



# Screening und Frühdiagnostik: Fokus Lungenkarzinom

## Einleitung

Das Lungenkarzinom zählt mit 52.717 Neuerkrankungen und 43.944 Sterbefällen im Jahr 2011 in Deutschland nach Angaben des Robert-Koch-Instituts zu den malignen Erkrankungen, die bei Männern am häufigsten, bei Frauen am dritthäufigsten zum Tod führten. Der aktive, aber auch der passive Konsum von Tabak ist der primäre Risikofaktor, wohingegen andere karzinogene Substanzen wie Asbest, Nickelstaub, Quarzstaub und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, die vor allem im Rahmen einer beruflichen Exposition von Bedeutung sind, sowie Luftschadstoffe und andere Umweltbelastungen eine untergeordnete Rolle spielen [11]. Das Risiko an Lungenkrebs zu erkranken korreliert mit Dauer und Menge des Tabakabusus, welcher üblicherweise in Packungsjahren (*pack year*) gemessen wird. Weitere ebenfalls als nachrangig zu wertende Risikofaktoren sind die Radonexposition in Wohnräumen, eine bekannte COPD und eine positive Familienanamnese für Lungen-, Kopf- und Hals-Malignome.

Wie bei allen malignen Neoplasien wird die Prognose mit Hinblick auf das Überleben maßgeblich vom Stadium der Erkrankung bei Erstdiagnose bestimmt. Da Patienten in frühen Stadien eines Lungenkarzinoms häufig beschwerdefrei sind, erfolgt die Detektion meist in höheren Stadien oder als Zufallsbefund. Dies führt zu einer relativen 5-Jahres-Überlebensrate von lediglich 16 % bei Männern und 21 % bei Frauen. In etwa 80 % der Fälle zeigt die histopathologische Aufarbeitung ein nichtkleinzelliges Lungenkarzinom (*non-small cell lung*

*cancer*, NSCLC). Eine Screening-Studie in den USA an über 30.000 Personen zeigte eine 10-Jahres-Überlebensrate von 88 % für Patienten, bei denen das Lungenkarzinom im Stadium I diagnostiziert wurde [6]. Somit wird deutlich, dass der Früherkennung eine große medizinische Bedeutung zukommt.

## Radiologische Diagnostik

### Der aktuelle wissenschaftliche Stand zum Lungenkarzinom-Screening

Der National Lung Screening Trial (NLST) ist die erste randomisierte, kontrollierte Lungenkrebs Screening-Studie für aktuelle und ehemalige Raucher (> 30 *packyears*) im Alter zwischen 55 und 74 Jahren, welcher eine bedeutende Verringerung der Lungenkrebs-spezifischen Mortalität zeigt [1]. In der Studie erhielten 26.722 Teilnehmer für drei Jahre eine jährliche Niedrigdosis („*low dose*“) Computertomographieuntersuchung (LDCT). Die Kontrollgruppe von 26.732 Teilnehmern erhielt für drei Jahre ein jährliches Röntgenthorax-Screening. Nach einem Beobachtungszeitraum von etwa 6,5 Jahren war das Risiko an Lungenkrebs zu sterben bei den Teilnehmern im Arm des LDCT-Screening um 20 % geringer als bei Teilnehmern der Kontrollgruppe. Im LDCT-Screening Arm starben 356 Teilnehmer an Lungenkrebs, während die Zahl in der Kontrollgruppe bei 443 lag [1]. Diese Ergebnisse legen nahe, dass LDCT-Screening mehr Lungenkrebsfälle entdeckt, wobei die meisten (> 50 %) von ihnen in einem frühen Stadium (Stadium IA: der Pri-

märtumor ist kleiner als 2 cm) sind. Die Ergebnisse dieser Studie bedeuteten, dass 320 Teilnehmer ein LDCT-Screening bekommen müssen, um einen Lungenkrebs-Tod innerhalb der 6,5-Jahres-Follow-up-Periode zu verhindern [1].

