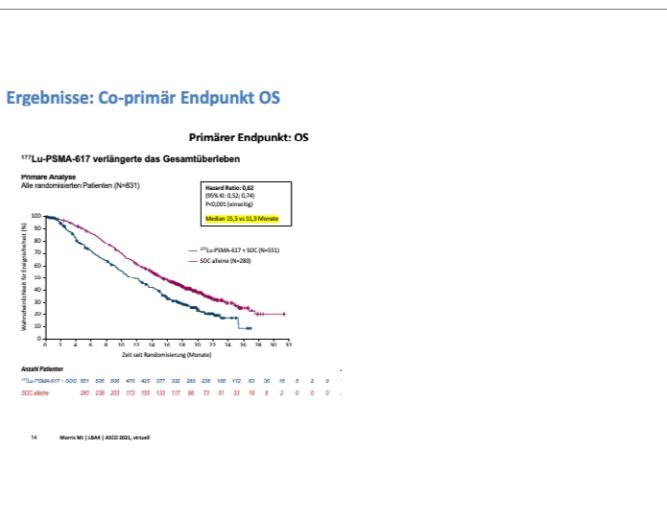
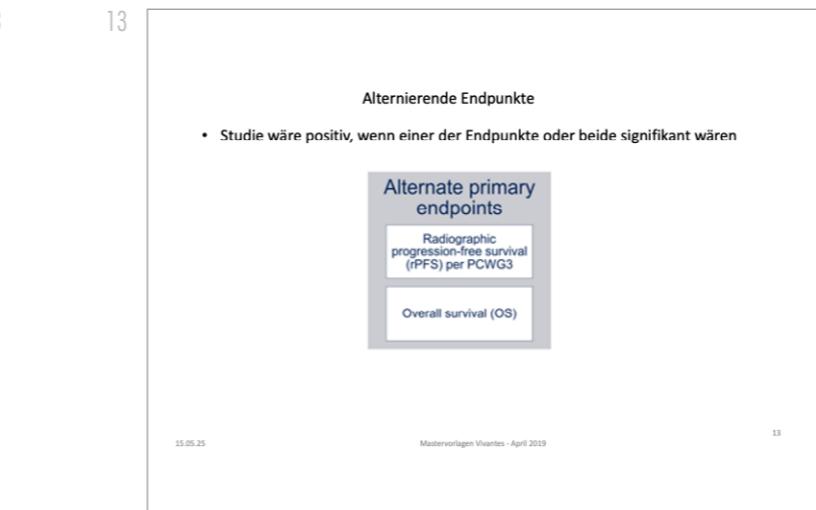
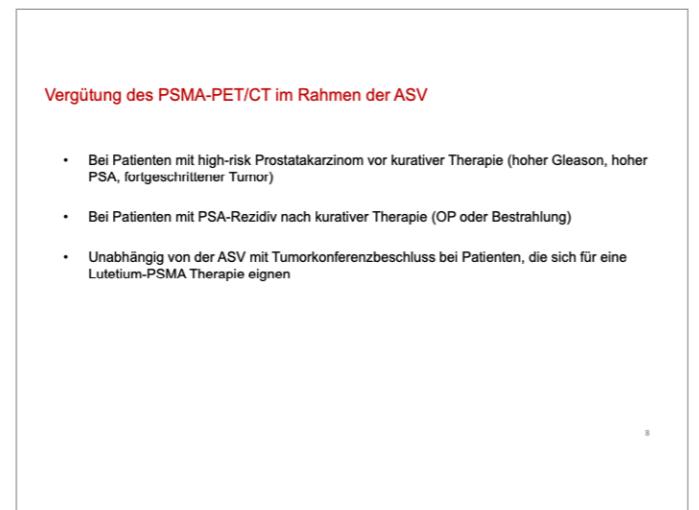


07

**Therapieänderungen durch PSMA-PET/CT – Studienübersicht**

Studie / Quelle	Population / Setting	Therapieänderung	Bemerkung
JAMA Netw Open (2024)	Biochemisches Rezidiv	84 % positiv, viele Managementänderungen	M1-Erkrankung in >30 % identifiziert
Springer Japan (2024)	Rezidiv bei Prostatakrebs	64-68 % Therapieanpassung	Prospektive Studie
PMC (2024)	Verschiedene Stadien	64 % Managementänderung	Wechsel zwischen lokal/systemisch
PMC (2023)	Vergleich PSMA vs. konv. Bildgebung	27 % vs. 5 % Managementänderung	Randomisierte Studie
ESMO 2024	Biochemisches Rezidiv	53 % Managementänderung	68Ga-PSMA-11 Anwendung

8  
15.05.25  
Mastervorlagen Vivantes - April 2019



17

## Nebenwirkungen nach Gruppen und Graden

TEAEs nach Gruppen	Alle Grade		Grad 3-5	
	<sup>177</sup> Lu-PSMA (n=520)	SoC allein (n=205)	<sup>177</sup> Lu-PSMA (n=520)	SoC allein (n=205)
Fatigue	260 (49,1)	60 (29,3)	37 (7,0)	5 (2,4)
Knochenmarks-suppression	251 (47,4)	39 (17,6)	104 (20,4)	14 (6,8)
Leukopenie	66 (12,5)	4 (2,0)	13 (2,5)	1 (0,5)
Lymphopenie	10 (1,9)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Anämie	168 (31,8)	27 (13,2)	68 (12,9)	10 (4,9)
Thrombozytopenie	91 (17,2)	9 (4,4)	42 (7,9)	2 (1,0)
Mundschleimhaut	208 (39,3)	2 (1,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Übelkeit und Erbrechen	208 (39,3)	35 (17,1)	8 (1,5)	1 (0,5)
Renale Effekte	46 (8,7)	12 (5,9)	18 (3,4)	6 (2,9)
Zweite primäre Malignitäten	11 (2,1)	2 (1,0)	4 (0,8)	1 (0,5)
Intrakranielle Blutungen	7 (1,3)	3 (1,5)	5 (0,9)	2 (1,0)

