

## **Innovative Nuklearmedizin als Einnahmequelle: Strategische Chancen und operationale Überlegungen für das Klinikmanagement**

### **Originalarbeit**

zur Veröffentlichung angenommen

**Zippel C, Kopka K, Giesel FL, Bohnet-Joschko S (2020): Innovative Nuklearmedizin als Einnahmequelle: Strategische Chancen und operationale Überlegungen für das Klinikmanagement. *das Krankenhaus*; 112 (7): 562-566**

Verfügbar unter <http://www.uni-wh.de/MIG>

Die finale Version dieses Beitrags wurde in *das Krankenhaus* veröffentlicht und ist nun unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.kohlhammer.de/wms/instances/KOB/appDE/Neuerscheinungen-E-Produkte/Innovative-Nuklearmedizin-als-Einnahmequelle>

### **Korrespondenzadresse**

Prof. Dr. Sabine Bohnet-Joschko

Lehrstuhl für Management und Innovation im Gesundheitswesen

Department für Management und Unternehmertum (MUT)

Fakultät für Wirtschaft und Gesellschaft

Universität Witten/Herdecke (UW/H)

Alfred-Herrhausen-Straße 50

58448 Witten, Deutschland

Tel.: +49 2302 / 926-592

E-Mail: [Sabine.Bohnet-Joschko@uni-wh.de](mailto:Sabine.Bohnet-Joschko@uni-wh.de)

Innovative Nuklearmedizin als Einnahmequelle:  
Strategische Chancen und operationale Überlegungen für das Klinikmanagement  
Claus Zippel, Klaus Kopka, Frederik L. Giesel und Sabine Bohnet-Joschko  
Fakultät für Wirtschaft und Gesellschaft  
Department für Management und Unternehmertum  
Universität Witten/Herdecke  
Juli 2020

## **ZUSAMMENFASSUNG**

In den letzten Jahren wurden mehrere Arzneimittelkandidaten für die nuklearmedizinische Diagnostik und Therapie entwickelt, die sich weltweit in der klinischen Versorgung etablieren. Experten gehen daher davon aus, dass die Nachfrage nach (und damit Abrechnung von) nuklearmedizinischen Leistungen künftig steigt, was zu einem deutlichen Wachstum der stationären Nuklearmedizin führen dürfte. Vor diesem Hintergrund betrachten wir im Folgenden, inwieweit es sich aus einrichtungsstrategischer Sicht grundlegend lohnen kann, diesen (noch relativ kleinen) Bereich in der Organisation verstärkt zu fokussieren, um sich mittelfristig als starker Anbieter nuklearmedizinischer Leistungen im Wettbewerb positionieren und Potenziale in diesem Wachstumsmarkt erschließen zu können.

### **Stichwörter**

Klinikstrategie; Wachstumsfeld; Nuklearmedizin; Hybridbildgebung; Theranostik

# **Innovative Nuklearmedizin als Einnahmequelle: Strategische Chancen und operationale Überlegungen für das Klinikmanagement**

## **INNOVATIVE RADIOPHARMAKA AUF DEM WEG IN DIE KLINIK**

Die Nuklearmedizin ist ein relativ kleines medizinisches Fachgebiet, das jedoch mehr und mehr an Bedeutung gewinnt. Ein Hauptgrund dafür ist, dass in den letzten Jahren eine ganze Reihe radioaktiver Wirkstoffe für die nuklearmedizinische Anwendung entwickelt wurde (Radiopharmaka), die sich zunehmend in der klinischen Versorgung etablieren [1-3]. Hierzu werden in erster Linie Radiotracer verwendet, die mit modernen Systemen der Hybridbildgebung (z.B. bei Kombination der Positronen-Emissions-Tomographie mit Computertomographie, PET/CT) zur Diagnostik sichtbar gemacht oder gar als Therapeutikum eingesetzt werden können. In der Folge kann in nuklearmedizinischen Kliniken und Praxen, die sich lange vor allem auf die Detektion und Therapie von Schilddrüsenerkrankungen fokussiert haben, ein wachsendes Spektrum an (insb. onkologischen) Krankheitsbildern diagnostiziert und behandelt werden.