Veröffentlichte Ergebnisse von kleineren randomisierten kontrollierten Studien aus Dänemark (DLST) und Italien (Italung, Dante und MILD) sind verfügbar. In diesen Studien wurden in jedem Arm ungefähr 1000–2000 Patienten eingeschlossen. Die Ergebnisse legen nahe, dass kein Vorteil für Lungenkrebs-LDCT-Screening besteht. Weitere Daten sind von der laufenden niederländisch-belgischen NELSON-Studie im Jahr 2016 zu erwarten [8].

## Falsch-Positive Diagnosen

Mit modernen Multidetektor-CT sind Lungenknötchen von < 2 mm nachweisbar. Kleine Knötchen sind extrem häufig, jedoch ist die überwiegende Mehrheit dieser Knötchen gutartig. Angesichts dieser Tatsache bestimmt

### Abkürzungen

CT	Computertomographie
FDG	18F-Fluorodesoxyglukose
LDCT	Niedrigdosis („ <i>low dose</i> “) Computertomographieuntersuchung
NLST	National Lung Screening Trial
NSCLC	Nichtkleinzelliges Lungenkarzinom ( <i>non-small cell lung cancer</i> )
PET	Positronen-Emissions-Tomographie
SUV	Standardisierter Aufnahmewert ( <i>Standardized Uptake Value</i> )

die Definition eines positiven Ergebnisses die Anzahl der falsch-positiven Ergebnisse. Bei weniger falsch-positiven Befunden sinkt auch der Bedarf für eine weitere Nachsorge und somit das Risiko für Komplikationen durch invasive diagnostische Untersuchungen einschließlich der Chirurgie. Die Definition eines positiven Ergebnisses unterscheidet sich zwischen der NLST- und den meisten europäischen Studien. NLST definiert einen nicht-verkalkten Lungenrundherd mit einem maximalen Durchmesser von  $\geq 4$  mm als positives Screening-Ergebnis [1]. Als Konsequenz war die Zahl der falsch-positiven Scans hoch: 27 % der Screening LDCTs waren positiv, von denen 96 % falsch-positiv waren [1]. Die NELSON Studie verwendete einen Schwellenwert von 10 mm Durchmesser für ein positives Ergebnis, ferner wurde eine intermediäre Gruppe von Knötchen zwischen 5–10 mm Durchmesser definiert. Nur wenn ein signifikantes Wachstum ( $> 25$  % Volumenänderung) festgestellt wurde, galten diese Knötchen als ein positives Screening-Ergebnis. Durch Verwendung dieses Ansatzes wurde die Anzahl der Scans mit positivem Screening-Ergebnisse von 27 % in der NLST-Studie auf 2,7 % in der NELSON-Studie reduziert mit einer deutlichen Reduktion der falsch-positiven Fälle von  $> 95$  % in der NLST Studie auf etwa 50 % in der NELSON-Studie [8]. Aktuell werden neue Kriterien für das Follow-up von Lungenrundherden, wie z. B. LungRADS, erstellt, um den positiven Vorhersagewert im CT-Screening zu erhöhen [9].

## Strahlung

Die große Mehrheit der Lungenkrebs-Screening-Studien wurde vor mehr als einem Jahrzehnt geplant. Eine durchschnittliche LDCT-Dosis betrug zwischen 1–1,3 mSv. Die individuellen Dosen variieren je nach Scannertyp, Scanprotokoll und Bodyhabitus des Patienten. Jüngste Verbesserungen in der Detektortechnologie und die iterative Bildrekonstruktion reduzierten die Strahlenbelastung um etwa 80 % auf ein Niveau von etwa 0,2 mSv ohne Beeinträchtigung der Bildqualität [7]. Eine

