

# Management & Krankenhaus



Ausgabe  
5/2021

## kompakt

Sonderheft

M&K kompakt ist das Sonderheft von Management & Krankenhaus – zu besonderen Themen oder Events.



## RADIOLOGIE

### STRAHLENTHERAPIE

PET-Bildgebung liefert  
Zusatzinformationen

### RÖNTGENDIAGNOSTIK

Verlaufsprognose einer  
COVID-Pneumonie

### BILDGEBUNG

TIPSS – eine interdisziplinäre  
Herausforderung



**WILEY**

Wiley Industry Days

# WIN DAYS

## 7.-9. Juni 2021

[www.WileyIndustryDays.com](http://www.WileyIndustryDays.com)



**JETZT KOSTENFREI  
ALS BESUCHER  
REGISTRIEREN  
REGISTER NOW  
FOR FREE VISIT**

**Virtuelle Show** mit Konferenz, Ausstellung und Networking für Automatisierung, Machine Vision, Architektur, Konstruktiver Ingenieurbau, Photonics, Healthcare und Sicherheit.

**Virtual show** with conference, exhibition and networking for automation, machine vision, architecture, civil engineering, photonics, healthcare and safety & security.

**Standbuchungen:**



**Jörg Wüllner**  
Tel.: +49 6201 606 749  
[joerg.wuellner@wiley.com](mailto:joerg.wuellner@wiley.com)



**Miryam Reubold**  
Tel.: +49 6201 606 127  
[miryam.reubold@wiley.com](mailto:miryam.reubold@wiley.com)



**Dr. Michael Leising**  
Tel.: +49 3603 89 42 800  
[leising@leising-marketing.de](mailto:leising@leising-marketing.de)



**Anne Anders**  
Tel.: +49 6201 606 552  
[aanders@wiley.com](mailto:aanders@wiley.com)



**Mehtap Yildiz**  
Tel.: +49 6201 606 225  
[myildiz@wiley.com](mailto:myildiz@wiley.com)



**Martin Fettig**  
Tel.: +49 721 145080 44  
[m.fettig@dasmedienquartier.de](mailto:m.fettig@dasmedienquartier.de)



**Manfred Böhler**  
Tel.: +49 6201 606 705  
[mboehler@wiley.com](mailto:mboehler@wiley.com)



**Claudia Müssigbrodt**  
Tel.: +49 89 43749678  
[claudia.muessigbrodt@tonline.de](mailto:claudia.muessigbrodt@tonline.de)



**Dr. Timo Gimbel**  
Tel.: +49 6201 606 049  
[timo.gimbel@wiley.com](mailto:timo.gimbel@wiley.com)



**Fred Doischer**  
Tel.: +49 172 3999 853  
[fred.doischer@wiley.com](mailto:fred.doischer@wiley.com)



**Sigrid Elgner**  
Tel.: +49 172 3999 853  
[selgner@wiley.com](mailto:selgner@wiley.com)

# „Intelligenz vernetzen“

102. Deutscher Röntgenkongress

Die Deutsche Röntgengesellschaft (DRG) lädt zum digitalen 102. Deutschen Röntgenkongress ein. Vom 27. März bis 8. November 2021 erwartet die Teilnehmenden – Spezialisten aller radiologischen Disziplinen, Medizinisch-Technisches Radiologie-Assistenzpersonal (MTRA) und Medizinphysiker – ein anspruchsvolles Fortbildungs- und Wissenschaftsprogramm. Im Mittelpunkt stehen die Themen künstliche Intelligenz, Sport- und Unfallmedizin, Onkologische Diagnostik und Intervention sowie Leitlinien und Strukturierte Befundung. Kongresspräsident des 102. Deutschen Röntgenkongresses ist Prof. Dr. Thomas J. Vogl, Direktor des Instituts für Diagnostische und Interventionelle Radiologie der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main. Ob Fortbildungs-, Wissenschafts- oder Industrieveranstaltung: Der diesjährige Kongress bietet den Teilnehmern an 67 Kongresstagen viele Möglichkeiten, sich digital fortzubilden. Dabei können die Teilnehmenden aus über 240 Webseminaren, fast 130 wissenschaftlichen Vorträgen und 230 Fortbildungsvorträgen das für sich passende Programm auswählen. „Es ist für jede und jeden etwas dabei und man sollte viel Zeit für den Kongress einplanen. Es lohnt sich“, betont Kongresspräsident Prof. Dr. Thomas J. Vogl.

## Kongressmotto mit zentralem Anliegen

Neun Monate lang wird das Motto „Intelligenz vernetzen“ die radiologische



Plakatmotiv des 102. Deutschen Röntgenkongresses

Foto: DRG

Community in Deutschland begleiten. „Ich möchte Menschen mit radiologischen Expertisen und Erfahrungen mit Akteuren aus Berufs- und Gesundheitspolitik und mit Industriepartnern

zusammenbringen“, sagt Prof. Vogl. Darüber hinaus zielt das visuelle Grundmotiv des 102. Deutschen Röntgenkongresses noch auf eine weitere Analogie ab: „Wenn vegetative Intelli-

genz bedeutet, auf Veränderungen der Umwelt adäquat reagieren zu können, dann lässt sich diese Fähigkeit auch sehr gut auf die Radiologie übertragen. Und Resilienz gehört sicherlich zu den Eigenschaften, die wir alle in der COVID-19-Pandemie unter Beweis stellen mussten“, so Prof. Vogl.

## Highlight: Interdisziplinarität im Fokus

Traditionsgemäß zeichnet sich der Deutsche Röntgenkongress durch inhaltliche Schwerpunktthemen aus. Als diesjähriges Highlight-Thema steht insbesondere die interdisziplinäre Vernetzung im Vordergrund. „Künstliche Intelligenz, Leitlinien und Strukturierte Befundung, Onkologische Diagnostik und Intervention sowie die Sport- und Unfallmedizin haben eines gemeinsam: Neue Wege lassen sich nur gemeinsam gehen, intelligente Lösungen für das Wohl unserer Patienten nur miteinander und im engen Austausch entwickeln“, unterstreicht Prof. Vogl und führt aus: „Die Radiologie ist gerade deshalb so spannend, weil sie sich in einem fortlaufenden Prozess der Erneuerung, Veränderung und Weiterentwicklung befindet. Freuen Sie sich also auf eine gemeinsame intelligente Vernetzung im Rahmen des 102. Deutschen Röntgenkongresses.“

## Autor:

Sarah Genzel

Deutsche Röntgengesellschaft, Berlin

www.drg.de Daecae exerrum arupit quatus volori

## Inhalt

- |    |  |    |   |
|----|--|----|---|
| 3  | „Intelligenz vernetzen“                        | 16 | Wie Künstliche Intelligenz die Brustkrebsfürsorge vereinfachen kann |
| 4  | Prognose für Verlauf einer COVID-Pneumonie     | 17 | Strahlenschutz in der Kinderradiologie                              |
| 6  | Ischämischer Hirninfarkt in Deutschland        | 19 | Gebündelte Expertise bei high-end-Verfahren                         |
| 8  | Forschung in der Neurophysiologie              | 20 | Seltene Erkrankungen bei Kindern                                    |
| 9  | TIPSS – Eine interdisziplinäre Herausforderung | 21 | Strahlungsauswirkung auf das Immunsystem                            |
| 11 | Strahlentherapie bei Glioblastomen             | 22 | Brustscreening: Biopsien der Brust senken                           |
| 13 | Workflows ganzheitlich optimieren              | 23 | Geschärfter Blick in den Körper                                     |
| 14 | Bildgebung bei rheumatologischen Erkrankungen  | 25 | Scharfe Einblicke ins Körperinnere                                  |
| 15 | Bestimmungsgemäß keimarm oder steril           | 26 | Index, Impressum  |



# Prognose für Verlauf einer COVID-Pneumonie

*SARS-CoV-2 legt das öffentliche Leben weiterhin lahm.*

■ Doch anders als am Beginn der Pandemie sind die Ärzte und Wissenschaftler nun besser auf die speziellen Anforderungen, die das Virus an die Medizin stellt, vorbereitet. Durch den gezielten Einsatz der Computertomografie (CT) unterstützt das Institut für Röntgendiagnostik des Universitätsklinikums Regensburg (UKR) die behandelnden Intensivmediziner und kann anhand der Bilder eine Prognose über den Schweregrad des vom Coronavirus SARS-CoV-2 ausgelösten Lungenentzündung (Pneumonie) erstellen. Denn die Radiologische Bildgebung kann pandemische Lungeninfektionen erkennen, bewerten, messen und nachverfolgen.

Es war und ist zum Teil noch immer eine große Unbekannte. Was auf einem Markt im chinesischen Wuhan begann, hat sich rasend schnell zu einer globalen Pandemie entwickelt. Nun, ein Jahr später, hält das Coronavirus SARS-CoV-2 die Welt weiter fest umklammert. Über 2,6 Mio. Menschen haben durch das Virus ihr Leben verloren, und es versterben weiterhin täglich Menschen an den Folgen einer COVID-Pneumonie.

## CT und Röntgen als Unterstützung der COVID-Diagnosestellung

Während die erste Welle Politik, Bevölkerung und Mediziner gleichermaßen überraschte, hat sich seitdem gerade das Instrumentarium für die Diagnosestellung und Nachverfolgung einer COVID-19-Erkrankung rasant weiterentwickelt. Einen wichtigen Baustein



Prof. Dr. Okka Hamer (li.), Leiterin der Kardiopulmonalen Bildgebung des Instituts für Röntgendiagnostik, und Prof. Dr. Christian Stroszczynski, Direktor des Instituts für Röntgendiagnostik am UKR.

Foto: UKR

dazu liefern die Computertomografie und die Röntgendiagnostik. „In der ersten Welle waren die PCR-Tests noch fehleranfällig und langsamer. Da sich die COVID-19-Pneumonie mit einem relativ typischen Bild in der Lunge äußert, konnten wir mit der Röntgenthoraxaufnahme, und Computertomografie helfen, die Erkrankung schnell zu sicher zu diagnostizieren und gleichzeitig das Ausmaß der Lungenbeteiligung zu bestimmen. Inzwischen sind die Tests drastisch verbessert, sodass sich die Aufgabe der Bildgebung verändert hat. Wir konzentrieren uns jetzt auf die schwerer erkrankten Patienten, da wir gelernt haben, wie wir mit der Bildgebung einen Beitrag zur Prognose-

seabschätzung leisten können. Zudem können wir Komplikationen wie eine Lungenembolie erkennen“, erklärt Prof. Dr. Okka Hamer, Leiterin der Kardiopulmonalen Bildgebung des Instituts für Röntgendiagnostik des Universitätsklinikums Regensburg. Die Spezialisten des Instituts befassen sich seit Beginn der Pandemie intensiv mit dem gezielten Einsatz von Thorax-CT und Thorax-Röntgen. Auch der erste bundesweit komplett dokumentierte Fall wurde von Prof. Hamer und ihrem Team publiziert. Dabei handelt es sich um die erste befundete Fallanleitung unter Berücksichtigung aller medizinischen Begleitumstände. Erfahrungen aus China zeigten, dass auch bei einem

negativen PCR-Test und bei typischen klinischen Symptomen die Thorax-CT schon im frühen Stadium einer COVID-19-Erkrankung pneumonische Verdichtungen zeigen kann, die suggestiv für eine COVID-19-Pneumonie sind. „Wir können einen entscheidenden Beitrag zum klinischen Management der Behandlung leisten“, sagt Prof. Dr. Christian Stroszczynski. „Gerade die CT-Bildgebung hilft uns hier sehr. Durch neue Techniken können wir die Strahlendosis drastisch reduzieren, sodass die Belastung kaum größer ist als bei einer Röntgenthoraxaufnahme. Das UKR hat für die Befundung von COVID-19-Patienten eigens ein modernes Multislice CT von der Bayerischen Staatsregierung zugeteilt bekommen. Dank diesem hochauflösenden CT können wir nun noch besser infektiöse und immunvermittelte Entzündungen in der Lunge erkennen“, so Prof. Stroszczynski weiter.

## Anzeichen für eine COVID-19-Pneumonie in der Bildgebung

Eine COVID-19-Pneumonie äußert sich häufig durch ein Mischbild aus Milchglas und Konsolidierungen in der Lunge. Zusätzlich kann, insbesondere in späteren Stadien der Erkrankung, ein „Crazy Paving“, eine durch glatt berandete Retikulationen überlagerte Milchglastrübung, auftreten. „Diese Verdichtungen finden sich bilateral und multifokal in den Mittel- und Unterfeldern der Lunge“, so Prof. Hamer. „In Abgrenzung zu Pneumonien, die von anderen Erregern verursacht werden, fällt auf, dass die COVID-19-Pneumonie vor allem die Peripherie der Lunge befällt und zumindest anteilig scharf berandet ist, das ist ungewöhnlich.“

## Beurteilung von Long-COVID- bzw. Post-COVID-Fällen

Aufgrund der relativ kurzen Zeitspanne seit dem Beginn der Coronavirus-Pandemie ist es besonders wichtig, möglichst viele Erkenntnisse aus den Aufnahmen der bisher behandelten COVID-19-Patienten zu gewinnen. „Im Augenblick beschäftigen uns aber nicht nur die akut erkrankten Patienten, sondern auch solche, die in der ersten Welle erkrankt waren und immer noch unter zum Teil sehr einschränkenden Langzeitfolgen leiden“, weiß Prof. Hamer. „Wir erforschen dieses sogenannte Long-COVID-Syndrom in enger Zusammenarbeit mit den Pneu-

CT einer COVID-19-Pneumonie bei einem 61-jährigen Mann



a) Im akuten Stadium liegen periphere Konsolidierungen und Milchglastrübungen vor, die anteilig scharf gegenüber der benachbarten gesunden Lunge abgegrenzt sind.

Foto: UKR



b) Vier Monate später beklagt der Patient immer noch Atemnot und schnelle Ermüdbarkeit. Die CT zeigt deutliche Residuen.

Foto: UKR



Thoraxübersichtsaufnahme einer akuten COVID-19-Pneumonie. Die Röntgenaufnahme zeigt bilaterale Verschattungen in der Peripherie der Mittel- und Unterfelder. Foto: UKR

mologen. Dabei gilt es, viele Fragen zu beantworten, wie etwa: „Findet sich bei den Betroffenen ein bildgebendes Korrelat in der Lunge? Können wir hierfür schon in der akuten Phase Hinweise finden? Wie können wir den Patienten helfen?“

#### Bundesweites universitäres Netzwerk zur Standardisierung

Um das bewerkstelligen zu können, haben sich unter dem Dach des „Netzwerks Universitätsmedizin“ (NUM) alle Radiologischen Kliniken und Abteilungen der 34 deutschen Universitätsklinika zum Radiological Cooperative Network zur COVID-19-Pandemie (Racoon) zusammengeschlossen. Ziel von Racoon ist eine strukturierte Erfassung radiologischer Daten von COVID-19-Fällen. Das dient zum Datenvergleich, als Entscheidungsgrundlage für epidemiologische Studien, als Lageeinschätzung, als Frühwarnmechanismus wie auch zur Unterstützung bei der Entwicklung von KI in der Röntgendiagnostik, der Automatisierung diagnostischer und bildverarbeitender Schritte. „Wir können so in einem großen Pool alle Daten, natürlich anonymisiert und datenschutzkonform, sammeln und auswerten; ein solches konzertiertes Vorgehen ist einmalig und sicher auch wegweisend für zukünftige Herausforderungen“, ist Prof. Hamer von der Zusammenarbeit der Universitätsmedizin überzeugt.

Doch nicht nur bundesweit bringt sich das UKR in die Forschungsarbeit rund um die Erkennung und Auswer-

tung von COVID-19-Pneumonien sowie der daraus resultierenden Super-Infektionen und Lungenembolien ein. „In Regensburg arbeiten wir eng mit den in der Stadt ansässigen Krankenhäusern unterschiedlicher Versorgungstufen sowie mit der Lungenfachklinik in Donaustauf zusammen. Dies ermöglicht es uns, die Erkrankung in verschiedenen Stadien umfassend zu untersuchen“, sagt Prof. Stroszczyński. Während am UKR nur schwerstkranke, zum großen Teil ECMO-pflichtige COVID-19-Patienten versorgt werden, liefern die wissenschaftlichen Kooperationskliniken Daten von weniger schweren Verlaufsformen der Erkrankung bzw. von der Zeit nach einer schweren Erkrankung und der Rehabilitationsphase. Dazu wurde am UKR ein eigenes spezielles Befundschema entwickelt, welches, durch aktuelle Daten gespeist, immer wieder weiterentwickelt wird und auch anderen Kliniken zur Verfügung gestellt wird und selbstverständlich auch in Racoon einfließt. Dieses Zusammenspiel in der Long-COVID-Forschung auf regionaler wie auf Bundesebene sichert quantitativ wie qualitativ das wissenschaftliche Arbeiten sowie in erster Linie die Versorgung der Patienten mit einer SARS-CoV-2-Infektion. ■■

#### Autor:

Matthias Dettenhofer,  
Universitätsklinikum Regensburg  
www.ukr.de

Canon

Made For life



**Alphenix Biplane**

## Zweiebenen-Angiographiesystem mit Multi-Achsen-Bodenstativ

- vollständige Patientenabdeckung ohne Tischbewegung
- Advanced Image Processing für 2D- und 3D-Bildgebung
- High-Definition Flachdetektortechnologie
- DoseRite Dosisreduktions-Paket
- hohe Ausfallsicherheit des Gesamtsystems

Weitere Informationen finden Sie auch unter:  
<https://de.medical.canon>

**CANON MEDICAL SYSTEMS GMBH**

<https://de.medical.canon>

# Ischämischer Hirninfarkt in Deutschland

## Datenbank zur Thrombektomie

■ Der ischämische Hirninfarkt gehört mit einer 1-Jahres-Mortalität von 20–30% zu einer der schwersten Erkrankungen in Deutschland, er ist die häufigste Ursache für mittlere und schwere Behinderungen im höheren Lebensalter. Für akute Verschlüsse der großen und mittleren hirnversorgenden Gefäße steht mit der Thrombektomie seit einigen Jahren ein neuroradiologisches Verfahren zur Verfügung, das eine schnelle Wiedereröffnung des verschlossenen Hirngefäßes ermöglicht. Vertreter der Deutschen Gesellschaft für Neuroradiologie (DGNR) und der Deutschen Gesellschaft für interventionelle und minimalinvasive Therapie (DeGIR) haben nun die Ergebnisse einer nationalen Datenbank zur Thrombektomie ausgewertet.



Prof. Dr. Stefan Rohde, Direktor der Klinik für Radiologie und Neuroradiologie, Klinikum Dortmund

### Ischämischer Schlaganfall

Der ischämische Hirninfarkt zählt mit einer Inzidenz von etwa 160–240 pro 100.000 Einwohner zu den häufigsten schweren Erkrankungen in Deutschland. Über 50% aller Schlaganfälle betrifft die Altersgruppe der über 75-Jährigen; mit zunehmendem Alter steigt das Schlaganfallrisiko überproportional. Ursächlich für die Gefäßverschlüsse sind häufig kardiale Embolien, beispielsweise durch Vorhofflimmern, und Thrombembolien von arteriosklerotischen Läsionen des Aortenbogens oder der extrakraniellen hirnversorgenden Gefäße. Seltenere können auch Gefäßdissektionen oder Stenosen der intrakraniellen Gefäße einen Schlaganfall auslösen. Seit den 1990er Jahren steht mit der systemischen Lysetherapie eine wir-

kungsvolle Therapie für Patienten mit einem akuten Schlaganfall innerhalb eines Zeitfensters von 4,5 Stunden zur Verfügung. Allerdings ist der Effekt der Lysetherapie bei Verschlüssen der großen hirnversorgenden Gefäße gering und das klinische Outcome für diese Patienten oft schlecht. Seit einigen Jahren wird in spezialisierten Zentren bei diesen Patienten neben der Lysetherapie eine interventionelle Behandlung, die sogenannte Thrombektomie, durchgeführt, die sich in großen randomisierten Studien als wirkungsvoller gegenüber der alleinigen Lysetherapie gezeigt hat.