Keine unerwartete oder bedenkliche Ereignisse

17



## Fazit – Vision Studie

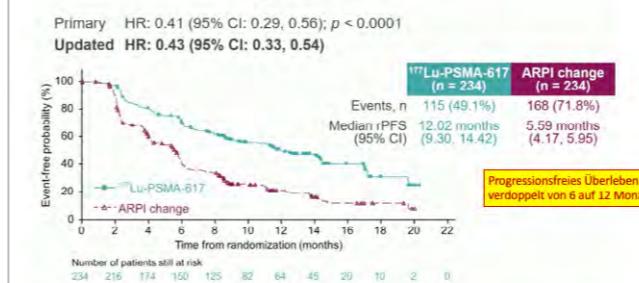
- Die Zugabe von <sup>177</sup>Lu-PSMA-617 zu Standardtherapien bei Patienten mit mCRPC nach Androgenrezeptor-Signalweg-Inhibition und Chemotherapie
  - verlängerte das Gesamtüberleben
  - verzögerte die radiologische Progression
- <sup>177</sup>Lu-PSMA-617 wurde gut vertragen
- Diese Ergebnisse sprechen für die Aufnahme von <sup>177</sup>Lu-PSMA-617 als neue Therapieoption bei mCRPC

18

Mastervorlagen Vivantes - April 2019

18

## Primärer Endpunkt rPFS

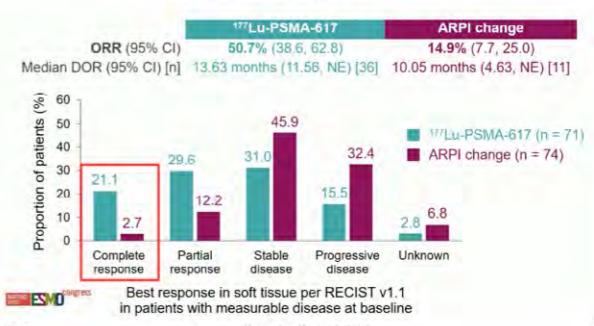


18

Mastervorlagen Vivantes - April 2019

23

## Radiographisches Ansprechen



23

24

19

## PSMA fore - Lu-PSMA vor Taxantherapie

ESMO congress 2023

Phase 3 trial of <sup>177</sup>Lu-Lu-PSMA-617 in taxane-naïve patients with metastatic castration-resistant prostate cancer (PSMAfore)



Presenter: Oliver Sartor,\* Mayo Clinic, Rochester, MN, USA  
 Co-authors: D Castellano, K Hermann, J de Bono, ND Shore, KN Chi, M Crosby, JM Pidate, A Flechon, XX Wei, H Mahammed, G Roubaud, H Studenova, S Ghebremariam, E Kpamegan, TN Kreis, N Delgoshale, K Lehnhoff, MJ Morris,\* K Fizazi,\* on behalf of the PSMAfore Investigators  
 \*Contributed equally

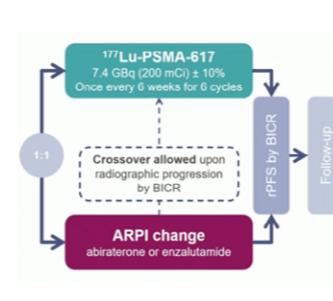
15.05.25

Mastervorlagen Vivantes - April 2019

19

## Studiendesign

- Einschlusskriterien
- mCRPC im Progress
  - ≥ 1 PSMA-positive Läsion und keine PSMA-neg. Läsionen
  - Progress zuvor unter ARPI
  - Taxan-naiv
  - Kandidat für zweiten ARPI
  - Kein Kandidat für PARPI
  - ECOG 0-1

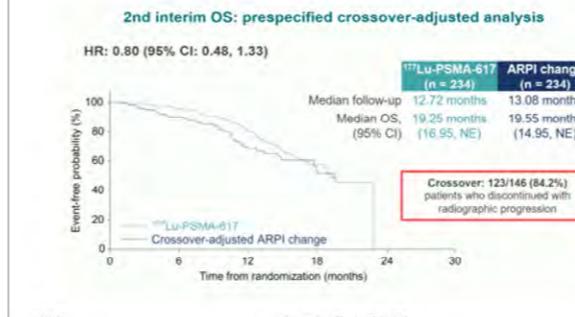


15.05.25

Mastervorlagen Vivantes - April 2019

20

## Gesamtüberleben – Cross-over korrigiert



20

Mastervorlagen Vivantes - April 2019

25

## Nebenwirkungen

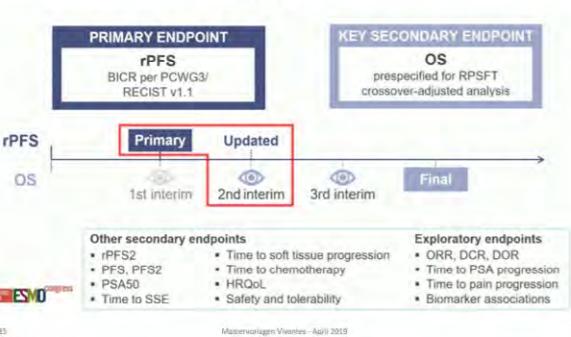
	<sup>177</sup> Lu-PSMA-617 (n = 227)	ARPI change (n = 232)
AEs, n (%)		
Any	223 (98.2)	223 (96.1)
Grade 3-4	77 (33.9)	100 (43.1)
Serious	46 (20.3)	65 (28.0)
Treatment-related	7 (3.1)	5 (2.2)
Fatal (grade 5)	4 (1.8)	5 (2.2)
Treatment-related	0	1 (0.4)
Leading to dose adjustment	8 (3.5)	35 (15.1)
Leading to discontinuation	13 (5.7)	12 (5.2)

25

26

21

## Endpunkte

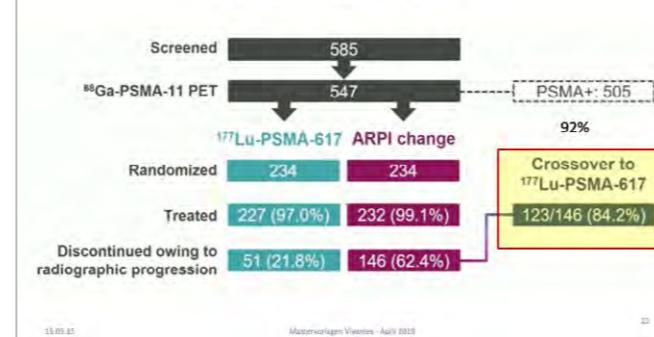


15.05.25

Mastervorlagen Vivantes - April 2019

21

## Aktueller Patientenstatus



15.05.25

Mastervorlagen Vivantes - April 2019

22

## Fazit

- Lu-PSMA verlängert das rPFS im Vergleich zu ARPI-Wechsel bei taxannaiven Patienten mit mCRPC
- Positive sekundäre Endpunkte
  - PSA-Ansprechen
  - Zeit bis zu Skelettevents
  - Zeit bis Verschlechterung der HRQoL
- OS-Daten zeigen einen Trend (korrigiert für Cross-over)
- Lu-PSMA hatte ein günstiges Nebenwirkungsprofil