übermäßige Reduktion der Strahlendosis kann jedoch auch hier zu einer Abnahme der Bildqualität durch erhöhtes Bildrauschen und durch Verlust von Bilddetails führen, was die Detektion von soliden Läsionen in der Lunge beeinflusst. Bei einer wirksamen Dosis von 1,3 mSv für Frauen und 1,0 mSv für Männer wurde das überschüssige Lebenszeit-Krebsrisiko auf 0,02 % bei männlichen Rauchern und 0,05 % bei weiblichen Rauchern geschätzt, wenn drei jährliche Screening-Runden durchgeführt wurden [2]. Bei einem Baseline-Krebsrisiko von 0,8 bis 2,2 % in den verschiedenen Screening-Studien, ist hier das Nutzen-Risiko-Verhältnis sehr günstig [1].

## Kosten

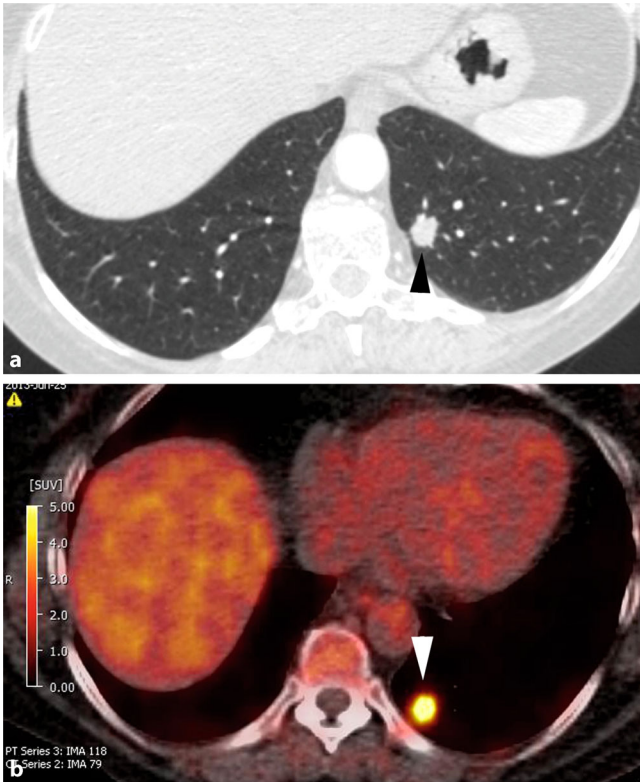
Die Wirtschaftlichkeit des LDCT-Screenings ist einer der wichtigsten Punkte für Screening-Richtlinien und für Versicherungen. Unterschiedliche Ergebnisse der Wirtschaftlichkeit des Lungenkrebs-Screening sind publiziert worden. Die NLST-Studie berichtet von einer angemessenen Wirtschaftlichkeit des LDCT-Screenings für Lungenkrebs. In der NLST-Studie kostete ein *quality-adjusted life* Jahr (QALY) \$ 81.000 (95 % CI \$ 52,000–186.000). Screening-Tests, die weniger als \$ 100.000 pro QALY kosten, werden als kostengünstig angesehen. Ob das LDCT-Screening in Europa kostengünstiger sein wird, hängt davon ab, wie genau das Screening durchgeführt werden wird [6].

## Empfehlungen in Europa

Weltweit gibt es eine sehr heterogene Akzeptanz für den allgemeinen Lungenkrebs-Screening-Algorithmus. In den USA wurde das LDCT-Lungenkrebs-Screening 2012 vom National Comprehensive Cancer Network (NCCN) für Hochrisikopatienten zwischen 55 und 74 Jahren empfohlen. 2014 gab die United States Preventive Services Task Force (USPSTF) ebenfalls eine Empfehlung für das Screening heraus, welches seit 2014 von den privaten Krankenkassen in den USA und seit 2015 von MEDICARE (öffentliche Krankenkasse der USA) erstattet wird [6]. In Europa gibt es

derzeit keine staatlichen Lungenkrebs-Screening-Empfehlungen oder erstattungsfähige Screening-Programme. Jedoch empfehlen die European Society of Radiology und die European Respiratory Society in einem White Paper von 2015 erstmals das Lungenkrebs-Screening in Europa innerhalb einer kontrollierten Studie von qualitätsgeprüften Zentren oder sogar in der klinischen Routine in zertifizierten interdisziplinären Zentren unter folgenden Bedingungen [6]:

