

Krankenhaus Düren kombiniert beim Aufrüsten des MRTs Nachhaltigkeit mit neuester Technik

# Upgrade statt Austausch

Das Krankenhaus Düren zeigt, dass Bildgebung der neuesten Generation auch nachhaltig zu erreichen ist. Statt den MRT komplett auszutauschen, wurde der funktionsfähige Magnet bewahrt, alle elektronischen Systeme jedoch auf den neuesten Stand der Technik gebracht. Dadurch dauern Untersuchungen nur mehr halb so lange. Gleichzeitig wurden Kosten gespart, denn das Upgrade war günstiger als eine Neuanschaffung.

Der Austausch eines bestehenden MRTs durch die neueste Generation ist meist mit Baumaßnahmen, hohen Kosten und langen Ausfallzeiten verbunden. Das Krankenhaus Düren hat einen Weg gefunden,



Chefarzt Prof. Dr. med. Andreas F. Kopp: „Mit dem Upgrade erhalten wir Zugriff auf neueste Scantechniken. Insbesondere mit dem Einsatz künstlicher Intelligenz für die Bildberechnung haben wir schon jetzt die Zukunft der Kernspintomografie hier bei uns.“

in nur zehn Tagen ein rundum neues Gerät zu installieren: als Upgrade ohne aufwändigen Magnet-austausch. Die Aufrüstung enthält alle neuesten Scantechniken sowie Verbesserungen für Workflow und Patientenkomfort. Künstliche Intelligenz spielt jetzt eine wichtige Rolle in der Benutzerführung und sorgt vor allem bei der Bildrekonstruktion für deutlich verkürzte Untersuchungszeiten. Schnellere Untersuchungen, höhere Leistung und kürzere Wartezeiten für die Patientinnen und Patienten: Der neue MRT am Krankenhaus Düren verringert die Untersuchungszeit um bis zu 50 Prozent. Für einen solchen Generationenwechsel in der Technologie wäre eigentlich der Austausch des gesamten Großgeräts nötig gewesen. In Düren setzte man jedoch auf Nachhaltigkeit und entschied sich dafür, das Herzstück, den mehrere Tonnen schweren supraleitenden Magneten, zu bewahren, jedoch alle anderen elektronischen Systeme auf den neuesten Stand der Technik zu bringen.

„Der Magnet hat eine Lebensdauer von 20 Jahren und wird heute noch nahezu unverändert so gebaut. Die elektronischen Komponenten wie Spulen und Computer werden dagegen von Jahr zu Jahr leistungsfähiger. Der Austausch des gesamten Systems unter Beibehaltung des bewährten Magneten ist ökonomisch wie ökologisch überaus sinnvoll“, sagt Prof. Dr. med. Andreas F. Kopp, Chefarzt der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie. Er freut sich über diese neuartige Form eines System-Upgrades, denn in der Vergangenheit wurden MRTs komplett ausgebaut. Dann mussten die Behandlungsräume zum Teil aufwändig und über mehrere Wochen umgebaut werden. Für die Radiologie hätte das die Planung alternativer Behandlungsmöglichkeiten und eine deutliche Einschränkung der Leistungsfähigkeit als Taktgeber der Diagnostik im Klinikalltag bedeutet. Ganz zu schweigen von den Belastungen, die ein solcher Umbau auch für die Patienten und die Krankenhausmitarbeiter mit sich gebracht hätte.



Das Krankenhaus Düren ist als akademisches Lehrkrankenhaus der RWTH Aachen ein großer Schwerpunktversorger zwischen Aachen und Köln mit einem Einzugsgebiet von 300.000 Einwohnern.

Bilder: Krankenhaus Düren

## Umrüstung dauert lediglich zehn Tage

Mit dem neuen Ansatz war die Umrüstung in Düren nach nur zehn Tagen abgeschlossen. Die nachhaltige Verwendung des vorhandenen Magneten spart gemäß Hersteller den Ausstoß von 40 Tonnen CO<sub>2</sub> und den Verbrauch von 13.000 kWh an Energie zur Produktion eines neuen Magneten. Weiterer Vorteil: Die Kosten lagen deutlich niedriger im Vergleich zur Anschaffung eines komplett neuen Systems, trotz der erheblichen medizintechnischen Verbesserungen.

„Als wir dem Hersteller den Austausch einiger Komponenten vorgeschlagen haben, kam die Idee dieses neuartigen Upgrades auf“, sagt Professor Kopp. Der neue MRT ist trotz des älteren Magneten auf dem neuesten Stand der Technik. „Die Möglichkeit, Bildgebung der neuesten Generation mit dem Gedanken der Nachhaltigkeit zu koppeln, hat uns dazu bewogen, mit dem Hersteller diesen neuen Weg zu gehen“, so Krankenhaus-



Das neue Cockpit mit Automatisierung von Planung, Scan, Patientenanleitung und automatisierter Nachverarbeitung: Der geführte Arbeitsablauf gibt dem Personal Zeit, bereits die nächsten Einsätze vorzubereiten.

Geschäftsführerin Kathleen Büttner-Hoigt zur Entscheidungsfindung. Teil des umfassenden Modernisierungspakets ist unter anderem die Installation einer Weltneuheit, die bislang in dieser Form nur in wenigen Universitätskliniken zum Einsatz kommt. „Die MRT-Bilder werden mithilfe künstlicher Intelligenz rekonstruiert“, erklärt Professor Kopp.

Die Messung erfolgt parallel in verschiedenen Schichten, was zu einer Beschleunigung um Faktor zwei bis drei führt. Anstatt unscharfer oder verrauschter Bilder erzeugt die ‚SmartSpeed‘ getaufte Beschleunigungstechnologie aus relativ schnell gemessenen sehr detaillierte Bilder – durch die Berechnung über Algorithmen und den Einsatz von KI. „Die Software weiß, wie der menschliche Körper aussieht. Pathologien werden entsprechend berücksichtigt, deutlich weniger Bildpunkte reichen aus, um die volle diagnostische Information zu liefern. Deep Learning rekonstruiert aus sehr kurz gemessenen Untersuchungen detailreiche Bilder in exzellenter Bildqualität“, sagt der Radiologe und spricht von einem „Quantensprung in der Beschleunigung der Bildgebung“. Zwei große 4K-Bildschirme mit jeweils 27 Zoll ersetzen das alte einfache Bedienterminal und lassen schon auf den ersten Blick direkt am Gerät mehr Details erkennen. Dies steigert den Komfort für die Anwender.

## Kürzere Messzeiten

Auch für die Patienten ist die Untersuchung mit dem neuen Gerät durch kürzere Messzeiten und eine Memoryschaum-Auflage, die den Liegekomfort erhöht, erheblich



Ein Vorbild für Nachhaltigkeit (v. l.): Oberarzt Dr. med. Thomas Alexander Ochtrup, MTR Pawel Frackiewicz und Chefarzt Prof. Dr. med. Andreas F. Kopp erläutern Geschäftsführerin Kathleen Büttner-Hoigt die Vorzüge des neuen Systems.

angenehmer. Zudem kann die Lautstärke des Gerätes deutlich gedrosselt werden. Je nach Untersuchung macht das Gerät eigenständig Sprachansagen und führt den Patienten durch den Prozess der Untersuchung – in dutzenden Sprachen.

Eine berührungslose Abtastung macht es dank optischer Erfassung und künstlicher Intelligenz möglich, die Atmung des Patienten schnell zu erkennen. Dadurch werden die lästigen und unbequemen Atemgurte überflüssig. Die KI steuert, dass die Bilderberechnung nur in bestimmten Atemphasen erfolgt, um Bewegungsartefakte so gering wie möglich zu halten.

„Alles, was die Untersuchung für den Patienten angenehmer macht, führt zu besseren Resultaten“, erklärt Oberarzt Dr. med. Thomas Alexander Ochtrup. Je ruhiger der Patient in der Röhre liegt, die im Vergleich zu früheren Generationen übrigens viel luftiger geworden ist, desto besser sind die Aufnahmen.

Dass die Konsole größtenteils die Führung des Patienten übernimmt, ermöglicht den MTR im Hintergrund, das weitere Tagesprogramm oder anstehende Untersuchungen vorzubereiten. „Wenn der aktuelle Patient aufliegt, kann das Team schon den nächsten Patienten planen. Einzelne komplexe Messungen dauern im MRT schon einmal einige Minuten. In dieser Zeit konnte der Anwender bisher nichts machen, jetzt kann er aber bereits den nächsten und übernächsten Einsatz vorbereiten oder auf dem zweiten Monitor die Nachverarbeitung und Auswertung der Bilder beginnen“, erklärt Professor Kopp. Die Rüstzeiten im Alltag der Klinik für Radiologie sinken auf diese Weise deutlich, für den einzelnen Patienten ist die Zeit im Gerät kürzer.

„Neben den Vorteilen der präziseren Bildgebung wurden die gesamten Abläufe von der Lagerung bis zum Scan vereinfacht und beschleunigt. Das erlaubt uns als Krankenhaus, mehr Termine pro Tag anbieten zu können und die Wartezeiten zu reduzieren“, freut sich Geschäfts-

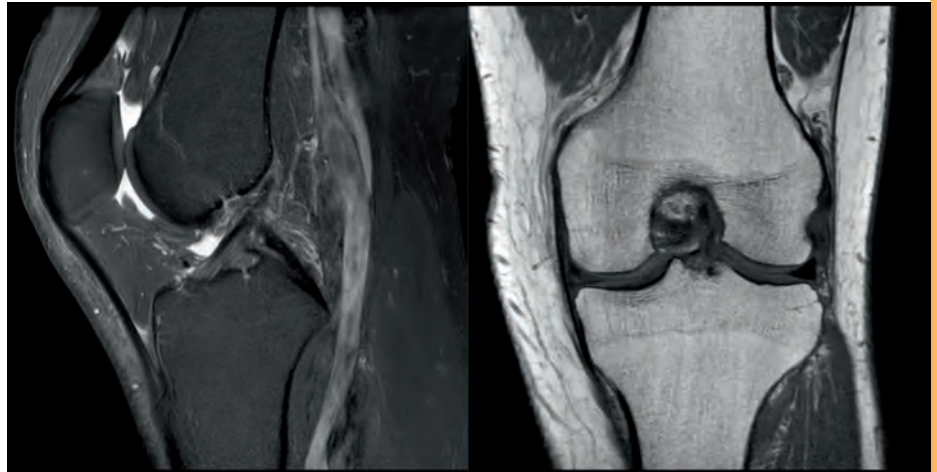


Geschäftsführerin Kathleen Büttner-Hoigt: „Bildgebung der neuesten Generation mit Nachhaltigkeit zu koppeln hat uns dazu bewogen, alle elektronischen Systeme auf den neuesten Stand zu bringen, ohne den voll funktionsfähigen Magneten auszutauschen.“

führerin Kathleen Büttner-Hoigt über die erfolgreiche Premiere des nachhaltigen System-Upgrades in Düren. Sie ist überzeugt: „Gewinner dieser Investition sind vor allem unsere Patientinnen und Patienten.“ ■

#### Kontakt

Krankenhaus Düren gGmbH  
Klinik für Diagnostische und  
Interventionelle Radiologie  
Roonstraße 30  
52351 Düren  
Tel.: +49 2421 30-1338  
radiologie@krankenhaus-dueren.de  
www.krankenhaus-dueren.de



Eine Standard-Untersuchung des Knies benötigt nur noch eine Messzeit von maximal fünf Minuten (vorher ca. 15 Minuten). Das entspricht einer Beschleunigung um Faktor 3 bei identischer Bildqualität.

Von Remote Scanning zur MRT-Fernsteuerung profitieren radiologische Praxen und Krankenhausabteilungen

# Geräte aus der Ferne steuern

**Die Dienstleistung ‚Remote Scanning‘ kann Radiologiepraxen und Krankenhausabteilungen im laufenden Betrieb unterstützen, aber auch krankheits- und urlaubsbedingten Personalmangel überbrücken. Sie trägt damit zur stets vollen Auslastung des MRTs und mehr Wirtschaftlichkeit bei. Patientinnen und Patienten profitieren von schnelleren Untersuchungsterminen.**

Das Interesse am Remote Scanning wächst – innerhalb und außerhalb des Radiologienetzes, eines deutschlandweiten Qualitätsverbands von derzeit 400 niedergelassenen Radiologen in 100 unabhängigen radiologisch-nuklearmedizinischen Praxen. Die MRT-Fernsteuerung bietet viele Vorteile, da sie flexibel eingesetzt werden kann, beispielsweise für den fortlaufenden Betrieb, aber auch, um Urlaubszeiten oder spontane Ausfälle beim Personal zu überbrücken. Seit dem Frühjahr 2021 setzt sich Frank Vogel, Vorstand



Bild: Curagita/Daniel Ellwanger

Andrea Salwat, Prokuristin Curagita: „Entscheidet sich ein Kunde, Remote Scanning bei sich einzuführen, dauert es etwa vier Wochen von der Auftragserteilung bis zur abgeschlossenen Installation.“

des Radiologienetz-Managers und -Dienstleisters Curagita in Heidelberg, für die innovative Dienstleistung Remote Scanning ein. Die Vision des Angebotes zur Gerätesteuerung aus der Ferne ist inzwischen zur Routine geworden. Curagita verfügt über die technische Infrastruktur, das

Know-how für die Implementierung und einen eigenen, bereits wachsenden Pool an Medizinischen Technologen und Technologinnen für Radiologie (MTR) für eine Zusammenarbeit mit radiologischen Praxen und Krankenhausabteilungen zur Steuerung von MRTs. Sowohl die Technik, als auch Soft- und Hardware sowie das Projektmanagement zur Einführung sind bei Curagita buchbar. Darüber hinaus kann bei Bedarf auf die personellen Ressourcen des MTR-Pools zurückgegriffen werden. Derzeit werden täglich mithilfe der Software ‚Syngo Virtual Cockpit‘ MRTs von Siemens gefahren. Seit Beginn dieses Jahres wurden darüber hinaus Projekte zur Steuerung von Philips- und GE-Geräten in Praxen gestartet. Getestet werden das GE-System ‚Digital Expert Access‘ (DEA), das ‚Radiology Operations Command Center‘ (ROCC) von Philips und Multi-Vendor-Lösungen. Unabhängig von der genutzten Software für die Bildübertragung ist die Kommunikation zwischen einem steuernden MTR (Remote MTR) und einer Person vor Ort in der Praxis oder der Krankenhausabteilung (Patientenmanager) der wesentliche Bestandteil von Remote Scanning. „Die Kooperation mit den externen MTRs macht Spaß. Man hört sich, und man fühlt sich nicht alleine gelassen“, berichtet die Medizinische Fachangestellte Michelle Regen aus München von ihren Erfahrungen.

## Analysegespräch

Um die technische Machbarkeit für die Teilnahme einer interessierten Praxis oder Krankenhausabteilung am Remote Scanning zu prüfen, führt das Projektteam ein Analysegespräch mit den jeweiligen Ansprechpartnern. Dabei werden die derzeitige Situation in der Praxis oder Abteilung, die gewünschten Installationen und die Nutzungsoptionen besprochen. Darauf aufbauend erhält der Interessent



Patientinnen und Patienten sollten stets rasch einen MRT-Termin bekommen, damit schnellstmöglich ein Befund vorliegt und, wenn notwendig, mit einer Therapie begonnen werden kann. Dabei unterstützt Remote Scanning.

Bild: Tyler Olson – stock.adobe.com

ein individuelles Angebot, das alle Aufwendungen enthält, sowohl für die einmalige Installation als auch für den laufenden Betrieb. Das Angebot umfasst:

- Unterstützung bei der Einführung des Systems inklusive Einführungsworkshop für das Vor-Ort-Team und die Betreuung im Datenschutz,
- Unterstützung im laufenden Betrieb durch Übernahme der Steuerung durch eigene Praxis-/Krankenhausmitarbeiter oder durch das Remote-Scanning-Team von Curagita,
- Remote Coaching: Unterstützung bei der Einarbeitung neuer Mitarbeiter an den Modalitäten,
- punktuelle Einsätze oder feste Übernahme der Fernsteuerung einer (Teil-)Schicht am MRT,
- Unterstützung bei Spezialuntersuchungen.