### Endovaskuläre Behandlung

Die Behandlung von Patienten mit akutem Schlaganfall erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen Notfallmedizinern, Neurologen und in-

terventionellen Neuroradiologen. Bei Patienten mit klinischem Verdacht auf einen akuten Verschluss einer Hirnarterie wird nach der neurologischen Untersuchung sofort eine neuroradiologische Diagnostik durchgeführt, um die Verdachtsdiagnose zu sichern und alternative Ursachen, wie beispielsweise eine Hirnblutung, auszuschließen. Hierfür hat sich in den letzten Jahren aufgrund der Schnelligkeit und Verfügbarkeit die multimodale Computertomografie etabliert, die neben der Darstellung des Hirnparenchyms auch eine Gefäßdarstellung und eine Hirnperfusion in einer Untersuchung ermöglicht (Abb. 1 a–c). Anhand der Bildinformation, die in wenigen Minuten vorliegt, kann der Neuroradiologe zusammen mit dem Neurologen das Ausmaß des Hirninfarktes, die Lokalisation eines Gefäßverschlusses und die Chancen einer invasiven bzw. nicht-invasiven Behandlung erkennen. Zeigt sich bei einem akuten Verschluss eines Hauptgefäßes noch Hirngewebe, das sich durch eine Wiedereröffnung erholen kann, so wird die Indikation zur endovaskulären Behandlung gestellt. Bei diesem interventionellen Eingriff wird ein Kathetersystem über einen transfemoralen Zugang unter Durchleuchtungskontrolle bis auf Höhe des verschlossenen Hirngefäßes vorgebracht. Nach Darstellung der betroffenen bzw. verschlossenen Hirngefäße wird der Verschluss mit einem Mikrokatheter passiert und anschließend ein Stentretreiver-System freigesetzt, mit dem der Thrombus aus dem Gefäß gezogen werden kann (Abb. 2 a, b); der Stentretreiver verbleibt also nicht in dem Gefäß. Das

Verfahren, auch als mechanische Rekanalisation bzw. Thrombektomie bezeichnet, wurde in den letzten Jahren technisch weiterentwickelt: Heutzutage stehen den interventionellen Neuroradiologen unterschiedliche Stentretreiver-Modelle und verschiedene Aspirationskatheter zur Verfügung, mit denen auch Gefäßverschlüsse in mittleren und kleineren Hirnarterien behandelt werden können. Ziel der endovaskulären Therapie ist die möglichst schnelle Wiedereröffnung des verschlossenen Gefäßes, um so die Hirnperfusion wieder herzustellen. Das Verfahren ist sowohl für die vordere als auch die hintere Hirnzirkulation geeignet und kann unter Vollnarkose oder unter leichter Sedierung (sog. conscious sedation) durchgeführt werden. Nach dem Eingriff wird der Patient auf einer Stroke Unit weiterbehandelt und überwacht. In mehreren großen, randomisierten Studien konnte die hohe Effektivität der endovaskulären Schlaganfalltherapie in Kombination mit der Lysetherapie gegenüber der alleinigen Lysetherapie gezeigt werden: Der Anteil an Patienten mit geringer oder gar keiner Behinderung nach 90 Tagen (mRS  $\leq 2$ ) lag in der endovaskulär behandelten Gruppe bei 50–70% gegenüber 20–40% in der Gruppe von Patienten, die nur eine Lysetherapie erhalten hatte.

### Qualität und Versorgungslage

Insgesamt zeigt sich in den letzten Jahren eine deutliche Zunahme der Thrombektomiezahlen für Deutschland. War das Verfahren zunächst auf wenige hoch spezialisierte Neuro-Zentren beschränkt, kann die Thrombektomie heute in vielen Krankenhäusern mit einer Stroke Unit und interventioneller Neuroradiologie angeboten werden. Möglich wurde dies durch eine systematische und strukturierte Ausbildung von jungen Radiologen und Neuroradiologen, die seit einigen Jahren in das zertifizierte modulare Ausbildungscurriculum der Deutschen Gesellschaft für Neuroradiologie (DGNR) und der Deutschen Gesellschaft für interventionelle und minimalinvasive Therapie (DeGIR) eingebettet ist. Nur so kann die endovaskuläre Versorgung von Schlaganfallpatienten auf hohem Niveau auch in der Fläche gewährleistet werden.

Seit 2012 werden zudem die interventionellen und klinischen Daten der endovaskulär behandelten Schlaganfallpatienten in einem Register er-

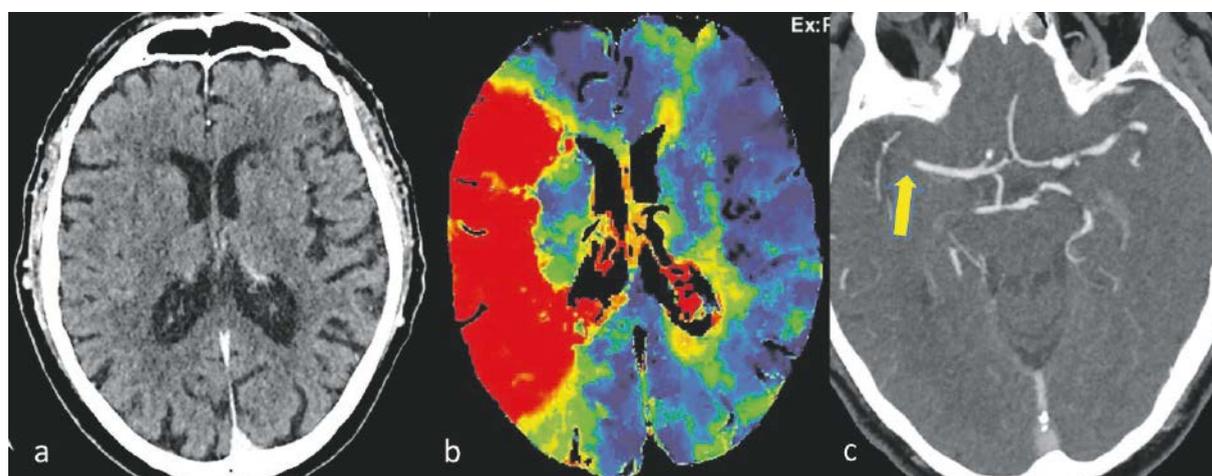


Abb. 1 a–c: Multimodale CT-Untersuchung eines Patienten mit akutem Schlaganfall. Das native Bild des Hirngewebes (a) zeigt noch keinen demarkierten Infarkt. In der CT-Perfusion erkennt man jedoch eine deutlich reduzierte Durchblutung im Versorgungsgebiet der rechten mittleren Hirnarterie (b). Passend hierzu zeigt die CT-Angiografie (c) einen Verschluss im peripheren M1-Segment der rechten A. cerebri media (gelber Pfeil).

Foto: Prof. Dr. Stefan Rohde, Klinik für Radiologie und Neuroradiologie, Klinikum Dortmund gGmbH

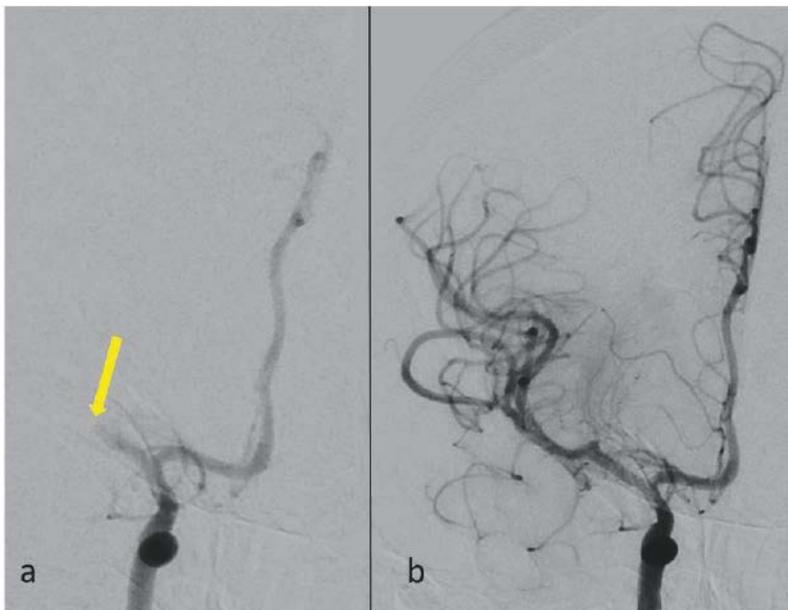


Abb. 2 a, b: Angiografische Serien (pa-Strahlengang) eines Patienten mit akutem embolischem Verschluss der rechten A. cerebri media im M1-Segment (Pfeil, a). Nach Wiedereröffnung des Gefäßes durch die Thrombektomie stellen sich die peripheren Gefäßäste wieder regulär dar.

Foto: Prof. Dr. Stefan Rohde, Klinik für Radiologie und Neuroradiologie, Klinikum Dortmund gGmbH

fasst, um die Versorgungsqualität zu dokumentieren und überprüfen. In einer retrospektiven Auswertung der Schlaganfalldaten konnte die DGNR zusammen mit der DeGIR die Daten von 158 Kliniken für 2019 analysieren. Die Ergebnisse wurden jetzt in der Fachzeitschrift „Clinical Neuroradiology“ veröffentlicht. Insgesamt wurden über 13.800 endovaskuläre Schlaganfallbehandlungen durchgeführt. Diese Zahlen belegen, dass die Thrombektomie heute eine der häufigsten neuro-radiologischen Interventionen ist, die in vielen neurovaskulären Zentren zur täglichen Routine gehören.

Das mediane Alter der behandelten Patienten lag bei 74 +/- 13 Jahren, 54% der behandelten Patienten waren weiblich. In 87% der Fälle lag ein Gefäßverschluss in der vorderen Zirkulation vor, am häufigsten in der mittleren Hirnarterie (M1- und M2-Segment), gefolgt von der distalen ACI und der vorderen Hirnarterie. In ca. 11% der Fälle handelte es sich um einen Gefäßverschluss in der hinteren Zirkulation, am häufigsten in der A. basilaris. Die Registereauswertung ergab, dass eine angiografisch erfolgreiche Wiedereröffnung des Gefäßes in über 88% der Fälle gelingt, gleichzeitig ist die Komplikationsrate dieses Verfahrens mit ca. 7% relativ gering.

Die Dauer des Eingriffs lag im Median bei 40 Minuten. Die Zeit von Beginn der neurologischen Symptome bis zur interventionellen Behandlung lag im Median bei 160 Minuten für Patienten, die primär zugewiesen wurden, und bei 235 Minuten für Patienten, die über ein anderes Krankenhaus (sekundäre Zuweisung, oft aus ländli-

chen Gebieten) an das behandelnde Zentrum weitergeleitet wurden. Somit zeigt sich, dass Patienten, die primär einem Behandlungszentrum mit der Möglichkeit zur endovaskulären Therapie zugewiesen werden, einen deutlichen zeitlichen Vorteil haben. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Rettungsdienst, erstversorgenden Krankenhäusern und Zentren mit interventioneller Neuroradiologie ist somit unabdingbar.

#### Versorgung der Patienten

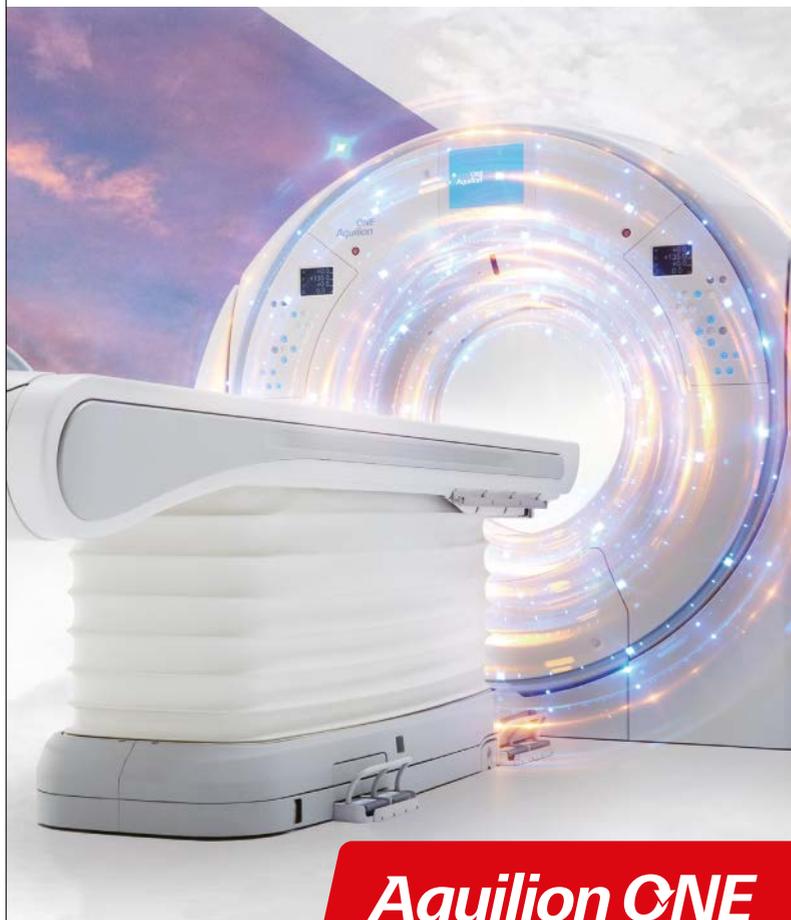
In Deutschland hat sich in den letzten Jahren die interventionelle Versorgung von Schlaganfallpatienten neben der Lysetherapie als wichtige Behandlungsmaßnahme bei Patienten mit Verschlüssen der großen und mittleren Hirnarterien etabliert. Die endovaskuläre Schlaganfalltherapie wird auf hohem technischem Niveau mit einer hohen Erfolgs- und niedrigen Komplikationsrate angeboten. Eine besondere logistische Herausforderung stellt die Versorgung von Schlaganfallpatienten in ländlichen Gebieten dar. Durch Erfassung der Behandlungsdaten in der Datenbank der DGNR/DeGir können wichtige Qualitätsparameter, wie beispielsweise logistische Abläufe, Interventions- oder Durchleuchtungszeit/Dosis erfasst und beurteilt werden. ■■

#### Autor:

Prof. Dr. Stefan Rohde,  
Klinik für Radiologie und Neuroradiologie,  
Klinikum Dortmund  
www.klinikumdo.de

Canon

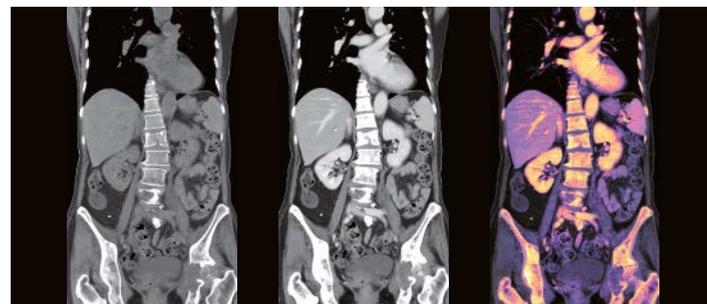
Made For life



**Aquilion ONE**  
PRISM Edition

## Rapid kV, Deep Learning, Spectral Imaging

Der neue Aquilion ONE PRISM von Canon Medical Systems wurde entwickelt, um Ihre Schnittbildgebung auf ein völlig neues diagnostisches Level zu heben. Dieser 320-Zeilen-Volumen-CT nutzt nicht nur die zeitlichen Vorteile einer schnellen kV-Umschaltung mit patientenspezifischer mA-Modulation, sondern kombiniert sie auch mit dem Einsatz eines Deep-Learning Rekonstruktion Algorithmus, der eine hervorragende Energietrennung und rauscharme Eigenschaften in der Bildqualität bietet.



Virtual Non Contrast Monochromatic Iodine map with fusion

**CANON MEDICAL SYSTEMS GMBH**

<https://de.medical.canon>

# Forschung in der Neurophysiologie

Analyse des Gehirns zur Echtzeit-Steuerung und Krankheitsvorhersage

„Bei der Analyse neurophysiologischer Daten von Patienten mit neurologischen Erkrankungen stehen Forschern heute so viele Daten zur Verfügung wie nie zuvor. In Verbindung mit hohen Computerleistungen, künstlicher Intelligenz, maschinellem Lernen und Big-Data-Analysen entstehen völlig neue Optionen für diagnostische und therapeutische Ansätze in der Klinischen Neurophysiologie: deutlich präzisere Diagnostik, Echtzeit-Modulation der Gehirnaktivität, Anfallsvorhersage in der Epileptologie sowie Biomarker für die Therapiesteuerung.“ Auf diese wichtigen Forschungstrends wies Prof. Dr. Felix Rosenow im Vorfeld des 65. Kongresses der Deutschen Gesellschaft für Klinische Neurophysiologie und Funktionelle Bildgebung (DGKN) hin. Prof. Rosenow, Frankfurt, ist Präsident der DGKN sowie Kongresspräsident 2021.

## Datenmengen und Präzision

Vor 30 Jahren dauerte ein Elektroenzephalogramm (EEG) 25 Min. und wurde auf Papier geschrieben. Anschließend hat der Arzt die Muster gesichtet und interpretiert. Heute gibt es 14-Tage-Dauer-EEGs mit 100 Kanälen und 1.000 Datenpunkten pro Sekunde. Am Ende liegen 121 Mrd. Datenpunkte pro Patient vor, die selbstverständlich nur noch mithilfe von Computern verarbeitet werden können. Der Vorteil: Je mehr Daten und je mehr Quellen einbezogen werden, desto höher sind die Genauigkeit und die Aussagekraft einer solchen Big-Data-Analyse.

## Eine Wettervorhersage im Gehirn

Die Meteorologie kann trotz des komplexen Systems Wetter mit Daten und Modellen Vorhersagen bis eine

Woche im Voraus sehr zuverlässig und geografisch hochaufgelöst treffen. Analog übertragen Unternehmen und Forschergruppen dieses Konzept auf das noch komplexere System Gehirn und forschen z.B. an prädiktiven Biomarkern für Epilepsien. Eine aktuelle Fragestellung lautet: Können wir aus einem (Dauer-)EEG vorhersagen, ob und wann ein epileptischer Anfall eintritt? Diese Anwendung wird derzeit bei Patienten mit einem Hirninfarkt oder einem Schädel-Hirn-Trauma untersucht, von denen bekanntermaßen rund 5% eine Epilepsie entwickeln. Die EEG-Langzeitableitungen erfolgen z.B. mit Elektroden, die wie ein Hörgerät im Gehörgang liegen oder sogar implantiert werden können. Verarbeitet werden die Daten in neuronalen Netzwerken in Kombination mit maschinellem Lernen. Für die Patienten wird es ein enormer Gewinn an Lebensqualität sein, wenn sie in Zukunft einige Minuten vor ihren Anfällen zuverlässig gewarnt werden könnten.



Prof. Dr. Felix Rosenow

nenen Erkenntnisse auf den Menschen zu übertragen.

Dieser Trend zu elektrophysiologischen Biomarkern betrifft nicht allein die Vorhersage von Epilepsien. Auch bei neurodegenerativen Erkrankungen (z.B. Morbus Alzheimer oder Morbus Parkinson) entwickelt sich dieser Bereich der Klinischen Neurophysiologie. Beispielsweise erlaubt die schnelle Analyse von großen Datenmengen praktisch in Echtzeit, neuronale Zustände des Gehirns zu analysieren und über elektrische Impulse sofort gegenzusteuern. Dieses Konzept wird derzeit in Deutschland bei der Tiefen Hirnstimulation bei der Parkinson-Krankheit erforscht. Der DFG-Sonderforschungsbereich Retune, eine Kooperation der neurologischen Universitätskliniken in Berlin und Würzburg, möchte noch in diesem Jahr mit der ersten klinischen Studie zur therapeutischen Modulation von Hirnaktivität beginnen.

## Weltweite Big-Data-Netzwerke

„Weiter gespannte Netzwerke, die Datensätze von mehreren Patienten, mehreren Studien, mehreren Instituten aus mehreren Ländern zusammenführen, gepaart mit den entsprechenden Datennetzen und Computerkapazitäten, werden die Forschung in diesen Bereichen deutlich beschleunigen“, so Felix Rosenow. Diese Netze werden derzeit international geknüpft, z.B. im Rahmen des Human Brain Projects, an dem Mitglieder der DGKN beteiligt sind.

## Autor:

Sandra Wilcken,  
Deutsche Gesellschaft für Klinische Neurophysiologie und Funktionelle Bildgebung,  
Darmstadt  
<https://dgkn.de>

ADVERTORIAL

## Intelligenz beim Röntgen

Möchten Sie Ihr Arbeitsaufkommen reduzieren? Den radiologischen Workflow beschleunigen? Aufnahmeparameter leichter einstellen? Wie? Mit SmartXR von Agfa. SmartXR wurde entwickelt, um Anwendern die Arbeit zu erleichtern und sie bei der Bilderfassung bestmöglich zu unterstützen: Von der Ausrichtung des DR-Detektors (SmartAlign) über die exakte Positionierung des Patienten (SmartPositioning) bis hin zur Einstellung der optimalen Aufnahmeparameter (SmartDose), und SmartRotate stellt die Röntgenaufnahme immer in der üblichen Ausrichtung zur Befundung bereit – vollautomatisch.

SmartXR will mit diesen Werkzeugen spür- und messbar dazu beitragen, die operative und klinische Leistung in der Abteilung zu optimieren – ohne dass Anwender den Überblick und die Kontrolle im gesamten Aufnahmeprozess abgeben.

SmartXR und MUSICA sorgen zusammen für eine Bildaufzeichnung, die auf Anrieb aussagekräftige Ergebnisse mit der geringstmöglichen Dosis liefert. Die Bildverarbeitungssoftware MUSICA optimiert dabei vollautomatisch die Aufnahmen: Sie ist selbstadaptiv und bietet – unabhängig von der



Agfa SmartAlign am mobilen Direktradiographiesystem DR 100s.