22

Mastervorlagen Vivantes - April 2019

27

Overall survival and quality of life with <sup>177</sup>Lu-Lu-PSMA-617 plus enzalutamide in metastatic castration-resistant prostate cancer (ENZA-p): secondary outcomes from an open-label, multicentre, randomised, phase 2 trial

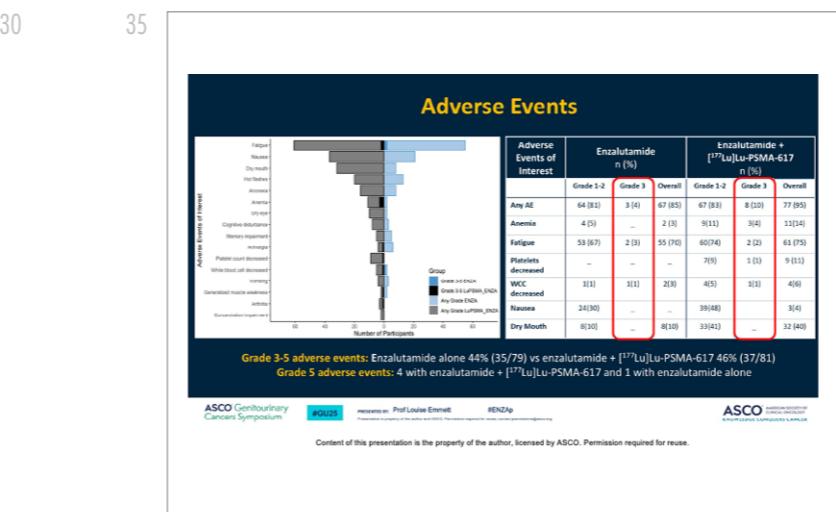
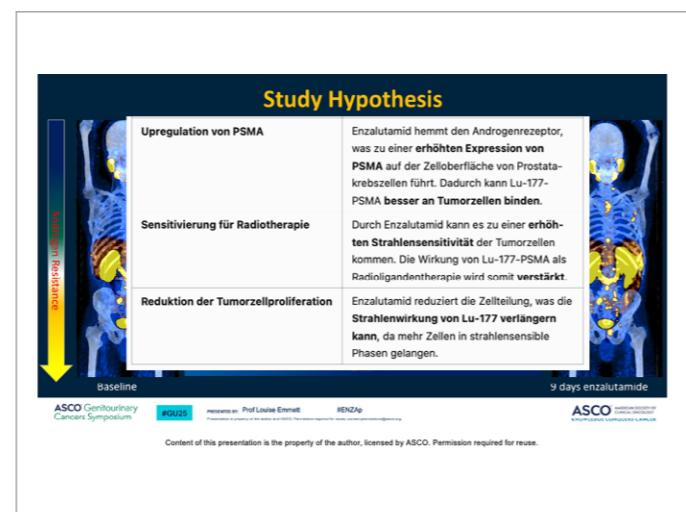
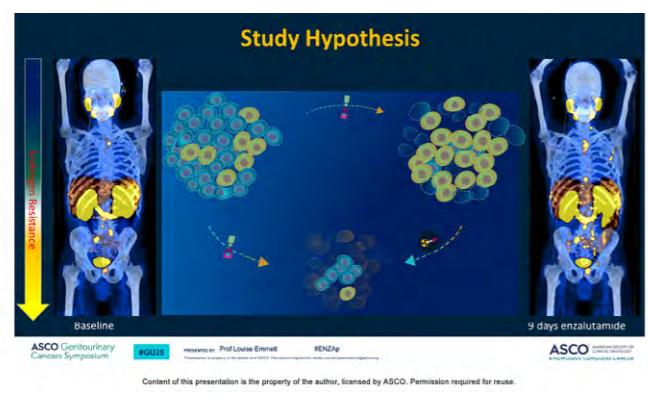
ENZA-P

Louise Emmett, Shalini Subramaniam, Megan Crumbaker, Andrew Nguyen, Anthony M. Joshua, Andrew J. Weickhardt, Sze-Ting Lee, Siobhan Ng, Roslyn J. Francis, Jeffrey C. Goh, David A. Pattison, Thean Hsiang Tan, Ian D. Kirkwood, Shahneen Sandhu, Alison Yan Zhang, Michael S. Hofman, Hayley Thomas, Andrew J. Martin, Ian D. Davis\* & Martin R. Stockler\*

NH MRC Clinical Trials Centre  
 ASCO Genitourinary Cancers Symposium #GU25  
 Content of this presentation is the property of the author, licensed by ASCO. Permission required for reuse.