Der erfahrene Curagita-MTR-Pool deckt alle Untersuchungen ab und kann mit Sonderkompetenzen wie mpMRT Prostata, Cardio-MRT und MRT-gesteuerten Biopsien unterstützen.

„Entscheidet sich ein Kunde, Remote Scanning bei sich einzuführen, dauert es etwa vier Wochen von der Auftragserteilung bis zur abgeschlossenen Installation“, verspricht die für



Bild: Curagita/Daniel Ellwanger

Curagita-Vorstand Frank Vogel: „In der Radiologiepraxis eines unserer Kunden mussten die Belegungszeiten an zwei MRTs reduziert werden, da zu wenig MTRs vorhanden waren. Durch den Einsatz von Remote Scanning konnten wir dieses Problem lösen.“

Großgeräte verantwortliche Curagita-Prokuristin Andrea Salwat. Sie präsentiert gern auch Interessierten das Remote Scanning in Heidelberg live bei der Arbeit.

Die Mitarbeiter der Praxis oder Krankenhausabteilung werden in einem Workshop auf die neue Form der Zusammenarbeit vorbereitet und darin geschult, wie die Prozessabläufe an den Geräten synchronisiert werden. Das Curagita-Team übernimmt das gesamte Projektmanagement und berücksichtigt die Gegebenheiten

der Auftraggeber für die Untersuchungen. „Da gilt es, entscheidende Schritte zu tätigen und dabei Fallstricke zu vermeiden“, berichtet Frank Vogel von seinen Erfahrungen.

### Neuralgische Punkte der Implementierung

Gefragt nach den wichtigsten neuralgischen Punkten bei der Implementierung zählt Vogel sieben Bereiche auf: „Datensicherheit und -schutz, Stabilität des Systems, Akzeptanz innerhalb der Praxis, Kompetenz der fernsteuernden MTR, Verfügbarkeit der benötigten Bandbreite, Funktionsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit.“ Mit im Projektteam sind natürlich auch IT-Mitarbeiter, die die Praxen bei der Installation von Hard- und Software und dem Anschluss an den Curagita-Kommunikationsserver unterstützen. Der gesamte Prozess ist auf seine Rechtssicherheit geprüft, Stichwort Arbeitnehmerüberlassung.

Wie auch immer der Bedarf der jeweiligen Praxis oder Krankenhausabteilung ist: Die neue Art der Zusammenarbeit kann die Patientenversorgung sichern – auch bei plötzlich auftretendem Personalausfall und während Urlaubszeiten. Das bestätigt auch Radiologe Dr. Rüdiger Arndt aus dem Radiologiezentrum Mannheim, bei dem das Curagita-Remote-Team bereits zwei MRTs regelmäßig aus der Ferne steuert. „Remote Scanning ist für uns in Zeiten zunehmenden MTR-Mangels ein sehr wertvolles Verbundprojekt und trägt dazu bei, dass wir das Untersuchungsangebot trotz Personalmangel halten oder sogar ausbauen können“, konstatiert er. ■

#### Kontakt

Curagita AG  
Andrea Salwat  
Ringstraße 19B  
69115 Heidelberg  
Tel.: +49 6221 5025-568  
sal@curagita.com  
www.radiologienetz.de



Der erfahrene Curagita-MTR-Pool deckt alle Untersuchungen ab und kann mit Sonderkompetenzen wie mpMRT Prostata, Cardio-MRT und MRT-gesteuerten Biopsien unterstützen. Bild: Curagita/Daniel Ellwanger

Medizinphysiker am Universitätsklinikum Würzburg stellen Strahlenschutz mittels Dosismanagementsystem sicher

# Vorzüge eines DMS nutzen

**Große Kliniken bieten heute ein breites Spektrum radiologischer Untersuchungen an. Medizinphysik-Experten müssen dabei den Strahlenschutz im physikalisch-technischen Bereich sicherstellen. Das geht am besten mit Softwareunterstützung, wie das Beispiel des Universitätsklinikums Würzburg zeigt.**

Das Universitätsklinikum Würzburg (UKW) bietet als Maximalversorger ein großes Spektrum an radiologischen Untersuchungen an. Sie werden in den unterschiedlichen Kliniken an insgesamt sechs ortsfesten und drei mobilen CTs, zehn Durchleuchtungsanlagen, 25 mobilen C-Bögen, sieben ortsfesten und elf mobilen Röntgenanlagen, zwei Mammografiegeräten, acht Kleinröntgengeräten und zwei DVTs durchgeführt. Ein Team von fünf Medizinphysik-Experten ist dabei für die Einhaltung des Strahlenschutzes im physikalisch-technischen Bereich verantwortlich. Die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) vom 29. November 2018

fordert in § 132 StrSchV von ihnen unter anderem:

- die Überwachung der Exposition von Personen, an denen radioaktive Stoffe oder ionisierende Strahlung angewendet werden,
- die Überwachung der Einhaltung der diagnostischen Referenzwerte,
- die Untersuchung von Vorkommissen,
- die Optimierung des Strahlenschutzes.

Bei der Vielzahl an Geräten, die das Universitätsklinikum betreibt, ist die geforderte systematische Überprüfung und Auswertung der diagnostischen Referenzwerte sowie das zuverlässige Erkennen potenzieller Vorkommissen ohne Softwareunterstützung nicht praktikabel. Daher wurde für diese Analysen ein Dosismanagementsystem (DMS) beschafft. Seit Ende 2018 arbeitet die Medizinphysik des UKW mit der Softwarelösung EasyDose<sup>QM</sup> zur Erfassung, Speicherung und Analyse der dosisrelevanten Parameter bei Untersuchungen und Interventionen mit ionisierender Strahlung.

## Diagnostische Referenzwerte

Bei der Einführung von EasyDose<sup>QM</sup> der österreichischen BMS Informationstechnologie GmbH mussten zunächst die diagnostischen Referenzwerte eingepflegt werden. Dafür werden die Untersuchungsregionen den jeweiligen Protokollen zugeordnet und für die verschiedenen Altersgruppen wird der jeweilige diagnostische Referenzwert hinterlegt. Die Zuordnung des diagnostischen Referenzwertes basiert auf den Namen der einzelnen Scans (Protokolle der bildgebenden Geräte) oder seiner bekannten Schreibweisen bzw. Varianten. Etwaige Fehler in der Schreibweise werden berücksichtigt, müssen jedoch anschließend erneut einem diagnostischen Referenzwert zugeordnet werden. Daher müssen diese Zuordnungen regelmäßig überprüft werden.

Für Angiografien, Durchleuchtungen und Röntgenaufnahmen wird das Dosisflächenprodukt (DFP) eingepflegt, für die Mammografie ist die Average Glandular Dose (AGD) relevant. Bei der Computertomografie war bisher das Dosislängenprodukt (DLP) die führende Größe. Ab dem ersten Quartal 2023 wird der Computed Tomography Dose Index (CTDI), der durch die Aktualisierung der diagnostischen Referenzwerte im November 2022 deutlich an Bedeutung gewonnen hat, zusätzlich zur Detektion bedeutsamer Vorkommissen herangezogen.

## Bedeutsame Vorkommissen

Um die bedeutsamen Vorkommissen bei medizinischen Expositionen mit ionisierender Strahlung zu untersuchen, müssen zunächst vom DMS potenzielle Vorkommissen detektiert werden. Dafür bietet EasyDose<sup>QM</sup> die Möglichkeit, Alarmierungen zu generieren, wenn eine deutliche Überschreitung eines diagnostischen Referenzwertes vorliegt, bei der die Bedeutsamkeit eines Vorkommnisses entsprechend StrSchV, Anlage 14, gegeben sein könnte (siehe Abb. 1). Mithilfe der Alarmierungsfunktion



Das Universitätsklinikum Würzburg bietet als Maximalversorger ein großes Spektrum an radiologischen Untersuchungen an. Ein Team von fünf Medizinphysik-Experten ist dabei für die Einhaltung des Strahlenschutzes verantwortlich.

Bild: T. Pieruschek



In der Radiologie des Universitätsklinikums Würzburg wird mit EasyDose<sup>QM</sup> gearbeitet: Die Softwarelösung erfasst, speichert und analysiert die dosisrelevanten Parameter bei Untersuchungen und Interventionen mit ionisierender Strahlung.

Bild: UKW

wird für jede Untersuchung überprüft, ob ein CTDI<sub>vol</sub> > 80 mGy für den Körper bzw. ein CTDI<sub>vol</sub> > 120 mGy für den Kopf vorliegt. Ebenso werden Durchleuchtungs- und interventionelle Aufnahmen mit einem Dosisflächenprodukt über dem Schwellwert 20.000 cGy\*cm<sup>2</sup> und 50.000 cGy\*cm<sup>2</sup> automatisch als Alarmierung angezeigt. Somit erhalten die Medizinphysik-Experten systematisch eine Meldung für alle Vorkommnisse, sodass sie unter Hinzuziehung zusätzlicher Kriterien, wie zum Beispiel Hautschäden, einzeln überprüft werden können.

Ebenso kann, wie in der Strahlenschutzverordnung, Anlage 14, gefordert, jede Überschreitung des Mittelwerts – bezogen auf eine Gruppe von Personen – über die letzten 20 aufeinanderfolgenden Untersuchungen gleicher Untersuchungsart um mehr als 100 Prozent des jeweiligen diagnostischen Referenzwertes,

sobald der diagnostische Referenzwert einer einzelnen Untersuchung um 200 Prozent überschritten wurde, detektiert werden. Gerade diese statistische Auswertung wäre ohne DMS kaum realisierbar. Die Alarmfunktion ermöglicht eine systematische Überprüfung der Grenzwerte und der bedeutsamen Vorkommnisse. Die aktivierten Alarme werden in einer interaktiven Liste geführt (siehe Abb. 2). Durch das Anklicken eines Alarms öffnet sich die Untersuchung mit allen

relevanten Daten wie Patienten- und Untersuchungsdaten, Untersuchungsparameter, Dosiswerte und Übersichtsbild der Aufnahme. Damit lässt sich eine schnelle Aussage über mögliche Ursachen treffen, wie etwa Übergewicht, Metall in den Aufnahmen oder großzügige Einblendung.

In der Untersuchungsübersicht besteht die Möglichkeit, die Untersuchung zu kommentieren. Wurde ein Alarm bearbeitet, kann diesem ein klinikinterner Status wie ‚neuer Alarm‘, ‚in Bearbeitung‘, ‚erledigt‘ oder ‚Vorkommnis‘ zugeordnet werden. Auf diese Weise hat man jederzeit eine vollständige Übersicht über die bereits bearbeiteten und noch offenen Fälle. Zusätzlich wird die Übersichtlichkeit durch die verschiedenen Filterfunktionen in der Alarmübersicht gefördert. Durch das Filtern nach Status, Zeitraum oder Alarmtyp werden die relevanten Daten angezeigt, sodass kein Alarm untergeht und übersichtliche Berichte erstellt werden können.

Darüber hinaus gibt es weitere potenzielle bedeutsame Vorkommnisse, die jedoch anderweitig erfasst werden müssen:

Feld	Bereich	Aggregatfunktion	Schwellwert	Zeitraum	Beschreibung
CTDI <sub>vol</sub> [mGy]	Studie	Maximum	80 mGy	Dieses Quartal	
CTDI <sub>vol</sub> [mGy]	Studie	Maximum	120 mGy	Dieses Quartal	

Feld	Operator	Wert
Körperregion CT	=	Head

Abb. 1: Liegt eine deutliche Überschreitung eines diagnostischen Referenzwertes vor, generiert EasyDose<sup>QM</sup> einen Alarm. So werden die Medizinphysik-Experten systematisch über alle Fälle informiert.

Bild: UKW

- Wiederholungen von Anwendungen aufgrund von Verwechslungen, Einstellfehlern oder Gerätedefekten,
- Personenverwechslungen,
- deterministische Wirkungen, die für die Untersuchung nicht zu erwarten waren.

### Statistische Auswertungen zur Dosisoptimierung

Die Einhaltung der diagnostischen Referenzwerte wird grafisch und tabellarisch aufbereitet, sodass der Medizinphysik-Experte auf einen Blick erkennen kann, für welche Untersuchungsart hohe Dosiswerte vorliegen und die diagnostischen Referenzwerte überschritten werden. Protokolle, die optimiert werden sollten, lassen sich so systematisch erfassen.

Neben der Alarmierungsfunktion und der Übersicht der Einhaltung der Referenzwerte bietet EasyDose<sup>QM</sup> eine große Vielfalt an eigenen statistischen Auswertungsmöglichkeiten (siehe Abb. 3), wie zum Beispiel den Vergleich von Protokollen unter Berücksichtigung des BMI des Patienten oder von Untersuchungen und der dabei verwendeten Parameter (mAs, kV, Kollimation, Scandauer, Scanlänge etc.). Neben dem Vergleich von Protokollen innerhalb eines und zwischen verschiedenen Geräten

kann auch der zeitliche Verlauf von Protokollen in Abhängigkeit vom Gerät dargestellt und ein Trend sichtbar gemacht werden. Alle diese Auswertefunktionen ermöglichen es den Medizinphysik-Experten, Protokolle zu vergleichen und zu optimieren. Durch die Darstellung des zeitlichen Verlaufs können die vorgenommenen Anpassungen von Protokollen beobachtet und evaluiert werden.

Das Dosismanagementsystem stößt auf ärztlicher Seite in den verschiedensten Fachdisziplinen auf großes Interesse. In Kooperation mit den Medizinphysik-Experten und den Radiologen konnten bereits zahlreiche Untersuchungsprotokolle, wie zum Beispiel CT-Protokolle für Lendenwirbelsäule, Halswirbelsäule oder Gesichtsschädel, optimiert und die Untersuchungs Dosen gesenkt werden.

### Besonderheiten im Bereich der Interventionen

EasyDose<sup>QM</sup> ist sowohl mit dem KIS/RIS als auch mit dem PACS verknüpft. Das KIS/RIS sendet die Worklist an das Aufnahmegerät. Nach Abschluss der Untersuchung sendet dieses den Radiation Dose Structured Report (RDSR) bzw. die Modality Performed Procedure Step (MPPS) und die Bilddaten an das PACS. Von dort werden die Daten an das EasyDose<sup>QM</sup>-System weitergeleitet. Neben den Daten aus

dem PACS erhält es auch Informationen aus dem KIS/RIS mittels einer HL7-Schnittstelle. Das ist besonders bei Interventionen von Vorteil, da viele DMS dabei Probleme mit der korrekten Datenübermittlung haben. Denn häufig ist vorab der genaue Verlauf eines Eingriffs nicht klar. Der Untersucher weiß zu Beginn der Untersuchung nicht genau, welcher Eingriff aus der Untersuchung resultieren wird. Da im Nachhinein die Protokoll- oder Studiennamen am Aufnahmegerät nicht mehr geändert werden können, kommt es zu einer Diskrepanz zwischen angeforderter und erbrachter Leistung. EasyDose<sup>QM</sup> löst das Problem durch die erwähnte HL7-Schnittstelle zwischen dem KIS/RIS und dem DMS. Jedes Mal, wenn nachträglich durch die MTR eine Leistung im KIS/RIS quittiert wird, erfolgt eine Meldung an das DMS und die angemeldete Leistung wird durch die tatsächlich erbrachte Leistung aktualisiert. Das ermöglicht

### Vorteile von EasyDose<sup>QM</sup>

- Alarmierung bei bedeutsamen Vorkommnissen
- korrekte Erfassung von Interventionen durch HL7-Schnittstelle zwischen KIS/RIS und DMS
- Berichterstellung
- Vielfalt an statistischen Abfragen
- Organdosen
- anpassbar an Klinikanforderungen und -wünsche

Datum	Zeit	Beschreibung	Studienbeschreibung	Gerät	Kommentar	Status	Bild
	10:38:00	CTDlvol (Körper)>80mGy oder CTDI (Kopf)>120...	Schädel 07_Hirnpfusion_lang (Erwachsener)	Siemens SOMATOM Definition AS+		Neuer Alarm	
	13:59:31	DfP bei Durchleuchtung >20.000 cGy*cm²	Thrombektomie cerebral	AXIOM Artis Icano Biplane	Diagnostische zerebrale Katheterangiographie, mri -> mehrere Eingriffe, Intervention -> Schwellwert!	In Bearbeitung (Physik)	
	12:14:14	CTDlvol (Körper)>80mGy oder CTDI (Kopf)>120...	Schädel 01_DCT_nativ_KF (Erwachsener)	Siemens SOMATOM Definition AS+	Perfusion	Erledigt	
	23:17:54	Überschreitung des DRW um 100% (auf 20) nac...	Schädel DCT_HWS_Sn (Erwachsener)	Siemens SOMATOM Force CT2	CTDI-Ref=23mGy CTDI=11mGy -> kein meldepflichtiges Vorkommnis	Erledigt	
	12:23:32	CTDlvol (Körper)>80mGy oder CTDI (Kopf)>120...	Schädel 07_Hirnpfusion_lang (Erwachsener)	Siemens SOMATOM Definition AS+	Perfusion	Erledigt	
	11:49:42	CTDlvol (Körper)>80mGy oder CTDI (Kopf)>120...	Schädel 01_DCT_nativ_KF (Erwachsener)	Siemens SOMATOM Definition AS+	Perfusion	Erledigt	
	08:39:48	CTDlvol (Körper)>80mGy oder CTDI (Kopf)>120...	Schädel 01_DCT_nativ_KF (Erwachsener)	Siemens SOMATOM Definition AS+	Perfusion	Erledigt	
	18:50:05	CTDlvol (Körper)>80mGy oder CTDI (Kopf)>120...	Schädel 07_Hirnpfusion_lang (Erwachsener)	Siemens SOMATOM Definition AS+	Perfusion	Erledigt	

Abb. 2: Die aktivierten Alarmer werden in einer interaktiven Liste geführt. Wurde ein Alarm bearbeitet, kann diesem ein klinikinterner Status wie ‚neuer Alarm‘, ‚in Bearbeitung‘, ‚erledigt‘ oder ‚Vorkommnis‘ zugeordnet werden.