Untersuchungsart oder Körpergröße und Konstitution des Patienten – eine konsistente Bildqualität und eine ausgewogene Wiedergabe von Weichteilgewebe und überlappenden Knochenstrukturen.

Das SmartXR-Portfolio bietet für digitale Röntgenräume und für die mobile Bildgebung intelligente Lösungen. Dafür stehen die vier Werkzeuge SmartAlign, SmartPositioning, SmartDose und SmartRotate zur Auswahl – für weniger Klicks, weniger Ausschuss oder größere Bildkonsistenz.

## Kontakt:

Agfa Healthcare Germany GmbH,  
Düsseldorf  
[info-medimg.dach@agfa.com](mailto:info-medimg.dach@agfa.com)  
<https://medimg.agfa.com/dach/smartxr/>

## Implantierte Streifenelektroden

Auch Patienten mit akutem subduralem Hämatom (Blutung unter der Hirnhaut) erleiden häufig Krampfanfälle. Im Rahmen von Studien wird bei ihnen ein Dauer-EEG abgeleitet. Dafür erhalten sie EEG-Elektroden unter die Kopfhaut implantiert. „Auch hier verfolgen wir die Fragestellung: Kann diese Datenanalyse mit künstlicher Intelligenz vorhersagen, ob und wann Anfälle auftreten? Falls ja, könnten wir rechtzeitig intervenieren und damit die Personen vor weiteren Verschlechterungen des Zustands schützen und präventiv behandeln?“, erklärt Prof. Rosenow. Solche therapeutischen Ansätze basieren in der Regel auf Voruntersuchungen in Tiermodellen.

## Training tiefer Neuronaler Netze

Die künstliche Intelligenz heißt in diesem Fall Deep Neural Network (DNN). Diyan Lu und Jochen Triesch vom Frankfurt Institute for Advanced Studies etwa trainieren das DNN mit Daten von Versuchstieren: Sie nutzen dabei das EEG von sechs Mäusen, die zu einem bestimmten Zeitpunkt eine Epilepsie entwickeln. Damit hat das DNN ausreichend gelernt: Bei der siebten Maus erkennt es selbstständig den Zeitpunkt kurz vor Auftreten des ersten Anfalls, die späte Epileptogenese-Phase, mit hoher Sicherheit. Der nächste Schritt ist es nun, die gewon-

# TIPSS – Eine interdisziplinäre Herausforderung

## Behandlung der portalen Hypertension

■ Die Leberzirrhose ist ein komplexes Krankheitsbild mit einer hohen Rate an Sekundärkomplikationen und potentiell hoher Sterblichkeit. In den letzten Jahren hat sich die Anlage eines Transjugulären intrahepatischer portosystemischer Stent-Shunt (TIPSS) zur Behandlung der portalen Hypertension gegenüber der offen chirurgischen Shunt-Anlage durchgesetzt.

### Die möglichen Ursachen der Leberzirrhose

Die Leberzirrhose wird definiert als fibrotische Veränderung des Leberparenchyms mit Entstehung von bindegewebig umfassten regenerativen Knoten als Folge von chronischer Leberschädigung. Die Ursachen der Leberzirrhose beinhalten in unseren Breitengraden vornehmlich den Alkoholismus, die nicht alkoholbedingte Fettleber (NASH) und die chronischen Virushepatitiden der Typen B und C. Seltener Ursachen können auch Stoffwechselerkrankungen wie Hämochromatose und Morbus Wilson oder Autoimmunprozesse wie die Autoimmunhepatitis sowie die primäre oder sekundär sklerosierende Cholangitis sein. Im Jahr 2017 starben laut einer GBD-Studie (Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors Study) weltweit mehr als 1,3 Mio. Menschen an Leberzirrhose. Für Deutschland wurden laut dieser Studie ca. 20.000 Sterbefälle registriert (Sterberate 12/100.000).

### Sekundärkomplikationen der Leberzirrhose

Die histologischen Veränderungen beeinträchtigen den intrahepatischen Gefäßfluss und führen zu einem Blutrückstau mit daraus resultierendem Bluthochdruck in der Pfortader (portale Hypertension). Deutlich seltener wird die portale Hypertension auch durch nicht zirrhotische Ursachen ausgelöst, z.B. durch das Budd-Chiari-Syndrom, einem Verschluss der drei Lebervenen, häufig verursacht durch eine Störung der Blutgerinnung. Der Druckgradient zwischen Pfortader und rechtem Vorhof (PSG = portosystemischer Druckgradient) beträgt normalerweise ca. 5 mmHg. Bei Werten ab >10 mmHg wird dieser klinisch apparent. Die häufigsten klinischen Krankheitsbilder sind hierbei:

#### ■ Therapierefraktärer Aszites

Bei Aszites handelt es sich um freie Flüssigkeit im Peritoneum, die zu

über 85% durch portale Hypertension bedingt ist. Zunächst wird diese meist mit Diuretika behandelt (z.B. Spironolacton). Sollte sich dieser durch konservative Maßnahmen nicht beherrschen lassen, spricht man von therapierefraktärem Aszites.

Durch rezidivierende Parazentesen kommt es hierbei zu einem Proteinverlust, der durch Gabe von Humanalbumin ausgeglichen werden muss. Zudem ist die Komplikation der Superinfektion gefürchtet, die allgemein als SBP (spontane bakterielle Peritonitis)

bezeichnet wird und bei ca. 25% der Patienten auftritt.

#### ■ Varizenbildung

Durch den Rückstau des Blutes in die Magen- und Ösophagusvenen (portosystemische Umgehungskreisläufe,



Medical Monitor Solutions  
**RadiForce**

## Intelligente Lösungen für die medizinische Bildwiedergabe

Die professionellen Monitor-Lösungen von EIZO bieten Ärzten auf der ganzen Welt perfekte Bedingungen für die hochpräzise Befundung an PACS-Stationen und Modalitäten.

Alle Modelle der RadiForce-Serie überzeugen durch eine herausragende Bildqualität, die durch die EIZO eigenen Softwarelösungen RadiCS und RadiNet Pro dauerhaft sichergestellt wird.

Vertrauen auch Sie der besonderen EIZO Qualität und profitieren Sie von unserem ausgezeichneten Kundenservice und höchster Investitionssicherheit dank einer außergewöhnlich langen Garantie von fünf Jahren.

Weitere Informationen finden Sie unter [www.eizo.de/radiforce](http://www.eizo.de/radiforce)



die aber für das hohe Flussvolumen nicht geeignet sind) kommt es zur Ausbildung von submucösen Venenerweiterungen, sog. Varizen, die zum Teil leicht verletzlich sind und somit ein Risiko für heftige gastrointestinale Blutungen darstellen. Da die Blutungen sich nach endoluminal erstrecken, gehen akute Varizenblutungen mit einem hohen Mortalitätsrisiko von ca. 20% innerhalb von sechs Wochen einher.

Seltener sind rektale Varizen, die sich über einen hepatofugalen Fluss in der Vena mesenterica inferior speisen. Auch hier sind endoluminale Blutungen möglich.

#### ■ Hypersplenismus

Der Rückstau des Blutes in die Vena lienalis bedingt eine Splenomegalie, die wiederum einen vermehrten Abbau von Blutzellen zur Folge hat (Panzytopenie).

### TIPSS als Therapieoption verfeinert

Rössle et al. publizierten 1988 erstmals den TIPSS als therapeutische Alternative zur offen chirurgischen portocavalen Shuntanlage beim Menschen. Über einen rechts jugulären Zugang wird ein Punktionsinstrument durch die Hohlvene bis in eine Lebervene vorgebracht. Hier wird aus der Lebervene ausgestochen und durch das Lebergewebe in einen Pfortaderast punktiert.



**Dr. Holger Gößmann, Stellv. Direktor, Leiter der interventionellen Radiologie, Uniklinikum Leipzig**

Dieser transhepatische Punktionstrakt wird dann mittels Stentimplantation dauerhaft offen gehalten. Somit strömt nicht verstoffwechseltes Blut aus dem portalen Strombett direkt zum rechten Vorhof, was zur Druckentlastung führt und die blutungsgefährdeten Umgehungsvarizen entlastet. Diese Therapieoption wurde im Laufe der Zeit weiter verfeinert; z.B. sorgen heute gecoverte Stentprothesen für deutlich verlängerte Offenheitsraten.

Die Methode imponiert charmant, bietet sie doch die Möglichkeit der minimalinvasiven Therapie eines schweren Krankheitsbildes, welche sich in der aktuellen DRG in der Gruppe H09 in aller Regel auch kostendeckend abbilden lässt. Die Autoren möchten hier



**Prof. Dr. Timm Denecke, Direktor der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Uniklinikum Leipzig**

jedoch ausdrücklich auch bei elektiven Fällen davor warnen, die Intervention aufgrund ihres minimalinvasiven Charakters zu leicht zu nehmen. Es handelt sich um einen schweren Eingriff in die Hämodynamik des Portalvenensystems und der Patient ist aufgrund der zu behandelnden Grunderkrankung immer ein Risikopatient.

### Anforderungen an ein TIPSS-Zentrum

Die TIPSS-Anlage ist trotz ihres minimalinvasiven Charakters eine potentiell komplikationsträchtige Intervention, deren 30-Tages-Mortalität in aktuellen Studien bei ca. 4% angesiedelt wird. Intraprozedurale Komplikationen wie die akzidentelle Perforation der Leberkapsel mit Blutung in die freie Bauchhöhle sind glücklicherweise selten und treten in erfahrenen Zentren, die mehr als 20 Anlagen/Jahr durchführen, nachweislich weniger häufig auf. Weitere intraprozedurale Komplikationen, wie die akzidentelle Punktion von Leberarterien oder Gallengängen beim Leberdurchstich lassen sich in aller Regel gut beherrschen. Postprozedural kommt es zum einen zu einer Vorlast-Erhöhung durch den vermehrten Zustrom im rechten Vorhof, die eine präinterventionelle kardiologische Abklärung unumgänglich macht. Zum Zweiten kommt es durch den intrahepatischen Shunt zu einer Erhöhung des Anteils an nicht verstoffwechseltem Blut, was eine engmaschige Überwachung hinsichtlich einer hepatischen Enzephalopathie erforderlich macht, die nach einer TIPSS-Anlage entweder erstmalig auftritt oder sich verschlechtern kann. Sie kommt bei ca. 30% der Patienten vor und ist in aller Regel mit konservativen Maßnahmen gut zu beherrschen, allerdings benötigen Patienten in 3–5% der Fälle eine Verkleinerung des TIPSS-Volumens, eine Intervention die technisch herausfordern sein kann. Andererseits kann auch eine zweitzeitige Erweiterung des

TIPSS bei weiterhin therapierefraktärem Aszites, In-Stent-Thrombosen oder rezidivierenden Ösophagusvarizenblutungen nötig werden. Die Shunt-dysfunktionsrate wird derzeit mit ca. 25–35% nach zwei Jahren angegeben. Zudem kommt es bei ca. 20% der Patienten zu einer Verschlechterung der Leberfunktion, ein akutes Leberversagen ist jedoch sehr selten. Eine weitere sehr seltene, aber schwer zu beherrschende Komplikation ist die Infektion des Fremdmaterials (TIPSSitis) bei ca. 1% der Patienten.

Die genannten Komplikationen sind eine interdisziplinäre Herausforderung. Die Klinik begegnete dieser mit der Gründung eines TIPSS-Zentrums, in dem die therapeutisch an der portalen Hypertension beteiligten Fachbereiche, nämlich die Hepatologie, die Endoskopie, die Radiologie und die hepatobiliäre Chirurgie, in enger Zusammenarbeit mit der Kardiologie, der Nephrologie und der Anästhesie federführend sind. Kliniken, die selbst keine Lebertransplantation anbieten, sollten zudem auf eine enge Anbindung an ein Lebertransplantationszentrum achten, wenn sie TIPSS anbieten wollen. Die enge interdisziplinäre Zusammenarbeit ermöglicht es, die Indikation, in Anbetracht der Therapiealternativen und -perspektiven, korrekt zu stellen, die komplexen Arbeitsabläufe zu standardisieren und um dem Patienten eine umfassende Betreuung vor, während und nach der TIPSS-Implantation anbieten zu können. Dies macht sich insbesondere im Akutfall (Notfall-TIPSS) bezahlt, bei dem ein eingeschliffener Workflow und hindernisfreie interdisziplinäre Kommunikation 24/7 essenziell sind. Neben den notwendigen Koppelungen auf ärztlicher Ebene und entsprechenden SOPs geht das UKL mit der Vernetzung der ambulanten und stationären Betreuung zwischen Radiologie und klinischen Fächern, zum Thema portale Hypertension und TIPSS, in Form einer interdisziplinären Sprechstunde und radiologisch-internistisch-chirurgischer Therapiestation, noch einen großen Schritt weiter, um eine optimale und gebündelte Patientenversorgung anzubieten. ■■

#### Autoren:

**Prof. Dr. Timm Denecke**  
Direktor Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie,  
Universitätsklinikum Leipzig,

**Dr. Holger Gößmann**  
Stellv. Direktor / Leiter interventionelle Radiologie,  
Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie,  
Universitätsklinikum Leipzig,  
[www.radiologie.uniklinik-leipzig.de](http://www.radiologie.uniklinik-leipzig.de)



Typische postinterventionelle Darstellung eines TIPSS

Foto: Uniklinik Leipzig

# Strahlentherapie bei Glioblastomen

*PET-Bildgebung liefert wichtige zusätzliche Informationen*

■ Eine vor Beginn der Radio-Chemotherapie zusätzlich zur MRT vorgenommene PET-Bildgebung liefert wichtige Informationen zur Verbesserung der Strahlentherapie. Jährlich erkranken in Deutschland etwa 4.800 Menschen an einem Glioblastom, die meisten von ihnen im Alter zwischen 50 und 75 Jahren. Der als unheilbar geltende Hirntumor kehrt trotz Behandlung oft nach kurzer Zeit zurück. Um das Wiederauftreten des Tumors, das Rezidiv, möglichst lange hinauszuzögern, werden die Patienten nach einer Operation mit einer intensiven kombinierten Strahlen- und Chemotherapie behandelt. Wissenschaftler des Universitätsklinikums Carl Gustav Carus Dresden, des Helmholtz-Zentrums Dresden-Rossendorf (HZDR) und am Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen Dresden (NCT/UCC) sowie des Deutschen Krebsforschungszentrums (DKFZ) in Heidelberg konnten nun erstmals in einer klinischen Studie belegen, dass eine zusätzlich zur Standard-Magnetresonanztomografie (MRT) vorgenommene Positronen-Emissions-Tomografie (PET)-Diagnostik vor Beginn der Radio-Chemo-Therapie wichtige Informationen liefert, die Grundlage für eine verbesserte Therapie sein könnten: Mit ihrer Hilfe lässt sich der weitere Verlauf der Erkrankung genauer vorhersagen, das zu bestrahlende Gebiet präziser berechnen und die räumliche Lokalisation späterer Rezidive oftmals antizipieren. Grundlage der Studie sind Langzeitdaten von 89 Patienten. Sie bilden die Basis, um die Strahlentherapie künftig weiter zu verbessern und noch genauer auf den einzelnen Patienten zuzuschneiden. Ziel ist es, die Behandlung individuell so aggressiv wie nötig, aber so schonend wie möglich zu gestalten.

## Ergänzende Informationen aus MRT und PET

Im Rahmen der Studie wurden die Patienten vor Beginn sowie wiederholt nach Abschluss ihrer Radio-Chemo-Therapie mit einer Kombination aus MRT und PET untersucht. Beide Bildgebungsmethoden können verbliebene Tumorreste sichtbar machen und einander wechselseitig ergänzen. MRT-Untersuchungen liefern mithilfe eines starken Magnetfelds und durch

Radiowellen genaue Einblicke in die Hirnstrukturen der Betroffenen. Das PET-Verfahren macht mittels schwach radioaktiv markierter Substanzen, Radiotracer, die Stoffwechselaktivität im Gewebe sichtbar. In der vorliegenden Studie wurde als Radiotracer die mit Kohlenstoff-11 markierte Aminosäure Methionin gewählt. Weil die Aufnahme von Aminosäuren im normalen Hirngewebe im Vergleich zu Krebszellen relativ gering ist, lassen sich Tumoren mit hohem Kontrast abgrenzen.

Kohlenstoff-11 besitzt allerdings nur eine kurze Halbwertszeit von ca. 20 Minuten. Alternativ werden für die Diagnostik von Hirntumoren auch andere radioaktiv markierte Aminosäuren eingesetzt, ein häufig verwendetes Präparat ist die mit Fluor-18 markierte Aminosäure Fluorethyltyrosin. Die Markierung mit Fluor-18 (Halbwertszeit ca. 110 Minuten) hat den Vorteil, dass das Radiopharmakon von extern geliefert werden kann und nicht auf einen kurzen Transportweg durch eine Vor-Ort-Produktion angewiesen ist.

## PET-Untersuchung hat hohen prognostischen Wert

Im Rahmen der Studie konnte gezeigt werden, dass bei Patienten, bei denen sich nach der Operation, aber vor Beginn der Radio-Chemo-Therapie eine auffällige Traceranreicherung im Gehirn zeigte, der Tumor schneller zurückkehrte. Ein ähnlicher Zusammenhang gilt für MRT-Bilder, die auf Tumor-Reste hindeuten. Bei etwa 40 % der Patienten zeigten sich Auffälligkeiten in den PET-Befunden allerdings ohne entsprechende Hinweise im MRT. Die PET-Bildgebung hat daher einen hohen prognostischen Wert und liefert zusätzlich zur MRT-Bildgebung wichtige Informationen über den weiteren Krankheitsverlauf.

## Genaue Prognose - Strahlentherapie nach Maß

Eine möglichst genaue Prognose des Krankheitsverlaufs vor Beginn der Radio-Chemo-Therapie ist wichtig, um die weitere Behandlung künftig noch maßgeschneiderter auf den jeweiligen Patienten anpassen zu können. Damit lassen sich beispielsweise Patienten identifizieren, die trotz der als unheilbar geltenden Erkrankung ihren



Angenehm und sicher: Das schwenkbare Haltesystem hilft den Patienten, sich möglichst eigenständig auf dem Untersuchungstisch zu platzieren – auch aus dem Rollstuhl heraus.

Febromed liefert Unterstützung für den Radiologiealltag

## Sicher und hygienisch: „get up“<sup>®</sup>

**Egal ob bei der Magnetresonanztomographie (MRT), der Computertomographie (CT), der Röntgendiagnostik oder Strahlentherapie: in der Radiologie kommt es auf die Details an. Hochspezialisierte Geräte in einem professionellen Umfeld helfen dabei, exakte Diagnosen zu stellen und präzise Therapien umzusetzen. Genau so professionell muss alles andere sein.**

Mit dem Haltesystem „get up“<sup>®</sup> von FEBROMED helfen wir im täglichen Einsatz. Patientinnen und Patienten können sich selbstbestimmt mit unserem Haltesystem perfekt auf dem Untersuchungstisch platzieren. Das medizinische Personal wird entlastet und kann sich auf das Wesentliche konzentrieren: die Untersuchung.

### Belastung reduzieren

In der Radiologie ist ein guter Teil der Patientinnen und Patienten bewegungseingeschränkt. Das ist für das medizinische Personal oft eine große Belastung. Sie müssen Patientinnen und Patienten mit vollem Körpereinsatz umlagern – und geraten dabei in Gefahr, selbst zum medizinischen Notfall zu werden. Ganz von den körperlichen Beschwerden abgesehen

entstehen so auch Kosten für den Arbeitgeber und das Sozialsystem. „Get up“<sup>®</sup> von FEBROMED hilft, diese Belastung bei der täglichen Arbeit auf ein Minimum zu reduzieren.

Sicherheit ist nicht nur ein Thema bei der Handhabung. Auch bei der Hygiene wurde alles bedacht. Das Haltesystem „get up“<sup>®</sup> von FEBROMED ist leicht zu desinfizieren und erfüllt höchste Hygieneansprüche eines medizinischen Umfelds. Das Material ist extrem haltbar, eine Investition in die Sicherheit aber auch in die Wirtschaftlichkeit.



Das Haltesystem „get up“<sup>®</sup> lässt sich nicht nur an der Decke, sondern auch an der Wand montieren. Fotos: Febromed

Tumor mit hoher Wahrscheinlichkeit viele Jahre überleben werden. Für diese Patienten gilt es, Therapieverfahren zu wählen, die mit möglichst wenigen Nebenwirkungen verbunden sind. Bei Patienten, bei denen der Tumor mit hoher Wahrscheinlichkeit schnell zurückkehrt, ist hingegen eine Behandlung mit einer erhöhten Strahlendosis denkbar. Dabei ist es besonders wichtig, den Bereich genau zu kennen, in dem der Tumor aller Voraussicht nach wieder auftritt. Auch hierfür lieferte die PET-Untersuchung wichtige Hinweise. In der Studie trat der Tumor bei der Mehrzahl der Patienten in dem Bereich des Gehirns wieder auf, der bei der initialen PET-Untersuchung eine vermehrte Traceranreicherung zeigte. Bei den 16 Patienten, die mit auffälligen MRT- und PET-Befunden die schlechteste Prognose aufwiesen, ließ sich dieser Zusammenhang sogar in allen Fällen nachweisen. Besonders bei dieser Hochrisikogruppe könnte eine Dosiserhöhung in dem durch die PET-Untersuchung angezeigten Areal ein vielversprechender Weg sein.