- Durchführung ausschließlich von akkreditierten medizinischen Zentren mit fachübergreifendem Know-how und dem Zugang zu ausgebildeten Fachkräften (Radiologen, Pneumologen, Onkologen, Pathologen und Brustchirurgen).
- ein starkes Raucherentwöhnungsprogramm und erfahrenes Personal mit einer effektiven Beratung zur langfristigen Abstinenz.
- ein longitudinales Screening-Programm; ein einmaliges LDCT-Screening wird nicht befürwortet.
- Einschlusskriterien: Alter zwischen 55 und 80 Jahren, aktive oder ehemalige Raucher mit mindestens 30 Packungsjahren und Ex-Raucher, die mit dem Rauchen innerhalb der letzten 15 Jahre aufgehört haben.
- Ausschlusskriterien: Begleiterkrankungen, welche eine kurative Therapie ausschließen und fehlende Zustimmung, sich einer kurativen Therapie zu unterziehen.
- Standardisierte Arbeitsanweisungen für das LDCT-Protokoll, für die Bewertung von Lungenrundherden, für das Management von positiven Screening-Ergebnissen, für die Dokumentation von falsch-positiven Ergebnissen mit geeigneten Folgemaßnahmen.
- Computerunterstützte Auswertung von Lungenrundherden und Dokumentation. Für follow-up-Untersuchungen ist die gleiche Auswertungssoftware erforderlich. Volumetrische Messungen werden gegenüber Diameternmessungen empfohlen.
- Multidetektor LDCT mit mindestens 16 Detektorzeilen und einer isotropen räumlichen Auflösung (Schichtdicke von etwa 1 mm) und eine effektive



**Abb. 1** ▲ **a** Radiologische Abbildung, **b** Nuklearmedizinische Abbildung. Im Rahmen einer diagnostischen CT mit intravenösem Kontrastmittel wurde ein inzidenteller 13 mm messender spikulierter Rundherd im linken Unterlappen bei einer 63-jährigen Patientin detektiert (Pfeilspitze in *a*). In der konsekutiv durchgeführten FDG-PET/CT zeigte sich eine signifikant erhöhte Aufnahme des Glukoseanalogons FDG in diesem Rundherd (Pfeilspitze in *b*). Es gab keinen Hinweis auf eine FDG-positive mediastinale Lymphknoten- oder Fernmetastasierung. Eine CT-gestützte Biopsie ergab ein bronchiales Adenokarzinom. Das Karzinom konnte daraufhin kurativ mittels Lobektomie des linken Unterlappens resiziert werden

Dosis von 1 mSv für normalgroße Einzelpersonen und nicht mehr als 3 mSv für übergewichtige Personen.

- Sammeln von Lungenkrebs-Früherkennungsdaten in einer europäischen Lungenkrebs-Screening-Datenbank.

In Deutschland gibt es zurzeit noch keine nationale Empfehlung für eine Früherkennung des Bronchialkarzinoms mittels LDCT. Die zuständigen Behörden und Fachgesellschaften sind sich aber des zunehmenden Druckes bewusst, dass die Früherkennung des Bronchialkarzinoms von Patienten und Ärzten angefragt wird und entsprechend mancherorts mittels CT individuell angeboten wird. Bei symptomfreien Personen entspricht eine CT-Untersuchung nach einhelliger Meinung von der Deutschen Röntgengesellschaft (DRG) und des Bundesamtes für

Strahlenschutz (BfS) nicht der deutschen Röntgenverordnung.