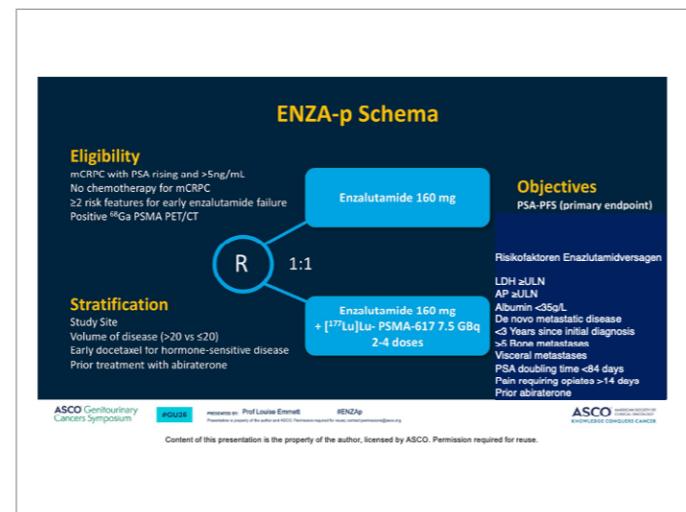
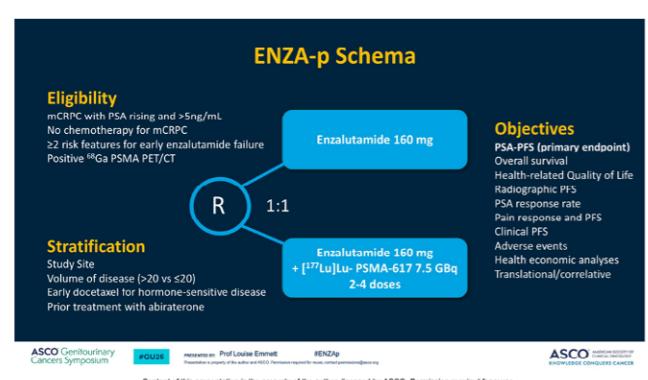
ANZUP Cancer Trials Group Limited  
 ASCO International Congress Series

29

**Fazit**

- Lu-PSMA und Enza in Kombination verbessert das OS signifikant bei Männern mit mCRPC
- 8 Monate Überlebensvorteil im Vergleich zur aktiven Kontrollgruppe
- Günstiges Nebenwirkungsspektrum
- Lebensqualität im Therapiearm verbessert (Daten nicht gezeigt)
  - Schmerz
  - Fatigue
  - Körperliche Funktionen
  - HRQoL

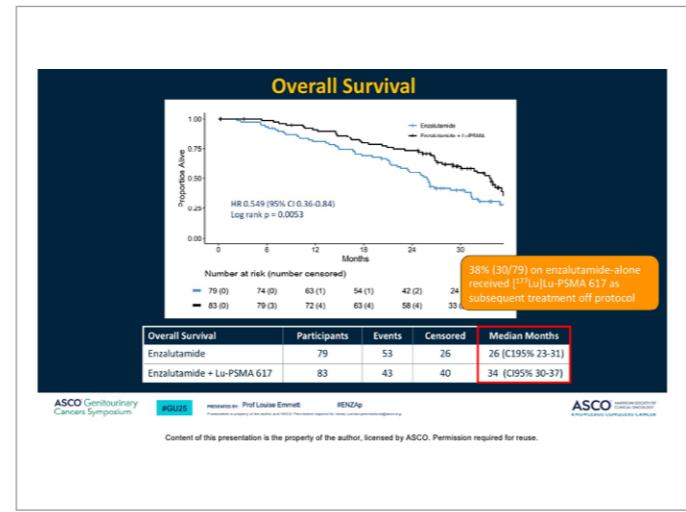
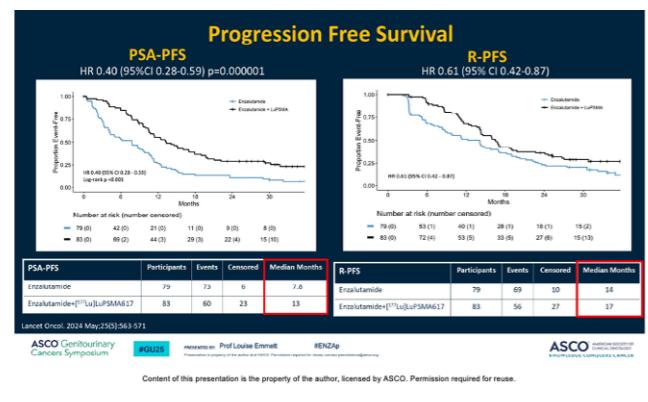
31



- 32**
- 37**
- Andere Kombinationen**
- LuCAB: Lu-PSMA (6 Zyklen) plus Cabazitaxel (12 Dosen 3-wöchentl.)
  - LuPARP: Lu-PSMA (6 Zyklen) plus Olaparib (Dosisfindung) → 300 mg 1-0-1 Tag 4-18 jedes 6-wöchigen Zyklus
  - PRINCE: Lu-PSMA (6 Zyklen) plus Pembrolizumab 200 mg 3-wöchentlich
  - EVOLUTION: Lu-PSMA (6 Zyklen) plus IPI (4 Dosen)-NIVO (8 Dosen) plus NIVO-Erhaltung (4-wöchentlich)
  - RALU: Radium-223 (6 Zyklen) gefolgt von Lu-PSMA (mind. 4 Zyklen)
  - ALPHABET: Lu-PSMA (6 Zyklen) plus Radium-223 (6 Zyklen)
  - Verschiedene Studien mit Actinimum