### Vorteile für die Bestrahlungsplanung

Die zusätzlichen Informationen aus der PET-Untersuchung ermöglichen



Dr. Bettina Beuthien-Baumann

Foto: J. Jung/DKFZ

es zudem, das zu bestrahlende Gebiet vor Beginn der Radiotherapie präziser zu berechnen und die Genauigkeit der Therapie zu erhöhen. Die Ergebnisse der Studie weisen darauf hin, dass eine zusätzliche PET-Bildgebung zur Bestrahlungsplanung deutliche Vorteile bringt. An der Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie des Universitätsklinikums Carl Gustav Carus wird die Kombination aus MRT- und PET-Diagnostik vor der Radiochemotherapie bereits allen Patienten angeboten, bei denen der Allgemeinzustand die



Prof. Dr. Mechthild Krause

Foto: André Wirsig

se zusätzliche Untersuchung zulässt. Die Liegezeit im Untersuchungsgerät kann abhängig von dem eingesetzten Radiotracer, dem verfügbaren Scanner, möglicherweise vorliegenden Voruntersuchungen und dem lokalen Untersuchungsprotokoll zwischen 30 Min. und 60 Min. betragen.

Für die Untersuchung kommt am Uniklinikum Dresden ein kombiniertes PET/MRT-Gerät zum Einsatz. Dies hat den Vorteil, dass PET und MRT in identischer Positionierung an einem Untersuchungstermin durchgeführt



Dr. Annetrin Seidlitz

Foto: privat

werden kann. Falls kein solches Gerät zur Verfügung steht, kann die PET-Untersuchung auch unabhängig von der MRT-Untersuchung, z. B. an einem PET/CT, durchgeführt werden und die Datensätze von PET und MRT können anschließend digital identisch ausgerichtet und zusammen ausgewertet werden. Wichtig ist es für die Untersuchung, dass der Patient in der Lage ist, für die Dauer der Untersuchung den Kopf sehr ruhig zu halten, damit die Aufnahmen nicht „verwackeln“. Da der Radiotracer individuell und in engem Zeitfenster für jede PET-Untersuchung hergestellt werden muss, ist eine minutiöse Terminplanung essenziell. Die benötigten Untersuchungsdaten müssen einerseits in einem begrenzten Zeitfenster für die Therapieplanung vorliegen, andererseits müssen das Zusammenspiel von Radiopharmaka-Produktion bzw. Liefertermin des Radiopharmakons und Verfügbarkeit des Untersuchungsgerätes mit dem Patienten eng abgestimmt werden. Die Kosten einer PET-Untersuchungen werden nicht regelhaft von den Krankenkassen übernommen. Wird die Untersuchung ambulant durchgeführt, ist hierfür meist ein Antrag auf Kostenübernahme notwendig. ■■



Patienten mit aggressiven Hirntumoren könnten künftig von einer verbesserten Strahlentherapie profitieren. Grundlage hierfür ist eine kombinierte PET-MRT-Bildgebung.

Foto: NCT/UCC/André Wirsig

### Autoren

Dr. Bettina Beuthien-Baumann,  
Radiologie,  
Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg,  
www.dkfz.de

Dr. Annetrin Seidlitz und  
Prof. Dr. Mechthild Krause,  
Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie,  
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden  
www.nct-dresden.de

# Workflows ganzheitlich optimieren

*End-to-End-Prozesseffizienz in der Radiologie und ihre Hebelwirkung für das Unternehmen Krankenhaus*

■ Schon seit Jahren schreiben immer mehr Krankenhäuser in Deutschland rote Zahlen. Laut Krankenhaus-Barometer 2020 bewerten nur noch 18 % ihre wirtschaftliche Lage als gut. Prozessoptimierung ist ein zentrales Instrument, um den Abwärtstrend zu stoppen. Dabei hat die Radiologie als interdisziplinärer Knotenpunkt besondere Bedeutung. Wenn die Workflows hier nicht stimmen, hat das Auswirkungen auf das ganze Haus, da Wartezeiten für bildgebende Untersuchungen die Verweildauer verlängern und die Kosten in die Höhe treiben. Um die Prozesse in der Radiologie End-to-End zu verbessern, hat Philips die Radiology Workflow Suite entwickelt. Das herstellerneutrale Konzept verbindet Lösungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette: von Patientenmanagement und Bildgebung über Bildanalyse und Befundung bis hin zu Entscheidungsfindung, Therapie und Nachsorge. Für einen nahtlosen, verlustfreien Datenaustausch befasst sich das Team der Philips Interoperability Solutions ausschließlich mit der Integration offener und standardisierter Schnittstellen.

## Dem Fachkräftemangel mit Virtualisierung begegnen

Bereits 2009 hat das Deutsche Krankenhausinstitut festgestellt, dass rund jedes fünfte Krankenhaus Probleme hat, geeignete Kandidaten für offene MTRA-Stellen zu finden. Inzwischen klagt fast die Hälfte der Häuser über fehlenden Nachwuchs in der Radiologie. Das Radiology Operations Command Center ist eine Telepräsenz-Lösung, mit der sich Experten von einer Zentrale aus remote auf CT- und MR-Systeme – einschließlich Scanner von Dritunternehmen – aufschalten können, um MTRAs in Krankenhäusern in Echtzeit zu unterstützen. Außerdem ermöglicht die Hilfe aus der Ferne, die Standardisierung voranzutreiben, fehlende Erfahrung bei Berufseinsteigern zu kompensieren und die Ausbildung zu zentralisieren. Die Patienten profitieren von einer qualitativ hochwertigen, wohnortnahen Versorgung. Vor allem aber wird das Personal entlastet.

## Automatisierung reduziert Stress und steigert die Qualität

Die Ergebnisse der Philips Studie Radiology staff in focus sprechen für sich: In Deutschland leiden 97 % der befragten MTRAs unter Burn-out-Sympto-



Michael Heider Foto: Philips

men. Weiterhin gaben die Teilnehmer an, dass 20 % ihrer Arbeit ineffizient seien und automatisiert werden sollten. Mit den Smart-Workflow-Lösungen für die Magnetresonanztomografie trägt Philips diesem Wunsch Rechnung. VitalScreen macht z. B. Vorschläge zur Wahl der richtigen Spulen und bietet visuelle Anleitungen für deren Positionierung. SmartExam übernimmt im Hintergrund die Planung und Durchführung der ExamCard-Protokolle. VitalEye überwacht mittels Sensoren die Atembewegungen; das Anlegen eines Atemgurtes entfällt. Beim Röntgen-Thorax gibt der KI-gestützte Smart Assistant innerhalb von Sekunden Feedback zur Bildqualität. So können MTRAs bei mangelhaften Aufnahmen Wiederholungsuntersuchungen durchführen, ohne vorher mit dem Radiologen Rücksprache zu halten. Zudem stärkt der Smart Assistant die Qualität, da er Fehlerquellen benennt und Empfehlungen gibt, wie die MTRAs das First-time-right-Prinzip umsetzen können.

## Künstliche Intelligenz macht Radiologen das Leben leichter

Künstliche Intelligenz (KI) verbessert die Qualität der Diagnostik, indem sie die Variabilität reduziert und die Reproduzierbarkeit erhöht. Zusätzlich entlastet sie Radiologen von monotonen Routineaufgaben und setzt Ressourcen für anspruchsvolle, nicht delegierbare Tätigkeiten frei. Besonders groß ist der Mehrwert, wenn es darum geht, in komplexen Strukturen standortübergreifend und interdisziplinär zusammenzuarbeiten. IntelliSpace Portal ist eine skalierbare Nachverarbeitungsplattform, über die Radiologen überall Zugriff auf die Bilder sämtlicher Systeme haben.

Das macht die Befundung flexibel und unabhängig von modalitätsnahen Workstations. Die neueste Version bietet ein umfangreiches Paket an KI-Algorithmen für die Kardiologie, Pulmologie, Onkologie und Neurologie, die eine genauere Detektion von Pathologien und eine schnellere Befundung unterstützen. Mit der IntelliSpace AI Workflow Suite will Philips den Transfer von künstlicher Intelligenz in die Versorgungsrealität vereinfachen. Die herstellerneutrale, multimodale Plattform ordnet die Bilddaten automatisch im Hintergrund den passenden KI-Applikationen zu und startet die Analyse, ohne dass eine Interaktion erforderlich ist. Durch die Anbindung an das PACS werden die Ergebnisse gleich bei Beginn der Befundung im Result Board bereitgestellt. Der Radiologe – weiterhin oberste Entscheidungsinstanz – kann sie bestätigen oder verwerfen. Außerdem hat er über die Plattform Zugang zu einem Marktplatz für KI-Anwendungen von Dritunternehmen.

## Mehr Klartext: Interactive Multimedia Reporting

Freitexte sind so individuell wie die Radiologen, die sie diktieren. Sie lassen viel Spielraum für Interpretationen. Im ungünstigsten Fall suchen die Zuweiser vergeblich nach den Informationen, die sie für die Therapieentscheidung benötigen. Studien belegen die Überlegenheit der strukturierten Befundung gegenüber der „Prosa“ in puncto Vollständigkeit und Verständlichkeit.

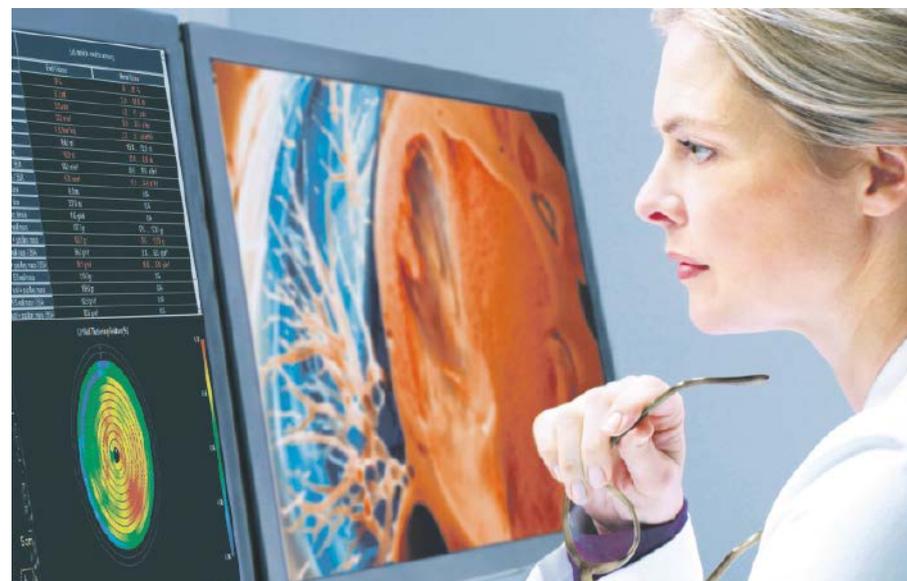
Weitere Vorteile sind eine enorme Zeitersparnis und – Stichwort KI – die Maschinenlesbarkeit. Gründe genug für Philips, über die Clinical Collaboration Platform ein Modul für Interactive Multimedia Reporting anzubieten. Via Spracherkennung können Radiologen im PACS direkt in individualisierte Vorlagen diktieren und Textbausteine auswählen. Die Integration von wichtigen Bildern, Diagrammen, Vergleichstabellen und Hyperlinks sorgt für eine hohe Anschaulichkeit und Nachvollziehbarkeit.

## Potentiale entlang der gesamten Wertschöpfungskette heben

Krankenhäuser, die im Wettbewerb bestehen wollen, kommen an der Prozessoptimierung nicht vorbei. Mit der herstellerneutralen Radiology Workflow Suite harmonisiert Philips eine Vielzahl von Abläufen so, dass sie wie Zahnräder ineinandergreifen. Das Konzept mag zwar komplex sein, aber auch mindestens genauso flexibel. Denn nur dadurch ist es dem Unternehmen möglich, radiologische Abteilungen individuell an jedem Punkt der Wertschöpfungskette zu unterstützen. ■■

### Autor:

Michael Heider  
Business Marketing & Sales  
Leader Precision Diagnosis  
Philips GmbH Market DACH, Hamburg  
healthcare.deutschland@philips.com  
www.philips.de/khzz



Digitales Update durch das Krankenhauszukunftsgesetz: Verschiedene Elemente der Philips Radiology Workflow Suite, z. B. IntelliSpace Portal, sind gemäß § 19 Absatz 1 Satz 1 der Krankenhausstrukturfonds-Verordnung (KHSFV) förderfähig. Foto: Philips

# Bildgebung bei rheumatologischen Erkrankungen

*Dicke und heiße Gelenke sind Anzeichen von entzündlichen Gelenkerkrankungen.*

■ Dass rheumatologischen Entzündungsherde auch Muskeln, Sehnen, Gefäße und viele Organe befallen können, wird oft übersehen. Priv.-Doz. Dr. Valentin Schäfer, Leiter der Rheumatologie und klinischen Immunologie der Medizinischen Klinik III am Universitätsklinikum Bonn (UKB), erklärt die Einsatzmöglichkeiten der Bildgebung zur Diagnostik und Therapie bei rheumatologischen Erkrankungen.

**M&K:** *Wie viele Menschen sind in Deutschland von rheumatologischen Erkrankungen betroffen?*

**Priv.-Doz. Dr. Valentin Schäfer:** In Deutschland sind etwa 5 Mio. Menschen von einer rheumatologischen Erkrankung betroffen.

*Welchen Stellenwert nimmt die Bildgebung in der Diagnostik und Therapie rheumatologischer Erkrankungen ein?*

**Schäfer:** Der Stellenwert der Bildgebung in der Rheumatologie ist inzwischen vor allem in der Frühdiagnose sehr hoch. Bereits stark entzündete Gelenke werden zumeist in der klinischen Untersuchung diagnostiziert. In der Bildgebung zeigen sich jedoch erste Anzeichen schon, bevor eine massive Gelenkentzündung eintritt und eventuell einen Schaden verursacht hat. Hier ist vor allem der Gelenkulterschall hervorzuheben, der mit einer sehr hohen Auflösung Gelenke um das Vielfache besser darstellt als z. B. das MRT (Magnetresonanztomografie). Zudem ist die Ultraschalldiagnose natürlich zeitsparend und sofort verfügbar, was für die Patienten einen relevanten Vorteil darstellt. Demgegenüber eignet sich das MRT aber, um auch Knochenveränderungen darzustellen. Bei alledem ist natürlich eine gute Expertise des Rheumatologen vorausgesetzt, die inzwischen fast überall in Deutschland besteht.

*Welche Bildgebungstechniken kommen bei welchen rheumatologischen Erkrankungen sinnvollerweise zum Einsatz? Gibt es einen Goldstandard?*

**Schäfer:** Der Goldstandard variiert in Bezug auf die jeweilige Erkrankung. Insgesamt gibt es mehr als 400 rheumatologische Erkrankungsbilder. Man kann aber im Allgemeinen sagen, dass entzündliche Gelenkerkrankungen (Arthritiden), wie die rheumatoide Arthritis oder die Psoriasis Arthritis, sehr



Priv.-Doz. Dr. Valentin Schäfer

Foto: Universitätsklinikum Bonn, R. Müller

## Zur Person

**Priv.-Doz. Dr. Valentin Schäfer** hat sein Medizinstudium an der Karls-Universität zu Prag absolviert. Schon seine Promotion, die er 2011 mit Bestnote an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg abschloss, behandelte die Riesenzellarteriitis und deren Risiken für Infektionen und maligne Erkrankungen. Schäfer ist nach klinischen Stationen in Erlangen-Nürnberg, Regensburg, Berlin und Mainz seit März 2018 Leiter der Rheumatologie und klinischen Immunologie an der Medizinischen Klinik III am Universitätsklinikum Bonn (UKB). 2019 schloss er seine Habilitation an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn zu „Bildgebende Verfahren bei Arthritiden und Vaskulitiden“ ab. Seit November 2018 leitet er zudem das Sonografie-Zentrum der Medizinischen Klinik III und ist Sprecher des Zentrums für seltene rheumatologische Erkrankungen am UKB.

gut im Ultraschall frühdiagnostiziert werden können. Kommt man zu den Entzündungen großer Gefäße (Vaskulitiden), wie der Riesenzellarteriitis, hat die Ultraschalldiagnostik der betroffenen Arterien sogar inzwischen die Biopsie als erstes bildgebendes Verfahren und Goldstandard abgelöst. Genau an

dieser Entwicklung war ich mit meinen Forschungsarbeiten beteiligt. Entsprechend freue ich mich natürlich, dass durch den wegfallenden Eingriff auch hier eine wesentliche Erleichterung für die Patienten erreicht wurde. Schaut man sich die entzündlichen Wirbelsäulenerkrankungen an (Spondyloarthritiden, früher Morbus Bechterev genannt), so ist das MRT hier der Goldstandard, um Entzündungen der Wirbelsäule oder des Kreuzdarmbeins (Sakroileakalgelenk) gut darzustellen.

*Was passiert bei atypischen Krankheitsverläufen?*

**Schäfer:** Bei atypischen Verläufen von rheumatologischen Erkrankungen kommt es häufig zu einer verzögerten Diagnose. Ein atypischer Verlauf spielt sich beispielsweise oft in den großen Gelenken ab. So ist bei Schmerzen an der Schulter die Diagnose oft verzögert, weil die Patienten zunächst zum Orthopäden gehen und dieser sie auf Schulterimpingement – also auf eingeklemmte Sehnen im Schultergelenk – behandelt. Da die Behandlung aber keine langfristige Besserung mit sich bringt, landen die Patienten irgendwann beim Rheumatologen. Dieser untersucht klinisch und vor allem mit Ultraschall und erkennt: Diese Schulterschmerzen sind ein erstes Zeichen für eine rheumatoide Erkrankung. Ein

weiterer atypischer Verlauf betrifft die Lunge – dieser ist bei der rheumatoiden Arthritis auch gar nicht so selten. Man geht davon aus, dass zwischen 30 und 60% der Patienten mit rheumatoider Arthritis auch einen Lungenbefall haben, der zum Teil unentdeckt bleibt. Zur genaueren Untersuchung dieser Verläufe plane ich gerade eine größere Studie. Im Falle eines Verdachts auf einen atypischen Verlauf ist immer eine Überweisung an die akademische Rheumatologie an einer Universitätsklinik zu empfehlen, um Differentialdiagnosen auszuschließen.

*Herr Dr. Schäfer, kürzlich wurden Sie als nationaler Vertreter der Deutschen Gesellschaft für Rheumatologie in das Standing Committee zur muskuloskelettalen Bildgebung der Europäischen Liga gegen Rheumatismus (EULAR) berufen. Was bedeutet dies für Sie?*

**Schäfer:** Mich freut es sehr, diese Position zu bekleiden, da ich hier meinem Forschungsschwerpunkt nachgehen und die Diagnose von rheumatologischen Erkrankungen auf einem europäischen Niveau angehen kann. Man lernt immer dazu, das Ziel ist das Wohl der Patienten. ■■

**Autor:**

Dr. Jutta Jessen, Weinheim

# Bestimmungsgemäß keimarm oder steril

*RKI-konforme Sondenaufbereitung direkt am Ultraschallsystem*

■ Vaginal- und Rektalsonden sind im Sinne der Hygiene semikritische Medizinprodukte und bedürfen daher bei der Aufbereitung nach jeder Untersuchung besonderer Beachtung. Der Paragraph 8 (§ 8 (1)) der Medizinprodukte-Betreiberverordnung gibt hier vor: „Die Aufbereitung von bestimmungsgemäß keimarm oder steril zur Anwendung kommenden Medizinprodukten ist unter Berücksichtigung der Angaben des Herstellers mit geeigneten validierten Verfahren so durchzuführen, dass der Erfolg dieser Verfahren nachvollziehbar gewährleistet ist und die Sicherheit und Gesundheit von Patienten, Anwendern oder Dritten nicht gefährdet wird.“ Daraus folgt: Der Anwender muss den Nachweis führen, dass die Aufbereitung reproduzierbar ist und zuverlässig die geforderte Desinfektionsleistung mit bakterizider, fungizider und viruzider Wirkung erbringt. Gängige Praxis ist jedoch häufig die Verwendung eines Überziehers mit anschließender Wischdesinfektion. Hierzu sagte jedoch das RKI in einer Stellungnahme im Dezember 2020: „... wir sehen eine Validierbarkeit der abschließenden Wischdesinfektion von semikritischen Medizinprodukten derzeit als nicht gegeben an.“ Stattdessen wird in der Leitlinie die Tauchdesinfektion als validierbares Verfahren aufgeführt (Quelle: RKI – Infektionsschutz – Infektions- und Krankenhaushygiene – Aufbereitung Medizinprodukte).