### Nuklearmedizinische Diagnostik

Der Nutzen der Positronen-Emissions-Tomographie (PET) mit dem radioaktiv markierten Glukoseanalogon  $^{18}\text{F}$ -Fluorodesoxyglukose (FDG) für Patienten mit Lungenkarzinom wurde vom Gemeinsamen Bundesausschuss positiv bewertet und ist seit 2007 auch im ambulanten Versorgungssektor Bestandteil der Leistung der gesetzlichen Krankenkassen. Dies betrifft das initiale Staging und die Diagnostik von Rezidiven. Darüber hinaus ist die biologische Charakterisierung von Lungenrundherden, also die nicht-invasive Differenzierung zwischen benignen und malignen Läsionen, mittels

FDG-PET bei Patienten mit erhöhtem Operationsrisiko anerkannt. Ebenso sind Indikationsempfehlungen zur FDG-PET in die Interdisziplinäre S3-Leitlinie zum Lungenkarzinom aufgenommen worden [5].

Die PET/CT als Hybridbildgebung kombiniert die Visualisierung biologischer Prozesse durch die PET mit der morphologischen Bildgebung der CT (Abb. 1). Mit dem Radiopharmakon FDG zeigt die PET den Glukosemetabolismus, der in Malignomen häufig erhöht ist. Zur *in vivo*-Darstellung weiterer physiologischer und pathophysiologischer Prozesse wie Proliferation, Blutfluss, Hypoxie, gesteigerter Phospholipidsynthese und Aminosäure-Transportrate/Proteinbiosynthese kann eine Vielzahl weiterer Radiopharmaka angewendet werden [3].

Die erhöhte Akkumulation der FDG in Lungenkarzinomen und deren Lymphknoten-/Fernmetastasen ist Folge der gesteigerten anaeroben Glykolyse, die mit einem regional erhöhten Blutfluss, einer erhöhten Aktivität glykolytischer Enzyme und einer verstärkten Expression der Glukosetransporter 1 und 3 an der Tumorzellmembran einhergeht. Quantifiziert wird der in der PET gemessene FDG-Uptake als „Standardized Uptake Value“ (SUV). Die Strahlenexposition einer FDG-PET typischen Aktivitätsmenge von 210 MBq liegt bei 4,0 mSv und eher unter der Größenordnung von CT-Untersuchungen [5].

In systematischen Metaanalysen erreicht die FDG-PET bei der Dignitätsbeurteilung pulmonaler Rundherde eine Sensitivität von etwa 90 %. Die Spezifität liegt bei ca. 78 %. Die Hauptursache falsch negativer Befunde ist zumeist eine Größe der Läsion von < 10 mm (das Auflösungsvermögen der PET beträgt etwa 6–7 mm). Bei Herden > 10 mm liegt die Sensitivität bei rund 96 %. Ebenso beeinflussen eine geringe Aufnahme der FDG in gut differenzierte oder neuroendokrine Karzinome oder eine diabetische Stoffwechsellage die Sensitivität.

Durch eine signifikant genauere Detektion von Lymphknoten- und (insbesondere unerwarteten) Fernmetastasen bei NSCLC durch die FDG-PET im Vergleich zur herkömmlichen Diagnostik

kann die Rate unnötiger operativer Eingriffe reduziert werden. Die Sensitivität und Spezifität für die Differenzierung zwischen einem N0-/N1- und N2-/N3-Stadium liegen nach Metaanalysen mit bis zu 85 % und 92 % signifikant höher als die der CT. Hinsichtlich der Detektion von Fernmetastasen konnten eine Sensitivität von 93 % und eine Spezifität von 96 % ermittelt werden. Ein großer Vorteil der FDG-PET(/CT) ist, dass die Untersuchung mit nur einer intravenösen Applikation standardisiert als Ganzkörper-Scan durchgeführt wird. In der Folge zeigt die PET bei rund 15 % der Patienten mit Lungenkarzinom unerwartete Fernmetastasen, bei 20 % der Patienten findet sich eine Veränderung des Tumorstadiums im Vergleich zur CT-basierten Bildgebung. Aufgrund der hohen kortikalen Glukoseutilisation ist die FDG-PET zur Diagnostik von zerebralen Metastasen nicht ausreichend sensitiv [5].