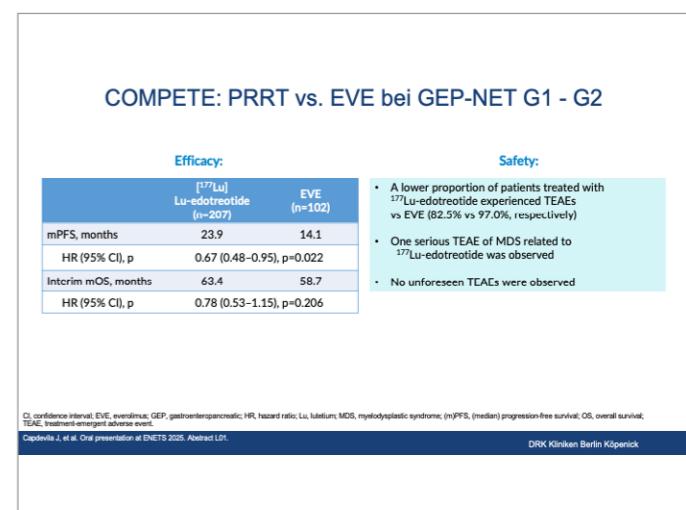
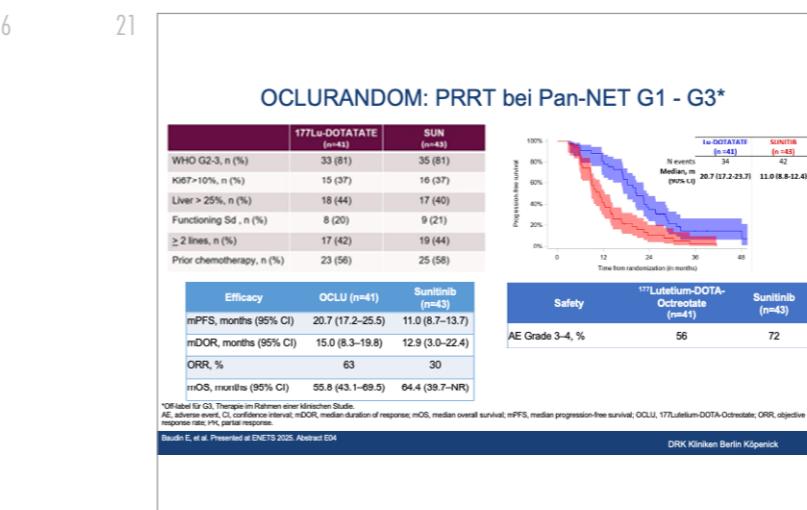
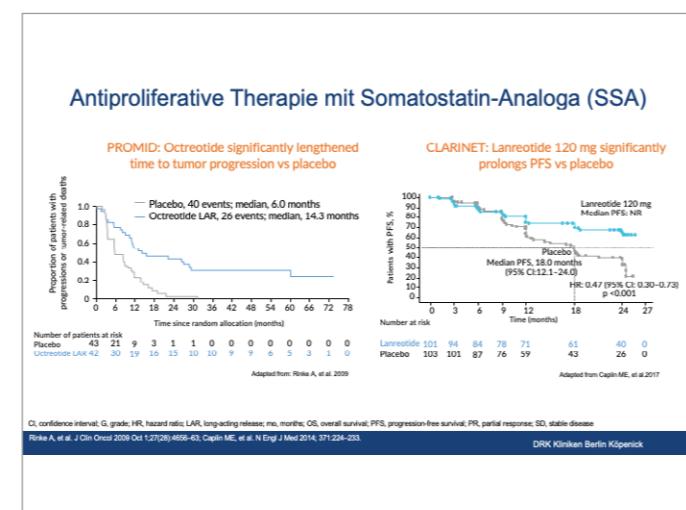
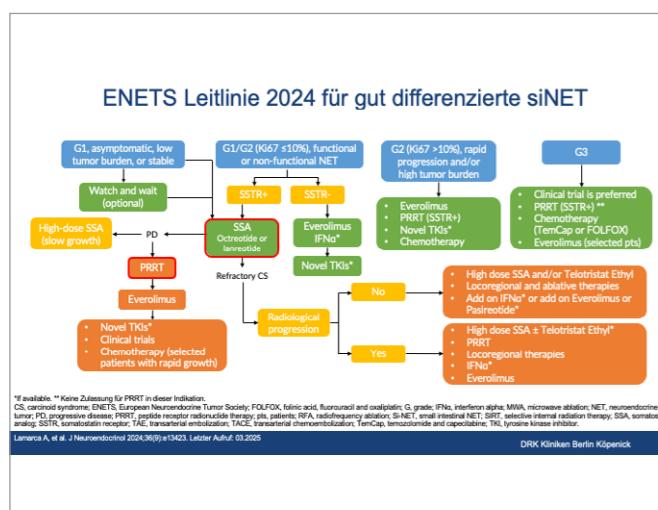
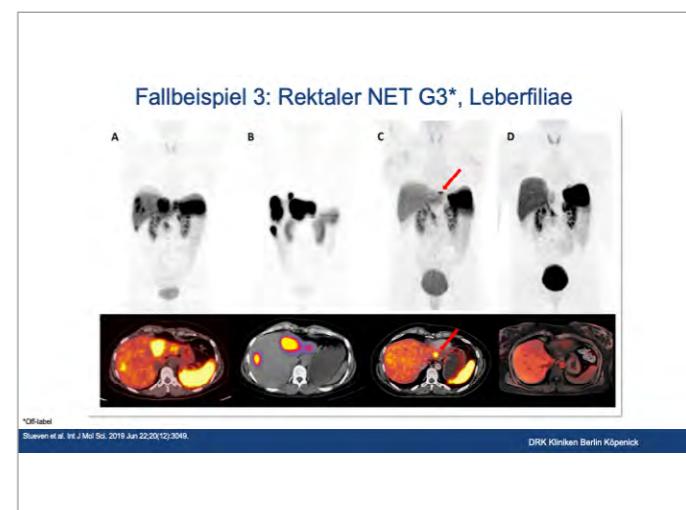
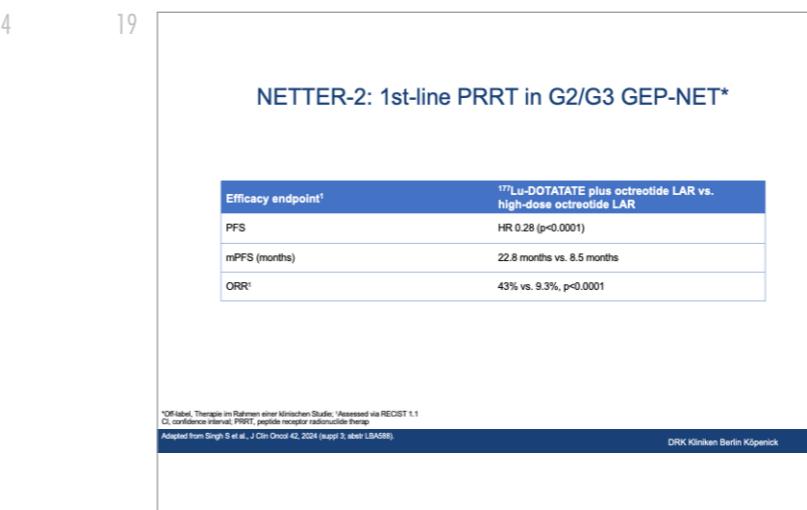