Hintergrund ist, dass durch alleinige Verwendung von Schutzhülle und Wischdesinfektion der notwendige Patienten- und Anwenderschutz nicht gewährleistet ist, da so das Risiko von Schmierinfektionen bzw. Kreuzkontaminationen nicht ausgeschlossen werden kann. Allgemein kritische Punkte bei Ultraschallsonden sind konstruktions- oder konzeptionell bedingte Vertiefungen, wie sie z.B. beim Übergang von Gehäuseteilen oder am Kabeleintritt auftreten können.

## Hygiene im vollen Umfang sichergestellt

Mit dem vollständigen Einlegen der Sonde bis zum Griffstück, einschließlich des Kabelansatzes, wird jedoch eine RKI-/BfArM-konforme Hygiene im vollen Umfang sichergestellt. Es empfiehlt sich also, auf die Eintauchbarkeit der Sonden zu achten. Die Sonden der Firma Canon ermöglichen genau dies, inklusive Sondenkabel.

Einen trotzdem reibungslosen Untersuchungsablauf durch eine schnelle und einfache Desinfektion bietet die direkt am System installierte Desinfektionsröhre SDT-750. Einmal zu Beginn des Tages befüllt, sichert sie für den ganzen Arbeitstag die geforderte Hygiene. Nach jeweils nur zehn Minuten ist die Sonde wieder vollständig viruzid aufbereitet. Mit nur ca. 0,50 € pro Arbeitstag ist diese Lösung dazu

auch noch äußerst wirtschaftlich. Kombinieren lässt sich diese Lösung mit jedem aktuellen Ultraschallsystem der Aplio- und Xario-Serie, überall dort, wo vaginale oder rektale Sonden im Einsatz sind. Bei dem neuen Aplio a WHC ist sie sogar bereits standardmäßig enthalten.

„Pro Tag führe ich ca. 10–15 vaginale Untersuchungen durch. Die Aufbereitung der Vaginalsonde in der Röhre ist sehr praktikabel und lässt sich völlig problemlos in meinen Arbeitsablauf integrieren. Neben der wirtschaftlichen Ersparnis von über 2.500 €/Jahr (gegenüber den Kosten bei der Wischdesinfektion) gibt sie mir das gute Gefühl, mit einer gründlich und zuverlässig desinfizierten Sonde die Untersuchungen durchzuführen. Ich möchte daher diese Lösung nicht mehr missen“, sagt Dr. Wolf-Dieter Weis, Kreuzau. ■■

| [www.canon.medical.de](http://www.canon.medical.de) |



[https://www.gesetze-im-internet.de/mpbetreibv/\\_8.html](https://www.gesetze-im-internet.de/mpbetreibv/_8.html)



Aplio Ultraschallgeräte Foto: Canon



Aplio i800. Foto: Canon

# Wie KI die Brustkrebsfürsorge vereinfachen kann

*Schnell und diagnosesicherer durch halbautomatische Ultraschall-Brust-Tumor-Analyse*

■ Rund 69.000 Frauen erkranken in Deutschland jährlich an Brustkrebs [1]. Damit ist es die am häufigsten diagnostizierte Krebserkrankung bei Frauen. Auf Basis der aktuellen Inzidenzraten erkrankt etwa eine von acht Frauen im Laufe ihres Lebens an Brustkrebs – erfahrungsgemäß sind drei von zehn Betroffenen bei der Diagnose jünger als 55 Jahre. Für Frauen über 30 ist jedoch jährlich nur eine kostenlose Abtastung vorgesehen, während Frauen ab 50 Jahren alle zwei Jahre Anspruch auf eine kostenlose Röntgen-Mammografie haben [2]. Im Alltag vieler, besonders jüngerer Frauen fehlt damit eine diagnose-sichere und strahlungsfreie Routine für die Brustkrebs-Vorsorge.

und der behandelnde Arzt erhält eine Empfehlung zur Einstufung. So unterstützt S-Detect nicht nur die ärztliche Diagnose, es verringert auch den Zeitaufwand, der zur Befundung benötigt wird. Auf diesem Wege liefert S-Detect untersuchenden Ärzten bereits während der Sonografie eine erste Einschätzung von verdächtigen Gewebestrukturen, auf deren Datengrundlage sich direkt nächste Behandlungsschritte planen lassen. So wird es Arzt- und Krankenhauspersonal deutlich erleichtert, zuverlässige Routinen zur Brustkrebs-Diagnostik in ihren Arbeitsalltag zu integrieren. Samsung bietet mit

dem RS85 Prestige für Innere Medizin, Radiologie, Brustzentren, Urologen und Ultraschall-Spezialisten eine fortschrittliche, benutzerfreundliche Ultraschallplattform, die Diagnosen präzisiert und hilft, Klinik- und Praxisabläufe zu verbessern. Dabei sind die Einsatzmöglichkeiten des Ultraschallsystems nicht nur auf die Brustkrebs-Vorsorge begrenzt: Das RS85 Prestige liefert dank moderner Tools wie S-Detect, S-Vision, S-Vue, S-Shearwave, CEUS+, S-Fusion, dem Steatose-Paket und der Single-Crystal-Sonden-Technologie deutliche Bilder und Analysen, die es den behandelnden Ärzten ermöglichen können,

schneller und präziser Diagnosen zu erstellen. ■

**Kontakt:**

Samsung Electronics GmbH,  
HME-Division,  
Schwalbach/Taunus  
HME@samsung.de  
www.samsunghealthcare.com/de

**Quellen:**

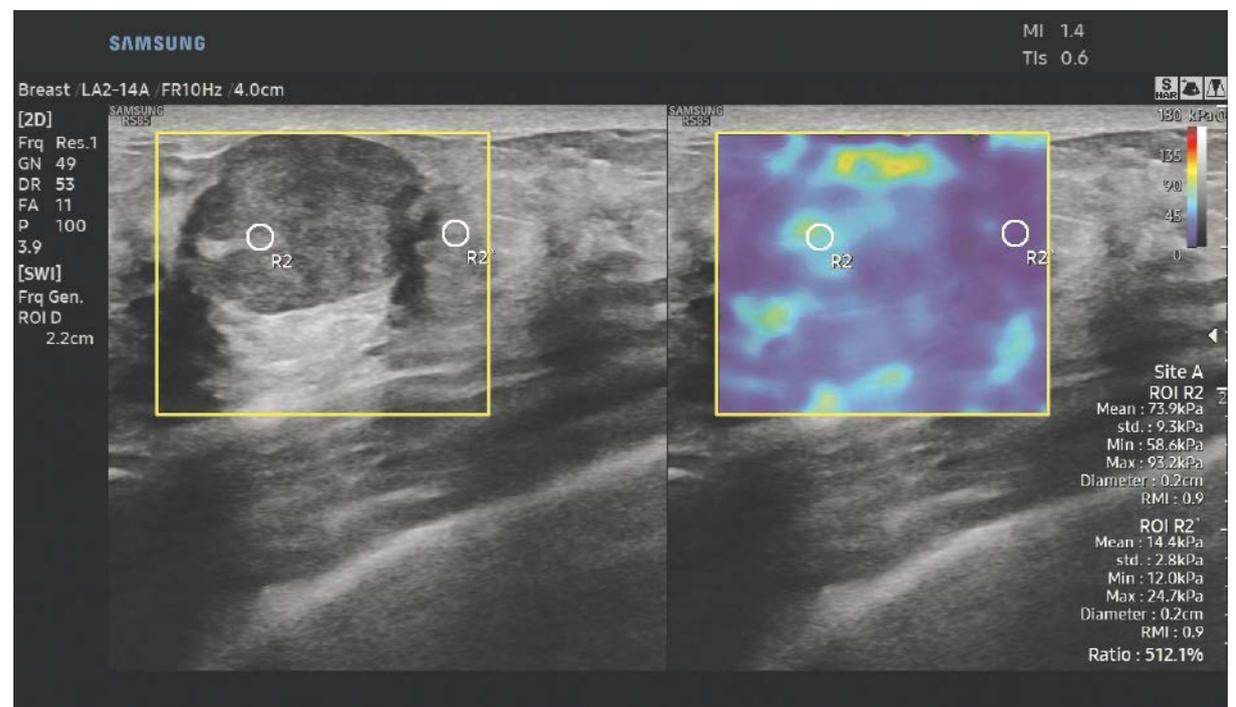
[1] Zentrum für Krebsregisterdaten: [https://www.krebsdaten.de/Krebs/DE/Content/Krebsarten/Brustkrebs/brustkrebs\\_node.html](https://www.krebsdaten.de/Krebs/DE/Content/Krebsarten/Brustkrebs/brustkrebs_node.html)  
[2] RKI: [https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GBEDownloads/FactSheets/JoHM\\_04\\_2017\\_Mammografie.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GBEDownloads/FactSheets/JoHM_04_2017_Mammografie.pdf?__blob=publicationFile)



Analyse-Tool S-Detect

Foto: Samsung

Das halbautomatische Analyse-Tool S-Detect wurde mit dem Ziel entwickelt, die Brustkrebs-Vorsorge schneller durchzuführen und dabei die Diagnosesicherheit auf Grundlage KI-gestützter Daten entscheidend zu verbessern. S-Detect nutzt die BI-RADS-Kategorisierung (Breast Imaging Reporting and Data System) für eine standardisierte Analyse, Klassifikation und Berichterstellung verdächtiger Läsionen. Mithilfe von Deep-Learning-Methoden wird eine Gewebesegmentierung und eine Klassifizierung der aufgenommenen Bilder durchgeführt. Mit nur einem Klick wird die Läsion schließlich automatisch markiert, charakterisiert



Analyse-Tool S-Shearwave Imaging

Foto: Samsung

# Strahlenschutz in der Kinderradiologie

## Einsatz der bildgebenden Diagnostik beim Kind

■ Das Kind ist keine kleine Erwachsene Person, gehört zum allgemeinen Wissen. Das betrifft nicht nur ihren spielerischen Drang und Sorglosigkeit, sondern auch die Empfänglichkeit gegenüber anderen Krankheitsbildern im Vergleich zu Erwachsenen.

Insbesondere Neugeborene, Säuglinge und Kleinkinder haben andere Körperproportionen als Adoleszente und Adulte; ihre Gewebe weisen einen höheren Wassergehalt und rascheren Stoffwechsel, hohe Mitose- und Proliferationsraten auf. Kinder und heranwachsende Jugendliche sind die Träger des Erbguts nachfolgender Generationen. Sie haben eine höhere Lebenserwartung. All diese Punkte begründen die hohe Empfindlichkeit ihres Organismus gegenüber dem schädlichen Einfluss ionisierender Strahlung. Umfangreiche Studien und Risikomodelle haben den Zusammenhang zwischen dem Einsatz der Computertomografie im Kindesalter und dem Auftreten von Leukämie sowie soliden Hirntumoren nachgewiesen. Ein Neugeborenes hat ein 10- bis 15-mal höheres Risiko, ein



Prof. Dr. Hans-Joachim Mentzel

strahleninduziertes Malignom zu entwickeln, als ein 50-jähriger Patient.

Das Bundesgesetz über Maßnahmen zum Schutz vor Gefahren durch ionisierende Strahlung (StrlSchG) regelt deren Anwendung und ist Grundlage der Arbeit des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS), das verpflichtende Dosisreferenzwerte für diagnostische und interventionelle Verfahren im Kindes- und Jugendalter definiert. Empfehlun-

gen zum gezielten Einsatz der bildgebenden Diagnostik beim Kind unter Berücksichtigung von Strahlenschutz, Rechtfertigung und Effektivität werden von der Strahlenschutzkommission (SSK) ausgesprochen. Leitlinien wissenschaftlicher Fachgesellschaften wie der Gesellschaft für Pädiatrische Radiologie (GPR) geben den Rahmen für die gerechtfertigte Indikation zum Einsatz ionisierender Strahlung vor und empfehlen, wann immer möglich, alternative Modalitäten bei der Bildgebung im Kindes- und Jugendalter zu nutzen. Sonografie und Magnetresonanztomografie stellen die bevorzugten Untersuchungsverfahren im Schwerpunkt Kinder- und Jugendradiologie dar.

Ein gezielter und differenzierter Einsatz von Strahlenschutzmitteln, spezielle Untersuchungstechniken und deren permanente Weiterentwicklung sowie entsprechend geschultes Personal mit Verpflichtung zu stetiger Fortbildung in der Kinder- und Jugendradiologie sind Garantien für einen effektiven Strahlenschutz. Als Element

des Strahlenschutzes hat die GPR einen Pass für Bildgebung entwickelt.

### Radiografie

Bei Kindern werden Röntgenaufnahmen des Thorax und des peripheren Skeletts häufig durchgeführt. Insbesondere bei Kindern ist das ALARA-Prinzip (as low as reasonably achievable) wichtig. Falsche Parameterwahl, fehlende Filter und fehlerhafte Einstellung der Aufnahme können zu mehr als 20-facher Dosiserhöhung führen. Es gilt, die optimale Dosis für eine diagnostische Aufnahme auszuwählen; eine zu geringe Dosis erfordert eventuell eine Wiederholung der Aufnahme und konterkariert die Bemühungen im Strahlenschutz.

Die große Spanne im Körpergewicht von 300 g bei extrem Frühgeborenen bis zu 150 kg bei Adoleszenten bzw. in der Objektstärke von unter 5 cm bis zu mehr als 25 cm bedeuten eine besondere Herausforderung für die Untersuchungstechnik. Hoch-/Mittelfrequenz-Röntgeneratoren mit kur-



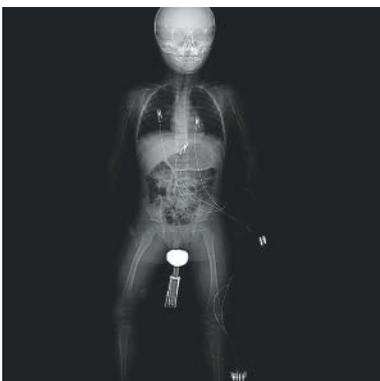
Digitale Radiografie – spezialisierte Assistenz, exakte Einstellung, geeignete Lagerungshilfen, Strahlenschutzmittel und kindgerechtes Raumklima sind wichtige Aspekte des Strahlenschutzes.



Virtuelle Raster als Ersatz zum Streustrahlenraster – Aufnahme einer 17-Jährigen mit Influenza-Pneumonie auf Intensivstation (a). Katheterstrukturen und Organgrenzen sowie Infiltrate sind ohne höhere Strahlenexposition wesentlich besser zu definieren unter Einsatz eines virtuellen Rasters (SimGrid) bei der Nachverarbeitung (b).



Computertomografie – Bismuth-Schilde als Strahlenschutzmittel für Augenlinse und Schilddrüse



Computertomografie – Fehlerhafte Anlage des Gonadenschutzes während des Planungsscans (Scout). Die Dosis wird zu hoch geregelt. Auf eine Ebene beim Scout kann häufig verzichtet werden.

zen Schaltzeiten, Röhrenspannungen von 55 kV bis 125 kV und zusätzliche Röhrenfilterung von 1 mm Aluminium und 0,2 bis 0,3 mm Kupfer sind gezielt einzusetzen. Streustrahlenraster sind aufgrund des geringen Körperdurchmessers oft nicht notwendig, virtuelle Raster enthaltende Bildverarbeitungssoftware ist zu bevorzugen und führt zu gesteigerter Bildqualität.

Wesentliches Element des Strahlenschutzes bleibt die optimale Positionierung des Kindes und die exakte Einblendung zur Reduktion von Primär- und Streustrahlung. Dies gilt insbesondere für den sensiblen Bereich der Neonatologie mit sehr kleinen Feldgrößen, wo strahlensensible Organe zudem sehr eng benachbart liegen. Mittlerweile ist auch in der Neonatologie der Einsatz von Detektoren etabliert. Die kleinen Kassetten sind unter dem Neugeborenen zu platzieren, nur bei instabilen Kindern ist der Inkubatoreinschub zu verwenden, da mit diesem schlechtere Bildgeometrie und höherer Dosisbedarf verbunden sind. Thoraxröntgenaufnahmen bei Säuglingen und Kleinkindern werden in anterior-posteriorem Strahlengang

angefertigt, um den sich in der Wirbelsäule befindlichen Hauptanteil blutbildenden Knochenmarks möglichst zu schonen.

### Fluoroskopie

Häufigste Durchleuchtungsuntersuchung ist in vielen kinderradiologischen Abteilungen weiter die Miktionszysturographie (MCU), gefolgt von Untersuchungen des Magen-Darm-Traktes, selten sind Gefäßuntersuchungen. Aufgrund des hohen Dosisbedarfs ist in der Fluoroskopie den Kindern der Zugang zur modernsten Technik zu ermöglichen. Großen Einfluss auf die Strahlenexposition haben neben der Technik insbesondere die Erfahrung des Kinderradiologen und der Assistenz sowie die kindgerechten Untersuchungsbedingungen. Auf das jeweilige Kind angepasst sind voreingestellte Dosisprotokolle und Arbeitsanweisungen zu nutzen.

Vorgegeben ist die gepulste Durchleuchtung; bevorzugt werden Geräte mit Übertischröhren, Zusatzfilterung, entfernbarem Streustrahlenraster und der Möglichkeit zur Speicherung des

Durchleuchtungsvorgangs (Last image hold, Last series hold). Durchleuchtungsserien sind wenigen Spezialuntersuchungen (Schluckakt) vorbehalten. Die Bildrate ist bei der Fluoroskopie im Kindesalter zu reduzieren (5/s statt 7/s), auf die exakte Kollimation ist zu achten und die Zoom-Funktion ist zu vermeiden. Jede Zoom-Stufe verdoppelt die Dosis; entsprechend sind Vergrößerungen möglichst nur im Rahmen der Nachverarbeitung zu verwenden. Die Durchleuchtungszeit ist zu minimieren. Bei pathologischen Befunden ist die Durchleuchtungszeit und somit die Gesamtdosis höher als bei unauffälligem Befund. Strahlenschutzmittel und geeignete Immobilisierung bzw. Kompression sind sinnvoll anzuwenden. Effektivster Strahlenschutz beim MCU für das männliche Genitale ist die Hodenkapsel. Bei sehr kleinem Scrotum, Hodenhochstand kann der Gonadenschutz nicht verwendet werden. Bei Mädchen ist der Gonadenschutz (Ovarialblende) nicht möglich – auch aus diesem Grund ist alternativ zum MCU die kontrastverstärkte Miktionsurosonografie zu bevorzugen.

### Computertomografie

Aufgrund des hohen Dosisbedarfs ist bei Kindern und Jugendlichen die Indikation zur Computertomografie (CT) besonders streng zu stellen und ist meist der Notfallsituation bei instabilem Kind (z.B. Polytrauma, schweres Schädel-Hirn-Trauma) bzw. bestimmten Fragestellungen (beispielsweise interstitielle Lungenerkrankungen, OP-Planung bei Gelenkfrakturen) vorbehalten.

Die Computertomografie darf nach Empfehlung der SSK beim Kind nur mit Geräten durchgeführt werden, die spezielle Kinderprogramme beinhalten und altersabhängig optimierte Protokolle mit reduzierter Strahlenexposition gewährleisten. Unter Berücksichtigung von Arbeitsanweisungen (Standard Operating Procedure, SOP) ist die Untersuchung sorgfältig zu planen und auf das Individuum anzupassen. Insbesondere bei der CT ist darauf zu achten, dass die Kinder an den Mehrzeilen-Spiral-CT-Geräten der modernsten Generation untersucht werden, die über entsprechende Möglichkeiten der Dosisreduktion und geeignete Nachverarbeitungsalgorithmen verfügen.

Auf bestmögliche Bildqualität kann meist verzichtet werden; ein relativ hohes Maß an Bildrauschen kann akzeptiert werden. Die Stromstärke wird an das Körpergewicht angepasst, die Spannung ist bei Kindern generell zu reduzieren, um das Bildrauschen zu vermindern und kann aufgrund der Jod-Konstante auf 80 kV bei Ein-

satz von Kontrastmittel abgesenkt werden. Bereits beim Planungsscan kann durch optimierte Lagerung und Ausrichtung der Röhre (pa) viel Dosis eingespart werden. Strahlenschutzmittel (Bismuth-Blenden für Augenlinse, Schilddrüse, Thorax, Gonaden) sind erst beim eigentlichen Scan zu platzieren. Die kürzest mögliche Scanstrecke ist in der Computertomografie obligat, Mehrphasen-CT sind durch Alternativ-Methoden bzw. Einsatz der Splitbolusteknik zu ersetzen. Automatische Dosiskontrolle ist unter Berücksichtigung von oberen Grenzwerten eine sinnvolle Ergänzung (4-D-Modulation).

Aufgrund extrem geringer Rotationszeit des Röhren-Detektor-Systems und breiter Kollimation bei Multidetektorsystemen neuester Generation (z.B. 16 cm in 0,4 s bei 256 Zeilen) kann die axiale Technik gegenüber dem Spiralscan Vorteile bieten. Zur Qualitätskontrolle sind im Nachgang das Dosislängenprodukt (DLP) und der CT-Volumen-Dosisindex (CTDIvol) im Zusammenhang mit den Dosisreferenzwerten der SSK und der erzielten Bildgüte zu analysieren und Schlüsse für nachfolgende Untersuchungen zu ziehen bzw. das Untersuchungsprotokoll als Standard anzupassen.