Beim kleinzelligen Lungenkarzinom ist die FDG-PET in der Lage mit einer Sensitivität von 89–100 % und einer Spezifität von 78–95 % zwischen *limited disease* und *extensive disease* zu differenzieren [12] und beeinflusst somit das therapeutische Vorgehen maßgeblich. Der Einsatz der FDG-PET/CT als Hybridverfahren erhöht insbesondere die Spezifität.

Trotz der hervorragenden Sensitivität, Spezifität und diagnostischen Genauigkeit im Rahmen von Staging und Rezidivdiagnostik des Lungenkarzinoms gibt es kaum belastbare Daten für die Verwendung der FDG-PET mit Hinblick auf Frühdiagnostik und Screening. Mehrere Studien fokussieren sich auf ein Screening von Malignomen ohne Berücksichtigung der Entität, wobei die Detektionsraten für Lungenkarzinome verhältnismäßig gering sind. Dies konnte das „*FDG-PET cancer screening program*“ in Japan zeigen. Bei landesweit 155.456 untersuchten asymptomatischen Patienten detektierte das Screening-Programm 1912 maligne Erkrankungen, darunter lediglich 319 Lungenkarzinome [10].

Somit mutmaßen Chien et al. in ihrer systematischen Analyse, dass die Verwendung der FDG-PET möglicherweise als Screeningmethode nicht geeignet sei [4], wobei keine der eingeschlossenen

Studien dezidiert die Früherkennung bei Lungenkarzinomen untersucht. Limitation der eingeschlossenen analysierten Studien ist, dass diese aus Südostasien (Korea, Japan, Taiwan) stammen und sicherlich nicht auf die europäische Bevölkerung übertragbar sind vor dem Hintergrund substantieller ethnischer und epidemiologischer Unterschiede und potentiell regionaler Abweichungen granulomatöser Erkrankungen, die zu falsch positiven Befunden führen können. Die zweite Einschränkung ist, dass über Risikofaktoren nicht kongruent und adäquat berichtet wird. So existiert in den Studien keine einheitliche Definition einer Hochrisikosituation für Lungenkarzinome. In den meisten der eingeschlossenen Studien erfolgte die Diagnostik mittels PET und nicht mittels PET/CT. Als Hybridverfahren in Verbindung mit einer CT werde für die FDG-PET bei einer Hochrisiko-Population ein großes Potential gesehen. Das müsse jedoch in prospektiven Studien belegt werden.

Von entscheidendem Vorteil kann der Umstand gewertet werden, dass die Frühdiagnostik mittels FDG-PET/CT nicht auf Lungenkarzinome allein beschränkt ist. So können eine Vielzahl unterschiedlicher maligner Erkrankungen (idealerweise) in einem frühen Stadium detektiert werden, sofern sie einen erhöhten Glukosemetabolismus zeigen [10]. Die frühere Detektion geht zumeist mit einer besseren Prognose und/oder einer geringeren therapieassoziierten Morbidität einher, da in früheren Stadien mitunter auf ein weniger aggressives Therapieregime zurückgegriffen werden kann. Dies gilt im Übrigen auch für Malignome, für die bislang noch keine geeignete Screening-Methode etabliert werden können. Bei der Nutzen-Risiko-Beurteilung der Strahlenexposition, die für eine PET-Ganzkörper-Untersuchung incl. Niedrigdosis-CT etwa 6 mSv beträgt, muss bedacht werden, dass das Lebenszeitrisiko für das Versterben an einer strahlungsinduzierten malignen Erkrankung bei etwa 0,005 % je mSv liegt, also bei 3 Todesfällen auf 100.000 untersuchten Personen. Ein wesentlicher Punkt ist darüber hinaus die Beurteilung der Kosten-Effizienz der FDG-PET/CT im Rahmen des Lungenkarzinom-Screenings,

das sicherlich positiv durch eine klare Definition des zu untersuchenden Hochrisiko-Kollektivs beeinflusst werden kann. Auch diese Aspekte müssen Gegenstand künftiger Studien und Analysen sein.