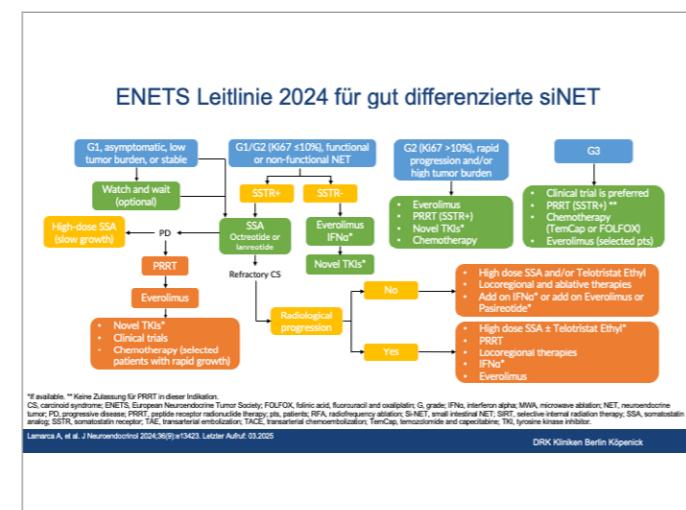
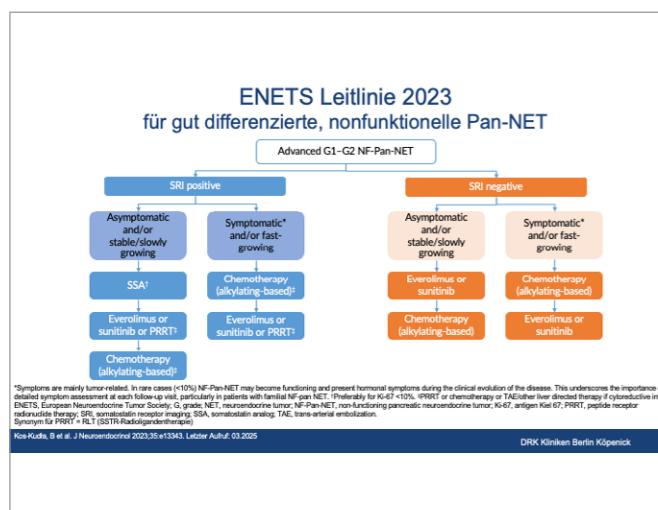
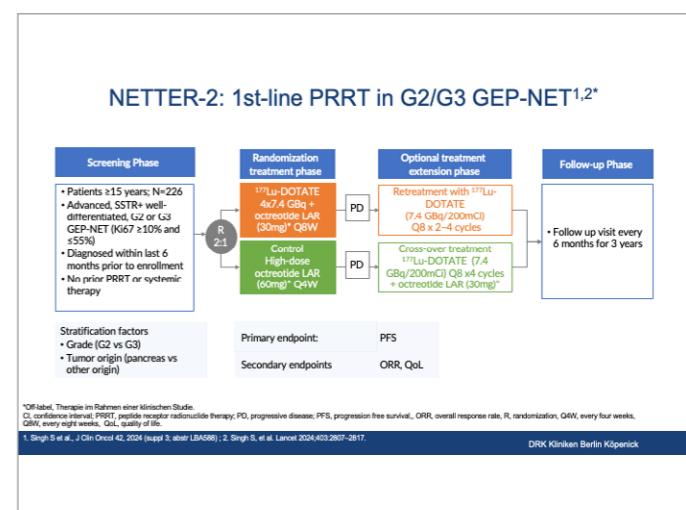
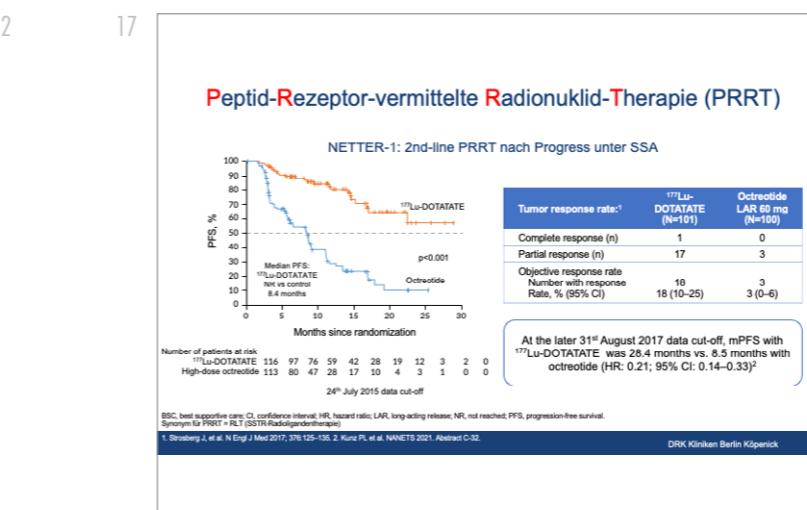
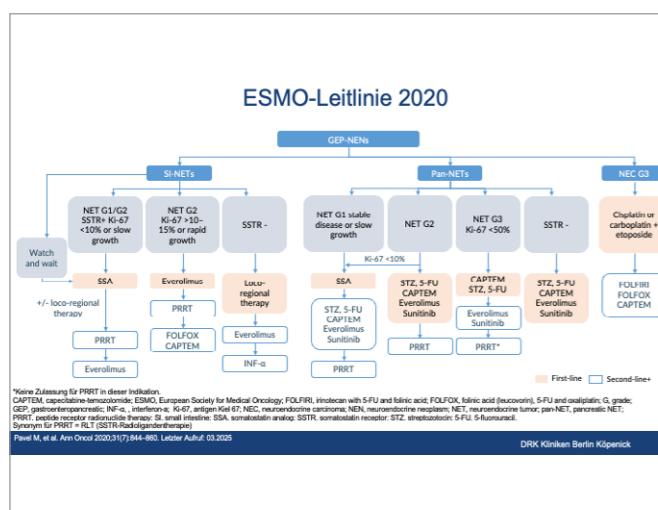