Der durch die innovativen Radiopharmaka beförderte Fortschritt bei nuklearmedizinischen Diagnose- und Therapieoptionen spiegelt sich auch in der Krankenhausabrechnung wider: so sind nach Angabe des Statistischen Bundesamtes z.B. die Fallpauschalen für Radiopharmaka-basierte PET/CT-Diagnostik-Verfahren von 2010 bis 2018 von 18,2 auf 32,3 Tausend um 77 % gestiegen. Und die Anzahl abgerechneter DRGs für nuklearmedizinische Therapien mit offenen Radionukliden/Radiotracern hat sich im gleichen Zeitraum von 4,8 Tausend auf 8,3 Tausend um 74 % erhöht (siehe Abb. 1, [4]). Der rasche Anstieg der Fallpauschalen in diesem Bereich wird durch Zahlen zur Pharmaindustrie gestützt: nach Prognose des Marktforschungsunternehmens *The Insight Partners* könnte der Umsatz mit Radiopharmazeutika und Nuklearmedizin in der nächsten Dekade von weltweit 3,98 Mrd. US-Dollar in 2018 auf schätzungsweise 6,7 Mrd. US-Dollar in 2027 steigen [5]. Novartis, eines der weltweit größten Pharmaunternehmen, traut alleine dem Wirkstoff Lutetium-177 PSMA-617 gegen fortgeschrittenen Prostatakrebs perspektivisch einen Jahresumsatz von über einer Mrd. US Dollar zu [6].

## **THERANOSTIK ALS WACHSTUMSFELD**

Als großes Wachstumsfeld gilt dabei vor allem der Markt für nuklearmedizinisch-stationäre Therapien. Wurden viele Radiotracer zuerst vor allem zur diagnostischen PET-Bildgebung eingesetzt, z.B. zur Patientenselektion oder Therapie(verlaufs)kontrolle, besteht aus klinischer F&E-Sicht ein besonders großes Wachstumspotenzial bei Radiopharmaka, die neben der nuklearmedizinischen Diagnostik auch (teils leicht verändert) für die Therapie eines Krankheitsbildes genutzt werden können. Als erfolgreiche Vorreiter dieses sog. „Theranostik-Konzepts“ sind die peptidvermittelte Radiorezeptortherapie (PRRT) bei neuroendokrinen Tumoren [7] und die PSMA-Radioligandentherapie beim Prostatakrebs zu nennen [8]. Für Ersteres wurde in Europa 2017 mit Lutathera® ein Arzneimittel zur Behandlung gastroenteropankreatischer neuroendokriner Tumoren zugelassen [9]. Aus Finanzsicht wichtig: Beide Therapien sind aufgrund der vielversprechenden Anwendung mit zunehmender

Verbreitung bereits in den G-DRG-Katalog aufgenommen (vgl. zur Kodierung von Radionuklidtherapien [10]). Aus Klinikperspektive zeigt sich ein großes Potenzial vor allem bei der PSMA-Therapie, da Prostatakrebs die häufigste Krebsart beim Mann ist [11]. In Anbetracht weiterer vielversprechender (prä)klinischer Entwicklungen (wie etwa FAPI [12] oder CXCR4 [13]) rechnen Experten damit, dass sich das Theranostik-Konzept in den nächsten Jahren für eine ganze Reihe an (Tumor-)Erkrankungen etablieren könnte, besonders auch bei weiteren Entitäten mit hohen Patientenfallzahlen [14].

## **NUKLEARMEDIZIN ALS TEIL DES LEISTUNGSPORTFOLIOS**

Die aufgezeigte Entwicklung, vor allem bei der Theranostik, hat dazu geführt, dass die Nuklearmedizin zunehmend zu einer zentralen Stelle für die Detektion und systematische Behandlung von (vor allem onkologischen) Erkrankungen wird. Schon heute bestehen bei der Planung, Durchführung und Nachsorge von (Krebs-)Therapien enge Schnittstellen und Berührungspunkte zur Uro(onko)logie, Chirurgie, Medizinischen Onkologie und Strahlentherapie (siehe Abb. 2). Dies auch, da sich die neuen nuklearmedizinischen Verfahren auf chirurgische, strahlentherapeutische sowie andere systemische Therapien wie Chemo-, Hormon- und Immuntherapie auswirken bzw. hiermit abzustimmen sind oder kombiniert werden können.