Bild: UKW



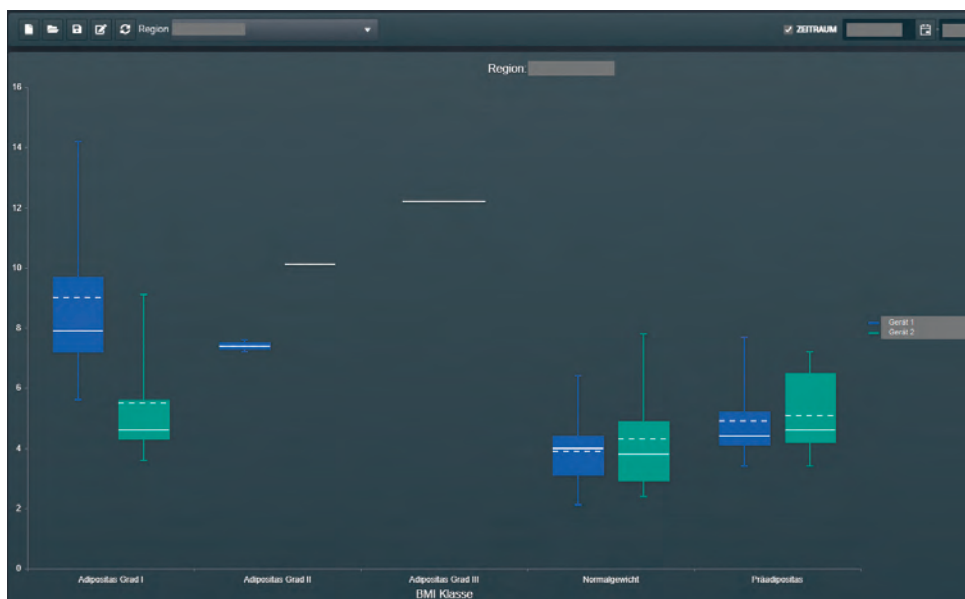


Abb. 3: EasyDose<sup>QM</sup> bietet zusätzlich viele individuelle Auswertungsmöglichkeiten: Vergleich eines Untersuchungstyps an zwei Geräten in Abhängigkeit vom Body-Mass-Index

Bild: UKW

EasyDose<sup>QM</sup> ermöglicht die zuverlässige Erfassung von Vorkommnissen und umfangreiche Analysen, die zur Verbesserung des Strahlenschutzes herangezogen werden. Seit seiner Einführung wurden für das Universitätsklinikum Würzburg über 500.000 Untersuchungen im Dosismanagementsystem erfasst, analysiert und interpretiert sowie zahlreiche Protokolle optimiert. Der tägliche Blick in EasyDose<sup>QM</sup> ist für die Medizinphysik-Experten inzwischen Routine. ■

eine korrekte Auswertung der Dosiswerte und vermeidet Falschmeldungen. Die Automatisierung erspart dem Medizinphysik-Experten die zeitaufwändige Recherche nach der tatsächlich erbrachten Leistung.

### Zuverlässige Erfassung und Analyse

Die Einführung eines Dosismanagementsystems sollte die Medizinphysik-Experten in der Röntgendiagnostik in die Lage versetzen, ihren

Aufgaben bei der Überwachung der diagnostischen Referenzwerte, beim Erkennen und Bewerten potenzieller Vorkommnisse sowie bei der Optimierung des Strahlenschutzes nachzukommen. Die damit einhergehenden Anforderungen und Erwartungen des Universitätsklinikums Würzburg an ein DMS hat EasyDose<sup>QM</sup> erfüllt. Vor allem die vielfältigen Möglichkeiten für statistische Auswertungen und die Schnittstelle zwischen KIS/RIS und DMS sind für die Arbeit der Medizinphysik-Experten von großem Nutzen.

### Kontakt

Universitätsklinikum Würzburg  
Cornelia Strauß  
Josef-Schneider-Straße 2  
97080 Würzburg  
strauss\_c2@ukw.de  
www.ukw.de

BMS Informationstechnologie GmbH  
Diesterweggasse 7/1  
A-1140 Wien  
Tel.: +43 1 524 81-3400  
info@bms-austria.com  
www.easydose.eu

**Titelstory: Mit innovativem Umlagerungssystem Patienten ein Stück Selbstbestimmung geben und Belastung für das Personal reduzieren**

# Spürbar entlasten statt belasten



Haltesysteme unterstützen und lassen selbstbestimmt handeln – ein Mehrwert auch für viele ältere Patienten. Gleichzeitig wird das medizinische Personal weniger beansprucht. Bild: UK Bonn

**Höhere Fallzahlen mit möglichst kurzen Durchlaufzeiten in Kombination mit stetig wachsendem Personalmangel – die Hürden im täglichen Praxis- und Klinikalltag werden immer größer. Das gilt auch für die Radiologie. Innovative Umlagerungssysteme können hier unterstützen. Denn wenn die neueste Technologie auf solide Technik trifft, profitieren Patienten und Personal gleichermaßen.**

**E**ntlastung statt Belastung – das klingt nach einem guten Deal. Nahezu jede Praxis und jedes Krankenhaus mit einer radiologischen Abteilung hat Probleme, neues Personal zu finden und offene MTR-Stellen zu besetzen. Seit 2011 nimmt diese Problematik stetig zu und die Aussichten auf Besserung sind begrenzt. Eine Lösung kann für Kliniken und radiologische Praxen auch darin liegen, die Arbeitsbedingungen für das

bestehende Personal zu verbessern und personelle Lücken mit geeigneten Mitteln zu kompensieren. Dazu können auch technische Hilfsmittel beitragen, die während des täglichen Arbeitsablaufs die körperliche Beanspruchung reduzieren. Das Haltesystem ‚get up‘ von Febromed kann eine solche Lösung sein. Regelmäßig genutzt, verbessert es die Arbeitsabläufe und entlastet die Medizinischen Technologinnen und Technologen für Radiologie (MTR). Denn nicht nur Standardisierung, Automatisierung und künstliche Intelligenz (KI) verbessern die tägliche Arbeit, auch die regelmäßige Nutzung von Hilfsmitteln. Denn ob vom Bett, aus dem Rollstuhl oder auch bei mobilen Patienten – die Umlagerung oder Positionierung der Patientinnen und Patienten auf dem Untersuchungstisch ist ein Kraftakt. Etwa 60 Prozent der zu Untersuchenden brauchen Hilfe, um die richtige Position einzunehmen. Dabei leisten in der Regel die anwesenden MTR aktiv körperliche Unterstützung.

---

## State of the Art

---

Aufgrund der immer höheren Auslastung der Radiologiezentren und der Verkürzung der Untersuchungszeiten steigt auch die Anzahl der Umlagerungsprozesse stetig an. Mehr als 50 Untersuchungen pro Gerät in acht Stunden sind an der Tagesordnung, Tendenz steigend. Damit ist ein hoher Arbeitsaufwand verbunden, der konträr zum Fachpersonalmangel steht und das zumutbare Arbeitsvolumen des Personals oft übertrifft. Die körperliche Belastung ist enorm. Daher spielt ein ergonomisch gestalteter Arbeitsplatz eine immer größere Rolle. Die aktuellen Bedingungen und täglichen Arbeitsabläufe an und mit den Patienten haben Febromed dazu veranlasst, ein einfach zu bedienendes Haltesystem zu entwickeln, das die MTR im täglichen Arbeitsalltag unterstützt und es den Patientinnen und Patienten gleichzeitig ermöglicht, bei der Umlagerung mitzuwirken. Das System hilft beim Aufrichten und funktioniert damit grundsätzlich wie

ein klassischer Bettaufrichter, auch ‚Bettgalgen‘ genannt. Im Gegensatz zu dieser traditionellen Lösung hilft get up jedoch allen Patientinnen und Patienten – egal ob sie mit dem Bett, dem Rollstuhl oder eigenständig zur Untersuchung kommen. Das Haltesystem ist im Untersuchungsraum an der Decke oder der Wand installiert und deckt aufgrund seines großen Schwenkradius den gesamten Arbeitsbereich ab. Bis zu 175 kg hält das System an der Basis, am äußersten Ende sind es noch 135 kg. Aber selbst bei schweren Patienten von über 200 kg überschreiten die tatsächlichen Belastungen des Haltegriffs einen Maximalwert von 75 kg während des Umlagerungsprozesses nicht.

### Ziehen, drehen, umlagern – alles einfach und zuverlässig

Durch einen leichten Zug am Seil lässt sich das get up entriegeln und in die gewünschte Position

schwenken. Wird das Zugseil wieder losgelassen, fixiert sich das Haltesystem in einer sicheren Position. Es erreicht durch seine Flexibilität nahezu jeden Punkt innerhalb seines Schwenkradius. Die Haltegriffaufhängung lässt sich ohne Aufwand einhängen und verstellen. Die Nutzung wird für Patienten und Personal zum Kinderspiel und bietet höchste Sicherheit. Welchen Mehrwert bringt das System für Klinik, Personal und Patienten? Die Patientinnen und Patienten können aktiv bei der

Umlagerung mitwirken oder es sogar selbstständig ohne externe Hilfe der MTR schaffen. Die Sturzgefahr wird deutlich minimiert,



MR-Kabine der Universitätsmedizin Essen: Neben der Computertomografie, dem Röntgen und der Strahlentherapie ist das Haltesystem nun auch für die Magnetresonanztomografie zugelassen.

Bild: Universitätsmedizin Essen

### Sinnvolle Ergänzung: Integriertes Liftsystem zur Umlagerung immobiler Patienten

Nicht jeder Patient befindet sich in der körperlichen Verfassung, sich selbstständig aus eigener Kraft umzulagern. In manchen Fällen ist dies nicht einmal mit Unterstützung des Personals möglich. Hier kommt der get up Multilift zum Einsatz, eine Kombination aus modernem Liftsystem und Aufrichthilfe zum Aufrichten, Umlagern und Positionieren immobiler oder mehrfach verletzter Patienten. Als Ergänzung zum Standardhaltegriff zum eigenständigen Umlagern bietet er die Möglichkeit, ein Liftsystem zu nutzen. Es ermöglicht die Umlagerung immobiler Patienten mit einem Körpergewicht von bis zu 275 kg in Verbindung mit verschiedenen Gurtsystemen – eine kombinierte Lösung für einen breiten Einsatzbereich.

Bild: Febromed



da get up vor und nach der Untersuchung Halt gibt. Für das Personal, allen voran die MTR, wird die physische Belastung gesenkt und damit die tägliche Arbeit deutlich erleichtert. Ein direkter Kontakt zum beispielsweise infektiösen Patienten lässt sich so reduzieren und eine Ansteckung vermeiden. Vorteile ergeben sich auch für das Klinikum oder die Praxis: Das Personal fällt nicht so häufig durch gesundheitliche und vermeidbare Probleme aus, die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind deutlich motivierter. Aufgrund der hohen Durchsatzzahlen in der Radiologie fallen im Hinblick auf das Gesamtvolumen bereits kleine Zeitersparnisse deutlich ins Gewicht. Neben den Bereichen Computertomografie, Röntgendiagnostik und Strahlentherapie deckt das Haltesystem get up nun auch den Bereich der Magnetresonanztomografie ab. Mehrere erfolgreiche Umsetzungen wurden in Deutschland, Österreich und der

Schweiz bereits in Kooperation mit namhafter Kabinenherstellern realisiert. Nach erfolgreicher Testung und zertifizierter Zulassung steht zukünftigen Projekten nichts mehr im Weg.

### Unverzichtbar: Assistenzsysteme

Am Universitätsklinikum Bonn (UKB) wurde einer der erst kürzlich zugelassenen Photon-Counting-CTs Naeotom Alpha der Firma Siemens Healthineers installiert. Trotz begrenzter Räumlichkeiten konnte Febromed dort ein get-up-Haltesystem installieren und so dafür sorgen, dass die MTR bei ihrer täglichen Arbeit besonders geschont werden. Und auch das Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie und Neuroradiologie am Universitätsmedizin Essen (UME) setzt auf Innovationen und vielfältige Lösungen. Es unterstützt seine MTR nicht nur fachspezifisch

durch individuelle Fort- und Weiterbildungen wie zum Beispiel systemisches Coaching, durch die Förderung von Remote Scanning und die Möglichkeit der Nutzung von Homeoffice, sondern sorgt auch für eine körperliche Entlastung des Personals. Das Institut nutzt bereits zahlreiche motorgestützte und konventionelle Umlagerungshilfen, unter anderem auch das get up, das in Kooperation mit der Radiologie an der UME weiterentwickelt wurde. „Neben der erfolgreichen Nutzung digitaler Lösungen, Automatisierung oder dem Einsatz innovativer Informationstechnologien wie KI ist es wichtig, auch auf mechanische Assistenzsysteme zu setzen, die für eine physische Entlastung der MTR sorgen“, so Anton S. Quinsten, leitender MTR und Wirtschaftsinformatiker.

Das nicht motorisierte, aber sehr flexible get up kann an allen radiologischen Untersuchungsgeräten und in der Nuklearmedizin genutzt werden, um den Patientinnen und Patienten beim selbstständigen Aufrichten zu helfen. Zudem können sie sich beim Aufstehen sicher festhalten. Durch die eigenständige Krafteinteilung der Patienten wird die Beanspruchung der MTR spürbar verringert. Aufgrund des Nutzens und der enormen Entlastung, die das Haltesystem mit sich bringt, wird es in der Radiologie der UME bereits an sämtlichen konventionellen Röntgengeräten, CTs und an einem MRT eingesetzt, weitere Installationen sind in Planung. ■



### Kontakt

Febromed GmbH & Co. KG  
Am Landhagen 52  
59302 Oelde  
Tel.: +49 2522 92019-00  
vertrieb@febromed.de  
www.febromed.de

Haltesystem am CT: Das get up lässt sich im Untersuchungsraum an der Decke oder der Wand installieren und deckt aufgrund seines großen Schwenkradius den gesamten Arbeitsbereich ab.