Dem Strahlenschutz bei Kindern und Jugendlichen dient bei der Qualitätssicherung kinderradiologischer Untersuchungen das Prinzip der Rechtfertigung und das Prinzip der stetigen Optimierung. Verbunden mit der permanenten Suche nach alternativen Untersuchungsverfahren kann entsprechend der klinischen Fragestellung und therapeutischen Konsequenzen im Einzelfall die medizinisch zu verantwortende Strahlenexposition zielgerichtet und optimiert eingesetzt und unnötige Belastungen eingespart werden. ■■

### Autor:

Prof. Dr. Hans-Joachim Mentzel,  
Sektion Kinderradiologie,  
Institut für Diagnostische und  
Interventionelle Radiologie,  
Universitätsklinikum Jena  
[www.uniklinikum-jena.de](http://www.uniklinikum-jena.de)

<https://www.kinder-radiologie.org/de-DE/6402/pass-fuer-bildgebung-im-kindes-und-jugendalter/>

<https://bit.ly/3s4YD4c>



# Expertise bei High-End-Verfahren

Kompetenzzentrum für medizinische Bildgebung und Bildverarbeitung

Am Universitätsklinikum Bonn (UKB) wurde ein neues Kompetenzzentrum für medizinische Bildgebung und Bildverarbeitung gegründet. Auf Initiative der Augenklinik wurde das Medical Imaging Center Bonn (MIB) am UKB ins Leben gerufen. Es ist als eine neue Dachstruktur für Bonner Wissenschaftler gedacht, die sich mit der Anwendung von Bildgebung und künstlicher Intelligenz (KI), also Auswertungsalgorithmen, in der Medizin beschäftigen. Jetzt ging dessen Herzstück online: Ab sofort kann man sich die Arbeit der verschiedenen im MIB vertretenen Forschungsgruppen auf der neuen Webseite anschauen.

## Fächerübergreifendes Kompetenzzentrum

Am Wissenschaftsstandort Bonn spielt die medizinische Bildgebung schon heute eine essenzielle Rolle. Neben der Anwendung immer höher auflösender High-End-Bildgebungsverfahren in der Krankenversorgung sowie in den Grundlagenwissenschaften wird die automatisierte Auswertung von Bilddaten mittels KI immer wichtiger. Das MIB soll als fächerübergreifendes Kompetenzzentrum fungieren, in dem diverse Forschungsgruppen aus der medizinischen Bildgebung und Bildanalyse zusammenkommen. Es fördert somit die Zusammenarbeit von Wissenschaftlern auf allen Ebenen. „Wir wollen Bildgebungsaspekte sowie die automatisierte Auswertung mittels KI stärker in den Vordergrund rücken. Dabei soll das MIB als verbindende Struktur dazu beitragen, die interdisziplinäre Zusammenarbeit zu stärken, Wege zu verkürzen und somit Synergieeffekte zu erzeugen, die das Feld der medizinischen Bildgebung voranbringen“, sagt Initiator Prof. Dr. Frank Holz, Direktor der Augenklinik. „Unser Ziel ist, mit hochsensitiven und spezifischen Verfahren die Prävention, Diagnostik und medizinische Versorgung weiter zu verbessern.“

## Forschung am Übergang von Labor zum Krankenbett

Äußerst präzise Prüfung der Sehfunktion im Labor der Adaptiven Optik oder Aufklärung kleinster Strukturen in menschlichen Zellen mit Optogenetik: Das Medical Imaging Center Bonn deckt entlang der translationalen Kette die gesamte Bandbreite bildgebender Verfahren einschließlich optischer Methoden ab. Denn das MIB soll die im Uniklinikum Bonn vorhandenen Bild-

gebungstechnologien und -kompetenzen bündeln und deren Einsatz in der Forschung und Krankenversorgung erleichtern. „Durch eine verbesserte Nutzung von Schnittstellen wollen wir über das MIB mehr Forschungsergebnisse in kürzerer Zeit erarbeiten und in die Anwendung bringen. Ich hoffe,

wir haben eine attraktive Plattform für Nachwuchswissenschaftler geschaffen“, sagt Prof. Holz, der weitere Forschungsgruppen am Universitätsklinikum Bonn, an der Universität Bonn sowie an externen Forschungsinstituten einlädt, sich am MIB zu engagieren. Zudem setzt der Initiator des

MIBs auf eine stärkere Vernetzung mit Partnern in der Industrie. ■■

### Autor:

Dr. Inka Väh,   
Universitätsklinikum Bonn   
www.ukbonn.de   
https://mib-center.de



## Schnellere Krebserkennung

3DQuorum™ SmartSlices in Kombination mit Clarity HD™ und Intelligent 2D™ Bildgebung – die ultimative Tomosynthese-Technologie.

**Unsere hochauflösende 3D™ Bildgebung – jetzt schneller.**

**#Schnellere Krebserkennung**

[www.3dimensionsmammography.eu/de/](http://www.3dimensionsmammography.eu/de/)

ADS-03042-EUR-DE Rev001 ©2021 Hologic, Inc. Alle Rechte vorbehalten. Hologic, The Science of Sure, 3DQuorum, Genius AI und die zugehörigen Logos sind Marken und/oder eingetragene Marken von Hologic, Inc., und/oder seinen Niederlassungen in den USA und/oder anderen Ländern. Alle anderen Marken, eingetragene Marken und Produktbezeichnungen sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber. Diese Informationen richten sich an Ärzte und sind nicht als Produktangebot oder Werbung in Ländern vorgesehen, in denen dies in dieser Form nicht erlaubt ist. Da Materialien von Hologic über Websites, eBroadcasts und Messen verbreitet werden, ist es nicht immer möglich zu kontrollieren, wo diese Materialien erscheinen. Für detaillierte Informationen, welche Produkte im jeweiligen Land angeboten werden, wenden Sie sich bitte an Ihren zuständigen Hologic Repräsentanten oder senden Sie uns eine E-Mail an [euinfo@hologic.com](mailto:euinfo@hologic.com).

**III 3DQuorum™**  
Powered by **genius AI**

# Seltene Erkrankungen bei Kindern

## Bildgebende Verfahren zur Diagnose und Therapie

■ Bundesweit leiden 3–4 Mio. Menschen an einer seltenen Erkrankung, darunter auch Kinder. Bei ihnen haben diese Erkrankungen oft genetische Ursachen, sie zeigen sich teils in einer Disposition zur Entwicklung von Tumoren. Der Kinder- und Jugendradiologe Prof. Dr. Jürgen F. Schäfer vom Universitätsklinikum Tübingen setzt bei der Diagnose und Therapie von betroffenen Kindern auf bildgebende Verfahren. Prof. Schäfer erläutert im Gespräch mit Isabel Merchan, Deutsche Röntgengesellschaft, die Möglichkeiten der bildgebenden Verfahren.

*Herr Prof. Schäfer, Sie leiten den Bereich Kinderradiologie am Universitätsklinikum Tübingen: Mit welchen seltenen Erkrankungen bei Kindern haben sie als Radiologe in Ihrem klinischen Alltag zu tun?*



**Prof. Dr. Jürgen Frank Schäfer, Leiter der Kinderradiologie am Universitätsklinikum Tübingen, Vorsitzender der AG Pädiatrische Radiologie in der Deutschen Röntgengesellschaft**

Foto: Schäfer, Universitätsklinikum Tübingen

interventionellen Verfahren. In der Kinderradiologie sind wir häufig in jeder Phase des diagnostischen Work-up eingebunden, insbesondere aber auch bei der Früherkennung von Patienten mit Tumorprädispositionssyndromen. So wissen wir, dass etwa 10 % aller Krebserkrankungen bei Kindern und Jugendlichen genetisch bedingt sind: Zu den häufigeren gehören u. a. das Li-Fraumeni-Syndrom, das Constitutional mismatch repair deficiency syndrome (CMMRD), das hereditäre Paragangliom, aber auch die wahrscheinlich bekanntere, Neurofibromatose Typ 1. Es hat sich gezeigt, dass durch bildgebende Früherkennungsmaßnahmen eine deutliche Verbesserung des Überlebens erreicht wird. Da viele dieser Tumorsyndrome eine erhöhte Empfindlichkeit für Schädigungen durch ionisierende Strahlung aufweisen, wird in der

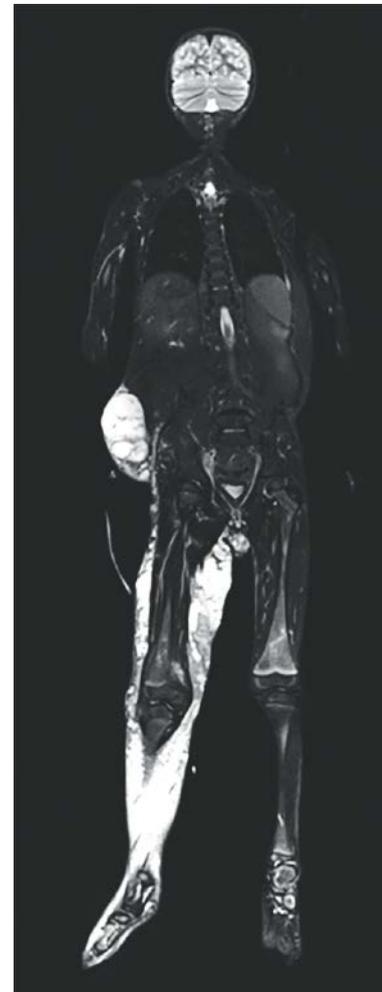
Diagnostik der Ultraschall, aber auch die MRT favorisiert. Insbesondere in Form der Ganzkörper-MRT findet die Früherkennung eine relativ neue, aber sehr wichtige Basis. Wir optimieren und implementieren gerade neue Sequenzverfahren zur Optimierung und Beschleunigung der Untersuchung.

*Vor dem Hintergrund Ihrer ärztlichen Erfahrungen: Wie könnte die Perspektive Ihres Aufgabengebietes in Zukunft aussehen, etwa bei der künftigen Ausbildung von Radiologen?*

**Schäfer:** Unsere Aufgaben sind vielschichtig. Wir müssen aber besonders darauf achten, dass wir im multidisziplinären Dialog auf Augenhöhe bleiben können. Daher sind Kenntnisse der genetischen und klinischen Grundlagen dieser Erkrankungen, aber auch das Handeln nach nationalen und internationalen Leitlinien sowie die aktive Beteiligung an der Forschung nicht zuletzt auch mit Methoden der künstlichen Intelligenz Voraussetzung, dass die Radiologie respektive Kinderradiologie auch in Zukunft wahrgenommen wird. Diesem Umstand sollte natürlich auch im Rahmen der Weiterbildung zum/zur Radiologen und Kinderradiologen Rechnung getragen werden. ■■



©Photographie.eu - stock.adobe.com



Ganzkörper-MRT bei einem 5-jährigen Jungen mit einem PTEN-Hamartom-Tumor-Syndrom (PHTS). Es wurden verschiedene Tumorentität diagnostiziert: u. a. Lymphangiome, ein Lipoblastom und eine Nephroblastomatose. Die MRT wird regelmäßig zum Therapie-Monitoring wiederholt. Zurzeit Targeted-Therapie mit Sirolimus.

Foto: Schäfer, Universitätsklinikum Tübingen.

**Prof. Dr. Jürgen F. Schäfer:** In Tübingen wurde bereits 2010 das erste Zentrum für seltene Erkrankungen (ZSE) gegründet. Interessanterweise sind seltene Erkrankungen gar nicht so selten; man schätzt etwa, dass drei bis vier Millionen Patienten in Deutschland an einer seltenen Erkrankung leiden. Eine Erkrankung wird dann als selten eingestuft, wenn weniger als 6 von 10.000 Menschen daran leiden. Bezogen auf die Kinder ist es so, dass der größte Teil der seltenen Erkrankungen genetisch bedingt ist – rund 80 % – und daher bereits im Kindes- beziehungsweise Jugendalter klinisch manifest werden kann. In der Pädiatrie des Universitätsklinikums Tübingen denken wir hier

bei aber besonders auch an Tumorerkrankungen. Daher wurde 2017 auch ein Zentrum für seltene pädiatrische Tumoren, hämatologische und immunologische Erkrankungen gegründet.

*Könnten Sie uns beschreiben, wie die Rolle der Radiologie bei der Diagnostik und Therapie seltener Erkrankungen bei Kindern aussieht?*

**Schäfer:** In Bezug auf das zuvor Gesagte ist es so, dass die Radiologie in der Diagnostik und im Therapiemanagement beziehungsweise in der Risikostratifizierung eine zentrale Rolle spielt. Wir nutzen daher alle diagnostischen und unter Umständen

### Zur Person

**Prof. Dr. Jürgen Frank Schäfer** studierte von 1984 bis 1990 Humanmedizin an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität in Frankfurt am Main. Er promovierte er an der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz und wurde im Jahr 2000 Oberarzt der Radiologischen Klinik des Uniklinikums Tübingen. 2007 habilitierte er an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen und leitet seit 2008 den Bereich Kinderradiologie des Uniklinikums Tübingen. 2009 erhielt er den Ruf auf eine Professur für Kinderradiologie an der Medizinischen Hochschule Hannover, lehnte diesen aber zugunsten des Uniklinikums Tübingen ab. Prof. Schäfer ist Vorsitzender der AG Pädiatrische Radiologie der Deutschen Röntgengesellschaft und u. a. Chair der Task Force Oncology der European Society of Paediatric Radiology.

# Strahlungsauswirkung auf das Immunsystem

Über 200 Studien ausgewertet

■ Eine neue wissenschaftliche Übersichtsarbeit zeigt, dass bereits Strahlenbelastungen im Bereich von 20–100 Milligray Auswirkungen auf das Immunsystem haben können. Damit liegt die Schwelle unter den Werten, die etwa bei einer Strahlenbehandlung eingesetzt werden. Ein internationales Forscherteam, an dem auch das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) beteiligt war, hat dazu mehr als 200 Studien bewertet. Ein besonderes Augenmerk lag auf der Analyse der Wirkung unterschiedlich hoher Strahlendosen.

Hohe Strahlendosen von über einem Gray, wie sie bei Strahlentherapien eingesetzt werden können, haben bekanntermaßen eine starke Wirkung auf das Immunsystem und können negative gesundheitliche Langzeitfolgen nach sich ziehen. Jedoch reichen offenbar bereits Dosen von 20–100 Milligray (mGy) aus, um geringfügige, aber dauerhafte immunologische Veränderungen auszulösen. Solche Werte können z. B. die Folge einer jahrelangen beruflichen Strahlenbelastung sein. Nach jetzigem

Kenntnisstand haben diese keine direkten gesundheitlichen Auswirkungen. Ob daraus gesundheitlich negative Langzeitfolgen resultieren können, muss noch untersucht werden.

Ionisierende Strahlung kann technisch erzeugt werden oder natürlich entstehen, wenn bestimmte Atomkerne radioaktiv zerfallen. Neben der natürlichen Strahlung können auf Menschen Strahlenbelastungen etwa aus medizinischen und technischen Anwendungen einwirken. Auch sind bestimmte Berufsgruppen Strahlung ausgesetzt.

Die Studienauswertung des Forscherteams zeigt unterschiedliche Effekte, jeweils abhängig von der Strahlendosis: Eine einmalige Ganzkörperdosis unter 100 mGy könnte die Leistungsfähigkeit des Immunsystems beeinträchtigen und die Alterung des Systems beschleunigen. Aber auch für niedrigere Belastungen wurden länger anhaltende Veränderungen des Immunsystems beobachtet. Nach derzeitigem Kenntnisstand haben

die biologischen Veränderungen aber keinen direkten Einfluss auf die Gesundheit. Bei Dosen von weniger als 20 mGy sind weder für akute noch für wiederholte Expositionen gesicherte Aussagen möglich. Im Gegensatz zu diesen Beobachtungen können Dosen zwischen 100 mGy und 1 Gy eine entzündungshemmende und schmerzlindernde Wirkung bei lokaler Anwendung haben. Dies ist jedoch nur bei bereits aufgetretenen chronischen Entzündungen der Fall. Deshalb werden die Dosen etwa bei lokalen Therapien von Gelenkentzündungen angewendet. Im Vergleich zu geringeren Dosen ist der Zusammenhang zwischen höheren Strahlendosen und dem Immunsystem gut erforscht.

Hier wurden ausschließlich negative Auswirkungen beobachtet, z. B. entzündungsfördernde Prozesse. Die Erkenntnisse beruhen weitgehend auf den Ergebnissen von Strahlentherapiepatienten und Studien zu den Atombombenüberlebenden von Hiroshima und Nagasaki.

In die aktuelle Bewertung wurden Studien zu unterschiedlichen Expositionsszenarien einbezogen. Zum einen solche, bei denen einmalige, aber hohe Strahlenbelastungen untersucht wurden, aber auch Studien zu Bevölkerungsgruppen, die erhöhter natürlicher Strahlung oder Kontaminationen ausgesetzt sind. Dabei wurden neben akuten Expositionen auch chronische Strahlenbelastungen berücksichtigt. Experimentelle Studien und klinische Beobachtungen bestätigen den Einfluss geringer, über einen längeren Zeitraum akkumulierter Strahlendosen auf das Immunsystem. Zur besseren Einordnung der Dosen sind typische Dosiswerte auf der Seite des BfS zusammengestellt. Dabei entspricht z. B. eine effektive Dosis von 100 Millisievert einer einmaligen Ganzkörperbestrahlung mit 100 mGy Gamma-Strahlung. ■■

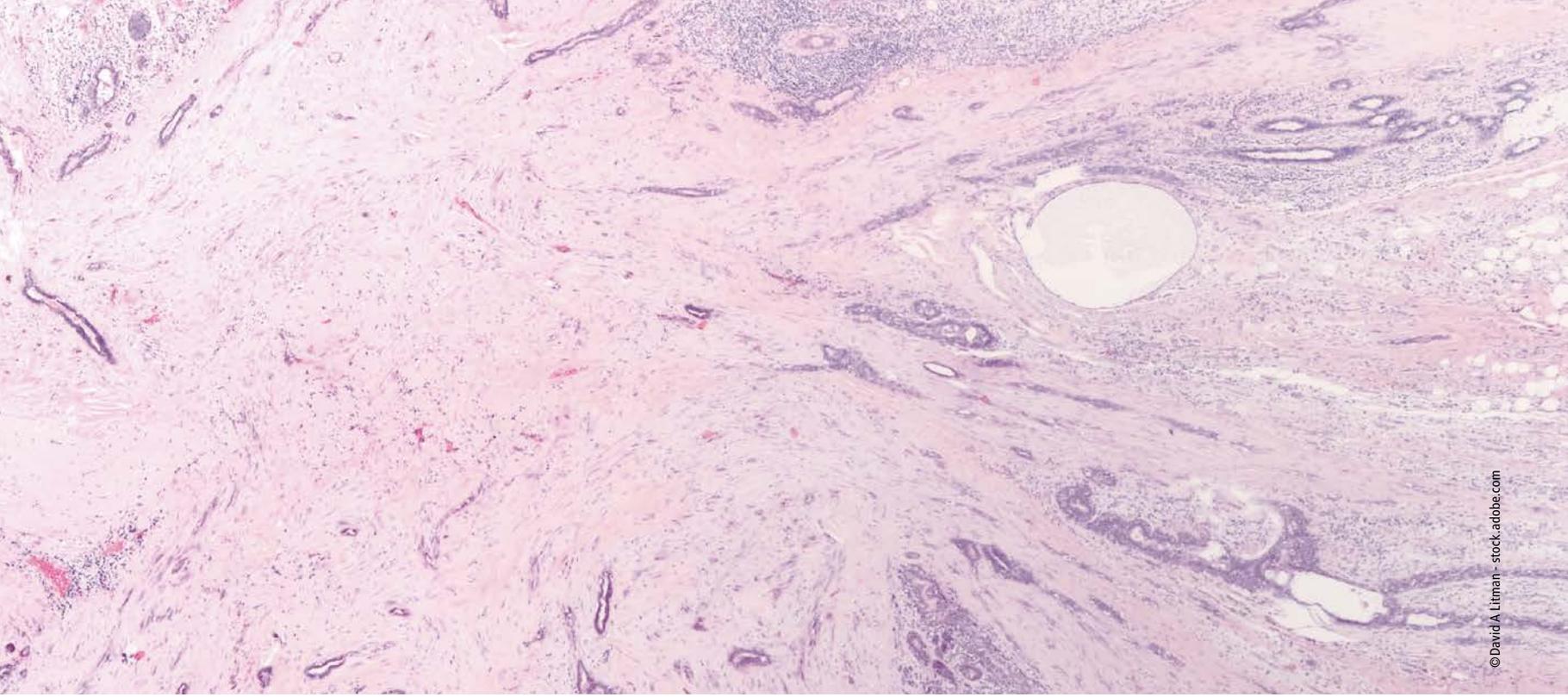
#### Autor:

Nicole Meßmer, Bundesamt für Strahlenschutz  
www.bfs.de



The advertisement features two photographs of a mobile CT scanner trailer. The left photo shows the trailer from a side profile, highlighting its compact design and the 'SOMATOM go.Top Advanced CT' branding. The right photo shows the trailer from a front-three-quarter view, with its yellow hydraulic lift arms extended. The trailer is white with yellow accents and features the 'Simon Hegele' and 'SIEMENS Healthineers' logos. A red banner at the bottom of the image contains the text 'MOBILE IMAGING' and 'MOBILER CT-TRAILER FÜR FLEXIBLEN EINSATZ'. The Simon Hegele logo and 'Mobile Imaging' text are positioned in the top right corner of the advertisement area.