Angesichts der zunehmenden Etablierung (und Abrechnung) der neuen nuklearmedizinischen (Therapie-)Verfahren sowie daraus resultierender Tätigkeitsfelder und Vernetzungsoptionen der Nuklearmedizin kann es sich für Gesundheitseinrichtungen aus unternehmensstrategischer Sicht lohnen, verstärkt in diesen Bereich der Hochleistungsmedizin zu investieren. Und dies aus gleich mehreren Gründen:

- Investieren Einrichtungen rechtzeitig in die Anwendung der neuen Verfahren, können sie die aktuell entstehenden Diagnostik- und Therapiemärkte frühzeitig bedienen. Weiterhin können dadurch bereits in der Einrichtung vorhandene Angebote (zum Beispiel der Krebstherapie) gezielt ergänzt und gestärkt sowie künftig wachsende Bereiche wie z.B. bei Kombinationstherapien frühzeitig fokussiert werden.
- Die neuen Verfahren der bildgebenden (Krebs-)Diagnostik und Therapie können das Anwendungsspektrum einer bereits bestehenden Nuklearmedizin erweitern. Durch steigende Patientenzahlen wird die bestehende Infrastruktur intensiver ausgelastet, was zu sinkenden Grenzkosten, etwa bei der radiopharmazeutischen Herstellung oder dem kostenintensiven Betrieb von Hybridbildungssystemen, führt.
- Schließlich wird durch die neuen Verfahren die gesamte Versorgung an den aktuellen Stand medizinischer Entwicklung angepasst, wodurch Leistungen, die in anderen Fachbereichen angesiedelt und abgerechnet werden, verbessert werden. So lässt sich etwa durch nuklearmedizinische Diagnostik das Patientenmanagement in der Strahlentherapie oder die Behandlung von Lymphknotenmetastasen in der Urologie gezielt verbessern.

Im Ergebnis können Einrichtungen durch rechtzeitige Investitionen in dieses Feld ihr medizinisches Leistungsspektrum ergänzen und intensivieren und neu entstehende (Theranostik-)Märkte frühzeitig bedienen. Die Ergebnisse einer von den Autoren jüngst veröffentlichten Registerdatenanalyse zeigen, dass die Radiotracer

„PSMA-11“ und „DCPyL“ (Diagnostik) sowie „PSMA-617“ (Therapie) aus klinischer Sicht vergleichsweise weit etabliert sind und damit als potenzielle Zulassungskandidaten gelten können [3]. Durch eine Ausweitung der angebotenen Leistungen in der (Querschnitts-)Disziplin „Nuklearmedizin“ wird die Einrichtung für die genannten Krankheitsbilder zum (über-)regionalen Ansprechpartner bei ambulanten Zuweisern aus Urologie, Innerer Medizin, Nuklearmedizin usw. Dies kann sich im Ergebnis positiv auf Patientenzahlen auswirken, wodurch Marktanteile gegenüber Mitbewerbern gehalten bzw. hinzugewonnen werden können. Schließlich kann dies auch dazu beitragen, die strategische Profilbildung der Einrichtung zu stärken, etwa als zertifiziertes onkologisches Spitzen- oder perspektivisch Theranostik-Zentrum.

## **ÜBERLEGUNGEN UND HANDLUNGSFELDER FÜR DAS MANAGEMENT**

Aus unternehmensstrategischer Sicht ist dagegen einschränkend darauf hinzuweisen, dass das Betätigungs- und Geschäftsfeld „Nuklearmedizin“ durch relativ hohe Ressourceneinsätze und (Markteintritts-)Barrieren gekennzeichnet ist.

### **Komplexe und kostenintensive Infrastruktur**

Ein wesentlicher Grund dafür ist, dass es zur Herstellung/Aufbereitung und Applikation radioaktiver Arzneimittel – neben den kostenintensiven Geräten zur molekularen (Hybrid-)Bildgebung – eine komplexe Infrastruktur mit hochspezialisierten Abläufen in der Einrichtung bedarf. Dies liegt daran, dass die in der Nuklearmedizin verwendeten Radiopharmaka unterschiedlichsten regulatorischen Anforderungen auf hohem Niveau aus Strahlenschutz- und Arzneimittelrecht entsprechen müssen, was spezifische Anforderungen in der Herstellung und Logistik sowie behördlich freizugebende (Sicherheits-)Anforderungen an die Betriebsstätte verlangt. Zentral sind hier u.a. die bauliche Konzeption und technische Ausstattung der (Rein-)Räume, die Auswahl und Anwendung der zur Radiotracerherstellung und -Qualitätskontrolle eingesetzten Geräte und die Anforderungen an das Qualitätsmanagement inkl. Dokumentation nach den geltenden Vorgaben zur „Guten Herstellungspraxis“ (GMP) [15]. Zum therapeutischen Einsatz radioaktiver Arzneimittel sind ferner nuklearmedizinische Stationen nötig, die weiteren Technik- und Strahlenschutz/Dosimetrie-Vorschriften inklusive Abklinganlage(n) genügen müssen. Hierfür können Einrichtungen teils auf Betten zurückgreifen, die oftmals bereits für die Planung und Durchführung der Endoradiotherapie mit Radioiod existieren. Die Autoren geben jedoch zu bedenken, dass es bei künftig verstärkt angebotener PSMA-Therapie, bei der ein Aufenthalt im Kontrollbereich nötig ist, angesichts hoher Fallzahlen beim Prostatakrebs und bundesweit aktuell nur ca. 800 nuklearmedizinische Betten [16] zu einem Engpass kommen könnte.