Bild: UK Bonn

Am Universitätsklinikum Bonn profitieren Früh- und Neugeborene von neuester Technologie

# Mit dem MRT direkt ans Krankenbett

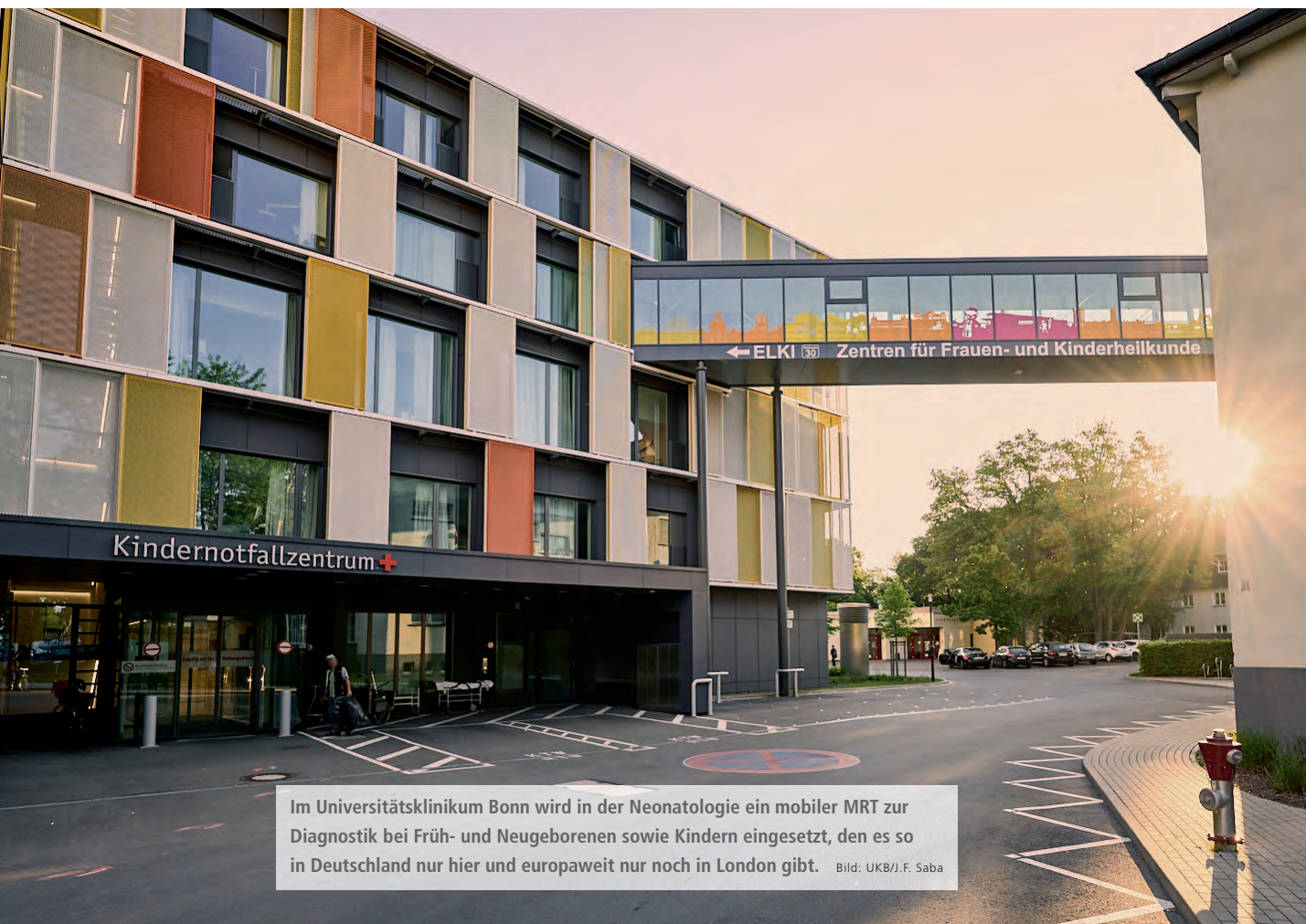
Seit August 2022 verfügt das Universitätsklinikum Bonn über einen neuartigen mobilen Niedrigfeld-MRT, der von der Bill & Melinda Gates-Foundation im Rahmen einer Studie zur Verfügung gestellt wird. Insbesondere Früh- und Neugeborene sowie Kinder profitieren davon: Es ist leiser, sodass auf eine Sedierung verzichtet werden kann, und der Transport zu einem festen MRT entfällt, was weniger Stress und ein geringeres Risiko bedeutet. Beruhigend ist außerdem, dass die Kinder bei der Aufnahme nicht allein sind, denn Eltern und das Personal können dabeibleiben.

In der Neonatologie des Universitätsklinikums Bonn (UKB) wird seit letztem August ein mobiler MRT zur Diagnostik bei Früh- und Neugeborenen sowie Kindern eingesetzt. Das Gerät ist einmalig an einer deutschen Klinik und darüber hinaus europaweit bislang nur in London zu finden. Die mobile Bildgebung verbessert die Diagnostik und Therapie für die sensible Patientengruppe der Früh- und Neugeborenen, ist aber auch für Notfallpatientinnen und -patienten bahnbrechend. Kinder, die vor der 28. Schwangerschaftswoche zur Welt kommen, gelten als extreme Frühgeborene. Manchmal

wiegen sie nur wenige hundert Gramm und sind extrem schwach. Mittlerweile überleben aber viele von ihnen, wenn sie direkt nach der Geburt auf einer Neugeborenenstation, wie der am UKB, optimal versorgt werden. Besonders die Entwicklung des Gehirns muss dabei regelmäßig mittels medizinischer Bildgebung beobachtet werden. Die MRT-Überwachung ist auch zur Diagnose und Überwachung der Entwicklung eines Schlaganfalls oder einer Hirnblutung essenziell.

## Leuchtturmprojekt am UKB

„Gerade bei Früh- oder Neugeborenen mit gesundheitlichen Auffälligkeiten sind eine engmaschige Überwachung für die richtige Therapiefindung und ein rechtzeitiges Eingreifen entscheidend“, so Prof. Dr. Hemmen Sabir, Oberarzt der Neonatologie am UKB. „Leider ist der Transport dieser sensiblen Patientengruppe zu einem festen MRT aber mit einem hohen Aufwand und nicht selten mit Risiken verbunden.“



Im Universitätsklinikum Bonn wird in der Neonatologie ein mobiler MRT zur Diagnostik bei Früh- und Neugeborenen sowie Kindern eingesetzt, den es so in Deutschland nur hier und europaweit nur noch in London gibt. Bild: UKB/J. F. Saba



Bild: UKB/Prof. H. Sabir



Bild: UKB/J.F. Saba

Für extrem Früh- und Neugeborene ist der Transport zum festen MRT (re.) mit hohem Aufwand und Risiken verbunden. Der mobile MRT (li.) kann dagegen direkt im Patientenzimmer eingesetzt werden.

Bislang war es dennoch notwendig, da alle Patientinnen und Patienten – auch die jüngsten – zur Diagnostik im MRT der radiologischen Abteilung gescannt werden mussten. Auch die so wichtige direkte Nähe zu den Eltern während der Untersuchung war im fest installierten Gerät bislang nicht möglich.

Das mobile MRT am Universitätsklinikum Bonn sorgt als Leuchtturmprojekt erstmalig in Deutschland für Verbesserung. „Der erste Patient, bei dem das mobile MRT eingesetzt wurde, war ein Neugeborener, bei dem nach der Geburt eine Hirnblutung aufgetreten war. Seitdem untersuchen

wir damit extreme Frühgeborene, Früh- und Neugeborene nach Sauerstoffmangel bei der Geburt sowie Kinder mit Hirnschädigungen und Fehlbildungen. Auch eine Tumordiagnostik ist möglich“, erläutert Professor Sabir. Erleiden extreme Frühgeborene etwa eine Hirnblutung, kann das

zwar mittels Ultraschall untersucht werden, tieferliegende Strukturen wie das Kleinhirn sind aber nur schwer zu beurteilen. Der bislang notwendige Transport zu einem konventionellen, feststehenden MRT, der in Kliniken meist in einem anderen Gebäude liegt, ist einerseits für die Kinder sehr stressig und andererseits logistisch und personell aufwändig. „Professor Sabir war es deswegen ein Herzensanliegen, das weltweit neuartige mobile MRT über eine Förderung der Bill & Melinda Gates-Stiftung in unsere Neonatologie zu bringen. Unsere hochsensiblen jüngsten Patientinnen und Patienten können nun jederzeit unkompliziert und ohne Risiken die dringend notwendige MRT-Diagnostik des Gehirns

direkt auf unseren Stationen erhalten“, sagt Prof. Dr. med. Andreas Müller, Direktor der Abteilung Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin am UKB.

### Vorteile des mobilen Geräts

Der mobile MRT ist im Vergleich zu fest installierten Geräten sehr klein und über Rollen beweglich. Ein kleiner Motor hilft dabei, ihn zum Einsatzort der Untersuchung zu fahren, beispielsweise direkt in ein Patientenzimmer. Er kann aber auch manuell fortbewegt werden. Der mobile MRT lässt sich durch eine Krankenliege erweitern, sodass auch bei Erwachsenen ein Scan des Gehirns durchgeführt werden kann.

Zudem ist der Geräuschpegel niedriger und die Ergebnisse können umgehend über ein Tablet abgerufen werden. Das mobile Gerät ist direkt am Bett verfügbar, für den Betrieb werden lediglich eine normale Stromleitung und ein Internetanschluss benötigt. Auch Laien können es einfach bedienen, da ein Großteil der Einstellungen bereits vorprogrammiert ist. Der Patient muss nicht transportiert werden und spezielle MRT-taugliche Monitoring- oder Beatmungsgeräte sind nicht mehr notwendig. Die Diagnose erfolgt unmittelbar und ohne zeitliche Verzögerungen.

### Sedierung entfällt

Die hohe Lautstärke herkömmlicher Geräte bedeutet in der Regel Stress für die Patientinnen und Patienten. Kinder müssen deswegen häufig sediert werden. Beim mobilen MRT ist keine Sedierung notwendig, denn das Gerät ist viel leiser und belastet die Kinder nicht durch laute Geräusche. Es ist möglich, sich bei der Untersuchung nach den Bedürfnissen des schwerkranken Kindes zu richten: Wenn es bereit ist und schläft, wird das Bild gemacht, nicht wenn das Gerät frei ist und das Kind zu diesem Zeitpunkt mithilfe einer Sedierung schlafen muss. Ein weiterer Vorteil: Das medizinische Personal und die Eltern können sich während der Untersuchung jederzeit ohne Gefahren in die Nähe aufhalten. Die Untersuchungen sind dadurch deutlich entspannter, sowohl für die Kinder als auch für die Eltern und das medizinische Fachpersonal. Seit über einem halben Jahr wird der mobile MRT bereits am Universitätsklinikum Bonn eingesetzt und optimiert deutschlandweit einzigartig die Diagnostik für neonatologische Patienten. 25 Kinder wurden bereits im mobilen MRT gescannt – das Jüngste wog nur 450 Gramm, das Älteste war bereits zehn Jahre alt. Der mobile MRT wurde bei Routineuntersuchungen und zur weiteren Diagnostik von Auffälligkeiten, zum Beispiel nach Asphyxie (Sauerstoffmangel bei der Geburt) eingesetzt.

### Bilddaten sofort abrufbar

Zur Einschätzung der Bildqualität des mobilen Niedrigfeld-MRTs wurde bei jedem der untersuchten Kinder ein Vergleichsbild im fest installierten Normalfeld-MRT gemacht. „Mit den Ergebnissen waren wir mehr als zufrieden. Die Bildqualität des mobilen MRTs ist zwar nicht so hochauflösend wie die eines feststehenden Geräts, für die Notfalldiagnostik sind die Bilddaten aber ideal und vor allem sofort abrufbar“, sagt Professor Sabir. „So konnten wir Hirnblutungen, Schlaganfälle oder akute Veränderungen,



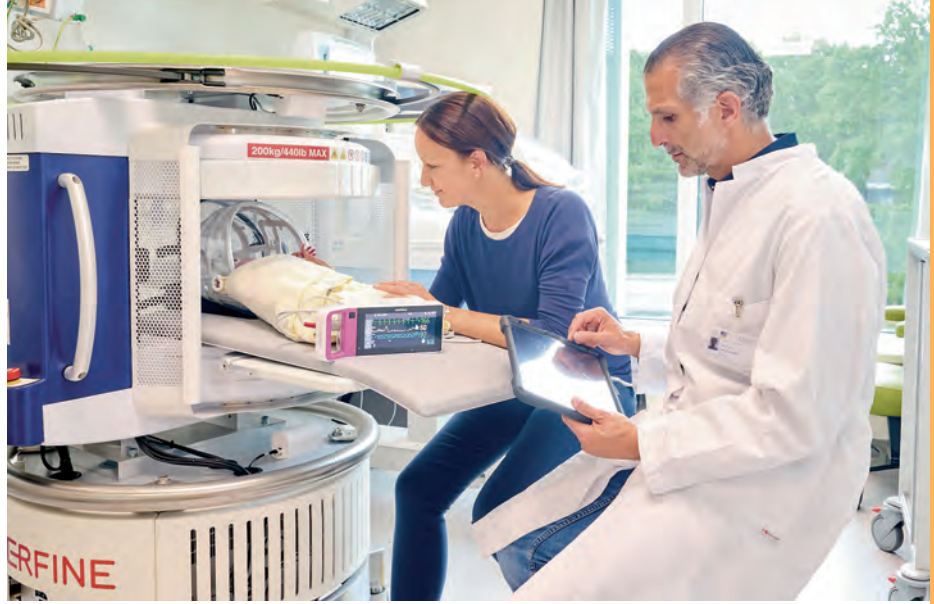
Prof. Dr. Hemmen Sabir, Oberarzt der Neonatologie am UKB, forscht bereits seit vielen Jahren zur Asphyxie. Der mobile MRT wurde ihm im Rahmen der Zusammenarbeit innerhalb einer Studie, die von der Bill & Melinda Gates Stiftung gefördert wird, für den klinischen Einsatz zur Verfügung gestellt.

Bild: UKB/A. Winkler

wie die Aufstauung von Hirnwasser, bei den bisher untersuchten Kindern feststellen und die entsprechenden Therapien umgehend einleiten.“ Seit Kurzem werten die Herstellerfirma Hyperfine, das King’s College London, an dem der mobile MRT außer in Bonn in Europa noch eingesetzt wird, und die Neonatologie und Neuroradiologie des UKB außerdem die Rohdaten aus, um die Bildqualität mit den neuen Erkenntnissen weiter zu optimieren. Zwei Bildsequenzen konnten so bereits verbessert und über Updates allen Nutzern zugänglich gemacht werden.

### Forschung zur Asphyxie

Die Asphyxie (Sauerstoffmangel) ist einer der Hauptgründe für den Tod Neugeborener. Weltweit sterben jedes Jahr etwa eine Million Neugeborene daran. Die Bill & Melinda Gates Foundation hat in diesem Zusammenhang vor einigen Jahren eine neue Strategierichtung zur weltweiten Reduktion maternalen und neonataler Mortalität und Morbidität gegründet. Professor Sabir forscht bereits seit vielen Jahren zur Asphyxie. Aufgrund seiner hohen Expertise bot ihm die Foundation eine Zusammenarbeit im Rahmen einer Studie an. Der Neonatologe erhielt bereits 2019 eine erste Förderung und im Januar 2022 weitere zwei Millionen Dollar zur Entwicklung neuer Therapieoptionen für die Behandlung. Der mobile MRT wurde ihm innerhalb einer neuen, von der Foundation geförderten Studie für den klinischen Einsatz zur Verfügung gestellt. Die mobile MRT-Bildgebung ermöglicht es, das Ausmaß einer Asphyxie zu beurteilen. Aber auch andere Ursachen einer Hirnschädigung bei Neugeborenen – wie eine Blutung, eine Fehlbildung oder ein Schlaganfall – können sicher diagnostiziert werden. Die Stiftung hat nicht nur das Gerät selbst zur Verfügung gestellt, sondern auch ein Netzwerk von Forschenden etabliert und unterstützt, die seitdem eng zusammenarbeiten. Für die Durchführung des mobilen MRT-Projekts



Die Eltern können bei der Untersuchung mit dem mobilen MRT direkt bei ihrem Kind bleiben und beruhigend auf es einwirken.

Bild: UKB/A. Winkler

hat Professor Sabir im letzten Jahr erneut eine Förderung in Höhe von 100.000 Dollar erhalten. Die Idee, ein Niedrigfeld-MRT zu entwickeln, ist nicht neu. Mit dem mobilen MRT ist es dem Hersteller Hyperfine aus den USA aber gelungen, die Bildqualität optimal zu berechnen und zu verbessern. Das ist unter anderem auf den Fortschritt der Softwareentwicklung zurückzuführen. Die MRT-Bildgebung soll so einer breiten Bevölkerung ohne großen Aufwand zugänglich gemacht werden, denn die Bilder können an einem beliebigen Ort mit dem Gerät aufgenommen werden.