## Kernaussagen

In Europa gibt es derzeit keine staatlichen Lungenkrebs-Screening Empfehlungen oder erstattungsfähige Screening-Programme. Jedoch empfehlen die European Society of Radiology und die European Respiratory Society in einem White Paper von 2015 erstmals das Lungenkrebscreening in Europa innerhalb einer kontrollierten Studie von qualitätsgeprüften Zentren oder sogar in der klinischen Routine in zertifizierten interdisziplinären Zentren unter bestimmten Bedingungen.

Die FDG-PET/CT ist durch die Kombination und Fusion der sensitiven metabolischen mit der hochauflösenden morphologischen Bildgebung theoretisch gut geeignet, insbesondere bei Risikopatienten als Screeningmethode eingesetzt zu werden, jedoch ist hier die Strahlendosis für den Patienten im Vergleich zum LDCT relativ hoch. Randomisierte Studien, die den Zusatznutzen gegenüber der alleinigen LDCT belegen, stehen bislang aus.

---

## Korrespondenzadresse

**Prof. Dr. med. J. Vogel-Claussen**

Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Medizinische Hochschule Hannover  
Carl-Neuberg Straße 1, 30625 Hannover,  
Deutschland  
vogel-claussen.jens@mh-hannover.de

---

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** J. Vogel-Claussen gibt an, dass er Berater für Novartis und Boehringer Ingelheim ist. J. Grosse gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

Literatur

1. Aberle DR, Adams AM, Berg CD et al (2011) Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening. *N Engl J Med* 365:395–409
2. Berrington de Gonzalez A, Kim KP, Berg CD (2008) Low-dose lung computed tomography screening before age 55: estimates of the mortality reduction required to outweigh the radiation-induced cancer risk. *J Med Screen* 15:153–158
3. Buck A, Krüger S, Pauls S (2007) Lungenkarzinom. In: Krause B, Buck A, Schwaiger M (Hrsg) *Nuklearmedizinische Onkologie*. Verlagsgruppe Hühthig Jehle Rehm GmbH, ecomed Medizin, Landsberg, S 155–174
4. Chien CR, Liang JA, Chen JH, Wang HN et al (2013) [(18)F]Fluorodeoxyglucose-positron emission tomography screening for lung cancer: a systematic review and meta-analysis. *Cancer Imaging* 13(4):458–465
5. Goeckenjan G, Sitter H, Thomas M, Branscheid D, Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin, Deutsche Krebsgesellschaft et al (2010) Prävention, Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Lungenkarzinoms (Interdisziplinäre S3-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin und der Deutschen Krebsgesellschaft). *Pneumologie* 64(Suppl 2):e1–e164
6. International Early Lung Cancer Action Program Investigators, Henschke CI, Yankelevitz DF, Libby DM et al (2006) Survival of patients with stage I lung cancer detected on CT screening. *N Engl J Med* 355(17):1763–1771
7. Katsura M, Matsuda I, Akahane M et al (2013) Model-based iterative reconstruction technique for ultralow-dose chest CT: comparison of pulmonary nodule detectability with the adaptive statistical iterative reconstruction technique. *Invest Radiol* 48:206–212
8. Kauczor HU, Bonomo L, Gaga M, Nackaerts K, Peled N, Prokop M, Remy-Jardin M, von Stackelberg O, Sculier JP (2015) ESR/ERS white paper on lung cancer screening. *Eur Radiol* 25(9):2519–2531
9. McKee BJ, Regis SM, McKee AB et al (2015) Performance of aCR lung-RaDS in a clinical CT lung screening program. *J Am Coll Radiol* 12:273–276
10. Minamimoto R, Senda M, Jinnouchi S, Terauchi T et al (2013) The current status of an FDG-PET cancer screening program in Japan, based on a 4-year (2006–2009) nationwide survey. *Ann Nucl Med* 27(1):46–57
11. Robert-Koch-Institut Zentrum für Krebsregisterdaten. [http://www.krebsdaten.de/Krebs/DE/Content/Krebsarten/Lungenkrebs/lungenkrebs\\_node.html](http://www.krebsdaten.de/Krebs/DE/Content/Krebsarten/Lungenkrebs/lungenkrebs_node.html). Zugegriffen: 12. November 2015
12. Ung YC, Maziak DE, Vanderveen JA, Smith CA et al (2007) 18Fluorodeoxyglucose positron emission tomography in the diagnosis and staging of lung cancer: a systematic review. *J Natl Cancer Inst* 99(23):1753–1767