Für die Praxis bedeutet dies, dass bei der durch die Einrichtung zu treffenden Auswahl der anzubietenden nuklearmedizinischen Diagnostik- und Therapieverfahren – neben klinischen Vor- und Nachteilen – immer auch organisatorische Strukturen und Erwägungen einen wesentlichen Faktor spielen, die jeweils einrichtungsspezifisch zu kalkulieren sind. Als Beispiel sei hier etwa der Wirkstoff „PSMA-11“ zur PET-Diagnostik von Prostatakrebs herangezogen. Dieser kann mit dem Radionuklid „<sup>68</sup>Ga“ gekoppelt werden. Als weiteres Beispiel sei der mit dem Radionuklid „<sup>18</sup>F“ markierbare Wirkstoff „PSMA-1007“ ebenfalls zur PET-

Diagnostik des Prostatakarzinoms erwähnt. Die beiden Positronenstrahler „ $^{68}\text{Ga}$ “ und „ $^{18}\text{F}$ “ verfügen über unterschiedliche kernphysikalische Eigenschaften und werden in verschiedenen Verfahren hergestellt. Während „PSMA-11“ unter Verwendung eines (relativ günstigen)  $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ -Radionuklid-Generators mit „ $^{68}\text{Ga}$ “ radiomarkiert werden kann, bedarf es zur Herstellung von  $^{18}\text{F}$ -PSMA-Liganden einem relativ teuren Vorabinvestment in eine hochregulierte Zyklotron-Infrastruktur für die Radionuklidproduktion von „ $^{18}\text{F}$ “ mit GMP-gerechter Reinraumausrüstung mit sog. „Heissen Zellen“ („hotcells“) [17]. Bei vorhandenem Zyklotron lassen sich  $^{18}\text{F}$ -Liganden in deutlich größerer Menge durch weniger Herstellungszyklen mit dann sinkenden Grenzkosten herstellen. Hinzu kommt, dass  $^{18}\text{F}$ -PSMA-Liganden über eine längere Halbwertszeit als  $^{68}\text{Ga}$ -Liganden verfügen (110 vs. 68 Minuten), wodurch sie sich über weitere Distanzen für den PET-Scan (etwa auch an Klinikaußenstandorte) transportieren lassen („Satelliten-Konzept“). Im Ergebnis bedeutet dies, dass Einrichtungen mit weniger Patienten bzw. ohne Zyklotron-Produktionszugang aus Break-Even-Sicht eher  $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-Tracer inhouse herstellen, während sich (Theragnostik-)Zentren mit vielen Prostatakrebs-PET-Bildgebungen pro Tag und Zyklotron-basierter Radiopharmazie anstelle mehrerer parallel betriebener  $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ -Radionuklid-Generatoren aus Kostengründen eher für die Herstellung oder den externen Bezug von  $^{18}\text{F}$ -PSMA-Radioliganden entscheiden. Spannend ist in diesem Zusammenhang zu beobachten, dass es zunehmend regionale Vertriebsnetzwerke (auch auf universitärer Ebene) mit dem Ziel gibt, teure Geräteinfrastrukturen zwischen mehreren Zentren gemeinsam und damit kostenteilend zu nutzen.

### **Angespannter Arbeitsmarkt**

Darüber hinaus gilt es bei strategischen Investitionen in den zunehmend wachsenden Markt der Nuklearmedizin zu berücksichtigen, dass es zur Durchführung der neuen Diagnostik- und Therapieleistungen rechtzeitig ausreichend Personal bedarf. Im Bereich der Nuklearmedizin stellt dies eine besondere Herausforderung dar, da es hier spezialisiertes Personal aus gleich mehreren Berufsgruppen für das Leistungsangebot einzustellen und zu halten gilt:

- **Ärztlicher Dienst:** ärztliche Tätigkeiten in der Nuklearmedizin werden durch approbierte (Fach-)Ärzte für Nuklearmedizin ausgeführt. Nach der Ärztestatistik der Bundesärztekammer sind in Deutschland aktuell 1.190 Ärzte in der Nuklearmedizin tätig, davon rund 2/3 in ambulanter und rund 1/3 in stationärer Versorgung [18]. Die Nuklearmedizin ist damit nach Ärztezahlen eines der kleinsten klinischen Fachgebiete.
- **Medizinisch-technologische Radiologie-Assistenz (MTRA):** die Vorbereitung, Durchführung und Überwachung der Patientenbehandlung mit (hybridbildgestützter) Bilderzeugung wie auch die Patientenverwaltung und Datenverarbeitung wird in der Nuklearmedizin von MTRAs übernommen. Dies ist ein spezialisierter Ausbildungsberuf, der u.a. die Fachkunde Strahlenschutz beinhaltet. Nach Befragungsdaten des Deutschen Krankenhausinstituts aus 2016 haben Kliniken in allen „Strahlenfächern“ Probleme, offene MTRA-Stellen zu besetzen [19]. Besonders betroffen davon sind die Maximalversorger, die in (Universitäts-)Stätten mit hohen Lebenshaltungskosten lokalisiert sind.
- **Herstellung:** zur (de-)zentralen Herstellung, Qualitätskontrolle, Freigabe und Transport der Radiopharmaka bedarf es speziell geschulter Teams in der (Radio-)Chemie resp. (Radio)Pharmazie. Neben Kenntnissen in der modernen radiopharmazeutischen Analytik und GMP-Produktion ist hier die Qualifikation als sog. „Leiter der Herstellung“ und „Leiter der Qualitätskontrolle“ sowie als „Sachkundige Person“ für radioaktive

Die finale Version dieses Beitrags wurde in das Krankenhaus veröffentlicht und ist nun unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.kohlhammer.de/wms/instances/KOB/appDE/Neuerscheinungen-E-Produkte/Innovative-Nuklearmedizin-als-Einnahmequelle>

Arzneimittel nach §§ 14, 15 AMG besonders wichtig [20,21]. Für den Betrieb eines Zyklotrons bedarf es weiteren Spezialpersonals.

Angesichts der angespannten Situation auf dem für nuklearmedizinisches Personal relevanten Arbeitskräftemarkt haben Einrichtungen, die in diesem Zukunftsbereich wachsen wollen, hier möglichst frühzeitig aktives Personalmanagement zu betreiben. Passives Warten auf Bewerbungen reicht nicht aus. Für den ärztlichen Dienst sind hier einerseits Kriterien wie Vereinbarkeit von Privat- und Berufsleben, gutes Betriebsklima oder geregelter Überstundenausgleich zu nennen, die allgemein als wesentlich für die Bewerbungsentscheidung des Ärztenachwuchses gelten. Andererseits erscheinen hausintern-fachspezifische Ausbildungsangebote und -strukturen zur Förderung von Weiterbildungsassistenten (einschließlich der Doppelfachartzkandidaten in Radiologie und Nuklearmedizin) wie anteilige Forschungsfreistellung („Clinician Scientist“) oder Spezialisierungsangebote sinnvoll, z.B. im Bereich der Hybridbildgebung [22]. Zur Gewinnung des technischen Fachpersonals hat sich die regionale Kooperation mit einer MTRA-Schule oder – angesichts zunehmender Akademisierung in diesem Bereich – einer Hochschule für Gesundheitsberufe bewährt.

## **STAND UND PERSPEKTIVEN**

Die Nuklearmedizin ist angesichts fortschreitender Entwicklungen bei PET-Tracern und in der Endoradiotherapie ein Wachstumsmarkt im Gesundheitswesen. Mit Blick auf den Wettbewerb im Krankenhaussektor können sich Einrichtungen hier aus unternehmensstrategischer Entwicklungssicht breiter aufstellen und von Mitbewerbern differenzieren. Einrichtungen, die hier rechtzeitig Kompetenzen und Infrastrukturen aufbauen, können in diesem Bereich leistungsfähiger und künftig präferierter Ansprechpartner für Zuweiser und Patienten sein. Die aufgezeigten Handlungsfelder können dem Management als Orientierungsrahmen und Ansatzpunkte dienen, diesen Bereich aus organisationaler Sicht zu stärken.