### Verbesserte Diagnostik für Entwicklungsländer

Wenn nötig, ist es möglich, die MRT-Bilder von Laien durchführen und via Telemedizin von Expertinnen und Experten aus der Ferne bewerten und analysieren zu lassen, um das bestmögliche Vorgehen für den Patienten zu eruieren. Gerade in Entwicklungsländern könnte diese Möglichkeit der mobilen Bildgebung von großem Vorteil für Diagnostik und Therapie sein. Für die Zukunft plant die Bill & Melinda Gates-Stiftung deshalb die Förderung des Einsatzes mobiler MRTs in Entwicklungsländern, um dort medizinische Standards zu erhöhen. Die vorherige klinische Erprobung der Diagnostik, wie am Universitätsklinikum Bonn, ist dafür sehr wichtig.

### Notfall- und Intensivmedizin

Ziel der mobilen Bildgebung auf der Station ist es nicht, den konventionellen MRT abzulösen. Das mobile Gerät kann jedoch bei spezifischen Fragestellungen ohne besonderen Aufwand zu einem beliebigen Ort gefahren und sehr schnell und ohne weitere Maßnahmen eingesetzt werden. Die Fragestellungen betreffen vor allem die Notfall- und Intensivmedizin, wo häufig schnelles Handeln gefragt ist. Aktuell wird der mobile MRT am UKB für die Untersuchung von Kindern eingesetzt, wo der entfallende Transport und die direkte Nähe zu den Eltern einen großen Vorteil bieten. Die Erwachsenen-Diagnostik ist perspektivisch aber genauso gut möglich. In den USA ist das innovative Gerät bereits verfügbar, in Europa wird es wahrscheinlich ab 2024 zu erwerben sein. Das UKB hofft, bis dahin viele neue Erkenntnisse an zukünftige Nutzerinnen und Nutzer weitergeben zu können. ■

### Kontakt

Universitätsklinikum Bonn AÖR  
Eltern-Kind-Zentrum  
Neonatologie/Pädiatrische  
Intensivmedizin  
Venusberg-Campus 1  
53127 Bonn  
Tel.: +49 228 287-37834  
neonatologie@ukbonn.de  
www.neonatologie-bonn.de



Mithilfe künstlicher Intelligenz Kontrastmittel-Exposition während MRT-Untersuchungen reduzieren

# So wenig wie möglich, so viel wie nötig

**Gadolinium-haltige Kontrastmittel sind ein wesentlicher Bestandteil der täglichen radiologischen Diagnostik, Therapieplanung und Krankheitsüberwachung in der Magnetresonanztomografie. Doch dabei kann es zu Ablagerungen im Körper und gesundheitlichen Nebenwirkungen kommen. Gibt es Alternativen?**

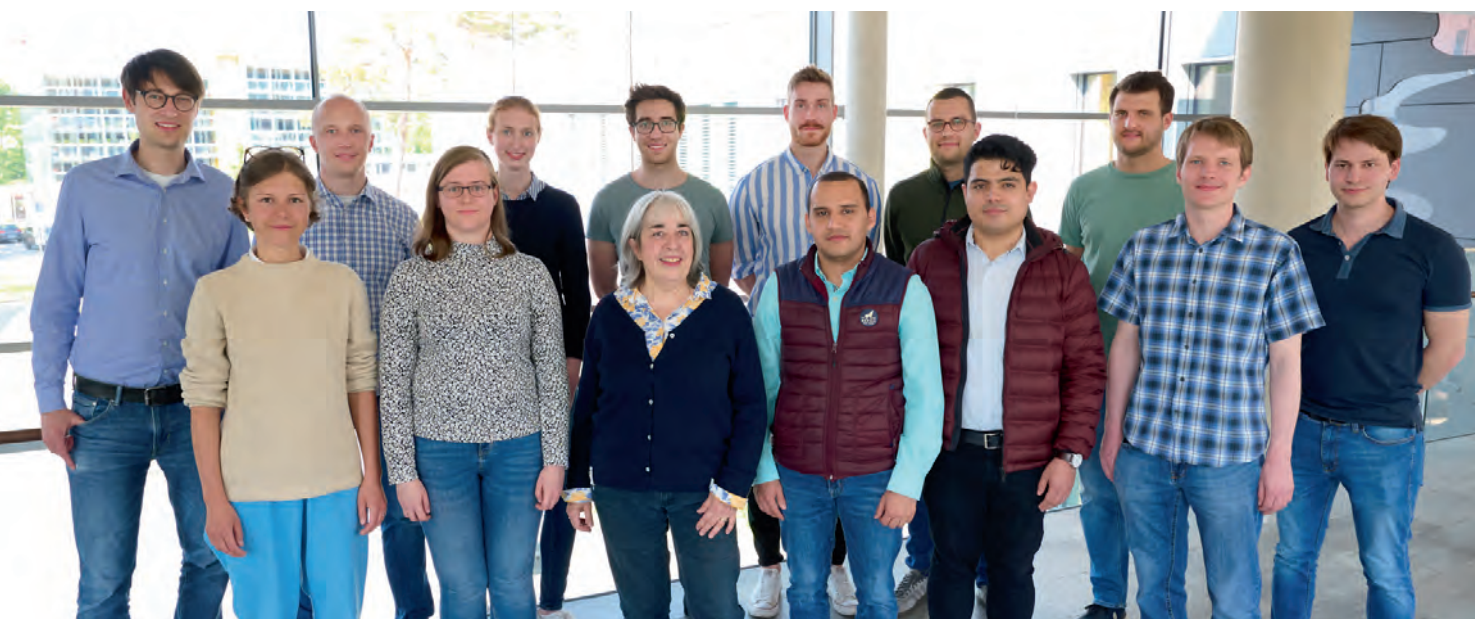
Bei etwa 35 bis 40 Prozent der MRT-Untersuchungen werden Gadolinium-haltige Kontrastmittel (GHKM) eingesetzt, das entspricht weltweit etwas mehr als 30 Millionen Verabreichungen pro Jahr. Insbesondere bei Untersuchungen des Gehirns auf entzündliche oder neoplastische Erkrankungen ist die Verwendung von GHKM klinischer Standard. Die Kontrastierung krankhafter Strukturen in MRT-Bildern ent-

steht durch stark paramagnetische Gadolinium-Ionen. Sie sind in freier Form hochtoxisch und werden deshalb in Moleküle eingebettet, um eine möglichst sichere intravenöse Verabreichung zu gewährleisten. Je nach Einbettungsart unterscheidet man lineare und makrozyklische GHKM, die eine unterschiedliche Bindungsstärke aufweisen. Je stärker die Bindung im Kontrastmittel, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit einer Freisetzung und Ablagerung der Gadolinium-Ionen im menschlichen Körper, vor allem im Gehirn, in den Knochen oder der Haut. Wissenschaftliche Studien haben gezeigt, dass das Ausmaß der Gadolinium-Ablagerungen bei der Verwendung makrozyklischer GHKM im Vergleich zu linearen deutlich geringer ist. Das hat dazu geführt, dass die Zulassung linearer GHKM für die meisten

Indikationen in der Europäischen Union ausgesetzt wurde. Obwohl makrozyklische GHKM vom Großteil der Patienten gut vertragen werden, sind die Patienten aufgrund der potenziellen Ablagerungen und weiterer gesundheitlicher Nebenwirkungen, wie etwa allergischer Reaktionen verunsichert.

## Risiko-Nutzen-Abwägung

Trotz des fehlenden wissenschaftlichen Nachweises eines Kausalzusammenhangs mahnt die wachsende Zahl von Symptomen im Zusammenhang mit einer Gadolinium-Exposition zu einer umsichtigen Nutzen-Risiko-Abwägung. Die medizinischen Leitlinien empfehlen, die niedrigste GHKM-Dosis zu verabreichen, die ausreicht, um die erforderlichen klinischen Informationen zu erhalten. Neben den gesundheitlichen Bedenken entstehen durch GHKM auch sehr hohe Kosten im Gesundheitswesen, da Gadolinium selten ist und energetisch aufwändig gewonnen werden muss. Zudem werden GHKM über den Urin ausgeschieden. Eine Anreicherung von Gadolinium im Grund- und Trinkwasser wurde nachgewiesen – mit unklaren Folgen für den Menschen und die Umwelt.



Im Imaging Lab am Universitätsklinikum Bonn forschen Medizin, Radiologie, Informatik und Mathematik gemeinsam an der Zukunft der Neuroradiologie (v. l.): Prof. Dr. med. Alexander Radbruch, Dr. med. Katerina Deike-Hofmann und Univ.-Prof. Dr. Alexander Efland mit Team.

Seit vielen Jahren forscht Prof. Dr. med. Alexander Radbruch, Direktor der Klinik für Neuroradiologie am Universitätsklinikum Bonn (UKB), zum Ablagerungsverhalten von GHKM und zur Anwendung künstlicher Intelligenz (KI) in der Radiologie. Seit Anfang 2020 erforscht seine Abteilung die KI-basierte Reduktion der Gadolinium-Exposition während MRT-Untersuchungen. „So wenig wie möglich, so viel wie notwendig“, ist Radbruchs Devise, die das Wohl der Patienten in den Vordergrund stellt. Sein Ziel ist es, die negativen physiologischen, ökonomischen und ökologischen Effekte von GHKM zu minimieren und gleichzeitig die diagnostische Güte der MRT-Bilder zu erhalten.

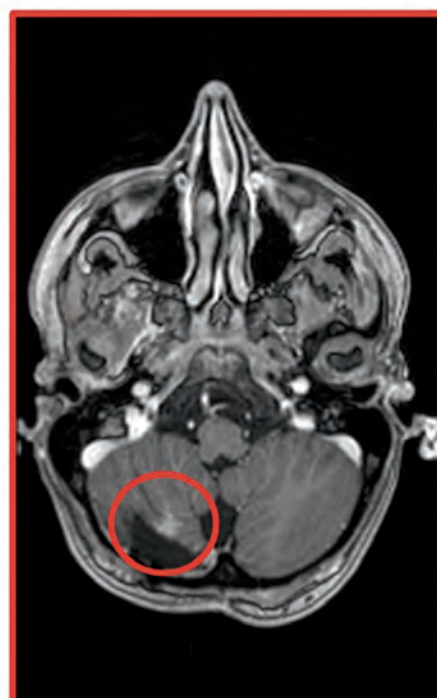
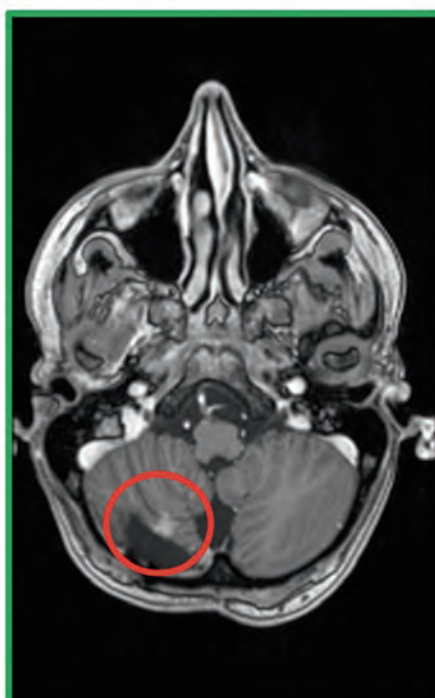
Wie relevant die Reduktion Gadolinium-haltiger Kontrastmittel ist, zeigt auch der Versuch der Pharmaindustrie, eine chemische Reduktion zu ermöglichen: So erlauben zum Beispiel das jüngst zugelassene GHKM Gadopixelenol (Guerbet) oder das in Phase-3-Studien befindliche Gadoquatrane (Bayer) aufgrund ihrer Molekülstruktur bei reduzierter Dosis eine gleichwertige

Kontrastierung in MRT-Bildern. Im Vergleich zur KI-basierten Reduktion sind die chemischen Ansätze jedoch mit hohen Entwicklungskosten verbunden, die sich auch im Preis widerspiegeln werden.

### KI gehört die Zukunft

„Die Zukunft der diagnostischen Radiologie, die in zehn Jahren ganz anders als heute aussehen wird, liegt in der künstlichen Intelligenz“, glaubt Professor Radbruch. Die Idee, Methoden der KI zur Reduktion von GHKM zu verwenden, hat ein komplementäres Forschungsfeld zur chemischen Moleküleentwicklung eröffnet. Der KI-Ansatz besteht darin, nur einen kleinen Teil der Standarddosis eines GHKMs zu verabreichen und mithilfe von KI zu verstärken, um eine diagnostisch äquivalente MRT-Untersuchung zu erhalten. Die KI-Forschung der Klinik für Neuroradiologie am Universitätsklinikum Bonn erfolgt im sogenannten ImagingLab. Das ‚Labor‘ auf dem UKB-Campus bietet Arbeitsplätze für Forscherinnen und Forscher aus

Medizin, Radiologie, Mathematik und Informatik, die interdisziplinär und im engen Austausch an der Zukunft der Neuroradiologie arbeiten. „Durch die enge Kooperation der Ärzte und KI-Experten ergibt sich ein exzellentes Forschungsumfeld und Innovation“, sagt Radbruch. So wurde aus dem ImagingLab kürzlich das Start-up relios.vision ausgegründet. Ziel des interdisziplinären, siebenköpfigen Teams der relios.vision GmbH ist es, ihre Forschung zur GHKM-Reduktion bis zur Marktreife weiterzuentwickeln und damit die kontrastierten MRT-Untersuchungen sicherer für die Patienten und die Umwelt zu gestalten. „Es ist keine Selbstverständlichkeit, dass wissenschaftliche Erfindungen irgendwann auf dem Markt verfügbar sind“, sagt Dr. Katerina Deike-Hofmann, Geschäftsführerin der relios.vision GmbH. „Insbesondere die Medizinprodukteentwicklung und -zulassung unterliegt vielen Regularien, um die Patientensicherheit sicherzustellen. Aber unsere Forschung soll wirklich zum Wohl der Patientinnen und Patienten eingesetzt werden“, so die Ärztin.



Schädel-MRT: Mit 1/3-Standarddosis aufgenommenes Bild (li.) wird mithilfe von SmartContrast zu einer Aufnahme wie nach Injektion der vollen Standarddosis verstärkt (Mitte). Sie zeigt ein Tumor-verdächtiges Areal (roter Kreis) im rechten Kleinhirn ebenso deutlich wie das MRT-Bild nach Injektion der Standarddosis (re.).

Bild: relios.vision

Im Zuge der Ausgründung wird die ursprünglich als Wissenschaftsprojekt begonnene Arbeit weiterentwickelt, um sie als Medizinprodukt unter dem Namen ‚SmartContrast‘ zuzulassen.

### KI-basierte Dosisreduktion

Im Vergleich zum klinischen Standard (volle Dosis) wird nur ein Drittel der Standarddosis verabreicht (siehe Abb. 1). SmartContrast verstärkt das reduzierte Kontrastmittelsignal, so dass das Ausgabebild dem Standarddosisbild gleicht. Das KI-basierte Modell muss dabei die Kontrastmittelinformation von Rauschsignalen und Artefakten unterscheiden. Dieses Verhalten lernt das Modell aus zehntausenden Trainingsdaten aus 1/3-Dosis- und Standarddosis-Bilderpaaren, die zuvor an unterschiedlichen Kliniken in Deutschland aufgenommen wurden.

Warum muss noch ein Drittel der Standarddosis verabreicht werden? In zahlreichen Untersuchungen hat sich gezeigt, dass das Kontrastmittelsignal durch eine weitere Reduktion nicht mehr robust identifiziert werden und deshalb eine diagnostische Gleichwertigkeit zum klinischen Standard nicht erreicht werden kann. Um die Gadolinium-Exposition noch weiter zu reduzieren, kann SmartContrast mit den neuen GHKM (Gadopiclenol, Gadoptrane etc.) kombiniert werden.