33



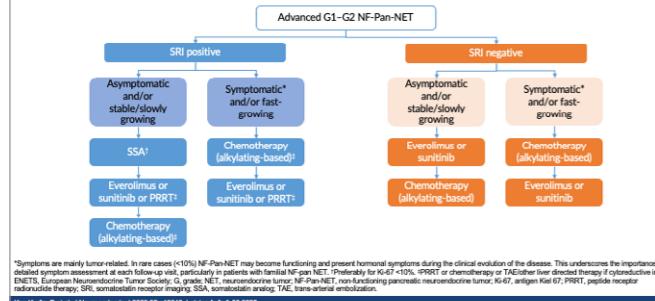
34





23

## ENETS Leitlinie 2023 für gut differenzierte Pan-NET



Kos-Kudla, B et al. J Neuroendocrinol 2023;35:e1343. Letzter Aufruf: 03.2025

DRK Kliniken Berlin Köpenick

24

## Von ambulant zu stationär: Zwei Jahre Theranostik-Station in Köpenick – Neustart auf der grünen Wiese

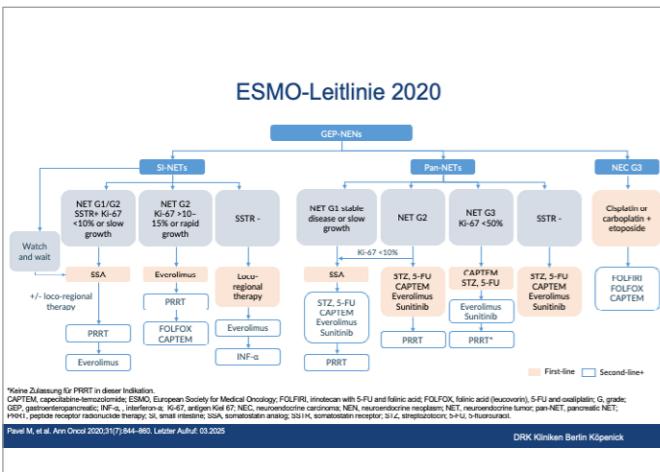


Prof. Dr. med. Wolfgang Mohnike

Ärztlicher Direktor des DTZ Berlin und Initiator der PET-Symposiumsreihe

25

## ESMO-Leitlinie 2020

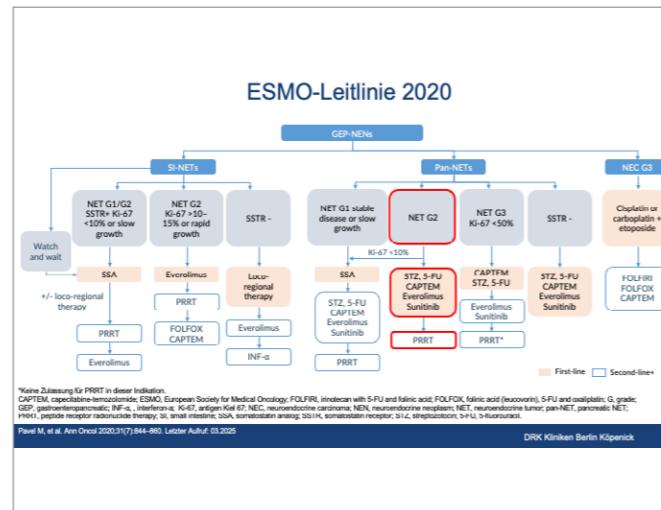


Pawel, M. et al. Ann Oncol 2020;31(7):844-860. Letzter Aufruf: 03.2025

DRK Kliniken Berlin Köpenick

26

## ESMO-Leitlinie 2020



Pawel, M. et al. Ann Oncol 2020;31(7):844-860. Letzter Aufruf: 03.2025

DRK Kliniken Berlin Köpenick

01

## Von ambulant zu stationär

## Zwei Jahre Theranostik-Station in Köpenick – Neustart auf der grünen Wiese

Wolfgang Mohnike

Berlin, 14.05.2025

22. Berliner PET/CT- &amp; Theranostik-Symposium

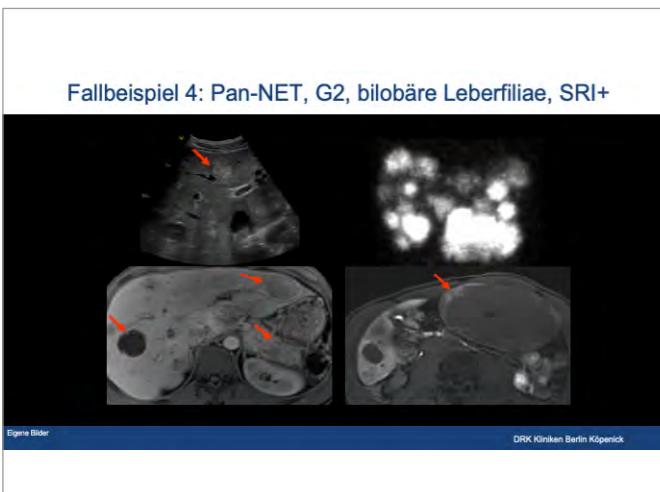


## 4 Säulen der Krebstherapie



02

## Fallbeispiel 4: Pan-NET, G2, bilobäre Leberfiliae, SRI+



## Fallbeispiel 4: 1st-line Therapie mit STZ/5FU



27

28

03

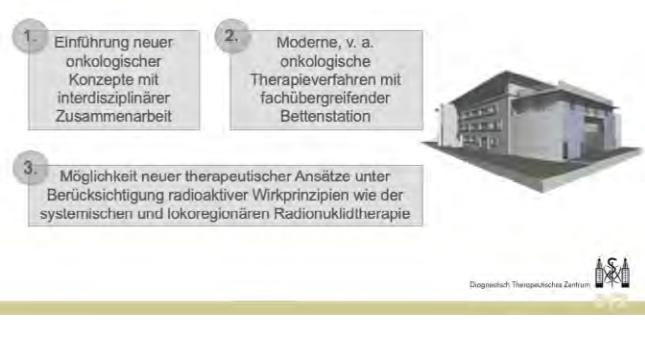
## Ausgangslage 2019

	Berlin	Treptow-Köpenick
Einwohner	3.500.000	257.000
Weitere Einwohner im Umland	900.000	300.000
Anzahl Krankenhäuser	52	2
Anzahl Betten	21.977	732 (davon 525 DRK Kliniken Köpenick)
– davon Nuklearmedizin	42	0
– davon Hämatologie/Oncologie	536	0
– davon Strahlentherapie	111	0

Senatsverwaltung für Gesundheit und Soziales (2019) Krankenhausplan 2019 des Landes Berlin, S. 106