Mit Blick auf die aktuelle Situation im Krankenhaussektor zeigt sich, dass die neuen Entwicklungen in der Nuklearmedizin bislang fast ausschließlich in der stationären Versorgung, und hier insbesondere in den großen (Universitäts-)Kliniken, stattfinden. Demzufolge hätten vor allem die Universitätskliniken und nicht-universitäre Maximalversorger (hier u.a. „MVZs“) gute Voraussetzungen zur Erschließung und Bearbeitung des aufgezeigten Wachstumsmarkts. Ein wesentlicher Grund dafür liegt vor allem darin, dass diese Einrichtungen angesichts ihres Versorgungs- und Forschungsauftrags i. d. R. bereits über ein hohes Maß an nuklearmedizinisch-technischen Spitzengeräten, Therapiebetten und regulatorischem Herstellungs-Know-how verfügen. Hinzu kommt, dass diese Kliniken aufgrund ihrer Größe und des breiten Versorgungsspektrums viele Patienten mit verschiedenen (onkologischen) Krankheitsbildern sehen und damit über Zugang zu einer großen Anzahl an nuklearmedizinisch zu behandelnden Patienten verfügen. Aus strategischer Sicht könnten diese Einrichtungen hier ihre „Stärken stärken“. Parallel dazu existieren bundesweit bereits einige wenige auf nuklearmedizinische Diagnostik und Therapien spezialisierte Zentren, die nuklearmedizinische Expertise auf engem Raum bündeln und ebenfalls von dem aufgezeigten Wachstumfeld profitieren können.

## REFERENZEN

1. Kopka K, Benesova M, Barinka C, Haberkorn U, Babich J. Glu-Ureido-Based Inhibitors of Prostate-Specific Membrane Antigen: Lessons Learned During the Development of a Novel Class of Low-Molecular-Weight Theranostic Radiotracers. *J Nucl Med* 2017;58:17s-26s
2. Virgolini I, Decristoforo C, Haug A, Fanti S, Uprimny C. Current status of theranostics in prostate cancer. *EJNMMI* 2018;45:471-495
3. Zippel C, Ronski SC, Bohnet-Joschko S, Giesel FL, Kopka K. Current Status of PSMA-Radiotracers for Prostate Cancer: Data Analysis of Prospective Trials Listed on ClinicalTrials.gov. *Pharmaceuticals (Basel, Switzerland)* 2020;13
4. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Fallpauschalenbezogene Krankenhausstatistik (DRG-Statistik), Operationen und Prozeduren der vollstationären Patientinnen und Patienten in Krankenhäusern, Statistisches Bundesamt. Statistisches Bundesamt; 2018
5. The Insight Partners. Weltweiter Umsatz mit Radiopharmazeutika und Nuklearmedizin in den Jahren 2017 bis 2027 (in Millionen US-Dollar), im Internet: [theinsightpartners.com](https://www.insightpartners.com) (Zugang über STATISTA).
6. Bloomberg. im Internet: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-10-18/novartis-to-buy-u-s-cancer-drugmaker-endocyte-for-2-1-billion>, abgerufen am: 01.02.2020
7. Strosberg J, El-Haddad G, Wolin E, et al. Phase 3 Trial of <sup>177</sup>Lu-Dotatate for Midgut Neuroendocrine Tumors. *New England Journal of Medicine* 2017;376:125-135
8. Hofman MS, Violet J, Hicks RJ, et al. [(<sup>177</sup>Lu)-PSMA-617 radionuclide treatment in patients with metastatic castration-resistant prostate cancer (LuPSMA trial): a single-centre, single-arm, phase 2 study. *The Lancet Oncology* 2018;19:825-833
9. Hennrich U, Kopka K. Lutathera((R)): The First FDA- and EMA-Approved Radiopharmaceutical for Peptide Receptor Radionuclide Therapy. *Pharmaceuticals (Basel, Switzerland)* 2019;12
10. Wenning C. Kodierempfehlungen und Informationen zu stationär durchgeführten Radionuklidtherapien im G-DRG-System 2019. Ausschuss Leistungserfassung und Vergütung der DGN 2019
11. RKI. Bericht zum Krebsgeschehen in Deutschland 2016. Berlin; 2016
12. Kratochwil C, Flechsig P, Lindner T, et al. (<sup>68</sup>Ga)-FAPI PET/CT: Tracer Uptake in 28 Different Kinds of Cancer. *J Nucl Med* 2019;60:801-805
13. Herhaus P, Lipkova J, Lammer F, et al. CXCR4-targeted positron emission tomography imaging of central nervous system B-cell lymphoma. *J Nucl Med* 2020
14. Weber W. Neue Entwicklungen auf dem Gebiet der Theranostik. *Nuklearmediziner* 2019;42:68-75.
15. Kienzle GJ, Reischl G. Herstellung von PET-Radiopharmaka in der Klinik – Aktuelle Rahmenbedingungen und Qualitätssicherung. *Nuklearmediziner* 2018;41:317-325
16. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Betten in Krankenhäusern (Anzahl und je 100.000 Einwohner). Fachrichtung: Nuklearmedizin. Statistisches Bundesamt; 2017