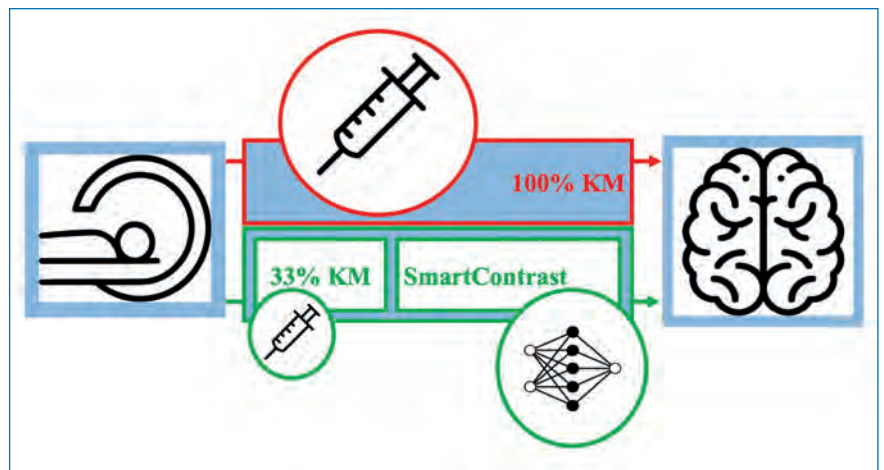


Abb. 1: Die KI-basierte Software zur Kontrastmitteldosis-Reduktion SmartContrast erlaubt es, die GHKM-Standarddosis (rot) auf ein Drittel zu reduzieren (grün).

Bild: relios.vision/Flaticon.com

Bei der Entwicklung der Software haben die Forscher gezielt auf eine einfache Integration für die Kliniken geachtet. Nach der Installation ändert sich der klinische Ablauf nicht, nur die verabreichte Kontrastmitteldosis reduziert sich um zwei Drittel. Sobald eine kontrastierte MRT-Untersuchung des Schädels durchgeführt wird, berechnet SmartContrast das Ausgabebild innerhalb weniger Minuten.

### Einfach, sicher und nachhaltig

Die Software kann in bestehende und künftige MRT-Geräte oder PACS integriert werden, sodass weder zusätzliche Arbeitsschritte für Medizinisch-technische Assistenten noch die befundenden Ärzte entstehen. Aufgrund der einfachen Integration

und der erheblichen Reduktion der Gadolinium-Exposition in MRT-Untersuchungen sind KI-gestützte Algorithmen wie SmartContrast eine vielversprechende Alternative oder Ergänzung zur chemischen Weiterentwicklung der GHKM, um die Sicherheit und Nachhaltigkeit kontrastierter MRT-Untersuchungen zu erhöhen – zum Wohl der Patientinnen und Patienten und der Umwelt. ■

### Kontakt

Universitätsklinikum Bonn AÖR  
Klinik für Neuroradiologie  
Prof. Dr. med. Alexander Radbruch  
Venusberg-Campus 1  
53127 Bonn  
Tel.: +49 228 287-16507  
sekretariat.neuroradiologie@ukbonn.de  
www.ukbonn.de/neuroradiologie

Wie die sensibelsten Patientinnen und Patienten von moderner mobiler Röntgentechnik profitieren

# Dosiseffizienz – bei Kindern besonders wichtig

Das Klinikum Dortmund ist das größte kommunale Krankenhaus in Nordrhein-Westfalen. Die angeschlossene Klinik für Kinder- und Jugendmedizin gehört zu den großen Kinderkliniken Deutschlands. Hier sind Röntgensysteme gefragt, die leicht zu handhaben sind und die kleinen Patienten vor einer zu hohen Strahlendosis schützen.

Im Perinatalzentrum des Klinikums Dortmund, einem der größten Deutschlands, werden pro Jahr etwa 6.000 Kinder mit allen akuten und chronischen Erkrankungen stationär behandelt, zudem mehr als 12.000 Kinder in der Notfallambulanz versorgt. Auf der pädiatrischen Intensivstation des Perinatalzentrums gibt es 24 Beatmungs- und Behandlungsplätze für extrem kleine Frühgeborene. Dort werden auch Frühgeborene mit schweren akuten Erkrankungen und schwer-



Bilder: Klinikum Dortmund

Intensivmediziner Dr. med. Michael Hofmann: „Mit dem FDR nano ist eine Dosisreduktion von mehr als zwei Dritteln möglich – bei Frühgeborenen mit ihren sehr strahlensensiblen Organen ein ganz erheblicher Vorteil.“

wiegenden Verletzungen versorgt. Insbesondere die kleinsten Patienten auf der Station benötigen im Laufe ihres Aufenthalts eine ganze

Menge an Röntgenuntersuchungen. Sie werden direkt auf der Station durchgeführt, damit die Kinder nicht in die Radiologie gebracht werden müssen. Das Team der spezialisierten Intensivstation nutzt das mobile Röntgensystem FDR nano von Fujifilm in einem Innovations- und Pilotprojekt, das auch für andere Kliniken wegweisend sein kann.

Bei Frühgeborenen ist die Lungenfunktion noch nicht ausgereift, weshalb sie auf der Kinderintensivstation in Inkubatoren künstlich beatmet werden müssen. Zur Beurteilung der Lungenreife und zur Abklärung der richtigen Therapie ist bei fast allen eine Röntgenaufnahme des Thorax erforderlich, die häufigste Bildgebung bei Früh- und Neugeborenen. Auch angeborene Lungenentzündungen und Fehlbildungen der Lunge können eine Röntgenuntersuchung erforderlich machen. Die Aufnahmen werden direkt im Inkubator durchgeführt.

Da bei Röntgenuntersuchungen an Frühgeborenen äußerstes Fingerspitzengefühl erforderlich ist, sind leicht zu handhabende Röntgensysteme gefragt, die den Schutz der strahlensensibelsten Patienten bestmöglich gewährleisten und zudem Bilder liefern, die selbst feine Strukturen abbilden.

## Team machte sich selbst ein Bild

Als es um die Neubeschaffung eines mobilen Röntgensystems auf der Kinderintensivstation ging, war das Team zunächst unschlüssig und wurde auf dem Markt nicht richtig fündig. Da zu diesem Zeitpunkt bereits auf allen Intensivstationen des Klinikums Dortmund das mobile

Im Klinikum Dortmund befindet sich eines der größten Perinatalzentren Deutschlands. Auf der pädiatrischen Intensivstation werden auch Frühgeborene mit schweren akuten Erkrankungen und Verletzungen versorgt.





Bild: Klinikum Dortmund

Prof. Dr. med. Dominik Schneider, Direktor der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin: „Wir haben wirklich eine optimale Aussagekraft auf den Bildern. Das ist ein Riesenvorteil.“

Röntgensystem FDR nano von Fujifilm im Einsatz war, kam die Idee auf, das System auch auf der Kinderintensivstation einzusetzen. Denn der Vorteil war, dass dann im ganzen Haus das gleiche Gerät genutzt werden könnte.

Es war bekannt, dass das FDR nano eine kleinere Belichtungsmenge hat als vergleichbare mobile Röntgen-

systeme. Daher wollte sich das Team hinsichtlich der Tauglichkeit für die pädiatrische Intensivstation selbst ein Bild machen. Dazu wurden erste Aufnahmen anhand eines Phantoms erstellt, das die Strukturen eines Neugeborenen mit etwa 500 g Gewicht darstellt. Im Anschluss wurden die Parameter und Aufnahmen mit den Phantomaufnahmen verglichen, die mit dem Gerät aus dem Altbestand angefertigt wurden. „Wir haben die beiden Systeme gegeneinander antreten lassen“, so Karsten Möller, MTR am Klinikum Dortmund. Die Ergebnisse schienen das Team im ersten Moment fast ein bisschen zu überraschen. „Wir haben feststellen können, dass mit dem FDR nano eine Dosisreduktion von mehr als zwei Dritteln tatsächlich möglich ist. Und das ist bei Frühgeborenen mit ihren sehr strahlensensiblen Organen ein ganz erheblicher Vorteil“, sagt Dr. med. Michael Hofmann, Intensivmediziner am Klinikum Dortmund. Das Einsparpotenzial bei der Dosis war für alle so offensichtlich, dass dem Team die Entschei-

dung leichtfiel. Die ermittelten Testergebnisse wurden im Nachgang der hausinternen Medizintechnik zur Verfügung gestellt und sollten die notwendige Grundlage für die Neubeschaffung liefern.



Bild: Klinikum Dortmund

MTR Karsten Möller: „Die Effizienz hat sich sehr gesteigert, Röntgenaufnahmen gehen deutlich zügiger und neue Kollegen können schnell eingewiesen werden.“

### Geringe Strahlenbelastung, komfortable Handhabung

Intensivmediziner Hofmann weiß inzwischen seit mehr als einem Jahr die Vorteile des FDR nano zu schätzen. „Es ist enorm wichtig, dass wir bei jeder Aufnahme darauf achten, die Strahlenbelastung möglichst gering zu halten“, unterstreicht er die Entscheidung für das System. Und auch Prof. Dr. med. Dominik Schneider, Direktor der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin in Dortmund, bestätigt die Dosiseffizienz. „Wir haben wirklich eine optimale Aussagekraft auf den Bildern. Das ist einfach ein Riesenvorteil“, so Schneider. Doch nicht nur das Ärzteteam ist von der Entscheidung für den FDR nano überzeugt, auch MTR Karsten Möller weiß um die komfortable Handhabung des Systems bei den täglichen Untersuchungen. Die Effizienz habe sich sehr gesteigert, erforderliche Röntgenaufnahmen könnten deutlich zügiger erstellt werden und neue Kollegen schnell in das System eingewiesen werden, da es sich intuitiv bedienen lasse. „Besonders ist, dass wir die Platte direkt



Damit die Kinder nicht eigens in die Radiologie gebracht werden müssen, werden Röntgenuntersuchungen in Dortmund direkt auf der Station durchgeführt.

Bild: Fujifilm



Da bei Röntgenuntersuchungen an Frühgeborenen äußerstes Fingerspitzengefühl gefragt ist, müssen die eingesetzten Röntgensysteme nicht nur bestmöglichen Schutz vor Strahlung bieten, sondern auch Bilder liefern, die selbst feinste Strukturen abbilden.

Bild: Fujifilm

wischdesinfizieren können, wir brauchen keine separate Schutzhülle um den Detektor“, so Möller. „Das erleichtert uns die Arbeit.“ In Dortmund ist man überzeugt, dass der Einsatz des FDR nano

auch für andere Kliniken sinnvoll sein kann. Das System habe sich von Anfang an im Einsatz auf der Erwachsenen-Intensivstation bewährt, sodass sich der Aufwand im Vorfeld für die Station in jeder Hin-

sicht gelohnt habe. „Die Kollegen in anderen Kliniken kann ich nur ermutigen, das einfach mal auszuprobieren und zu schauen, wie man im klinischen Alltag jeden einzelnen Behandlungsschritt erleichtern und dafür sorgen kann, dass man schneller, effizienter und vor allem auch patientenschonender arbeitet“, sagt Intensivmediziner Dr. Hofmann. ■

### Kontakt

Klinikum Dortmund gGmbH  
MTR Karsten Möller  
karsten.moeller@klinikumdo.de  
www.klinikumdo.de

Fujifilm Deutschland  
Niederlassung der  
Fujifilm Europe GmbH  
Tanja Meyer  
Balcke-Dürr-Allee 6  
40882 Ratingen  
tanja.meyer@fujifilm.com  
www.fujifilm.com/de

Studie untersucht Überlegenheit der Tomosynthese im Setting des deutschen Brustkrebscreenings

# Tomosynthese oder Mammografie?

Einiges deutet bereits daraufhin, dass die Tomosynthese Einzug in die Frühdiagnostik hält. Denn sie erzeugt im Gegensatz zur herkömmlichen digitalen Mammografie eine Serie von Schichtaufnahmen, die eine dreidimensionale Darstellung der Brust ermöglicht. Dadurch lassen sich Überlagerungen von Gewebestrukturen ausblenden und das Brustdrüsengewebe kann besser beurteilt werden.

Brustkrebs ist immer noch die Krebsart mit der höchsten Sterblichkeitsrate. Derzeit ist das 2D-Mammografiescreening immer noch erste Wahl für eine wirksame Früherkennung. In Deutschland sind ca. 11,9 Millionen Frauen [1] im Alter von 50 bis 69 Jahren berechtigt, alle zwei Jahre ein Screening mit digitaler Mammografie durchführen zu lassen. Dennoch nutzt derzeit nur jede zweite teilnahme-

berechtigte Frau diese Möglichkeit [2]. Zu den verschiedenen Ablehnungsgründen zählt unter anderem die Sorge vor falsch positiven Befunden oder auch Überdiagnosen. Es gilt besonders, die falsch negativen Befunde zu verhindern. Hier zeigt sich eine mögliche Schwäche der digitalen (2D)-Mammografie. Denn die Überlagerung von Gewebestrukturen kann das Auffinden relevanter Herdbefunde erschweren, so die Erfahrung der Forschungsgruppe der ToSyMa-Studie unter der Leitung von Prof. Dr. Walter Heindel, Direktor der Klinik für Radiologie des Universitätsklinikums Münster. Die Tomosynthese oder 3D-Mammografie kann dieses Problem lösen, da mittels Röntgen erstellte 1-mm-Schichtaufnahmen einen Pseudo-3D-Blick durch die Brust ermöglichen.

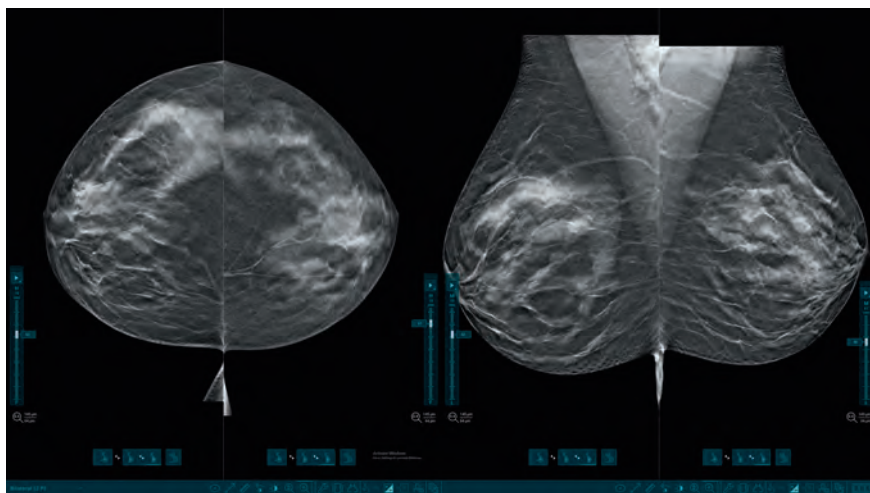
## Studiendesign

ToSyMa steht für ‚Tomosynthese (3D) und synthetische Mammografie (s2D)‘ [3]. Der beabsichtigte Mehrwert der Studie zur bisher vorliegenden Evidenz liegt im Design als randomisierte kontrollierte multizentrische Überlegenheitsstudie (RCT), die im Setting des hoch qualitätsgesicherten deutschen staatlichen Screenings eingebettet ist und herstellerunabhängig von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) finanziert wird. Das Design der ToSyMa-Studie wurde bereits 2018 vorab publiziert [4].

Um die 100.000 Teilnehmerinnen des deutschen Brustkrebs-Screeningprogramms im Alter von 50 bis 69 Jahren wurden randomisiert entweder der Interventionsgruppe mit Tomosynthese (3D) einschließlich zusätzlicher synthetischer Mammografie (s2D) zugeordnet oder der Kontrollgruppe mit digitaler Mammografie (2D). Erstellt wurden je Brust eine CC- und eine MLO-Aufnahme, die durch zwei unabhängige Befunder ausgewertet

In Deutschland sind ca. 11,9 Millionen Frauen im Alter von 50 bis 69 Jahren berechtigt, alle zwei Jahre ein Mammografiescreening durchführen zu lassen. Nur jede zweite Frau nutzt die Möglichkeit – unter anderem aus Sorge vor falschpositiven Befunden.





Es gilt besonders, die falsch negativen Befunde zu verhindern. Hier zeigt sich eine mögliche Schwäche der digitalen (2D)-Mammografie. Die Tomosynthese oder 3D-Mammografie könnte dieses Problem lösen.