Simon Hegele Mobile Imaging GmbH // Hardeckstraße 5 // 76185 Karlsruhe // [mobileimaging@hegele.de](mailto:mobileimaging@hegele.de) // [www.simon-hegele.com](http://www.simon-hegele.com)



©David A. Litman - stock.adobe.com

# Brustscreening: Biopsien der Brust senken

*Einfache MRT-Messung*

■ Brustkrebs ist die häufigste tödliche Krebserkrankung bei Frauen. Eine rechtzeitige Früherkennung erhöht die Heilungschancen der Betroffenen. Die Magnetresonanztomografie (MRT) ist ein exaktes Verfahren, um Tumoren des Brustgewebes zu erkennen und zu klassifizieren. Manchmal ist sie aber „zu genau“, was eine weitere Abklärung (Biopsie) nötig macht und in manchen Fällen sogar zur Überbehandlung, also zu unnötigen Operationen, führen kann. Ein Forschungsteam der MedUni Wien konnte nun für einen nicht-invasiven bildgebenden Biomarker weltweit erstmals einen Grenzwert bestätigen. Dieser kann ohne Zeitaufwand in kurze Standarduntersuchungen integriert werden und könnte die Rate der Biopsien nach MRT-Untersuchung um 30 % senken. Da die Infrastruktur für diese Messung in allen radiologischen Einrichtungen in Österreich vorhanden ist, könnte der Biomarker sofort flächendeckend zur Anwendung kommen.

Die MRT zur Früherkennung bei erhöhtem Brustkrebsrisiko oder zur Komplettierung der Diagnostik bei unklarer Mammografie ist das akkurateste Verfahren zur Brustkrebsdetektion. Dies hat seinen Preis: Bei einer bis zwei von zehn Frauen kommt es zum Fehlalarm durch Veränderungen, die Brustkrebs in der MRT-Darstellung ähneln. Zur Diagnosestellung wird dann eine Biopsie des Brustgewebes vorgenommen, um sicherzustellen, dass kein Tumor vorliegt. Diese Gewebentnah-

men stellen für viele Frauen eine erhebliche psychische wie physische Belastung dar und verursachen darüber hinaus auch Kosten. Eine von der MedUni Wien geleitete multizentrische und internationale Arbeitsgruppe konnte nun in einer Studie nachweisen, dass ein bestimmter Grenzwert (ADC) in einem speziellen MRT-Verfahren, der diffusionsgewichteten Bildgebung (DWI), Aufschluss darüber gibt, ob der fraglichen Läsion eine Biopsie entnommen werden muss. Dadurch könnten künftig bis zu ein Drittel der unnötigen Gewebentnahmen nach MRT vermieden werden.

## „Tanzende“ Moleküle

In der MRT wird mithilfe starker Magnetfelder gemessen, wie Wassermoleküle im Körper verteilt sind. So können zum Beispiel verschiedene Körperstrukturen, etwa Blutgefäße, sichtbar gemacht und schichtweise dargestellt werden. Bei der Brustkrebsvorsorgeuntersuchung wird die Durchblutung des Gewebes gemessen. Das Verfahren ist sehr genau, in manchen Fällen ist es allerdings schwer zu sagen, ob entdeckte Knoten bösartig sind oder ob das Gewebe nur besonders dicht und daher gut durchblutet ist.

Ein zweites MR-Verfahren, die DWI, stellt die Bewegung von Wassermolekülen in Strukturen dar und kann sie durch den Diffusionskoeffizienten (ADC) auch objektiv messen. Das Studienteam führte nun anschließend an

die herkömmliche MRT noch eine DWI durch.

Paola Clauser, Universitätsklinik für Radiologie von MedUni Wien und AKH Wien, Mitglied des Comprehensive Cancer Center (CCC) der beiden Einrichtungen und Erstautorin der Studie: „Mithilfe der DWI können wir Läsionen viel besser charakterisieren. Denn: Im gesunden Gewebe ‚tanzen‘ die Wassermoleküle schneller als bei bösartigen Tumoren. Karzinome weisen eine hohe Zelldichte auf und hindern die Wassermoleküle bei ihrer Bewegung. Wir konnten nun belegen, dass wir Brusttumoren, wenn der Grenzwert (ADC) größer gleich  $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  ist, nicht biopsieren müssen.“

## Nur drei Minuten mehr

Die DWI dauert maximal drei Minuten, verbessert aber die Diagnose erheblich. Pascal Baltzer, Universitätsklinik für Radiologie von MedUni Wien und AKH Wien, Mitglied des CCC und Studienleiter: „In dieser multizentrischen Studie ist es uns mit diesem Grenzwert gelungen, einen objektiven, standardisierten Biomarker zu etablieren. Er ist überall anwendbar, weil er weitgehend vom Gerät, der Erfahrung der Radiologen, der Messzeit oder dem Messverfahren unabhängig ist.“ Die DWI ist in der Diagnose von Schlaganfällen bereits lange etabliert und erfreut sich auch in der Tumordiagnostik steigender Beliebtheit. Jede radiologische Einrichtung ist daher in

der Lage, sie durchzuführen. Baltzer: „Unsere Erkenntnis ist diagnostisch sofort verwertbar. Dafür braucht es kein Spezialzentrum – jede niedergelassene Radiologieambulanz könnte sie sofort nutzen.“

## Ein erfolgreicher Abschluss

Studienleiter Baltzer beschäftigt sich bereits seit vielen Jahren intensiv mit der Fragestellung, ob die Diffusion im Tumor reduziert ist und ob und wie dies messbar gemacht werden kann. Dies gilt auch für den oben genannten ADC-Grenzwert. Thomas Helbich, Universitätsklinik für Radiologie von MedUni Wien und AKH Wien, CCC-Vorstandsmitglied und Forschungsgruppenleiter dazu: „In dieser Erkenntnis steckt über eine Dekade an Forschungsarbeit. Wir haben das Verfahren am Haus etabliert, erforscht, verfeinert, evaluiert und dazu unzählige Studien publiziert. Aber erst in dieser Arbeit ist es uns gelungen, den Grenzwert eindeutig zu beweisen und festzumachen. Das nächste Ziel ist die Verbesserung des jetzt etablierten Standards und damit eine mögliche weitere Reduktion der Biopsien.“ ■■

## Autor:

Mag. Johannes Angerer  
Medizinische Universität Wien  
[www.meduniwien.ac.at](http://www.meduniwien.ac.at)

# Geschärfter Blick in den Körper

## Photonenzählende Computertomografie

■ Um Metastasen besser beurteilen zu können, erprobten Ärzte des Deutschen Krebsforschungszentrums Heidelberg (DKFZ) ein neuartiges Verfahren: die photonenzählende Computertomografie (PT-CT). Prof. Dr. med. Dipl.-Phys. Heinz-Peter Schlemmer, Direktor der Radiologie und Sprecher des Forschungsschwerpunktes Bildgebung und Radioonkologie des DKFZ, Heidelberg, erläutert den Hintergrund dieser neuen Technik.

**M&K:** *Erläutern Sie bitte kurz den technischen Hintergrund der neuen Methode der photonenzählenden CT.*

**Prof. Dr. Heinz-Peter Schlemmer:** Bei dieser neuen Technologie handelt es sich um neuartige Detektoren für Röntgenstrahlung, die in der Computertomografie genutzt werden. Die Computertomografie, die besteht grob aus den Komponenten der Röntgenröhre, der Strahlenerzeugung und des Röntgendetektors, also des Strahlenempfängers. Bei der photonenzählenden CT wurden jetzt neu entwickelte Röntgendetektoren eingesetzt, die deutlich empfindlicher sind und damit Bilder mit weniger Strahlendosis und mehr Informationen aufnehmen können.

*Welche Unterschiede konnten Sie im Vergleich zu konventionellen CT-Aufnahmen feststellen und welche Vorteile ergeben sich aus dieser neuen Technik?*

**Schlemmer:** Die konventionelle Methode arbeitet indirekt, d.h. Röntgenstrahlung oder einzelne Röntgenphotonen gelangen in den Detektor. Dort wird Szintillator-Licht erzeugt. Und dieses Licht wird wiederum später von Photodioden aufgenommen. Das ist eine indirekte Methode, wo mehrere Röntgenphotonen immer über die Zeit hinweg aufsummiert gemessen werden. Man spricht auch von integrierenden Detektoren. Bei den photonenzählenden Detektoren ist es so, dass sie direkt gemessen werden können und einzeln. Jedes Röntgenphoton gelangt in den Detektor, löst dort eine Ladungswolke aus, die direkt abgezogen wird. Und die Größe der Ladungswolke korreliert dann mit der Energie des jeweiligen Röntgenphotons. Man hat damit sozusagen eine erstens empfindlichere Methode, weil man eben nicht indirekt misst, sondern direkt misst, man hat weniger Verlust an Energie. Und man hat zweitens zusätzlich noch Informati-

onen über die Energie des einfallenden Röntgenphotons. Damit ergeben sich mehrere Vorteile: Durch die höhere Empfindlichkeit und auch bautechnisch bedingt hat man eine höhere räumliche Auflösung. Man kommt in den Bereich von 250 µm isotroper Voxel in der Auflösung im Körper herunter. Wir können zusätzlich Informationen über die Energie der einfallenden Röntgenstrahlung gewinnen und damit Informationen über Gewebecharakteristika. Und aufgrund der höheren Empfindlichkeit kann man normale, herkömmliche Bildqualität mit einer geringeren Dosis erreichen. Das heißt, man könnte zum Beispiel für Vorsorgeuntersuchungen dann mit immer geringeren Dosen arbeiten. Man hat zudem die Möglichkeit, neue Kontrastmittel zu entwickeln, die mit höherem Kontrast dargestellt werden, d.h. man kann dann Kontrastmittel

einsparen. Dies sind die Vorteile von der technischen Seite aus.

Von der medizinischen Seite wären die Vorteile natürlich die genauere Erkennung von anatomischen Veränderungen, also das Erkennen von pathologischen Veränderungen im Körper. Außerdem ist eine genauere Gewebecharakterisierung möglich, es kann etwas zur Gewebeszusammensetzung gesagt werden. Damit können wir eine genauere Diagnostik und ein besseres Therapie-Follow-up bekommen.

*Wo sehen Sie sinnvolle Einsatzmöglichkeiten der neuen Technik, gibt es besonders geeignete Bereiche?*

**Schlemmer:** Es gibt verschiedenste Anwendungsbereiche. Also in der Primärdiagnostik ist es ganz allgemein einsetzbar und insbesondere z.B. bei Kindern natürlich, weil man da Strah-



Prof. Dr. Dipl.-Phys.  
Heinz-Peter Schlemmer Foto: DKFZ-Jutta Jung



© Kzenon — Stock-Adobe.com

## Zur Person

**Heinz-Peter Schlemmer** ist Leiter der Abteilung Radiologie am DKFZ und Professor für onkologische Radiologie an der medizinischen Fakultät der Uni Heidelberg. Nach seinem Physik- und Medizinstudium spezialisierte er sich über 25 Jahre auf die Entwicklung und klinische Anwendung onkologischer Bildgebungstechnologien. Sein spezieller klinischer und wissenschaftlicher Fokus liegt auf der multimodalen und multiparametrischen Bildgebung des Prostatakarzinoms. Er ist in zahlreichen nationalen und internationalen Organisationen tätig

lung sparen kann, aber auch bei dicken Patienten wird man Strahlung sparen können. Es wird spezielle Anwendungen geben wie z. B. die Herzbildgebung, wo man dann mit wirklich sehr geringen Dosen, die fast schon in den Bereich einer normalen Röntgenaufnahme des Thorax, also einer konventionellen Standardaufnahme kommen, Aussagen über mögliche Gefäßverkalkungen und kardiovaskuläre Risiken machen kann.

Wir werden das einsetzen können z. B. beim Lungenkrebscreening. Was jetzt intensiv diskutiert wird und auch mit aller Wahrscheinlichkeit bald in Deutschland eingeführt werden wird, ist, dass Hochrisikopatienten für die Entwicklung von Lungenkrebs eine Computertomografie zur Früherkennung bekommen. Und da kann man mit geringerer Dosis natürlich sehr viel mehr erreichen. Ganz allgemein wird es Anwendung finden bei Ganzkörperuntersuchungen im Bereich der Onkologie, denn dort haben wir viele Untersuchungen, auch Verlaufskontrollen, im Rahmen von Therapieplanung und Therapie-Monitoring, wo dann mit photonenzählender CT Dosis eingespart werden kann. Ich erhoffe mir außerdem, mit der neuen Technologie Gewebeinformationen zu bekommen hinsichtlich der Einstufung der Aggressivität von Raumforderungen, d. h. wo aggressive Tumore zur besseren Therapieplanung und hinsichtlich des Therapiemonitorings, d. h. dass wir frühzeitig sagen können, ob ein Tumor auf die Therapie anspricht oder nicht. Was wir auch erreichen können, wie ich schon vorhin erwähnt habe, ist eine empfindlichere Darstellung von Kontrastmitteln. Wenn man ein Kontrastmittel intravenös gibt, so können Gefäße und die Gewebedurchblutung genauer dargestellt werden. Man sieht feinere Veränderungen aufgrund des höheren Kontrasts. Man kann aber auch umgekehrt sogar Kontrastmittel

einsparen, was wiederum dann für die Nierenfunktion gut ist. Man kann weiterhin noch viele diagnostische Informationen aufgrund der höheren räumlichen Auflösung gewinnen, insbesondere bei Hochkontrastveränderungen wie Lunge, Knochen oder von Gefäßen. Generell kann man sagen, dass wir uns auch erhoffen, dass wir von computerunterstützten Auswertungen profitieren werden. Denn sicherlich erzeugt ein solcher neuer Detektor mehr Informationen, als dem Auge zugänglich ist.

Früher hat ein Computertomograf nur die Dichtemessung, also die grobe Schwächung des Gewebes diagnostiziert. Jetzt haben wir so viele Informationen über sehr feine räumliche Strukturen, aber eben auch über energieabhängige Röntgenstrahlenabsorption, sodass wir uns erhoffen, dass der Computer hier mit dem Einsatz von künstlicher Intelligenz mehr Informationen aus den Bildern herausziehen kann.

*Werden dazu bereits bestehende Programme genutzt?*

**Schlemmer:** Diese Computermethoden werden ja laufend weiterentwickelt. Das Wesentliche bei der Entwicklung der künstlichen Intelligenz sind momentan die verwendeten Daten. Und da kommt es darauf an, hochqualitativ Daten zu erzeugen. Da haben wir mit dieser Technologie natürlich die Möglichkeit, noch mal mehr und exaktere Daten zu messen. Die Bilddaten müssen dann natürlich in Forschungsprojekten von den Ärzten, Radiologen wie auch den anderen kooperierenden Onkologen genau segmentiert und annotiert werden. Man muss dem Computer genau sagen, worum es sich tatsächlich gehandelt hat bei der jeweiligen anatomischen Struktur und Gewebeveränderung. Mit dieser Information kann man dann den Computer trainieren und dann kann der gelernte Wissen prospektiv wieder verwenden.

*In welchen medizinischen Fragestellungen wird die neue Technik derzeit erprobt und wie ist der Stand der Studien?*

**Schlemmer:** Es ist so, dass es die PC-CT noch nicht für Patienten zugänglich gibt. Wir sind hier noch in einem Stadium der Entwicklung. Wir arbeiten hier am DKFZ mit einem Prototyp der Firma Siemens. Es gibt weltweit noch zwei weitere solcher Prototypen – in den USA. Wir haben an dem Prototyp jetzt unter ganz, ganz streng regulierten Studienbedingungen, die auch vom Bundesamt für Strahlenschutz und von der Ethikkommission genau kontrolliert wurden, mit Patienten gearbeitet.

Und da haben wir, genauso wie die Kollegen in den USA, die ersten Erfahrungen gesammelt. Und darauf basieren auch die Einschätzungen, die ich gerade eben gegeben habe aufgrund der Studienergebnisse.

*Das heißt, es wurden bereits unterschiedliche Fragestellungen, z. B. in Bezug auf die Lunge oder Gefäßverkalkungen des Herzens, in kleinen Studien untersucht?*

**Schlemmer:** Da wurden verschiedene Fragestellungen mit einer geringen Anzahl von Patienten untersucht. Und daraufhin haben sich, aufgrund dieser ersten Forschungsergebnisse, diese möglichen Anwendungen ergeben. Einstweilen wurde jetzt von Siemens ein weiterer Scanner in Pilsen installiert, mit dem erste Untersuchungen mit einem größeren Patientenkollektiv gemacht wurden. Über 100 Patienten wurden da schon eingeschlossen.

*Wie geht es nach diesen ersten Erkenntnissen nun weiter?*

**Schlemmer:** Die nächste Stufe der Geräteentwicklung steht jetzt in einer Klinik, wo viele unterschiedliche Erkrankungen untersucht werden können. Wann dann ein tatsächlich klinisch verfügbares Gerät herauskommt, also das, was dann in der Breite auch eingesetzt werden kann, das kann ich derzeit nicht sagen. Es wird aber sicherlich nicht mehr allzu lang dauern, bis dann ein tatsächlich klinisch verfügbares Gerät da sein wird. Und dann wird man mit diesem Gerät auch ganz normale Diagnostik betreiben und die ganzen Vorteile ausspielen können. Wir waren an der vordersten Front mit dem Experimental-Scanner und haben, wie die Kollegen in den USA, hier die Abbildungseigenschaften erforscht und damit die möglichen Anwendungsfelder erkannt. Und jetzt geht es dann in der nächsten Stufe tatsächlich draußen in die Breite, in die Evaluation. Und da werden wir sicherlich Spannendes erwarten können von dieser neuen Generation der Computertomografie.

*Inwieweit war der Studienverlauf von der Corona-Pandemie beeinträchtigt?*

**Schlemmer:** Also die Pandemie hat uns auf jeden Fall beeinflusst, und zwar dahin gehend, dass eine der sehr aussichtsreichen medizinischen Anwendungen der neuen Technologie im Fokus stand, die Untersuchung der Lunge. Das hat damit zu tun, dass wir in der Lunge mit Hochkontrast-Objekten zu tun haben, d. h., wir haben einerseits Luft aufgrund der belüfteten Strukturen in der Lunge, und daneben haben wir eben dann Weichteilgewebe,

die Gefäße und dann das ganze Lungengewebe. Und man kann mit der neuen Technologie genauer die Lungenstruktur beurteilen. Wir haben auch eine Kooperation hier mit der Thoraxklinik in Heidelberg. Und der dort tätige Radiologe, Prof. Dr. Claus-Peter Heußel, der ein Experte auf dem Gebiet der Lungenbildgebung ist, hat auch sofort gesagt, dass das von großer Relevanz sein wird, weil wir plötzlich Strukturen sehr genau auflösen können, also Mikrostrukturen erkennen, die vorher nicht sichtbar waren. Insofern wollten wir natürlich auch sofort COVID-Patienten untersuchen, aber mit einem Experimentalgerät und unter strengsten Hygienebedingungen, konnten wir es dann am DKFZ nicht machen. Dies wird in dem Moment durchgeführt werden, wenn die Firma dann klinische Geräte zur Verfügung hat, die dann eben auch in dem Klinikkontext stehen. Zwischenzeitlich mussten wir natürlich auch hier wegen der Pandemie die Untersuchungen an den Patienten aussetzen. Aber jetzt haben wir uns einstweilen so gut als möglich organisieren können mit Vorsichtsmaßnahmen, Hygienemaßnahmen, aber auch mit Selbsttests vor Ort, da haben wir die Sache eigentlich ganz gut im Griff.