Die finale Version dieses Beitrags wurde in das Krankenhaus veröffentlicht und ist nun unter dem folgenden Link verfügbar:

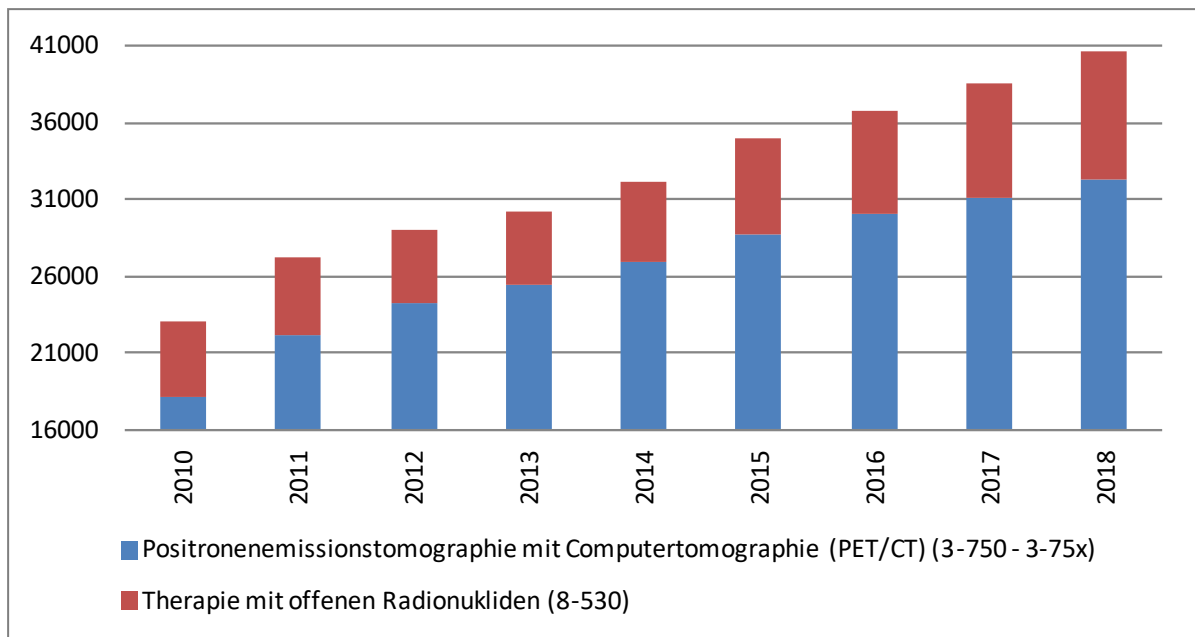
<https://www.kohlhammer.de/wms/instances/KOB/appDE/Neuerscheinungen-E-Produkte/Innovative-Nuklearmedizin-als-Einnahmequelle>