Bilder: Hologic

wurden. Zum Einsatz kamen die in den deutschen Screeningeinheiten genutzten Geräte zur digitalen Mammografie sowie 27 Tomosynthese-Geräte von fünf Herstellern an 17 deutschen Screeningstandorten; dies entsprach dem neuesten Stand der Technik zum Zeitpunkt der Studieninitiierung.

### Studienphase 1

Im Zeitraum vom 5. Juli 2019 bis 30. Dezember 2020 wurden 49.804 Frauen der Gruppe mit Tomosynthese (3D) zugeordnet und 49.830 Frauen der Gruppe mit digitaler Mammografie (2D). Als erster klinischer

Endpunkt wurde untersucht, ob im Vergleich zur digitalen Mammografie (ToSyMa Phase 1) ein relevanter Anstieg in den Erkennungs-raten invasiven Brustkrebses mit Tomosynthese erreicht wird. Diese Phase wurde mit der Publikation in *The Lancet* vom April 2022 abgeschlossen.

Die Ergebnisse der ToSyMa-Studie (Phase 1) deuten auf eine Überlegenheit der 3D/s2D-Mammografie gegenüber dem Standard hin. Vor Studienbeginn war eine Steigerung der Detektionsrate bei invasiven Tumoren von 33 Prozent geschätzt worden. Mit einer 48 Prozent (7,1 von 1.000 Frauen) höheren Erkennungsrate für invasiven Brustkrebs als in der 2D-Kontrollgruppe (4,8 von 1.000 Frauen) lag die 3D/s2D-Interventionsgruppe deutlich über der Erwartung und vor allem signifikant über der Kontrollgruppe – in Übereinstimmung mit früheren Meta-Analysen. Die Erkennungsrate für invasiven Brustkrebs mit Tomosynthese und s2D war vor allem bei Frauen über 60 Jahren im Vergleich zur Kontrollgruppe wesentlich höher [5].

Die mittlere Lesezeit (Median) lag mit 109 Sekunden für die Kombination von 3D plus s2D verständlicherweise über der mittleren Lesezeit von 48 Sekunden in der Kontrollgruppe 2D. Die Studiengruppe sieht eine Erklärung in der Instruktion, alle 1-mm-Schichten plus der s2D auszuwerten, da die s2D als Vergleich zu früheren Aufnahmen herangezogen wird. Unter anderem könnte künstliche Intelligenz in Zukunft die Befundungszeit und die Kosteneffizienz optimieren [6]. Die Ergebnisse der ToSyMa-Studie Phase 1 lassen vermuten, dass die Tomosynthese nicht nur bei dichter, sondern auch bei sehr dichter Brust in den Detektionsraten der Mammografie überlegen ist [7]. In einer später veröffentlichten Subanalyse der ToSyMa-Ergebnisse nach Brustdichtekategorien [8] konnte in der Interventionsgruppe eine gesteigerte Erkennungsrate von 250 Prozent bei Frauen mit extrem dichter Brust gemessen werden.

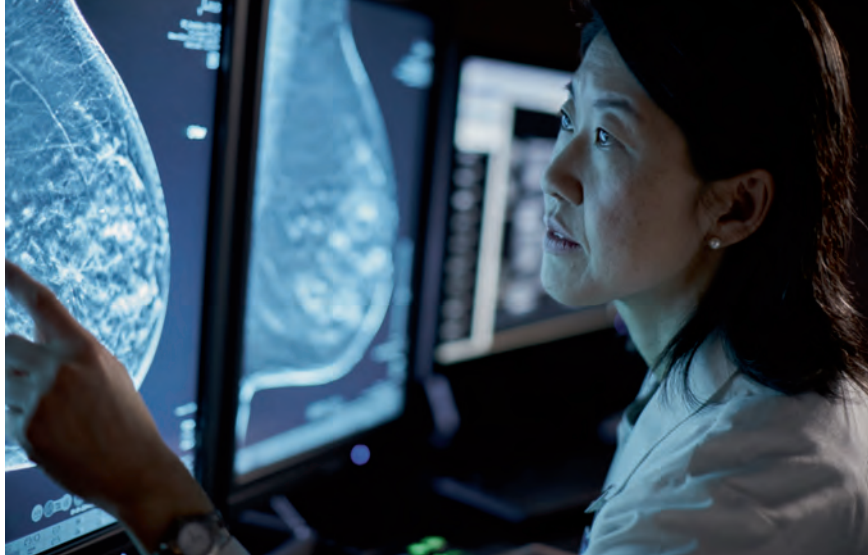
Für die mögliche Einführung von 3D spricht, dass das Bundesamt für Strahlenschutz (Bfs) die ToSyMa-



ToSyMa-Studie: Um die 100.000 Screening-Teilnehmerinnen wurden randomisiert entweder der 3D/s2D-Interventionsgruppe oder der 2D-Kontrollgruppe zugeordnet. Zum Einsatz kamen die digitalen Mammografiegeräte sowie 27 Tomosynthesegeräte von fünf Herstellern an 17 deutschen Screeningstandorten.



Studie beobachtet und die Priorisierung der strahlenschutzrechtlichen Begutachtung diskutiert. Außerdem hat das BfS im Dezember 2022 erstmals einen diagnostischen Referenzwert (DRW) für die Tomosynthese ausgegeben [9]. Führende Screeningzentren diskutieren bereits notwendige Struktur- und Prozessänderungen für ein 3D-Screening. Damit wären nur Tomosynthese-fähige Systeme noch zukunftsweisend.



## Ausblick: Studienphase 2

Als weiterer klinischer Endpunkt wird das Auftreten von Intervallkarzinomen im Zeitraum von 24 Monaten zwischen zwei Screening-Besuchen bei den beiden Testarmen untersucht (ToSyMa Phase 2) – auf Basis von Auswertungen des deutschen Krebsregisters. Die Software des staatlichen Screenings dokumentiert dabei Intervallkarzinome im deutschen Krebsregister. Die mögliche Reduktion der Intervallkarzinomraten wird den inkrementellen klinischen Nutzen der Tomosynthese im Brustkrebsscreening bestimmen. Die Publikation der Ergebnisse wird für Anfang 2025 erwartet.

## Initiativen und Empfehlungen auf europäischer Ebene

Die Initiative der Europäischen Kommission gegen Brustkrebs (ECIBC) hat sich zum Ziel gesetzt, Gesundheitsdienstleistern und Frauen europaweit klare und unabhängige Leitlinien zur Früherkennung und Versorgung auf der Grundlage der neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse an die Hand zu geben. Die Leitlinien zu allen Aspekten der Brustgesundheit werden regelmäßig publiziert und aktualisiert. Im Juni 2020 veröffentlichte die Leitlinienentwicklungsgruppe der ECIBC ihre Empfehlungen für das Mammografiescreening. Darin wird erstmals

die Verwendung der Tomosynthese oder der digitalen Mammografie empfohlen, wobei beide Methoden als gleichwertig angesehen werden. Die Tomosynthese wird also auf gleicher Höhe mit der digitalen Mammografie, dem allgemein wahrgenommenen Goldstandard, positioniert [10]. Für asymptomatische Frauen empfiehlt die Leitlinienentwicklungsgruppe der ECIBC im Rahmen eines systematischen Vorsorgeprogramms entweder die digitale Brusttomosynthese (DBT) oder die digitale Mammografie (DM). Es gibt auch Empfehlungen zum Screening für Frauen mit dichtem Brustgewebe [11]. Obwohl die digitale Mammografie oder die Tomosynthese für diese Frauen gleichermaßen empfohlen werden [12], heißt es, dass Frauen mit dichter Brust die meisten Vorteile mit der Tomosynthese hätten: „Frauen mit hoher mammografischer Brustdichte werden wahrscheinlich am meisten von der erhöhten Nachweisfähigkeit der DBT profitieren“ [13]. Deshalb empfiehlt die ECIBC: „Im Rahmen eines organisierten Screeningprogramms schlägt die ECIBC-Leitlinienentwicklungsgruppe die Verwendung der digitalen Brust-Tomosynthese (DBT) für Frauen mit hoher mammografischer Brustdichte vor, die in früheren Screening-Untersuchungen festgestellt wurde“ [14].

Die ECIBC rät jedoch von einer doppelten Untersuchung mit digitaler Mammografie und Tomosynthese innerhalb eines Untersuchungstermins ab [10, 11]. Ein synthetisches 2D-Bild (S2D) aus dem 3D-Datensatz der Tomosynthese kann hier helfen, wenn der übliche 2D-Datensatz in einem lokalen Vorsorgeprogramm oder zu Dokumentationszwecken noch benötigt wird. Auch zu den Altersgrenzen des Mammografiescreenings gibt die ECIBC neue Empfehlungen. Es sollte bereits ab einem Alter von 45 Jahren starten und bis zu einem Alter von 74 Jahren angeboten werden [15]. Die ECIBC liefert ausführliche medizinische, aber auch gesundheitsökonomische Begründungen für diese Empfehlung. Mit der ToSyMa-Studie, aber auch mit den Empfehlungen der ECIBC und den Vorgängen beim BfS verdichten sich die Anzeichen, dass die Tomosynthese Einzug in den deutschen Klinikalltag halten dürfte. Insbesondere Frauen mit dichtem oder sehr dichtem Brustgewebe werden von der 3D-Mammografie profitieren.

*Alexander Hoffmann,  
Christine Maria Hermeling*

## Kontakt

Hologic Deutschland GmbH  
Kaiserin-Augusta-Allee 112/113  
10553 Berlin  
Tel.: +49 30 9158120-00  
germany@hologic.com  
www.hologic.de

## Literatur

Ausführliche Literaturliste auf der RT-Website:  
[www.radiologie-technik.de/files/benutzer/Redaktionsauszuege\\_RT\\_2023.pdf](http://www.radiologie-technik.de/files/benutzer/Redaktionsauszuege_RT_2023.pdf)

Studie untersucht Überlegenheit der Tomosynthese im Setting des deutschen Brustkrebscreenings

# Tomosynthese oder Mammografie?

## Literatur

1. Basierend auf den Bevölkerungsdaten in Deutschland
2. Kooperationsgemeinschaft Mammographie, Jahresbericht Evaluation 2019, [https://fachservice.mammogramm.de/download/evaluationsberichte/neu\\_KOOPMAMMO\\_Jahresbericht\\_Eval\\_2019\\_20211112\\_web-Einzelseite.pdf](https://fachservice.mammogramm.de/download/evaluationsberichte/neu_KOOPMAMMO_Jahresbericht_Eval_2019_20211112_web-Einzelseite.pdf)
3. Eine aus 3D-Daten berechnete 2D-Darstellung
4. Weigel, S., Gerß, J., Hense, H. et al. (2018): Digital Breast Tomosynthesis Plus Synthesised Images Versus Standard Fullfield Digital Mammography in Population-based Screening (ToSyMa): Protocol of a Randomised Controlled Trial. *BMJ Open* 2018, 8: e020475, doi:10.1136/bmjopen-2017-020475
5. Heindel, W., Weigel, S., Gerß, J. et al. (2022): Digital Breast Tomosynthesis Plus Synthesised Mammography Versus Digital Screening Mammography for the Detection of Invasive Breast Cancer (ToSyMa): a Multicentre, Open-label, Randomised, Controlled, Superiority Trial. *Lancet Oncol.* 2022, May 23, (5): 601–611
6. Freeman, K., Geppert, J., Stinton, C. et al. (2021): Use of Artificial Intelligence for Imaging Analysis in Breast Cancer Screening Programmes: Systematic Review of Rest Accuracy. *BMJ* 2021, 374: n1872
7. Weigel, S., Heindel, W., Hense, H.-W. et al. (2022): Breast Density and Breast Cancer Screening with Digital Breast Tomosynthesis: A ToSyMa Trial Subanalysis. *Radiology* 2022; 000: 1–9
8. Weigel, S., Heindel, W., Hense, H.-W. et al. (2022): Breast Density and Breast Cancer Screening with Digital Breast Tomosynthesis: A ToSyMa Trial Subanalysis, *Radiology* 2022; 000: 1–9.
9. Bundesamt für Strahlenschutz (BfS): Bekanntmachung der aktualisierten diagnostischen Referenzwerte für diagnostische und interventionelle Röntgenanwendungen vom 17. November 2022. [www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/fachinfo/ion/drw-roentgen.pdf;jsessionid=477C3D64384C5EF533A44CFFBE37C9BE.2\\_cid382?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](http://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/fachinfo/ion/drw-roentgen.pdf;jsessionid=477C3D64384C5EF533A44CFFBE37C9BE.2_cid382?__blob=publicationFile&v=1) (letzter Aufruf am 9. Januar 2023)
10. Guideline der Europäischen Kommission zur Tomosynthese in der Früherkennung von Brustkrebs vom 17. Juli 2020: <https://healthcare-quality.jrc.ec.europa.eu/european-breast-cancer-guidelines/screening-tests>
11. Guideline der Europäischen Kommission zur Tomosynthese bei dichtem Brustgewebe vom 17. Juli 2020: <https://healthcare-quality.jrc.ec.europa.eu/european-breast-cancer-guidelines/dense-breast/DBT-alone>
12. Guideline der Europäischen Kommission zur Tomosynthese bei dichtem Brustgewebe vom 17. Juli 2020: <https://healthcare-quality.jrc.ec.europa.eu/european-breast-cancer-guidelines/dense-breast/DBT-alone>
13. Guideline der Europäischen Kommission zur Kombination von digitaler Mammographie und Tomosynthese vom 17. Juli 2020: <https://healthcare-quality.jrc.ec.europa.eu/european-breast-cancer-guidelines/screening-tests/DBT-plus-DM-or-DM>
14. Guideline der Europäischen Kommission zur Untersuchung von Frauen mit dichtem Brustgewebe vom 3. August 2021: <https://healthcare-quality.jrc.ec.europa.eu/european-breast-cancer-guidelines/dense-breast>
15. Guideline der Europäischen Kommission zu Altersgrenzen und Häufigkeit vom 28. Juni 2021: <https://healthcare-quality.jrc.ec.europa.eu/european-breast-cancer-guidelines/screening-ages-and-frequencies>

Anwendungsbereiche für die Fraktursonografie im Kindesalter als Ergänzung und Alternative zum Röntgenbild

# Knochenbrüche sicher mit Ultraschall diagnostizieren



Bild: www.stock.adobe.com/Hero Images

Die Fraktursonografie ist eine gute Ergänzung oder sogar Alternative zum klassischen Röntgenbild, vor allem bei strahlensensiblen Patienten im Wachstumsalter. Geeignet sind alle Ultraschallgeräte mit einem Linearschallkopf, spezielle Knochenschallköpfe gibt es bisher nicht.

**Die Fraktursonografie hat nach einem rasanten Wandel in den letzten Jahren ihren Platz in der täglichen klinischen Diagnostik gefunden. Mit der Publikation der S2e-Leitlinie der AWMF im Februar 2023 ist nun eine Reihe von Indikationen bekannt, bei denen die Methode sicher angewendet werden kann.**

Es ist wichtig, die Unterschiede der Fraktursonografie zur Röntgendiagnostik zu kennen. Denn die radiologische Bildgebung stellt sämtliche Strukturen des Knochens in der Durchleuchtung dar, die Fraktursonografie zeigt jedoch nur die Oberfläche der schallkopfnahen Kortikalis. Das bedeutet: Intraossäre Erkrankungen und Verletzungen sowie Zysten und Tumore können

mittels einer Fraktursonografie nicht sicher dargestellt werden. Nahezu alle Frakturen im Kindesalter erstrecken sich jedoch auch auf die Kortikalis, sodass ein qualitativer Nachweis eines Großteils der Frakturen möglich ist. Auf der anderen Seite erlaubt die Fraktursonografie die Darstellung des Knochens aus beliebig vielen Richtungen, sodass sie beispielsweise bei der Bestimmung der Achsabweichung deutliche Vorteile gegenüber der Röntgendiagnostik (mit Limitierung auf zwei Ebenen) hat. Bei Beachtung der Indikation und Untersuchungstechnik ist damit eine sichere Diagnostik möglich. Des Weiteren beschleunigt sich der Ablauf erheblich, weil keine Überweisung an eine andere Abteilung erfolgen muss, sondern mit einem

einzigem Arzt-Patienten-Kontakt die Therapie eingeleitet werden kann. Geeignet sind alle Ultraschallgeräte mit einem Linearschallkopf, spezielle Knochenschallköpfe gibt es bisher nicht. Eine Lagerung der Extremität wie bei der Röntgenaufnahme ist nicht notwendig, da mit dem Schallkopf die Region of Interest (ROI) mobil umfahren werden kann, was die Untersuchung schmerzärmer macht.