Hans-Anton Adams  
**Von den letzten Dingen**

**Leid, Sterben und Leben aus medizinischer und theologischer Sicht**

Berlin: Lehmanns Media 2015, geb., 230 S., (ISBN 978-3-86541-7), 19.95 EUR

Ein außergewöhnliches und für jeden Mediziner bereicherndes Buch ist erschienen, das mit seinem Titel einerseits Bedrückung hervorruft aber auch neugierig macht wie ein so erfahrener Arzt in Grenzsituationen am Lebensende in der Notfall-, Intensiv- und Katastrophenmedizin umgeht. Es ist zu wünschen, dass möglichst viele Ärzte dieses Buch auch lesen, um sich von der immer drohenden Gefahr des „Fachidiotentums“ freizudenken. Der Autor ist ein überaus erfahrener Anästhesist und Notfallmediziner, der am Ende seiner beruflichen Laufbahn ein zuweilen sehr persönliches Bekenntnis zu „Leid, Sterben und Leben“ mitten in unserer Gesellschaft abgibt. Recht eindrucksvoll lässt er sich dabei unterstützen von evangelischen und katholischen Theologen, aber auch von Angehörigen der islamischen Geistestradiation und muslimischen Glaubenspraxis. Gerade deren Sicht der Dinge ist uns doch bisher ziemlich fremd und deshalb so lesenswert, da wir in einer multikulturellen Gesellschaft mit Patienten unterschiedlicher Konfessionen konfrontiert sind.

Nach einem Kapitel „Der Arzt im Spannungsfeld von Leid, Sterben und Leben“, das einem die Sicht auf den klinischen Alltag aus einer eher ethischen Sicht eröffnet, setzt sich der Autor mit der Notfallmedizin auseinander. Beeindruckend sind hier die geschilderten zahlreichen persönlichen Erfahrungen des Autors mit Notfallsituationen. Besonders auf die potentiell drohende Verrohung von erfahrenen Notfallmedizinern und Rettungsassistenten weißt er mahnend hin. Denn gerade in der Notfallmedizin ist Empathie äußerst angebracht, nicht zuletzt auch Angehörigen gegenüber. Gleiches gilt selbstverständlich auch für die Intensivmedizin, der ein weiteres Kapitel gewidmet ist.

Im letzten Teil des Buches wird schließlich der Frage nachgegangen, „Was heißt menschenwürdig sterben?“ Hier geben Vertreter der katholischen Moraltheologie, der evangelisch-lutherischen Kirche, aus jü-

discher Sicht und schließlich auch in der islamischen Geistestradiation und muslimischen Glaubenspraxis stehende Autoren informative und oft sehr nachdenklich machende Antworten.

Adams hat hier ein sehr persönlich geprägtes Buch verfasst mit vielen eigenen Erfahrungen und Wertungen, die zum Nachdenken anregen und von seinem tiefen katholischen Glauben durchdrungen sind. Damit schafft er dem Leser die Möglichkeit, sich neue Horizonte zu eröffnen.

*Prof. Dr. Thea Koch, Dresden*