*Wie lange werden Sie Ihre Untersuchungen noch fortsetzen?*

**Schlemmer:** Derzeit planen wir, ungefähr noch ein halbes Jahr daran zu arbeiten. Es ist so, dass die Untersuchungen unter experimentellen Bedingungen natürlich auch limitiert sind. Das heißt, wir haben einen ganz genauen Studienplan. Der Studienplan wurde mit dem Bundesamt für Strahlenschutz und der Ethikkommission ausgearbeitet und abgestimmt. Und da haben wir eine bestimmte Anzahl von Probanden, die eine Untersuchung am Photon- und Counting-CT mit ganz eingeschränktem Blickfeld zur Strahleneinsparung erhalten. Wenn wir dieses Studienkollektiv abgearbeitet haben, dann haben wir unsere Arbeit am Experimental-Scanner durchgeführt. Und wie Sie ja mitbekommen haben, haben wir schon viele Erfahrungen gesammelt. Mit der Quintessenz aus dem, was wir gelernt haben, ist es sicher gerechtfertigt, den nächsten Schritt in eine klinische Evaluation zu gehen. ■■

**Autor:**

Dr. Jutta Jessen, Weinheim

# Scharfe Einblicke ins Körperinnere

Hochfrequenzspule für die moderne MRT

■ Eine neue Hochfrequenzspule für die moderne Magnetresonanztomografie ermöglicht eine verbesserte Tiefenschärfe bei geringerer Strahlenbelastung durch das hochfrequente Magnetfeld. Die Magnetresonanztomografie (MRT) bei hohen magnetischen Flussdichten von 7 Tesla wurde erst im Herbst 2017 für die klinische Bildgebung zugelassen. Diese Geräte der neuesten Generation ermöglichen eine hohe Bildauflösung bis in den Zehntelmillimeterbereich und somit detaillierte Einblicke in feinste Gewebestrukturen bis hin zur Darstellung von Stoffwechselprozessen z. B. im Muskelgewebe oder Gehirn. Letzteres geschieht durch hochfrequente Anregung zusätzlicher Kernresonanzen von Phosphor oder Natrium, wodurch die konventionelle Protonen-Bildgebung zur funktionellen MRT erweitert wird. Für die Sende- und Empfangsspulen bedeutet dies eine erhebliche Vergrößerung der Frequenzbandbreite, um neben der Protonenresonanz bei 300 MHz auch die Signale der Phosphor- (bei 100 MHz) oder Natriumkerne (bei 79 MHz) erfassen zu können. Die Bildgebung z. B. des Herzens oder der Prostata stellt eine weitere Herausforderung dar, da sich diese Bereiche zentral im Körperinneren befinden und dadurch für die hochfrequenten Magnetfelder bei 300 MHz wegen der Absorption im Körpergewebe entsprechend schlecht erreichbar sind. Wie kann für diese Bereiche trotzdem eine gute Bildsignalqualität erzielt werden? Eine interessante Lösung bieten nicht-resonante Spulenelemente basierend auf Leckwellenantennen.

## Periodische Metamaterial-Strukturen

Ein Team aus Elektroingenieuren der Universität Duisburg-Essen hat zusammen mit Kollegen der ITMO Universität St. Petersburg, der TU Eindhoven und dem Uniklinikum Utrecht eine neue Hochfrequenzspule entwickelt, welche die funktionelle MRT bei 7 Tesla revolutionieren könnte. Das als Leckwellenantenne ausgelegte Spulenelement ist extrem breitbandig, stets an Sende- und Empfangseinheit angepasst und verursacht eine geringe spezifische Absorptionsrate (SAR) im Gewebe.

Die auf periodischen Metamaterial-Strukturen aufgebaute Leckwellenantenne ähnelt einer gedruckten elektrischen Leitung, die wiederum aus einer



Prof. Dr. Daniel Erni

Aneinanderreihung kleiner identischer, speziell geformter Leiterabschnitten – den Unit Cells – besteht (siehe Abb. 1). Durch eine pfiffige Gestaltung dieser Unit Cells können die Übertragungseigenschaften der Leitung nun so optimiert werden, dass diese periodisch strukturierte Leitung stets elektromagnetische Energie in den Außenraum abstrahlt (Abb. 2). Dadurch wird die Leitung zu einer Leckwellenantenne. Das Prinzip der Leckwellenantenne trat in der Mikrowellentechnik erstmals 1940 durch eine entsprechende Patentschrift in Erscheinung und hat sich seit Mitte der 50er Jahre als breitbandiges Antennenkonzept hervorragend bewährt. In der MRT wurde das beschriebene Konzept aber noch nie eingesetzt. Warum also Leckwellenantennen in der MRT?

## Entgegengesetzte Vorgaben erzeugen Dilemma

Interessanterweise bietet das Prinzip der Leckwellenantenne einen sehr direkten Übertragungsmechanismus an, der die eingespeiste Hochfrequenzleistung in ein abgestrahltes Wellenfeld überführt, ohne dass dabei ein starkes resonantes elektromagnetisches Feld im Nahbereich der Antenne auftritt, wie das bei den bisher gebräuchlichen MRT-Spulenelementen häufig der Fall ist. Solche starken resonanten Nahfelder induzieren im Gewebe entsprechende Wechselströme, die wiederum für eine leichte Erwärmung im Bereich von wenigen Zehntelgraden sorgen können. Im Rahmen der Produktzulassung wird dieser Absorptionsprozess über entsprechende Grenzwerte für die spezifische Absorptionsrate (SAR) mit Bezug auf die Patientensicherheit sehr streng reglementiert. Ein Hochfrequenz-Spulentwurf für die

MRT erfolgt somit immer zweigleisig: Er ist einerseits auf hohe Performanz (d. h. ein möglichst effektives Hochfrequenz-Magnetfeld) und andererseits auf die bestmögliche Sicherheit (d. h. ein möglichst geringer SAR-Wert) ausgerichtet. Diese entgegengesetzten Vorgaben definieren ein Entwurfs-Dilemma, das uns die strengen Gesetze der Elektrodynamik zwar hineinmännovriert haben, aus dem uns die Leckwellenantennen mit ihrem nichtresonanten Abstrahlmechanismus aber wieder herausführen können.

## Leckwellenantenne ist ein Allround-Talent

Der Erfolgsschlüssel des MRT-Spulenelements liegt demnach in dieser direkten, nichtresonanten Umwandlung der eingespeisten Hochfrequenzleistung in das abgestrahlte Wellenfeld (siehe Abb. 2). Überraschenderweise war zu Anfang der Untersuchungen nicht klar, wie ergiebig sich dieser Mechanismus für die hochauflösende MRT herausstellen wird. Solche Wellenfelder breiten sich im Kontext der MRT-Bildgebung ins Körperinnere aus und weisen dabei als Charakteristikum ein besonders günstiges Verhältnis hinsichtlich eines starken Magnetfeldes bei gleichzeitig geringer Absorption auf. Dadurch klingen die Wellenfelder im Körper auch weniger schnell ab, was wiederum mit der Verbesserung der „Tiefenschärfe“ für die MRT-Bildgebung aus den tiefer liegenden Bereichen des Körpers einhergeht.

Im Vergleich zu vier verschiedenen konventionellen Referenzspulen an anatomisch korrekten Körperphantomen weist die Leckwellenantenne bei der Bildgebung der Prostata mit maximalen 10g-SAR-Werten zwischen 0,22–0,24 W/kg (für eine eingespeiste Hochfrequenzleistung von 1 W) eine Verringerung der Strahlenbelastung durch das hochfrequente Magnetfeld um 30–68 % gegenüber der zweitbesten Dipol-Spule auf, dies bei einer gleichzeitigen Steigerung der in der MRT gebräuchlichen Magnetfeld-Effizienzmaße um 3–7 % (B1 transmit efficiency) bzw. 17–36 % (SAR efficiency). Das sind sehr vielversprechende Zahlen.

Die Leckwellenantenne weist in ihrem Arbeitsbereich von weit über 200 MHz eine beinahe konstante Eingangsimpedanz auf und erscheint an die Hochfrequenzquelle bzw. die Empfangseinheit des Tomografen weitestgehend angepasst. Sie ist somit um fast eine Größenordnung breitbandiger als die Dipol-Spule. Damit rücken auch weitere Kernresonanzen in den Einzugsbereich des Antennenelements, wodurch eine funktionelle MRT-Bildgebung einfach realisierbar wäre.

Geringe Absorption im Gewebe, große Reichweite bzw. „Tiefenschärfe“, enorme Frequenzbandbreite, funktionelle Mehrkern-MRT, stete Anpassung an Sende- und Empfangseinheit; und all dies mit einem einzigen Spulentyp – die Leckwellenantenne ist ein wahres Allround-Talent.

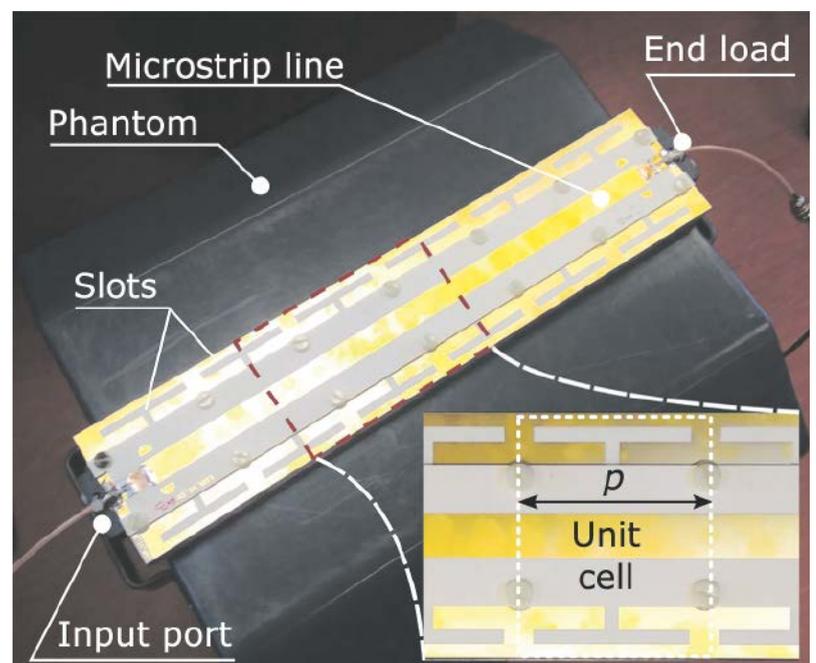


Abb. 1: Struktur der Leckwellenantenne

Foto: Daniel Erni

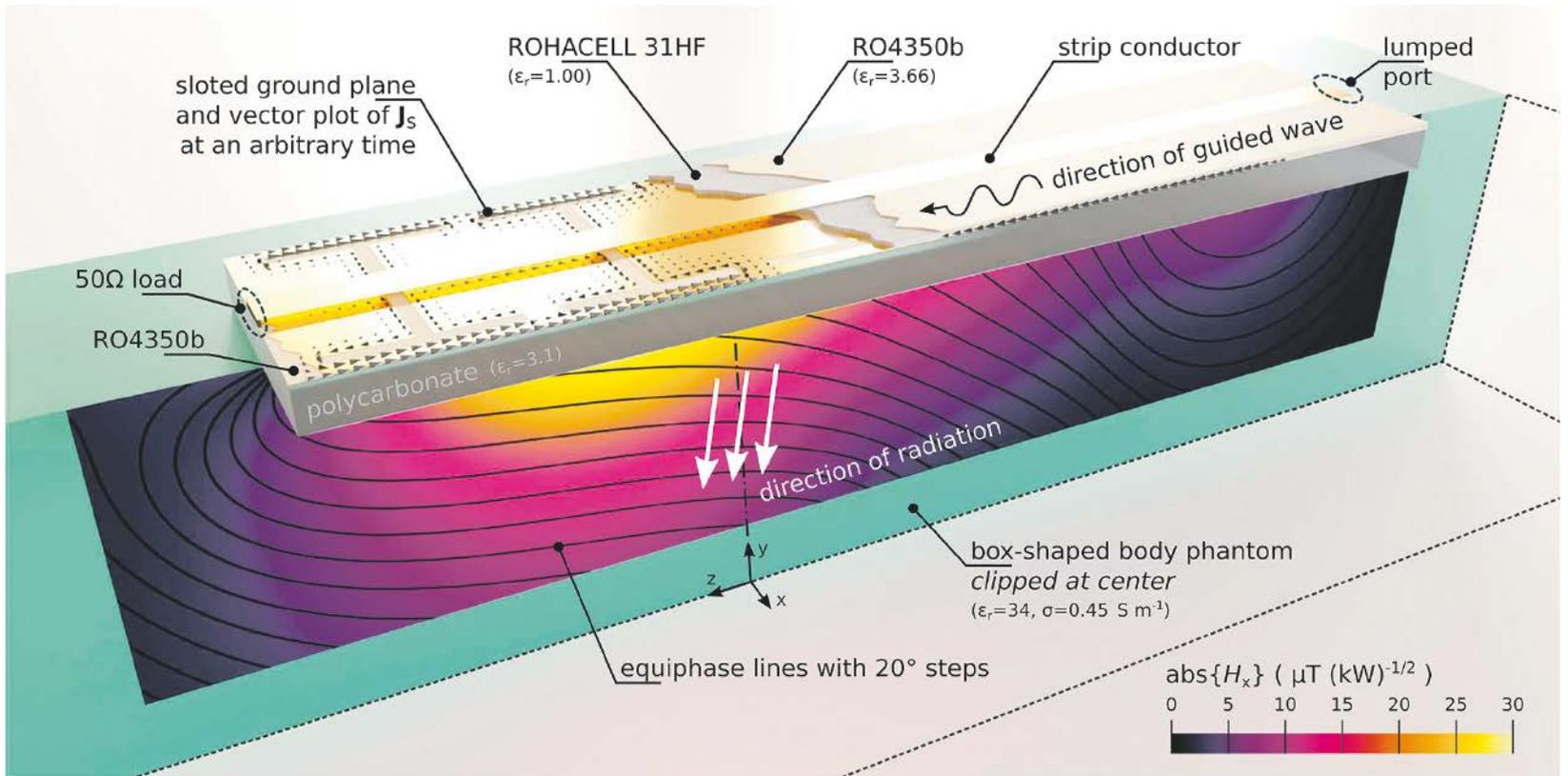


Abb. 2: Abstrahlung der Leckwellenantenne

Foto: Daniel Erni

## Auf zur ultimativ sensitiven MRT-Spule

Als nächsten Schritt möchte sich das Team an das Spulendesign für optimale Anregungs- und Detektionsbedingungen heranwagen. Damit folgt es einem derzeit intensiv diskutierten Forschungsprogramm, welches unter

dem Motto „Ultimative Intrinsic Specific Absorption Rate (UISNR)“ mit großem Interesse und Einsatz nach der absolut empfindlichsten MRT-Spule sucht. Um diese physikalisch vorgegebene Grenze der Empfindlichkeit erreichen zu können, muss eine neue Variante der Metamaterial-Struktur entworfen werden, in welcher die ein-

zelnen Unit Cells separat angesteuert werden. Dabei wird die resultierende Leckwellenantenne noch besser auf das gewünschte Magnetresonanzsignal und die unvermeidbaren Absorptionsmechanismen in der betrachteten Körperregion optimiert, wodurch sich die Bildqualität aus dem Körperinnern noch weiter steigern lässt.

### Autor:

Prof. Dr. sc. techn. Daniel Erni  
Allgemeine und Theoretische Elektrotechnik (ATE),  
Universität Duisburg-Essen, Duisburg  
www.ate.uni-due.de

## Impressum

**Herausgeber:**  
Wiley-VCH GmbH

**Publishing Director:**  
Steffen Ebert

**Geschäftsleitung Wiley Corporate Solutions:**  
Roy Opie, Dr. Heiko Baumgartner, Steffen Ebert,  
Ulrike Hoffrichter@wiley.com

**Chefredakteurin/Produktmanagerin:**  
Ulrike Hoffrichter M.A., Tel.: 06201/606-723,  
ulrike.hoffrichter@wiley.com

**Anzeigenleiter:** Dipl.-Kfm. Manfred Böhrer,  
Tel.: 06201/606-705, manfred.boehler@wiley.com

**Redaktion:**  
Dr. Jutta Jessen  
Tel.: 06201/606-726, jutta.jessen@wiley.com

**Freie Redakteure:**  
Claudia Schneeberger, Tuttingen

**Wiley GIT Leserservice:** 65341 Eltville  
Tel.: +49 6123 9238 246 - Fax: +49 6123 9238 244  
E-Mail: WileyGIT@vservice.de  
Unser Service ist für Sie da von Montag bis Freitag  
zwischen 8:00 und 17:00 Uhr

**Mediaberatung:**  
Dipl.-Kfm. Manfred Böhrer,  
Tel.: 06201/606-705, manfred.boehler@wiley.com  
Mehtap Yildiz,  
Tel.: 06201/606-225, myildiz@wiley.com

**Anzeigenvertretung:** Dr. Michael Leising  
Tel.: 05603/8942800, leising@leising-marketing.de

**Redaktionsassistent:** Christiane Rothermel  
Tel.: 06201/606-746, christiane.rothermel@wiley.com

**Herstellung:** Jörg Stenger (Herstellung);  
Kerstin Kunkel (Anzeigenverwaltung);  
Ruth Herrmann (Satz, Layout);  
Ramona Scheirich (Litho)

**Sonderdrucke:** Christiane Rothermel  
Tel.: 06201/606-746, christiane.rothermel@wiley.com

**Wiley-VCH GmbH**  
Boschstraße 12, 69469 Weinheim,  
Tel.: 06201/606-0, Fax: 06201/606-790,  
mk@wiley.com, www.gitverlag.com

**Bankkonten**  
J.P. Morgan AG, Frankfurt

Konto-Nr. 6161517443, BLZ: 501 108 00  
BIC: CHAS DE 33, IBAN: DE55501108006161517443  
Druckauflage: 25.000



M&K kompakt ist ein Sonderheft von  
Management & Krankenhaus

**Originalarbeiten**  
Die namentlich gekennzeichneten Beiträge stehen in der Verantwortung des Autors. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion und mit Quellenangaben gestattet. Für unangeforderte eingegangene Manuskripte und Abbildungen übernimmt der Verlag keine Haftung.

Dem Verlag ist das ausschließliche, räumlich, zeitlich und inhaltlich eingeschränkte Recht eingeräumt, das Werk/den redaktionellen Beitrag in unveränderter Form oder bearbeiteter Form für alle Zwecke beliebig oft selbst zu nutzen oder Unternehmen, zu denen gesellschaftsrechtliche Beteiligungen bestehen, sowie Dritten zur Nutzung zu übertragen. Dieses Nutzungsrecht bezieht sich sowohl auf Print- wie elektronische Medien unter Einschluss des Internets wie auch auf Datenbanken/Datenträger aller Art.

Alle etwaig in dieser Ausgabe genannten und/oder gezeigten Namen, Bezeichnungen oder Zeichen können Marken oder eingetragene Marken ihrer jeweiligen Eigentümer sein.

**Druck:** DSW GmbH & Co. KG  
Flomersheimer Straße 2-4, 67071 Ludwigshafen  
Printed in Germany

ISSN 0176-053 X

### EU-Datenschutzgrundverordnung (EU-DSGVO)

Der Schutz von Daten ist uns wichtig: Sie erhalten die Zeitung M&K Management & Krankenhaus auf der gesetzlichen Grundlage von Artikel 6 Absatz 1 lit. f DSGVO („berechtigtes Interesse“). Wenn Sie diesen Zeitschriftentitel künftig jedoch nicht mehr von uns erhalten möchten, genügt eine kurze formlose Nachricht an Fax: 06123/9238-244 oder wileygit@vservice.de. Wir werden Ihre personenbezogenen Daten dann nicht mehr für diesen Zweck verarbeiten. Wir verarbeiten Ihre Daten gemäß den Bestimmungen der DSGVO. Weitere Infos dazu finden Sie auch unter unseren Datenschutzhinweisen:

http://www.wiley-vch.de/de/ueber-wiley/  
impressum#datenschutz

## Index

Agfa HealthCare	8	Klinikum Dortmund	6
Bundesamt für Strahlenschutz	17, 21	Medizinische Universität Wien	22
Canon Medical Systems	5, 7, 15	Philips	13
Deutsche Gesellschaft für Klinische		Samsung Electronics	16
Neurophysiologie und Funktionelle Bildgebung	8	Simon Hegele	21
Deutsche Gesellschaft für Neuroradiologie	6	Universität Duisburg-Essen	25
Deutsche Röntgengesellschaft	3, 20	Universitätsklinikum AKH Wien	22
Deutsches Krebsforschungszentrum	11, 23	Universitätsklinikum Bonn	14, 19
Eizo Europe	9	Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden	11
Febromed	11	Universitätsklinikum Jena	17
Hologic Medidor	19	Universitätsklinikum Leipzig	9
Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt	3	Universitätsklinikum Regensburg	4

# Bestens informiert

---

## Der Newsletter von Management & Krankenhaus

### Unsere Themen:

- Gesundheitsökonomie
- Medizintechnik
- IT & Kommunikation
- Hygiene
- Bauen, Einrichten & Versorgen
- Labor & Diagnostik



Bestellen Sie jetzt den Newsletter  
[www.management-krankenhaus.de/user/register](http://www.management-krankenhaus.de/user/register)



**JETZT  
EINREICHEN  
ANMELDESCHLUSS  
31. JULI 2021**

**M&K sucht die besten  
Produkte oder Lösungen  
aus den Kategorien  
A und B.**

**M&K**  
— Management & —  
Krankenhaus  
**AWARD**  
**2022**

**1. Sieger  
in der Kategorie...**

**A – IT & Kommunikation**

**B – Medizin & Technik**

Teilnahmebedingungen und Produkt einreichen per Internet:  
[www.PRO-4-PRO.com/mka](http://www.PRO-4-PRO.com/mka)

[www.management-krankenhaus.de](http://www.management-krankenhaus.de)

WILEY

**WILEY**