## Frakturzeichen erkennen

Bei der Untersuchung selbst sollte reichlich Ultraschallgel benutzt werden, damit der Schallkopf nicht fest aufgedrückt werden muss, sondern im lockeren Kontakt zum Gewebe bleibt. Zunächst wird die Kortikalis identifiziert und dann der Schallkopf so gedreht, dass sie sich auf ganzer Bildschirmbreite darstellt und damit die notwendigen Longitudinalschnitte sichergestellt sind. Gemäß Degum-Empfehlung sollte sich am linken Bildrand der proximale Abschnitt befinden, am rechten Bildrand der distale. Bei gelenknahen Abschnitten sollte ein Teil des Gelenks mit untersucht werden. Das sonografische Bild stellt sich analog zum bekannten Röntgenbild dar, auch die dem Arzt bereits bekannten Frakturzeichen – Achsabweichung, Kortikalisstufe, Kortikalisunterbrechung und Wulstbildung (siehe Abb. 1) – finden sich in der Sonografie wieder. Bei Unklarheiten oder wenn eine Operationsindikation besteht, sollte auch bei den klassischen Indikationen für eine Fraktursonografie zusätzlich ein Röntgenbild angefertigt werden.

## Spezielle Indikationen

Die **Klavikulaschaftfraktur** im Kindesalter kann gut sonografisch diagnostiziert werden. Hier reicht die qualitative Darstellung der Fraktur aus, da eine Operationsindikation sehr selten ist und klinisch gestellt werden kann. Die Sprengung des Akromioklavikulargelenks lässt sich sonografisch sehr gut darstellen: Mit dem Schallkopf kann durch Druck von oben auch ein Klaviertastenphänomen ausgelöst und im Bild beobachtet werden (siehe Abb. 2).

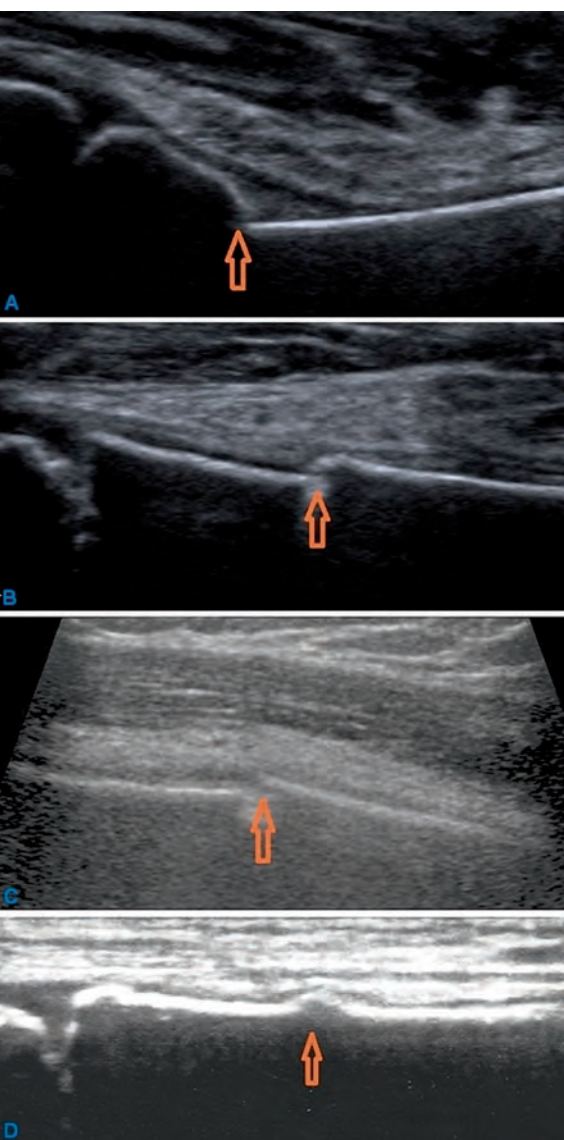


Abb.1: Bekannte Frakturzeichen, die sich im sonografischen Bild analog zur Röntgenaufnahme darstellen, sind Achsabweichung (A), Kortikalisstufe (B), Kortikalisunterbrechung (C) und Wulstbildung (D)

Bild: Off label media

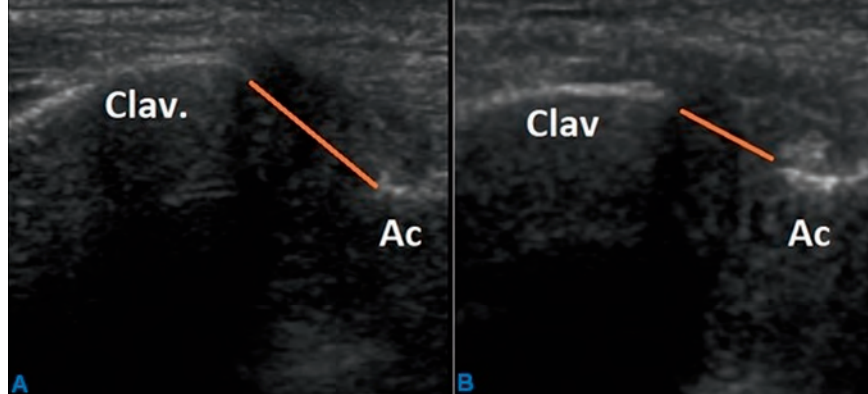


Abb. 2: Sprengung des Akromioklavikulargelenks mit Klaviertastenphänomen: ohne Druck (A) und mit Druck (B)

Bild: Off label media

Die **subkapitale Humerusfraktur** ist eine der neuen Standardindikationen im Kindesalter. Hier lassen sich Frakturen sicher nachweisen und insbesondere die Achsabweichung deutlich besser als im Röntgenbild beurteilen. Bei angelegtem Arm werden drei Ebenen von ventral, lateral und dorsal dargestellt, nach Rotation des Armes in die Neutralposition die vierte Ebene von ventral (siehe Abb. 3). Bei **ellenbogengelenksnahen Frakturen** im Kindesalter dient der Frakturultraschall lediglich dem Ausschluss einer Fraktur. Dazu wird eine einzelne Ebene von dorsal visualisiert. Findet sich hier ein Gelenkerguss, analog dem Fat Pad Sign im Röntgenbild, erfolgt eine Röntgendiagnostik, bei fehlendem Erguss kann zunächst abgewartet werden. Nach fünf Tagen erfolgt eine Kontrolle, bei weiter bestehenden Schmerzen ein Röntgenbild.

Die **distale Unterarmfraktur** im Kindesalter ist die Paradedisziplin der Fraktursonografie. 90 Prozent der Patienten können röntgenfrei behandelt werden, da sich die Frakturen sehr gut im Ultraschall diagnostizieren lassen (siehe Abb. 4) und eine Operationsindikation in der Mehrzahl der Fälle nicht gegeben ist. Weiterhin besteht eine hohe Korrekturpotenz, was die Diagnostik sehr sicher macht.

**Subkapitale MHK-V-Frakturen** können Probleme bei der Bestimmung der Achsabweichung machen. Das lässt sich anhand eines volaren einzelnen Ultraschallschnitts beheben, der im Zweifelsfall im Seitenvergleich mit der unverletzten Hand durchgeführt werden kann. Auch **Kahnbeinfrakturen** können mittels Fraktursonografie diagnostiziert werden, die jedoch nur dem

Screening dient. Die exakte Diagnostik bleibt dem CT und dem MRT vorbehalten.

**Verletzung des Fibrocartilago palmares** werden im Röntgenbild nur auf streng seitlichen Aufnahmen erkannt, bei Unklarheiten kann hier ebenfalls ein beugeseitiger Ultraschall im Längsschnitt Klarheit über die Verletzung bringen.

Bei **Toddlers-Frakturen** werden bei einer Unsicherheit des Arztes auch häufig längere Abschnitte des kindlichen Knochens geröntgt. Um das zu vermeiden, kann zunächst mit dem Ultraschall die Lokalisation der Fraktur eingegrenzt werden und dann eine gezielte Röntgendiagnostik erfolgen. Ist keine Fraktur zu sehen, kann zunächst abgewartet werden, weil dann sicher keine interventionspflichtige Verletzung

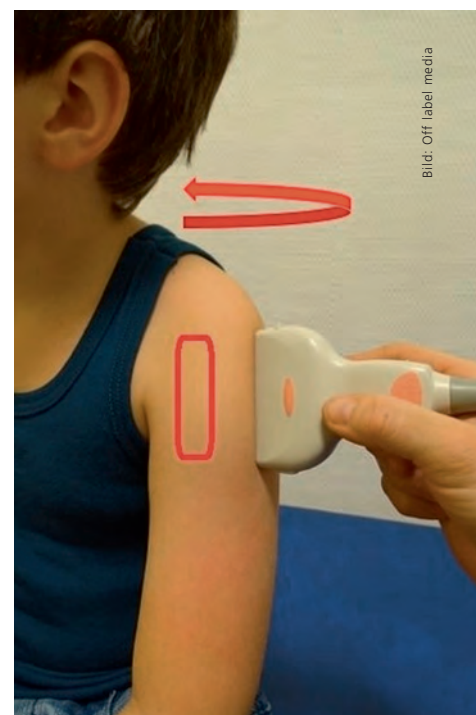


Bild: Off label media

Abb. 3: Untersuchung des proximalen Humerus

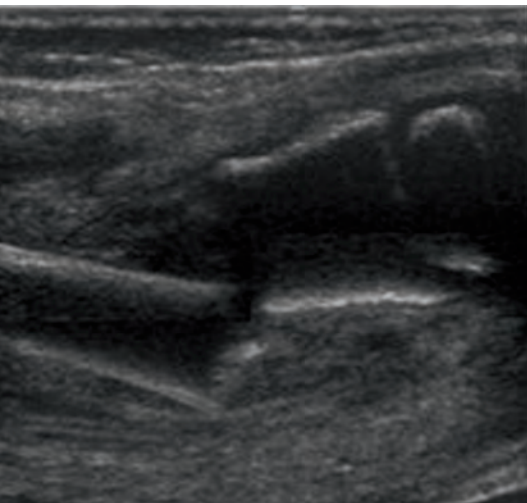


Abb. 4: Sonografisches Bild einer dislozierten distalen Unterarmfraktur Bild: Off label media

vorliegt. Nach einer Kontrolle nach vier bis fünf Tagen kann die ROI meist besser lokalisiert und gezielt geröntgt werden.

Für **distale Femur-Wulstfrakturen** und **proximale Tibia-Wulstfrakturen** im Kindesalter existieren noch keine randomisierten Studien. Es ist jedoch zu erwarten, dass Wulstfrakturen an

diesen Lokalisationen in Zukunft eine Domäne der sonografischen Diagnostik werden, da sie sich sehr gut darstellen lassen.

**Basisfrakturen des Metatarsale 5** können Probleme bei der Kontrolle bereiten, wenn eine Dislokation im Verlauf beurteilt werden soll, aber die Kontroll-Röntgenaufnahmen nicht in exakt gleicher Ebene angefertigt werden. Hier bietet der Frakturultraschall mit einer einfachen Kontrolle des Frakturspaltes einen Ausweg zur sicheren Beurteilung einer Dislokation.

**Marschfrakturen** stellen sich im Ultraschall ca. zwei Wochen früher dar als in der Röntgenbildgebung und können somit sonografisch frühzeitig diagnostiziert und adäquat therapiert werden.

Es gibt verschiedene Diagnostik-Algorithmus, zum Beispiel für Handgelenk, Ellenbogen, Humerus und Screening, die alle in leichten Abwandlungen auf dem Basic-Safe, einem sonografischen Algorithmus zur Frakturevaluation, beruhen (siehe Abb. 5).

**Fazit**

Für eine Vielzahl an Indikationen bietet die Fraktursonografie eine gute Ergänzung oder Alternative zum klassischen Röntgenbild und hilft so, eine relevante Anzahl an Röntgenaufnahmen zu vermeiden, vor allem bei strahlensensiblen Patienten im Wachstumsalter. Die Leitlinie Fraktursonografie der AWMF gibt Sicherheit bei der Indikationsstellung und Anwendung. Die Technik kann in Kursen erlernt werden und ist als Monografie publiziert (Fraktursonografie, Springer-Verlag 2019).

*PD Dr. med. Ole Ackermann*

**Kontakt**

Orthopädie Ackermann  
 PD Dr. med. Ole Ackermann  
 Raiffeisenstraße 58–60  
 47259 Duisburg  
 Tel.: +49 203 781013  
 info@praxis-oa.de  
 www.praxis-oa.de

**Basic-SAFE-Algorithmus**

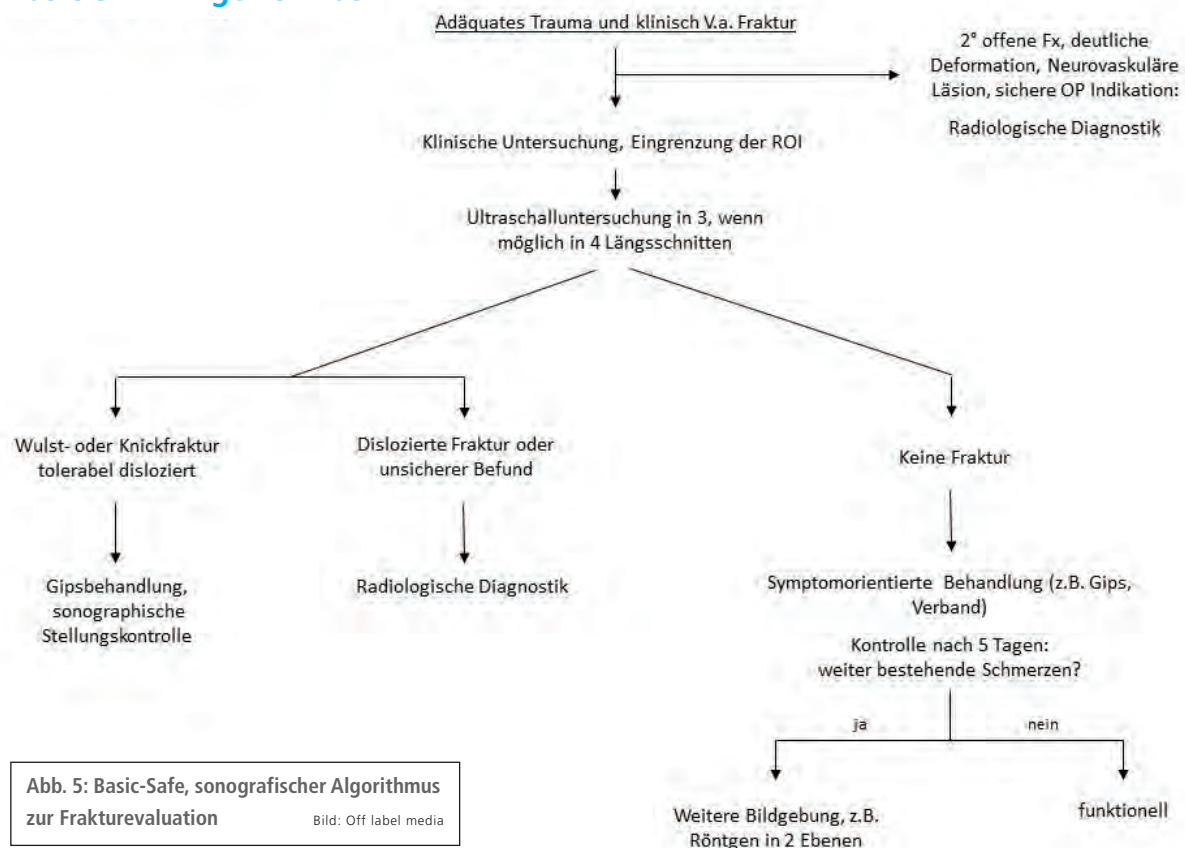


Abb. 5: Basic-Safe, sonografischer Algorithmus zur Frakturevaluation Bild: Off label media