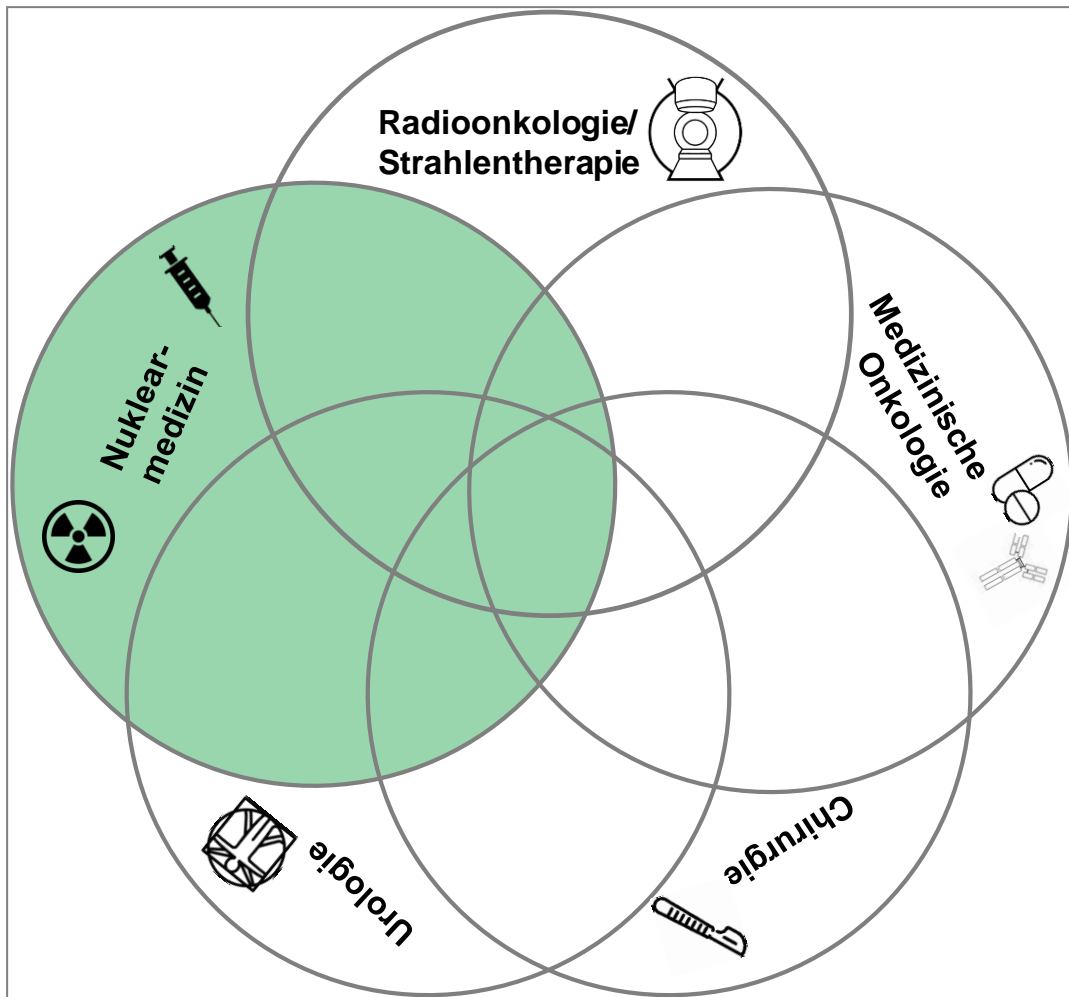
17. Kesch C, Kratochwil C, Mier W, Kopka K, Giesel FL. (68)Ga or (18)F for Prostate Cancer Imaging? J Nucl Med 2017;58:687-688
18. Bundesärztekammer. Ärztestatistik zum 31. Dezember 2018. Berlin; 2018
19. Deutsches Krankenhausinstitut e.V. Krankenhaus-Barometer: Umfrage 2016. Düsseldorf; 2016
20. Zippel C, Neels OC, Hennrich U, Giesel FL, Kopka K. Initiierung klinischer Multicenter-Studien mit lokaler Radiotracer-Herstellung. Nuklearmedizin 2019;58:77-85
21. Zippel C, Giesel FL, Kopka K. Interprofessionelle Kooperation in klinischen Studien. Klinikarzt 2020;49:39-46
22. Herrmann K, Freudenberg LS. Zukunftsworkshop 1.0 – Aufbruch in die Zukunft oder ein Strohfeuer? Nuklearmedizin 2019;58:297-300

Die finale Version dieses Beitrags wurde in das Krankenhaus veröffentlicht und ist nun unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.kohlhammer.de/wms/instances/KOB/appDE/Neuerscheinungen-E-Produkte/Innovative-Nuklearmedizin-als-Einnahmequelle>



**Abb. 1:** Absolute Häufigkeiten der DRG-Fallpauschalen für PET/CT-Scans und nuklearmedizinische Therapien mit offenen Radionukliden bei vollstationären Patienten/innen in deutschen Kliniken nach Hauptprozeduren pro Jahr, 2010 – 2018 (eigene Darstellung auf Basis von Daten des Statistischen Bundesamtes [4]). Unberücksichtigt sind hier bereits etablierte nuklearmedizinisch-stationäre Leistungen wie etwa Radioiodtherapie (8-531) oder Ganzkörper-Szintigraphie mit Radioiod (3-70c).



**Abb. 2:** Schematische Darstellung der zunehmenden Vernetzung der (Querschnitts-)Disziplin Nuklearmedizin mit weiteren Fachgebieten bei der Vor-/Verlaufdiagnostik sowie systemischen (Kombinations-)Therapie von (onkologischen) Erkrankungen.

Die finale Version dieses Beitrags wurde in das Krankenhaus veröffentlicht und ist nun unter dem folgenden Link verfügbar:

<https://www.kohlhammer.de/wms/instances/KOB/appDE/Neuerscheinungen-E-Produkte/Innovative-Nuklearmedizin-als-Einnahmequelle>