Diagnostisch Therapeutisches Zentrum

## Konzept



05

### Konzept

### OZB Onkozentrum Berlin

06

### Möglichkeiten der Theranostik im OZB

2020 Eröffnung OZB Onkozentrum Berlin  
2021 Genehmigung DTZ Privatklinik für Radionuklidtherapie & Theranostik  
2023 Ausweisung von 5 nuklearmedizinischen Betten im Landesbettenplan, DRK Kliniken Berlin Köpenick

### Aktuelle Therapien im OZB

Vektor	Target	Indikation	Nuklid Diagnostik	Nuklid Therapie
Iodid	Schilddrüse	Schilddrüsenerkrankungen (autonome Adenome, Schilddrüsenerkrankungen, z. B. aufgrund M. Basedow)	<sup>131</sup> I-Iodid	<sup>131</sup> I-Iodid
PSMA-Inhibitor	PSMA	Prostatakarzinom	<sup>18</sup> F-PSMA-1007	<sup>177</sup> Lu-PSMA-I&T / -617 (Pluvicto®)
Octreotide	Somatostatin-Rezeptor	Neuroendokrine Tumoren	<sup>68</sup> Ge-DOTA-TOC	<sup>177</sup> Lu-DOTA-TATE

12

### Nuklearmedizinische Station am OZB

### Die Technik dahinter

08

### Aktuelle Therapien im OZB

Indikation	Therapie	Stationäre Aufnahmen 01.06.23–01.05.25
Gut- und bösartige Schilddrüsenerkrankungen	<sup>131</sup> I-Iodid	180
Prostatakarzinom	<sup>177</sup> Lu-PSMA-I&T / -617 (Pluvicto®), <sup>177</sup> Lu-DOTA-ZOL	98
Neuroendokrine Tumoren	<sup>177</sup> Lu-DOTA-TATE	2
	<b>GESAMT</b>	<b>287</b>

### Aktuelle Therapien im OZB

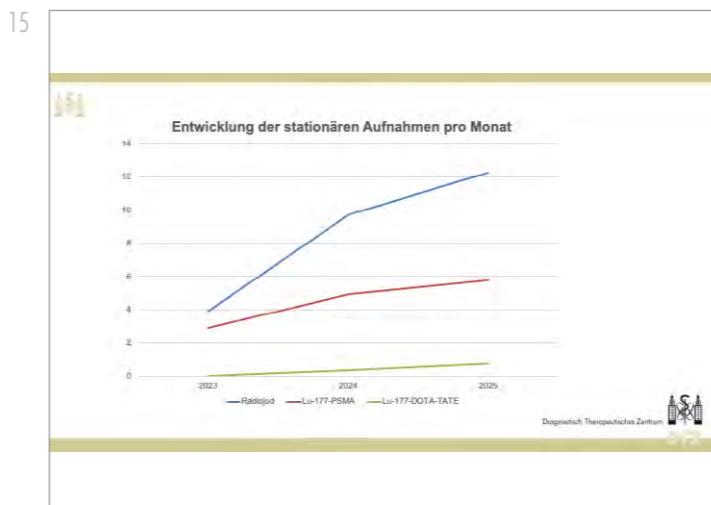
Indikation	Therapie	01.06./01.10.23–31.12.23	01.01.24–31.12.24	01.01.25–01.05.25
Gut- und bösartige Schilddrüsenerkrankungen	<sup>131</sup> I-Iodid	14	117	49
Prostatakarzinom	<sup>177</sup> Lu-PSMA-I&T / -617 (Pluvicto®), <sup>177</sup> Lu-DOTA-ZOL	16	59	23
Neuroendokrine Tumoren	<sup>177</sup> Lu-DOTA-TATE	0	2	0
	<b>GESAMT</b>	<b>30</b>	<b>182</b>	<b>75</b>
	6 Aufnahmen/Monat	15 Aufnahmen/Monat	19 Aufnahmen/Monat	

14

### Die Technik dahinter

### GMP-Radiochemie

10



### Aktuelle Entwicklungen am OZB

Vektor	Target	Indikation	Nuklid Diagnostik	Nuklid Therapie
PSMA-Inhibitor	PSMA	Prostatakarzinom	<sup>18</sup> F-PSMA-1007	<sup>225</sup> Ac-PSMA
Octreotide	Somatostatin-Rezeptor	Neuroendokrine Tumoren	<sup>68</sup> Ge-DOTA-TOC	<sup>225</sup> Ac-DOTA-TATE
Bisphosphonat	Knochenmetastasen	Prostatakarzinom, Mammakarzinom	<sup>68</sup> Ge-DOTA-ZOL	<sup>177</sup> Lu-DOTA-ZOL
FAP-Inhibitoren	CAF im Tumorstroma	Schilddrüsenerkrankungen (radioiod-negatives differenziert), Brustkrebs (triple-negativ), Sarkom, Glioblastom	<sup>68</sup> Ge-FAPI	<sup>177</sup> Lu-FAPI

16

## IMPRESSIONEN



## IMPRESSUM

Diese Broschüre ist eine Zusammenfassung des  
22. Berliner PET/CT- & Theranostik-Symposiums,  
14. Mai 2025.

### HERAUSGEBER:

PET e. V.  
Verein zur Förderung und Verbreitung der  
Positronen-Emissions-Tomographie e. V.

Vorsitzender: PD Dr. Konrad Mohnike

c/o DTZ Berlin  
Kadiner Str. 23  
10243 Berlin

[info@petev.de](mailto:info@petev.de)  
[www.petev.de](http://www.petev.de)

### VERANSTALTUNGSSORGANISATION:

Management, Redaktion,  
Fotografie, Layout und Satz:

alesco.concepts  
Atelierhaus Meinblau  
Christinenstraße 18–19  
10119 Berlin

[info@alesco-concepts.de](mailto:info@alesco-concepts.de)  
[www.alesco-concepts.de](http://www.alesco-concepts.de)

## Save the date

Unser 23. Berliner PET/CT- & Theranostik-Symposium wird am 3. Juni 2026 zum Thema „Alzheimer-Demenz“ wie gewohnt in der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften stattfinden. Es erwarten Sie wieder interessante Beiträge und angeregte Diskussionen. Wir würden uns freuen, Sie dort zu begrüßen.

Für die freundliche Unterstützung des  
22. Berliner PET/CT- & Theranostik-Symposiums danken wir:



Copyright 2025 PET e. V. | DTZ Berlin